



## **ALUMBRAMIENTO DE AGUAS SUBTERRANEAS**

Sondeos hasta 1.500 mm. de diámetro y profundidades de 500 m.

Sondas de circulación directa e inversa.

Filtros especiales que garantizan el agua limpia de arena.

Instalación de piezómetros.

Instalaciones completas de pozos y bombas sumergibles.

Equipos propios de aforo y limpieza.

Reacondicionamiento de pozos arenados.

Testificación eléctrica (PS y Resistividad) y radiactiva (Rayos gamma).

Acidificaciones.

## **AGUA Y SUELO, S. A.**

**Dr. Fleming, 3 - 5.º piso**

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

**MADRID - 16**

### **SONDEOS DE RECONOCIMIENTO**

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

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

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

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

**VENDIDOS EL PASADO AÑO FUERON**  
**PERKIN-ELMER**

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

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

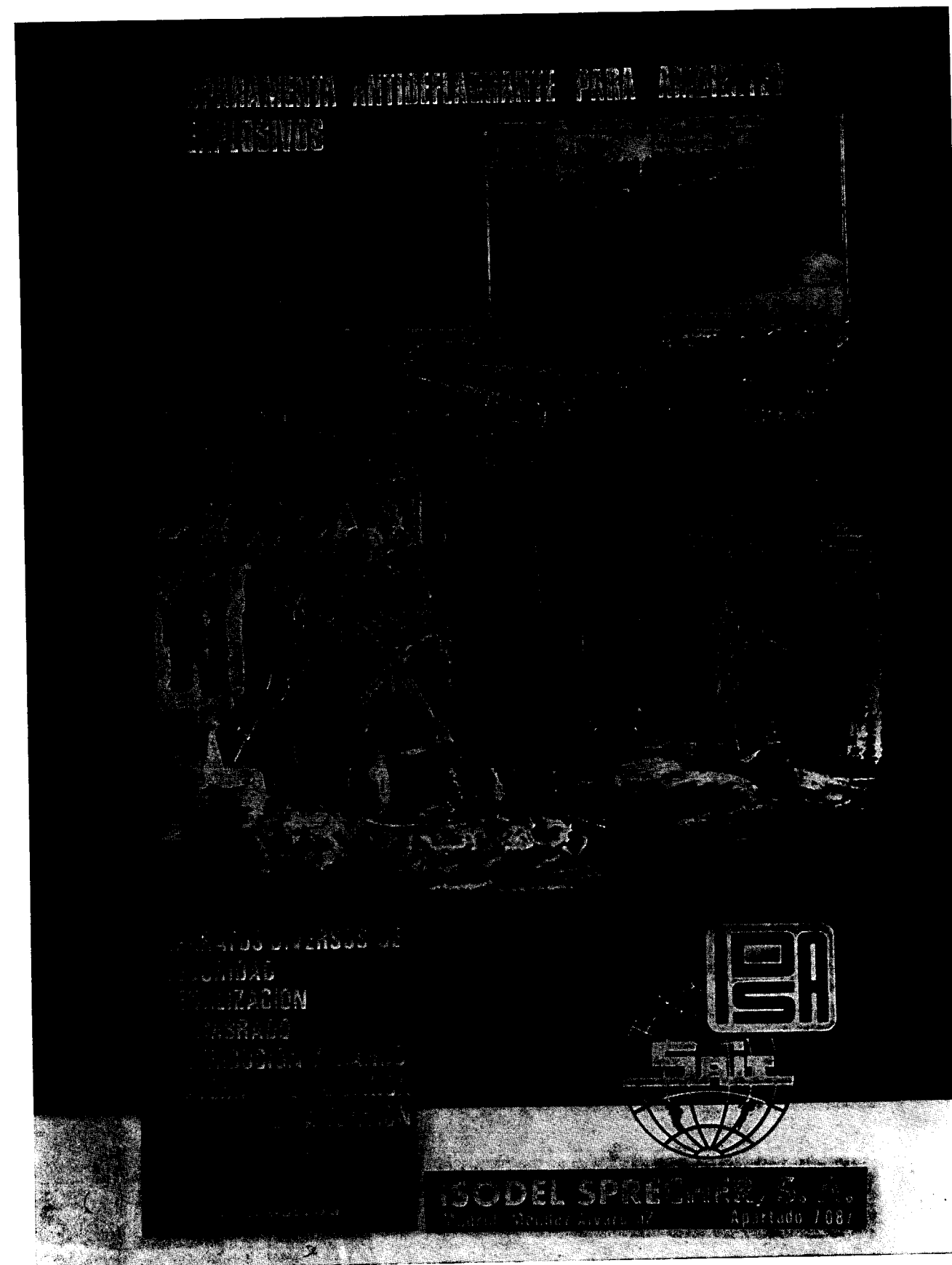
- Asistencia técnica
- Servicio y mantenimiento eficaces
- Autodespacho de mercancías
- Centro de entrenamiento en Madrid con gastos de desplazamiento sufragados por nuestra Organización
- Suministro y consulta de bibliografía técnica
- Formación de instrumentistas de su propia empresa
- Contrato de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

**PERKIN-ELMER HISPANIA**

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

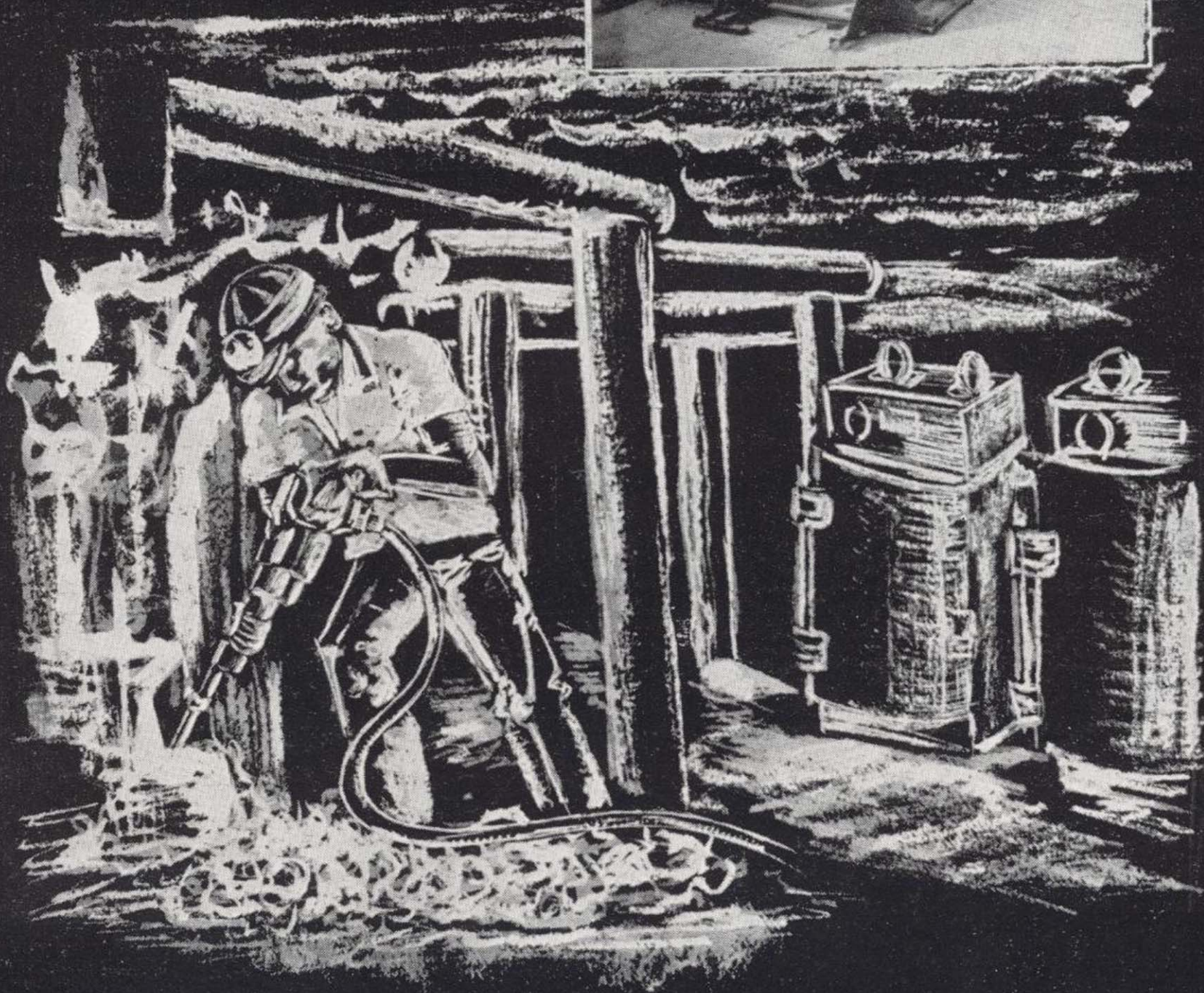
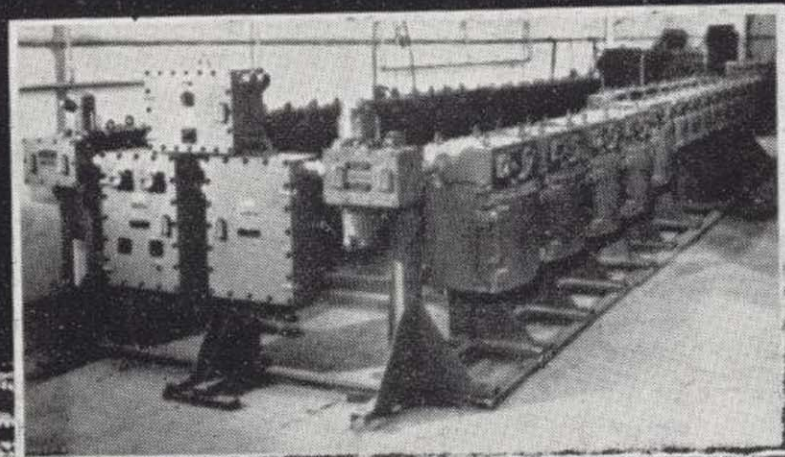
**BARCELONA**  
 Sicilia, 105 - 2.º  
 Tel.: 2 26 33 37

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





# APARAMENTA ANTIDEFAGRANTE PARA AMBIENTES EXPLOSIVOS

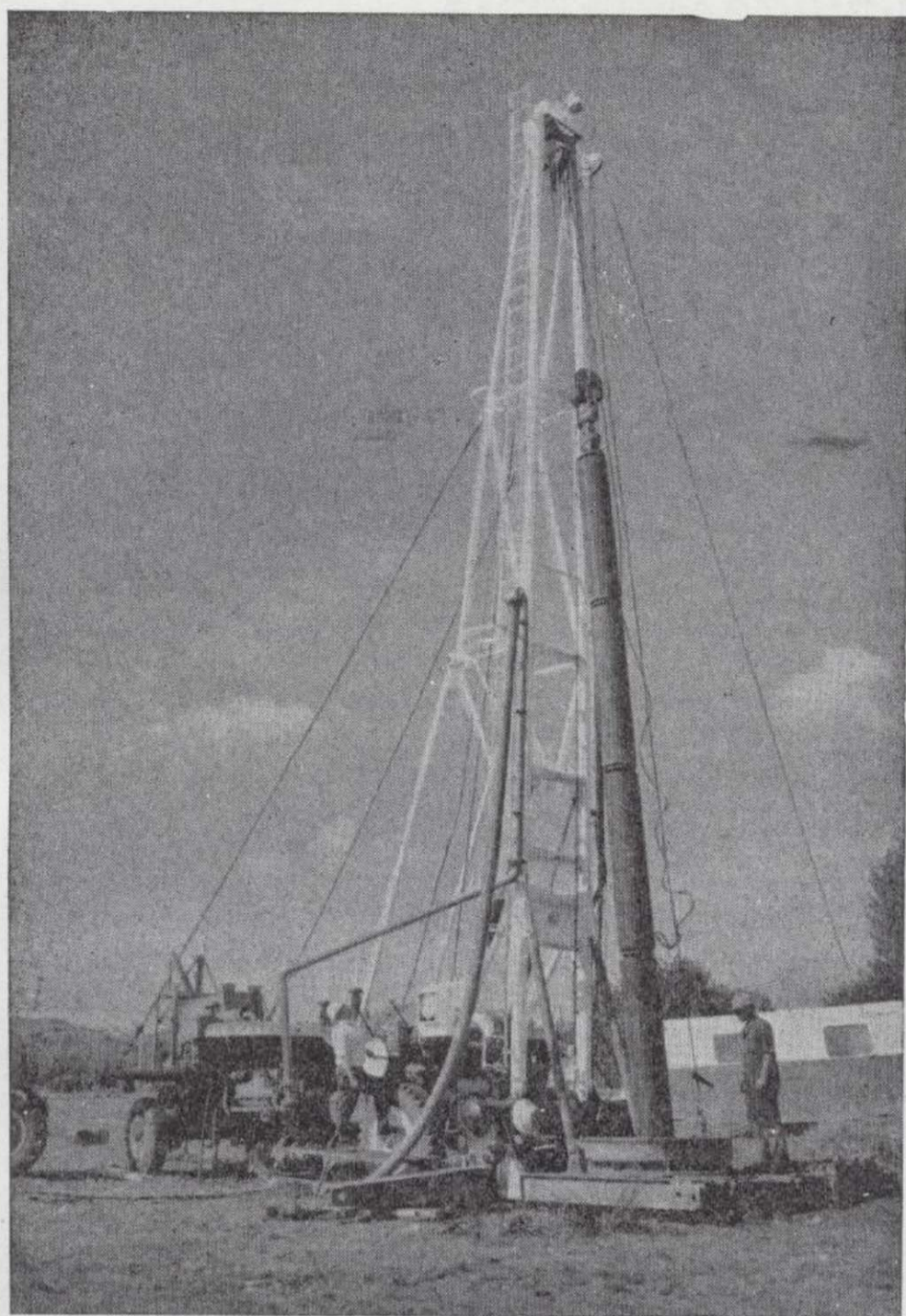


APARATOS DIVERSOS DE  
SEGURIDAD  
SEÑALIZACION  
ALUMBRADO  
DISTRIBUCION Y MANDO  
MATERIAL DE CONEXION  
CELDAS MEDIA TENSION  
CONTACTORES  
TRANSFORMADORES  
CORTACIRCUITOS



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





## **ALUMBRAMIENTO DE AGUAS SUBTERRANEAS**

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

Sondas de circulación directa e inversa.

Filtros especiales que garantizan el agua limpia de arena.

Instalación de piezómetros.

Instalaciones completas de pozos y bombas sumergibles.

Equipos propios de aforo y limpieza.

Reacondicionamiento de pozos arenados.

Testificación eléctrica (PS y Resistividad)

Acidificaciones.

# **AGUA Y SUELO, S. A.**

**Dr. Fleming, 3 - 5.º piso**

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

**M A D R I D - 1 6**

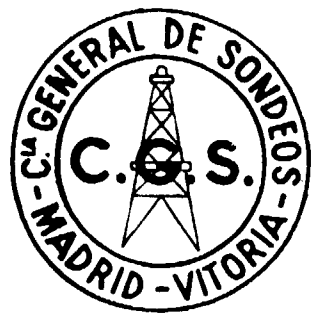
## **SONDEOS DE RECONOCIMIENTO**

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

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

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





# COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS

## ESTUDIA:

Geología en general  
Estratigrafía  
Petrografía  
Hidrogeología  
Canteras, etc.

## INTERPRETA:

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

## REALIZA:

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

★ ★ ★

**COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS, S. A.**  
**C. G. S.**

Portal de Castilla, 66. Vitoria  
Teléfono 22 36 04

Padre Xifre, 5. Madrid - 2  
Teléfono 415 60 54



**CHRISTENSEN DIAMOND PRODUCTS S. A.**

**AL SERVICIO DE LA INDUSTRIA MINERA**

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

**DIRECCION COMERCIAL:**  
**Telg. "CHRISTENSA"**

**ALBERTO 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

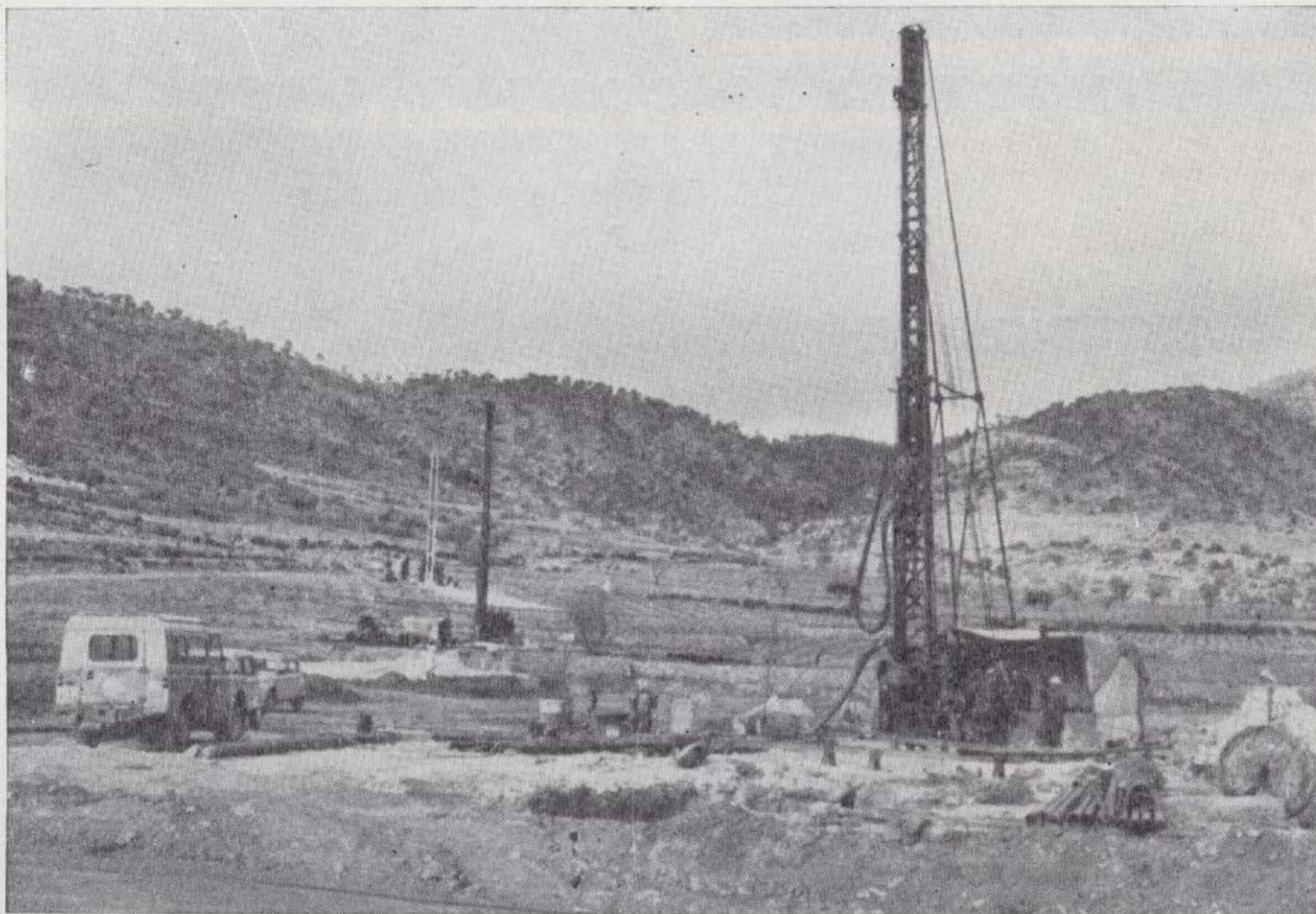
GEOFISICA  
GEOLOGIA  
FOTOGEOLOGIA  
ESTRATIGRAFIA  
PETROLOGIA

SONDEOS  
METALOGENIA  
GEOQUIMICA  
GEOESTADISTICA  
MINERALOGIA  
HIDROGEOLOGIA

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



# SONDEOS RODES



**Sondeos para alumbramientos de aguas.**

**Estudios hidrogeológicos.**

**Acidificaciones y cimentaciones de sondeos.**

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

★ ★ ★

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

★ ★ ★

**ERNESTO RODES MARTI**

**Avda. José Antonio, 21 - Apartado 130 - Teléfono 359**

**VILLENA (Alicante)**





RECURSOS NATURALES, S. A.

RENASA

GENERAL GODED, 19 - TELEFONO 419 69 34 - 38 - MADRID - 4

## INGENIEROS CONSULTORES

MINERIA - AGUAS SUBTERRANEAS - CANTERAS -  
EDAFOLOGIA

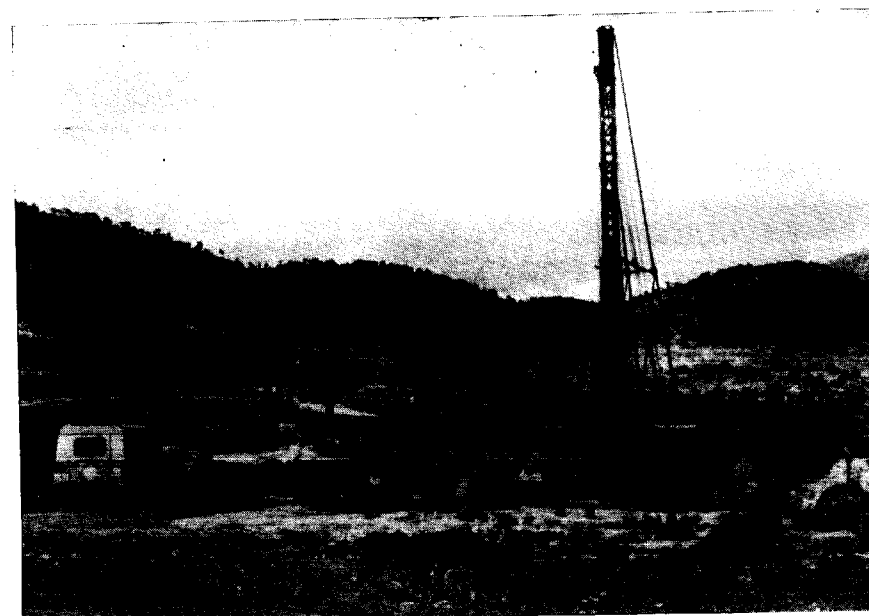
ESTUDIOS Y PROYECTOS - VALORACIONES - ASESORIA  
TECNICA - GEOLOGIA ECONOMICA - GEOFISICA

TESTIFICACION Y MEDIDA DE INCLINACION  
Y RUMBO DE SONDEOS

GEOQUIMICA - ANALISIS DE AGUAS - TOMA DE  
MUESTRAS - AFOROS

CONSULTAS SIN COMPROMISO

## SONDEOS RODES



**Sondeos para alumbramientos de aguas.**

**Estudios hidrogeológicos.**

**Acidificaciones y cimentaciones de sondeos.**

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

★ ★ ★

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

★ ★ ★

**ERNESTO RODES MARTI**

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



**TERRATEST  
SU  
AUXILIAR  
EN LA  
INVESTI-  
GACION  
MINERA**



**TERRATEST, S. A.**

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

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

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

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

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

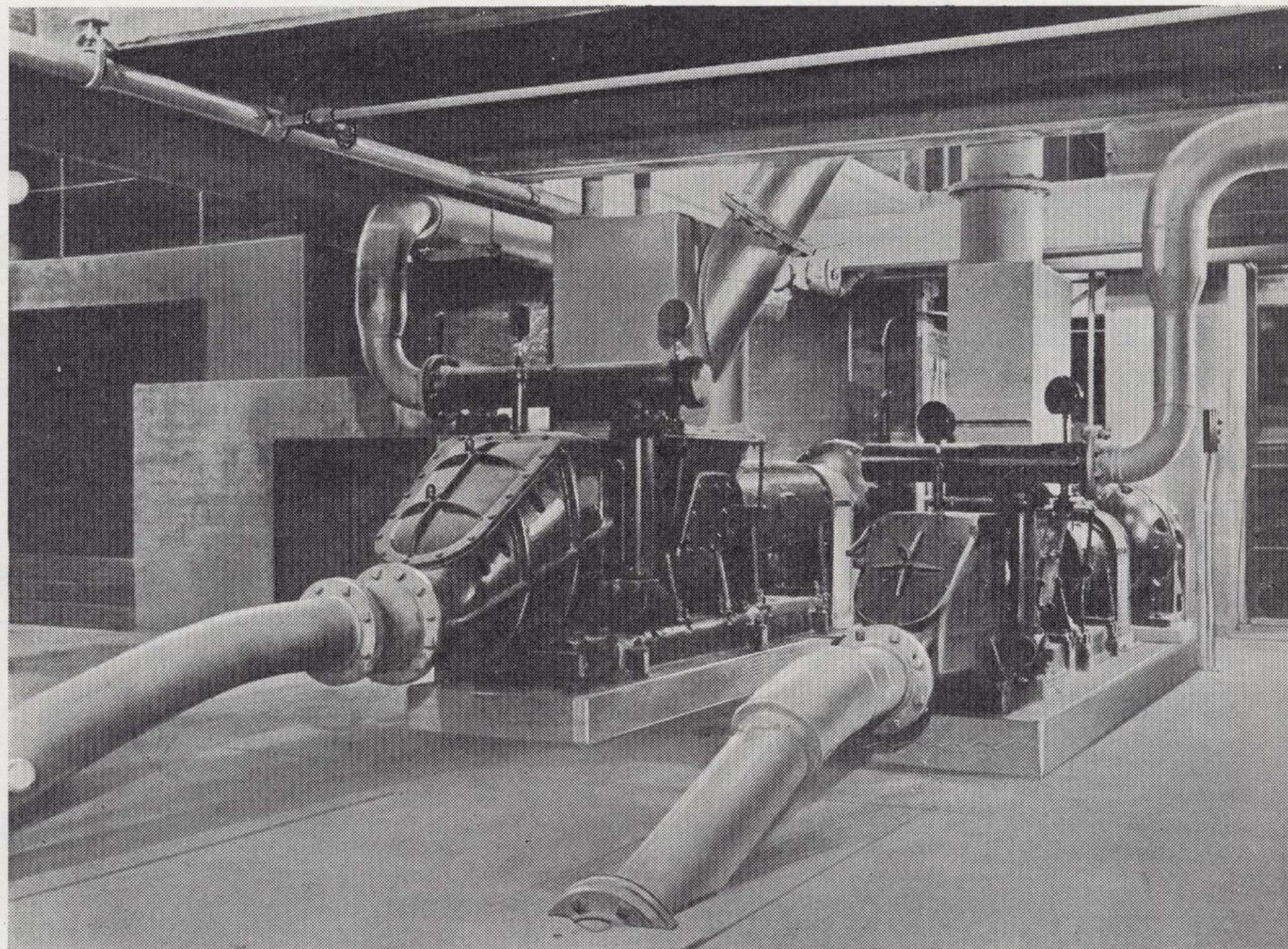
**Servicios a la Industria de la Construcción.** - Estudios sísmicos, perforación de investigación, cimentación, consolidación del subsuelo y estabilización. También muchos otros servicios como muestras del suelo, tamizado de rocas, cortes y aserrado de materiales de construcción, etc.

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

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



# los sistemas de transporte por aire comprimido **FULLER** son adoptados mundialmente



Bomba F-K de 9". Tipo H, transportando crudo de cemento de los molinos a los silos a razón de 80 toneladas hora y 180 metros de distancia.

## **BOMBA FULLER - KINYON PARA GRANDES CAUDALES**

El trazado de la línea de transporte FK puede ser sumamente flexible. Ello es debido a la posibilidad de incluir curvas y tramos horizontales o verticales.

Pueden alcanzarse longitudes, incluyendo elevaciones, de varios cientos de metros y alimentar múltiples puntos de destino.

## **GATX-FULLER**

antes

**CONSTANTIN**  
ESPAÑOLA S.A.

pidan información a: SANCHO EL SABIO, 28 • SAN SEBASTIAN  
Tel. 41 84 42 • Telex 36210



# GEOTEHIC, S. A.

INGENIEROS CONSULTORES

ESTUDIOS DE:

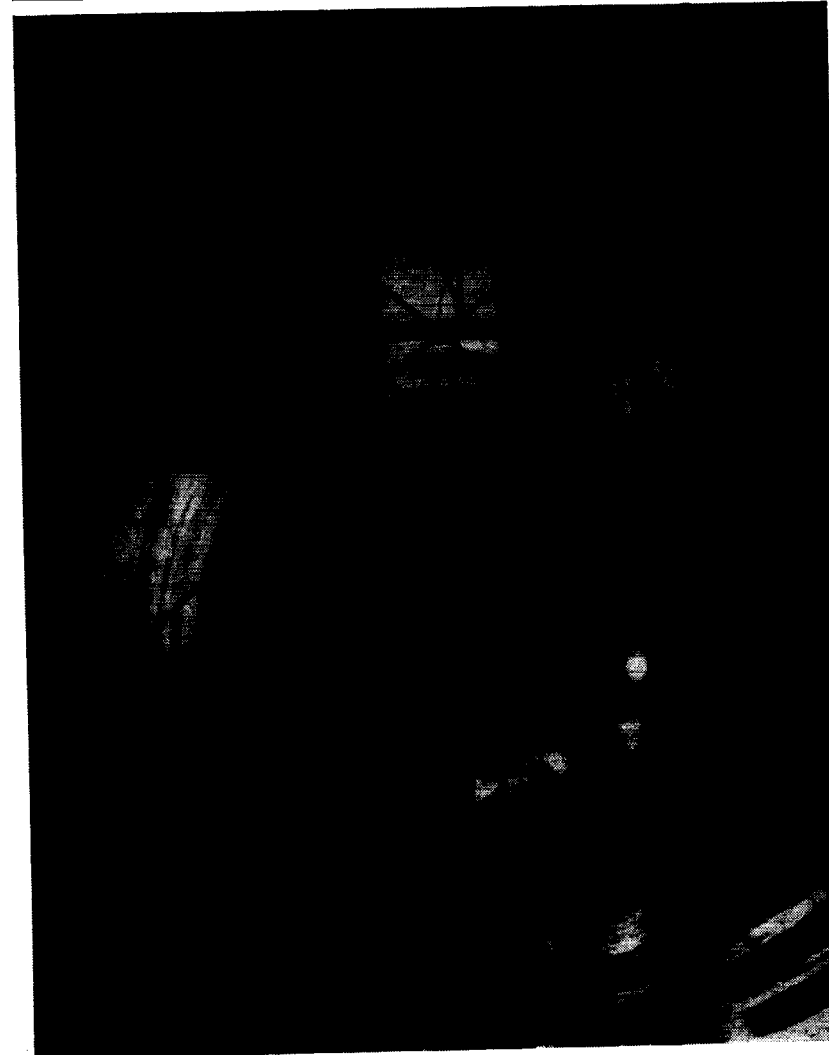
- GEOLOGIA.
- GEOFISICA.
- GEOTECNIA.
- HIDROLOGIA.
- INGENIERIA CIVIL.
- CALCULO ELECTRONICO.
- PETROGRAFIA - METALOGENIA
- PROYECTOS MINEROS
- CONTROL DE COSTOS.

General Mola, 210, 1.º D — Teléfonos 2 50 18 03 - 45 — MADRID-2

CIMENTACIONES ESPECIALES, S.A.

PROCEDIMIENTOS

# RODIO



Túnel de Villarino - Salamanca  
Inyecciones en el túnel de conducción

- \* INYECCIONES
- \* PILOTES
- \* PANTALLAS CONTINUAS
- \* ANCLAJES
- \* SONDEOS DE RECONOCIMIENTO Y MINEROS
- \* LABORATORIO DE GEOTECNIA
- \* HIDROGEOLOGIA
- \* MICROPILOTES
- \* REVESTIMIENTOS DE RESINAS Y GUNITA
- \* CONGELACION DE TERRENOS
- \* ELECTRO-OSMOSIS

Oficina Central: MADRID-16

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

Barcelona  
BARCELONA 11  
Villarreal, 200  
Telef. 250 79 83  
Telex 52243 - RODIO e

BILBAO - 11  
Gran Vía, 70  
Telef. 41 21 79

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

VALENCIA - 9  
Avda. Tirso de Molina, 14  
Telefs. 65 65 15 y 65 64 88

Representaciones:  
BURGOS, LA CORUÑA, OVIEDO, MALAGA, SAN SEBASTIAN, SANTA CRUZ DE TENERIFE



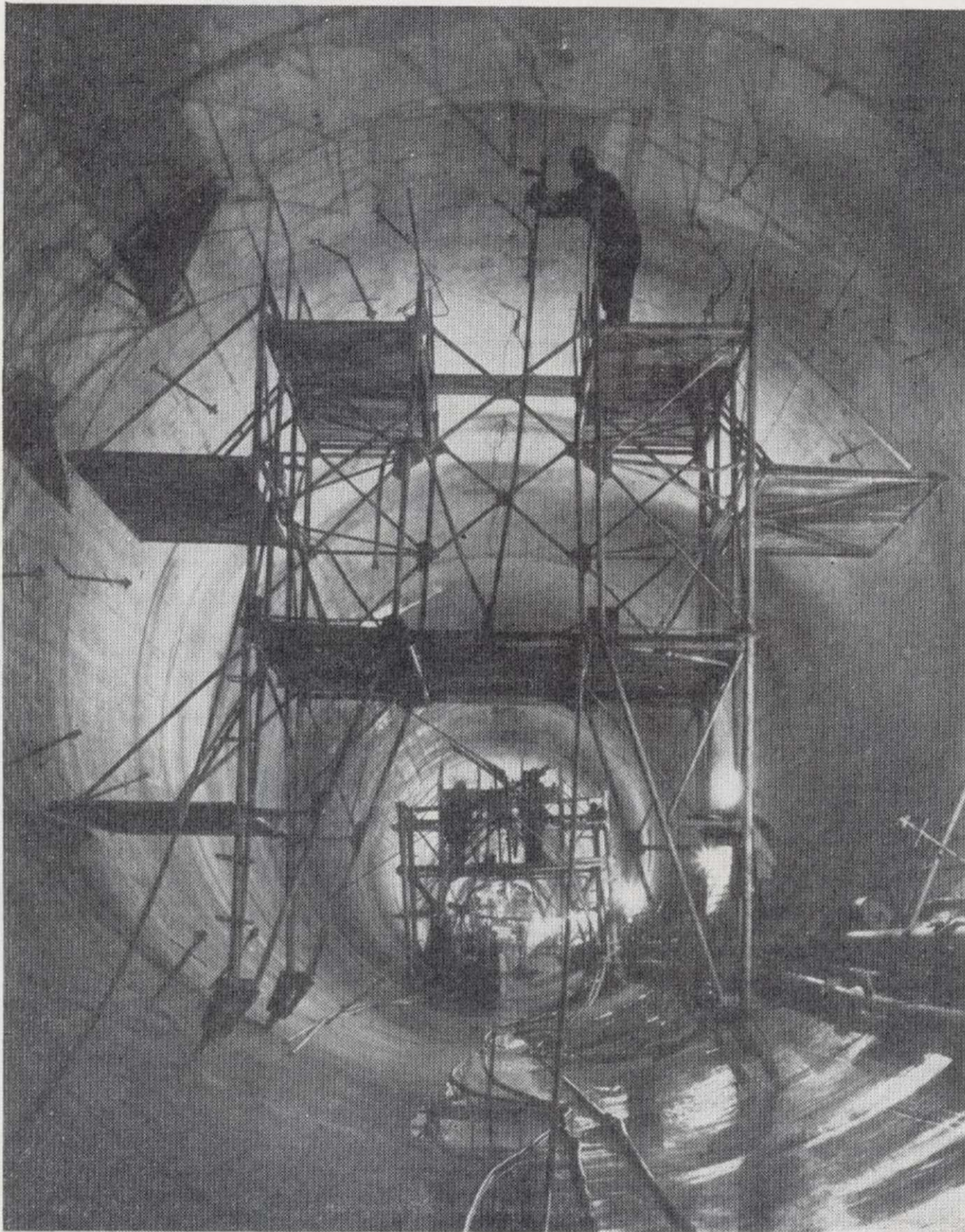




**CIMENTACIONES ESPECIALES, S.A.**

**PROCEDIMIENTOS**

**RODIO**



Túnel de Villarino - Salamanca  
Inyecciones en el tunel de conducción

- \* INYECCIONES
- \* PILOTES
- \* PANTALLAS CONTINUAS
- \* ANCLAJES
- \* SONDEOS DE RECONOCIMIENTO Y MINEROS
- \* LABORATORIO DE GEOTECNIA
- \* HIDROGEOLOGIA
- \* MICROPILOTES
- \* REVESTIMIENTOS DE RESINAS Y GUNITA
- \* CONGELACION DE TERRENOS
- \* ELECTRO-OSMOSIS

**Oficina Central: MADRID-16**

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

**Delegaciones:**

**BARCELONA - 11**

Villarroel, 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**

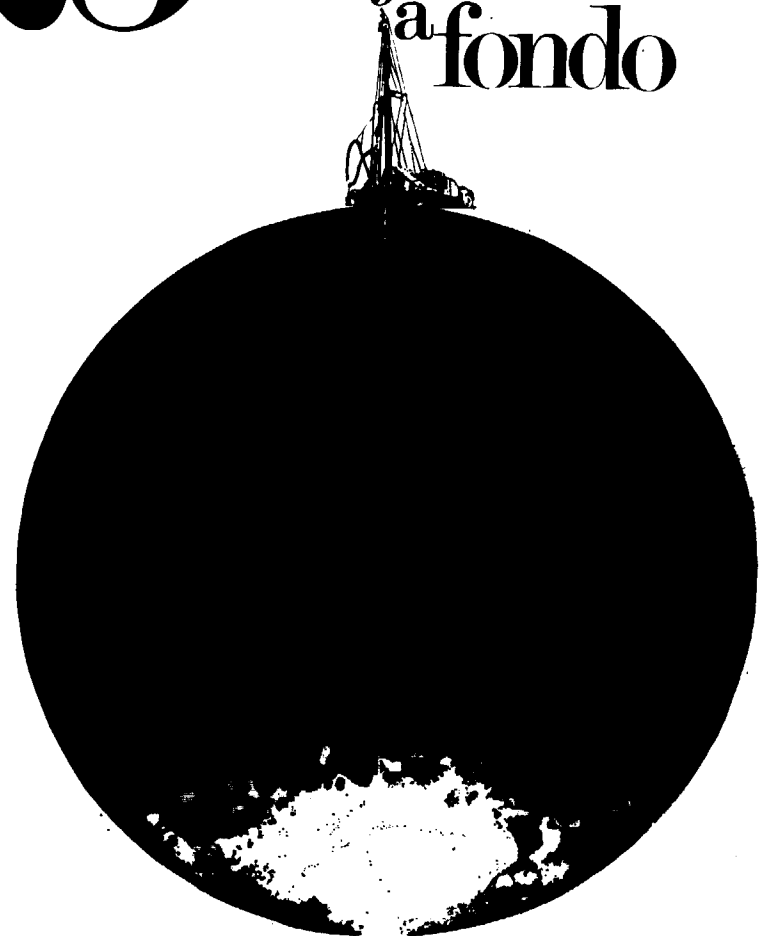
Avda. Tirso de Molina, 14  
Teléfs. 65 65 15 y 65 64 88

**Representaciones:**

**BURGOS, LA CORUÑA, OVIEDO, MALAGA, SAN SEBASTIAN, SANTA CRUZ DE TENERIFE**



**25 AÑOS**  
trabajando  
a fondo



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

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

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

Solicite información sin compromiso a:



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

Tomo LXXXIII

Fascículo VI

Noviembre-diciembre 1972

# Boletín Geológico y Minero



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

## SUMARIO

<b>Geología</b>	J. RAMÍREZ DEL POZO y F. MELÉNDEZ HEVIA: Nuevos datos sobre el Cretácico inferior en facies "Weald" de la Seranía de Cuenca ... .. .	1
	R. SOLER y JOSÉ: El Jurásico y Cretáceo inferior de Leiza y Tolosa (Cuenca Cantábrica Oriental) ... .. .	14
	A. GALLEGOS: Etapas de Plegamiento en los Alpujárrides al NW de Sierra Nevada. Cordilleras Béticas ... .. .	27
	F. FERNÁNDEZ RUBIO: Aspectos geológicos de una zona del alto río Pampas. Huancavelica-Ayacucho (Perú) ... .. .	43
<b>Aguas subterráneas</b>	C. LUCENA BONNY: La simulación digital del flujo subterráneo a través de sistemas acuíferos multicapa ... .. .	55
<b>Geotécnica</b>	TORRES ALONSO: Resumen del "Estudio geotécnico general de la zona central de Asturias" ... .. .	63
<b>Geonucleónica</b>	D. DIMOV, A. PETRAKIEV, G. DIMITROV AND A. IVANOVA: Investigation of meteorites fallen on the territory of Bulgaria by Laser microspectral analyser ... .. .	69
<b>Información</b>	Inauguración del VI Curso de Hidrogeología Aplicada en la E. T. S. de Ingenieros de Minas de Madrid.	
	Noticias.—Estadística y Economía.—Información legislativa. Notas bibliográficas ... .. .	74

### DIRECCION Y REDACCION

Ríos Rosas, n.º 23 - Madrid-3

Teléfono 234 13 28

### ADMINISTRACION

Claudio Coello, n.º 44 - Madrid-2

Teléfono 276 20 01

## IGME

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



SERVICIO DE PUBLICACIONES — MINISTERIO DE INDUSTRIA



**El Instituto Geológico y Minero de España  
hace presente que las opiniones y hechos  
consignados en sus publicaciones son de la  
exclusiva responsabilidad de los autores  
de los trabajos.**

---

Los derechos de propiedad de los trabajos  
publicados en esta obra fueron cedidos por  
los autores al Instituto Geológico y Minero de  
España.  
Queda hecho el depósito que marca la Ley.

---

#### EXPLICACION DE LA PORTADA

Cretácico superior. Estrecho de Paredes, Sierra de Altomira, carretera de Cuenca.

Depósito legal: M. 3.279.-1958

---

*Nuevas Gráficas, S. A.-Andrés Mellado, 18.-Madrid (15).-XII-1972.*





## Nuevos datos sobre el Cretácico inferior en facies "Weald" de la Serranía de Cuenca

Por J. RAMIREZ DEL POZO (\*) y F. MELENDEZ HEVIA (\*\*)

### RESUMEN

En la Serranía de Cuenca, existe una serie detrítica, discordante sobre el Jurásico, y erosionada a su vez bajo el Albense. Está compuesta por conglomerados, areniscas, arcillas, margas, calizas lacustres y lignitos, de colores muy variados que contienen abundantes restos de *Ostrácodos* y *Charáceas*, que permiten datarla como Hauteriviense-Barremiense, en facies continental-salobre "Weald".

### RESUME

A la Serranía de Cuenca, il existe une série detritique, discordante sur le Jurassique et érodée au même temps sous l'Albien. Elle est composée par conglomerats, grès, argiles, marnes, calcaires lacustres et lignites, de très variées couleurs, qui contiennent d'abondants restes d'*Ostracodes* et *Characées*, qui nous permettent la dater comme Hauterivien-Barremien en faciès "Wealdienne".

### 1. SITUACIÓN

La zona estudiada, se encuentra localizada al N de Cuenca, en la Serranía de este nombre, donde el Cretácico Inferior aflora amplia, aunque irregularmente (fig. 1). El elevado relieve que presenta esta región, permite la obtención de buenos cortes, y su estudio detallado en campo (figs. 2-8). Los cortes elegidos, se distribuyen por toda la Serranía, entre Cuenca y Beteta, proporcionando una imagen bastante completa de esta región. Los cortes, han sido levantados en campo por F. Meléndez, y las muestras estudiadas micropaleontológicamente por J. Ramírez del Pozo.

(\*) Compañía de Investigación y Explotaciones Petrolíferas, S. A. Vitoria.

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

### 2. ANTECEDENTES

Las primeras indicaciones sobre la existencia de Cretácico Inferior de facies "Weald" en la Serranía de Cuenca, se deben a Sáenz García (1932 a y b), cuyas ideas fueron recogidas por Ríos, Garrido y Almela (1944), y posteriormente por Riba y Ríos (1960-62), que en su síntesis sobre la "Rama Castellana" de la Cordillera Ibérica mencionan la existencia de dos importantes cuencas con potentes espesores de "Wealdense" situadas en Cameros y en el Maestrazgo. Sin embargo, en la Serranía de Cuenca, en particular, se muestran dudosos, debido a su semejanza de facies con el Albense. Los geólogos alemanes de la escuela de Göttingen (1930-1933), no citan su existencia, asimilándolo a la "Facies de Utrillas", que datan como Albense. Martínez Peña (1956), atribuye con dudas al "Wealdense", las delgadas capas que afloran en el anticlinal de Mota del Cuervo, entre el Lías y el Albense. En el mismo año, Fontboté y Riba, las incluyen en el Albense.



Su estudio detallado, no se realiza hasta 1966, año en que Viillard establece una serie estratigráfica detallada, para la región comprendida entre Tragacete y Utiel, y que hace extensiva a la Serranía de Cuenca. Posteriormente, en 1968, describe nuevos afloramientos en las proximidades de Cuenca. Para él, se trata de una serie lacustre, formada como consecuencia de los movimientos Neociméricos, que data como Barremiense-Hauteriviense, y quizá Aptense.

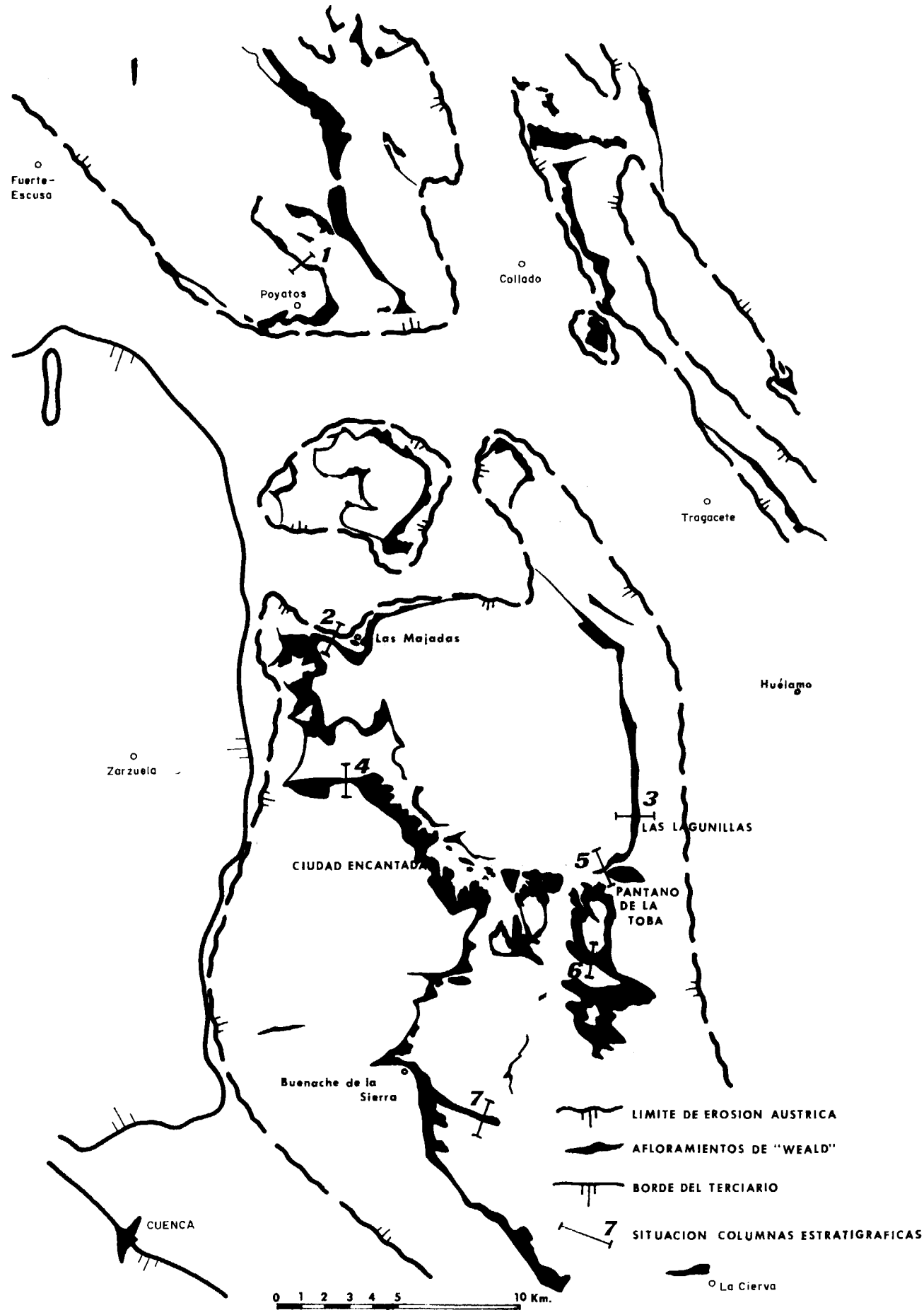


Figura 1

Distribución de los afloramientos

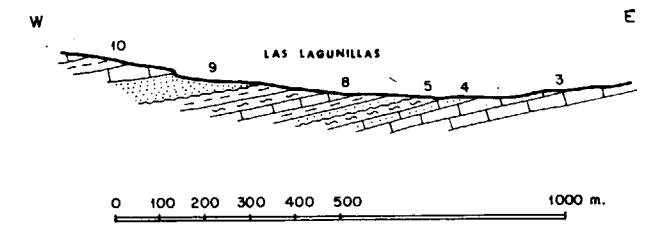


Figura 4

Corte geológico de "Las Lagunillas".

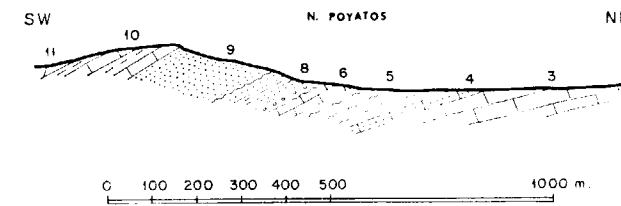


Figura 2

Corte geológico al N de Poyatos (explicación para las figuras 2 a 8: 1, Keuper; 2, "carniolas"; 3, Sinemuriense-Pliensbachiense inferior; 4, "calizas lumaquéticas" del Pliensbachiense superior; 5, Toarciense; 6, Dogger; 7, Malm; 8, Cretácico inferior de facies "Weald"; 9, "capas de Utrillas"; 10, Cenomanense).

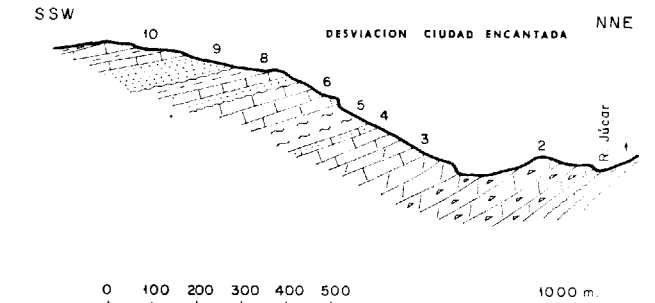


Figura 5

Corte geológico por la desviación a la Ciudad Encantada.

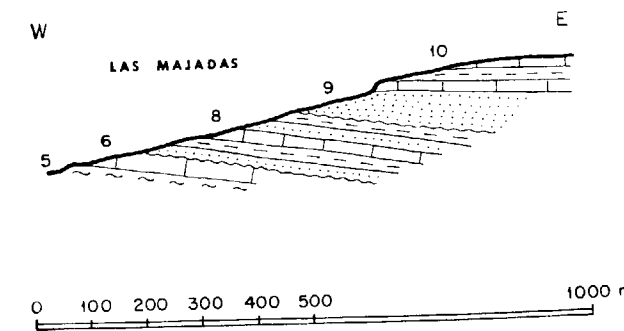


Figura 3

Corte geológico al E de Las Majadas.

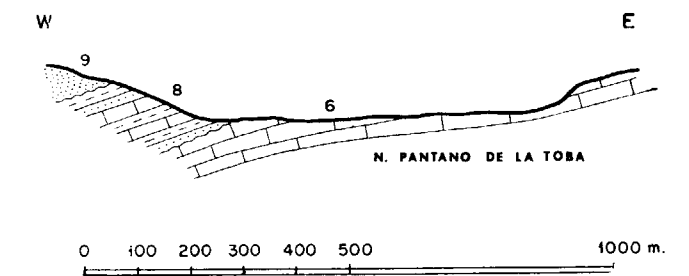


Figura 6

Corte geológico al N del Pantano de "La Toba".

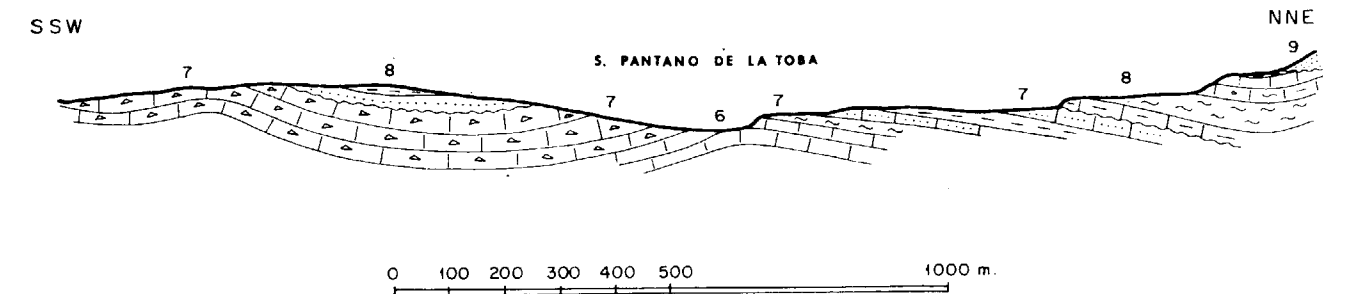


Figura 7

Corte geológico al S del Pantano de "La Toba".



En estos últimos años, aparecen también los trabajos de Khüne y Crusafont (1968), que describen un yacimiento de Reptiles y Mamíferos en las proximidades de Uña, y de Lapparent et al. (1969), quienes describen un yacimiento de Reptiles entre Priego y Beteta.

3. SITUACIÓN GENERAL

El Cretácico Inferior, aflora en la Serranía de Cuenca, ampliamente pero con una distribución irregular (fig. 1). Aparece enmarcado entre dos importantes discordancias, que lo individualizan per-

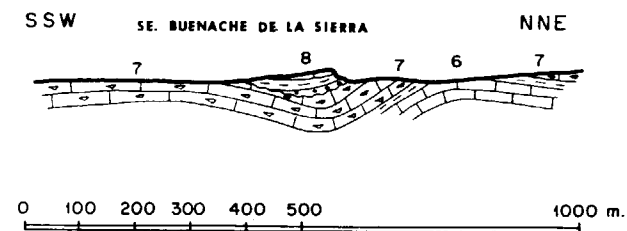


Figura 8

Corte geológico al SE de Buenache de la Sierra.

fectamente dentro de la serie Mesozoica. Corresponden a la fase Neocimérica, que lo separa del Jurásico, al que erosiona, y a la fase Austrica, que lo separa del Albense, por el que aparece erosionado y transgredido. Está, por tanto, fosilizando un relieve Jurásico. Ambas discordancias, producen una gran variabilidad de su potencia, siendo por el

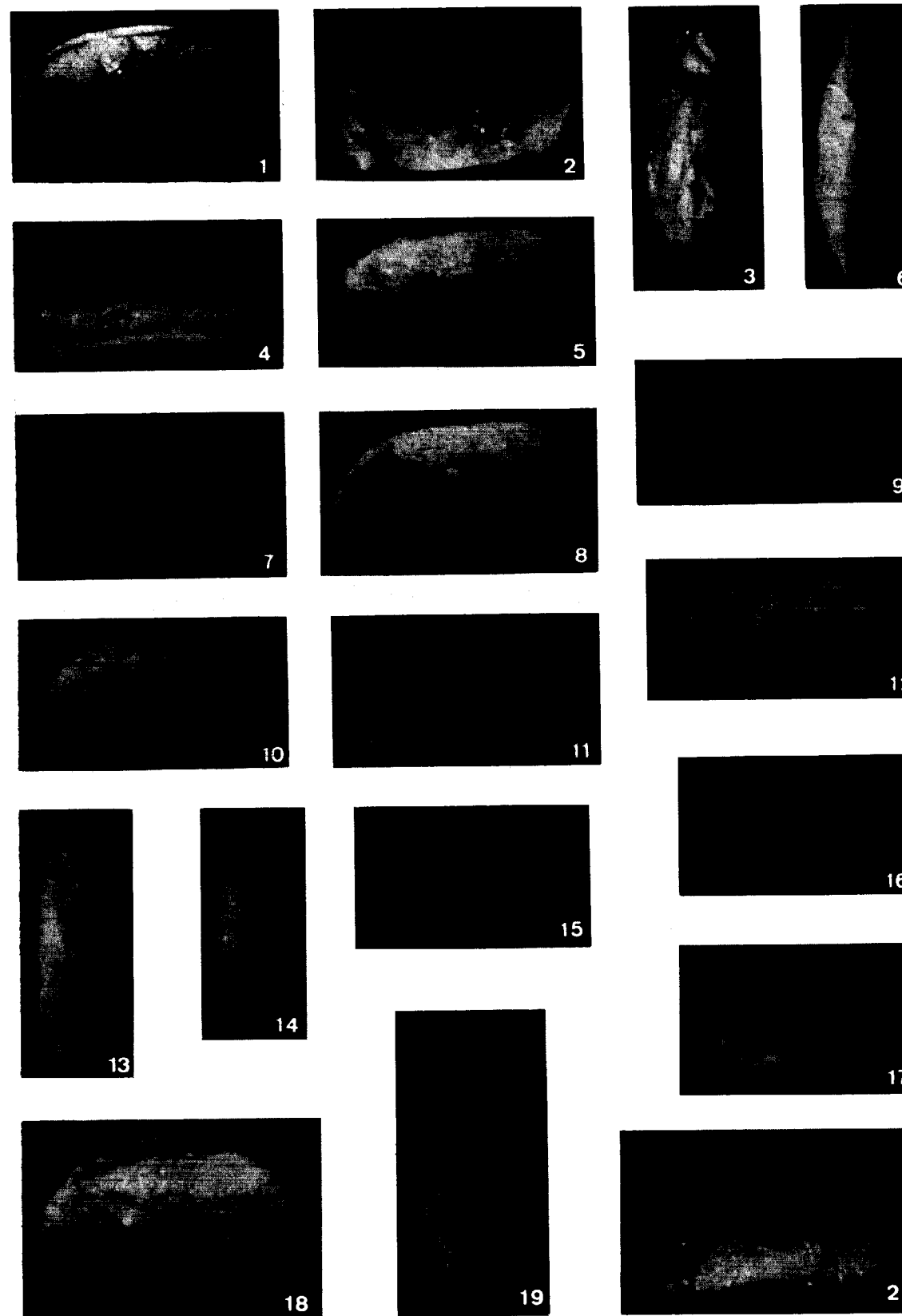
contrario sus facies muy constantes en toda la Serranía, y perfectamente reconocibles. En la Serranía de Cuenca, no existe por tanto el tramo marino del Aptense, cuyo afloramiento más occidental está en Casas de Garcimolinas, en las proximidades de Landete (Viallard, 1966).

4. DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA

Las columnas estratigráficas obtenidas, muestran esta variabilidad de potencia, entre puntos situados a veces muy próximos entre sí (fig. 9). Suele comenzar con un conglomerado calcáreo, de poco espesor (fig. 10), que no supera los 5 m. de potencia. Está compuesto por cantos de caliza y dolomía, de hasta 5 cm. de diámetro, en alguno de los cuales, se pueden ver secciones de Braquiópodos y Lamelibranquios, procedentes del Jurásico. El cemento es calcáreo-arcilloso, y su color, ocre naranja. No vuelve a aparecer un conglomerado similar en toda la serie, sino todo lo más cantos dispersos de caliza.

Los conglomerados cuarcíticos y sobre todo las acumulaciones de cantos de cuarcita empastados en una matriz arenosa sí son mucho más frecuentes y continuos a lo largo de prácticamente toda la serie. Están bien rodados, escasamente cementados y su tamaño no excede de los 10 cm.

Las areniscas son muy abundantes y variadas, por lo general bien cementadas, y con gran continuidad lateral. Son cuarcíferas, formadas por granos de cuarzo angulosos, mal seleccionadas y clasificadas. Presentan una estratificación cruzada muy marcada, y suelen aparecer también delgados lechos

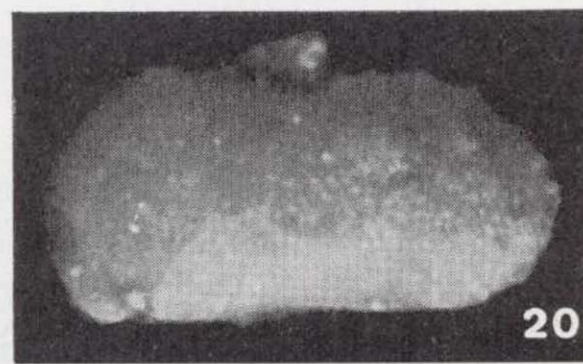
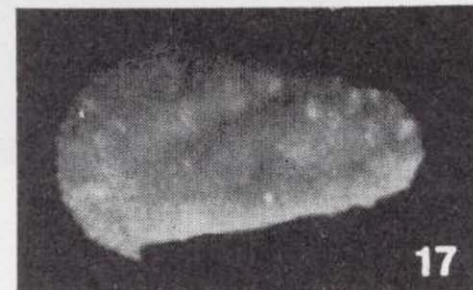
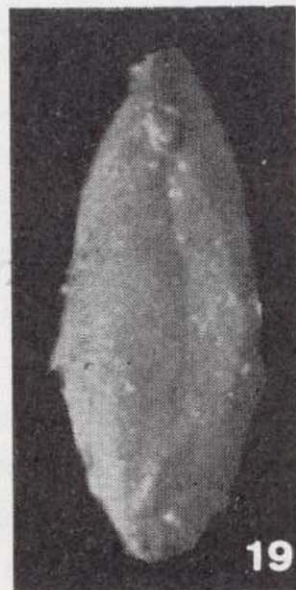
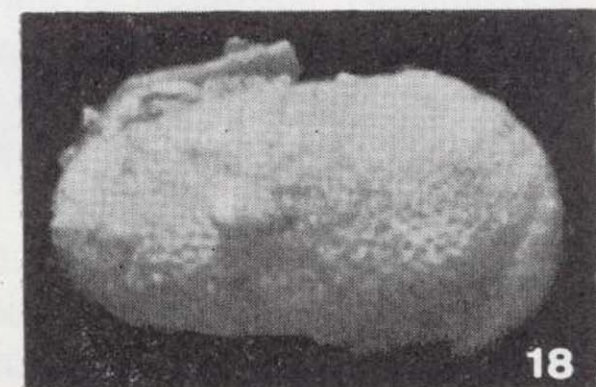
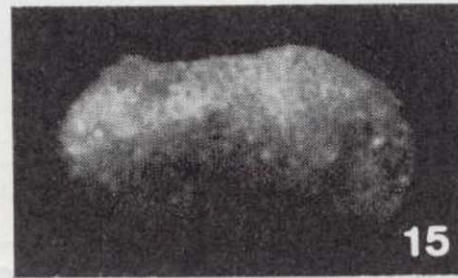
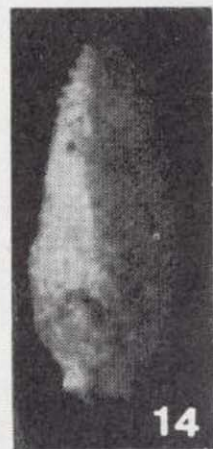
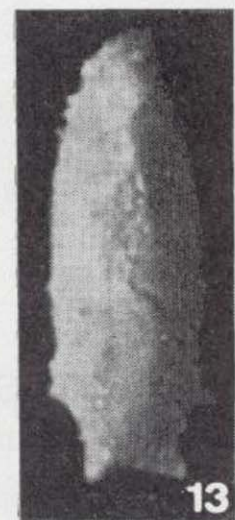
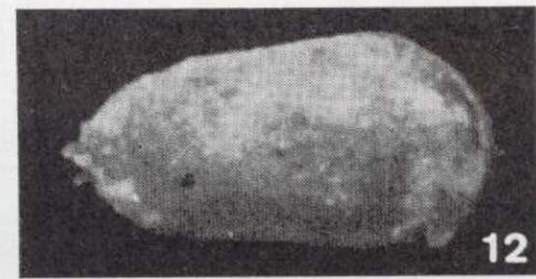
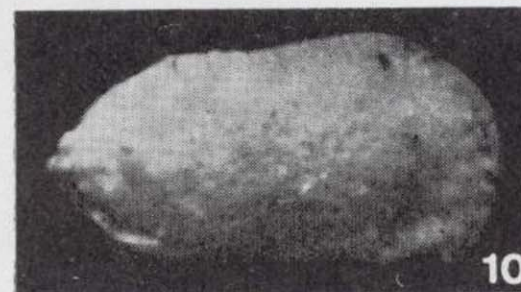
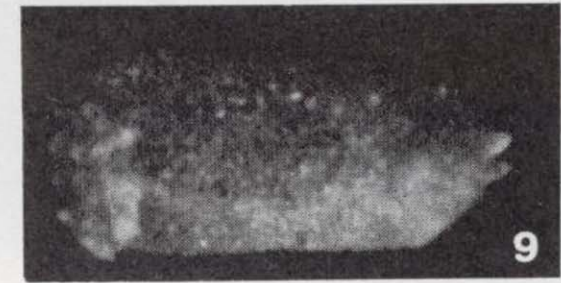
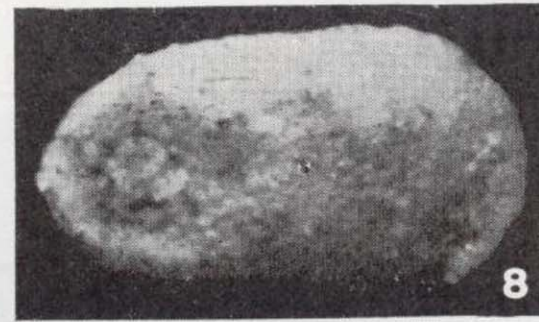
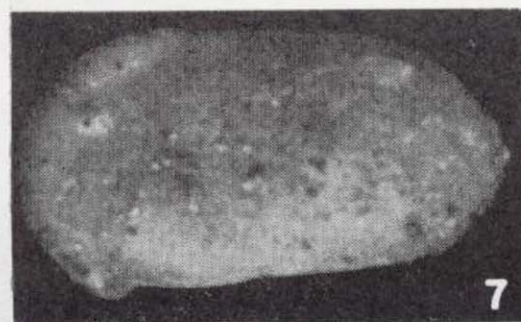
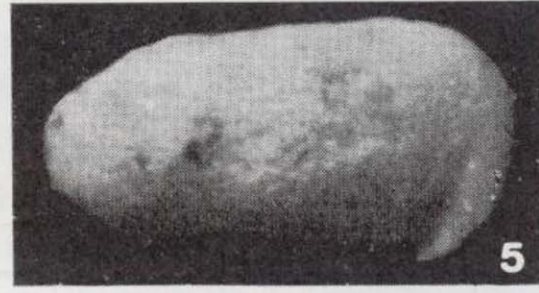
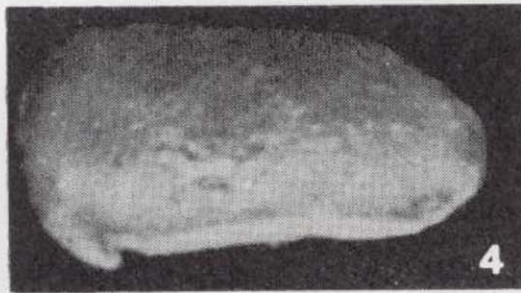
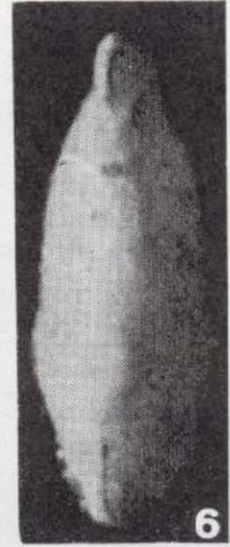
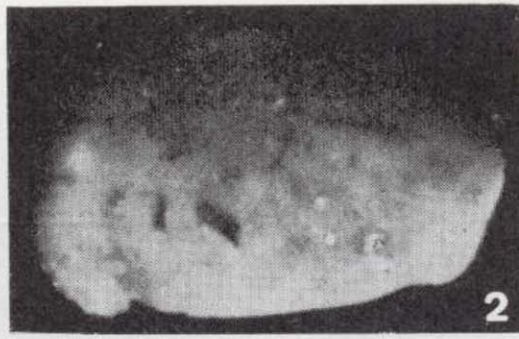
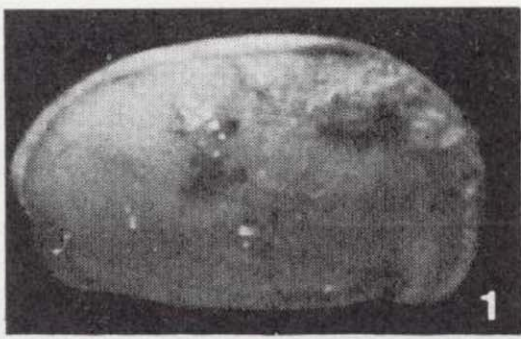


LAMINA 1

- 1-3.—*Cypridea (Ullwellia) paulsgrovensis* ANDERS.  
SE Buenache de la Sierra (x 45).
- 4-8.—*Cypridea (Ullwellia) menevensis* ANDERS.  
SE Buenache de la Sierra (x 45).
- 9-13.—*Cypridea indigens* ANDERS.  
Las Majadas (x 45).

- 14-16.—*Cypridea indigens* ANDERS.  
SE Buenache de la Sierra (x 45).
- 17.—*Cypridea tuberculata* (J. de C. SOWERBY).  
Las Lagunillas (x 45).
- 18-20.—*Cypridea aculeata* JONES.  
Las Lagunillas (x 45).







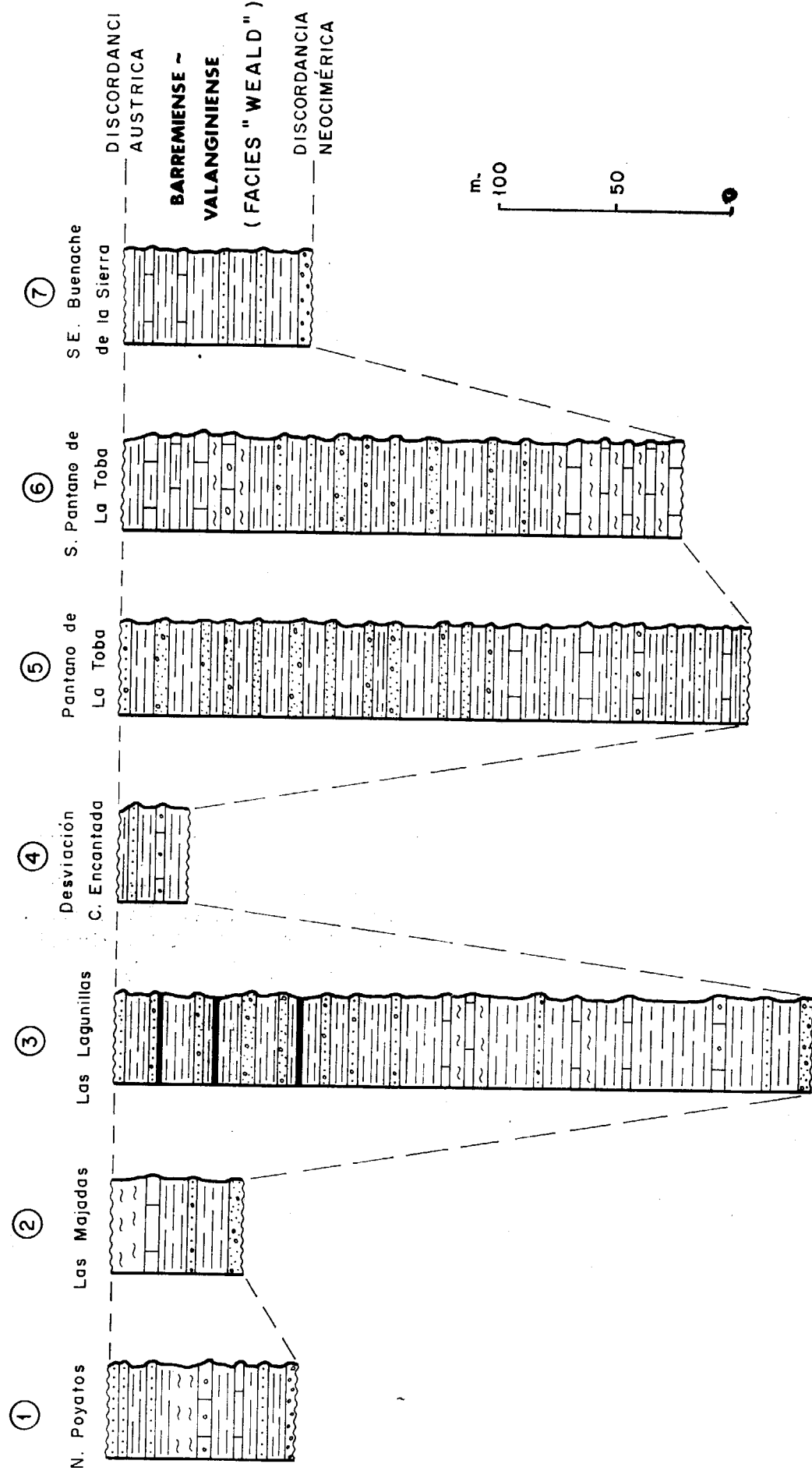


Figura 9  
Correlación de las columnas estratigráficas del Cretácico inferior.

arcillosos interestratificados. Su potencia es muy variable, desde unos centímetros a 2-3 m., y presentan todos los grados de cementación, desde completamente sueltas a muy compactas. El cemento suele ser silíceo, y raras veces calcáreo. Suelen presentar como norma general, cantos de cuarcita aislados, similares a los de los conglomerados, que a veces se acumulan como lentejones y paleocauces. Su color predominante, varía entre blanco y gris, pero debido a la abundancia de arcilla, aparecen teñidas de sus colores, principalmente rojo y verde.

Las arcillas son muy variadas, y son las que imprimen su carácter a la serie. Oscilan entre muy puras y arenosas, formando un tránsito insensible a las areniscas (fig. 11). Sus colores son muy variados y abigarrados, predominando las rojas y ver-

críticas, pisolíticas..., todas ellas con diversos restos fósiles, y en particular, unas calizas pisolíticas en las que los pisolitos están constituidos o forma-

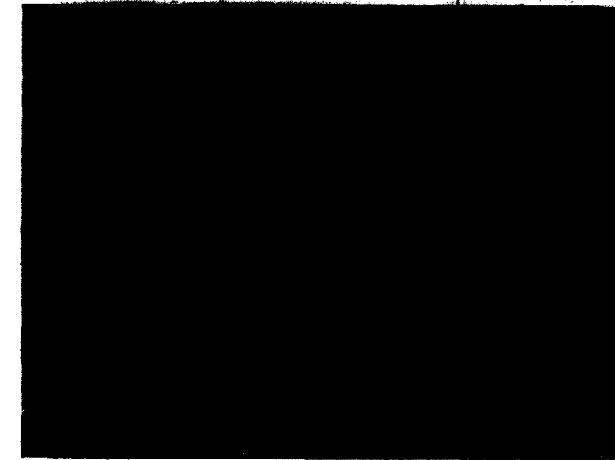


Figura 10  
Conglomerado calcáreo basal del Cretácico inferior (Facies "Weald"). N de Poyatos.

des. En la base, y en contacto con las calizas del Jurásico, se pueden localizar en algunas zonas, unas arcillas rojas muy puras, atribuibles a lateritas, y que se habrían formado durante el proceso kárstico consiguiente a la erosión Neocimérica. Existen también todos los tránsitos a las margas, de color gris claro, y que han proporcionado abundantes microfósiles (fig. 12).

Las calizas, son muy abundantes en esta serie (fig. 12), presentando diversos tipos y variedades. Predominan las biomicritas, cuajadas de Ostracódos y Charáceas, así como las microcristalinas, dismi-

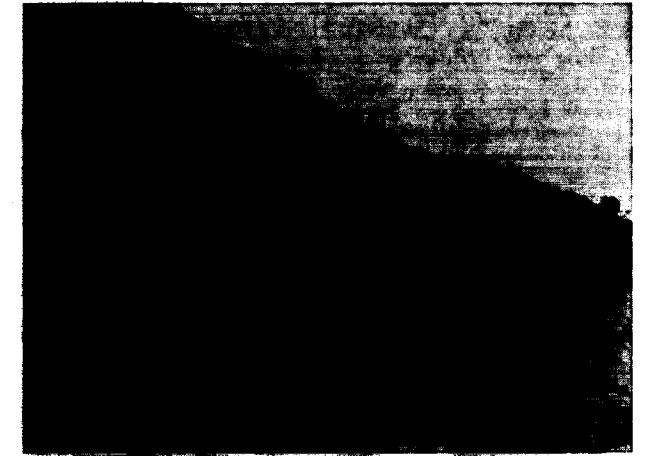


Figura 11  
Serie arcilloso-arenosa del Cretácico inferior (Facies "Weald"). Carretera de "Las Lagunillas".

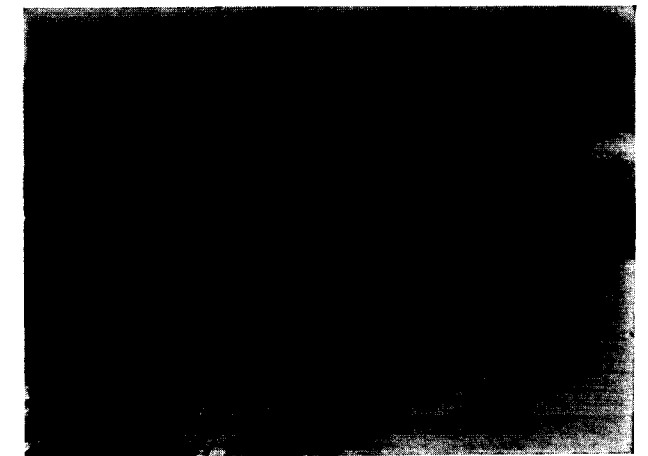


Figura 12  
Serie arcilloso-margosa con niveles de calizas lacustres del Cretácico inferior (facies "Weald"). Carretera de "Las Lagunillas".

dos por la acción de algas (*Girvanella*), cementados por caliza arenosa recristalizada. Estas calizas suelen ser muy características, pero no están siempre presentes.



arcillosos interestratificados. Su potencia es muy variable, desde unos centímetros a 2-3 m., y presentan todos los grados de cementación, desde completamente sueltas a muy compactas. El cemento suele ser silíceo, y raras veces calcáreo. Suelen presentar como norma general, cantos de cuarcita aislados, similares a los de los conglomerados, que a veces se acumulan como lentejones y paleocauces. Su color predominante, varía entre blanco y gris, pero debido a la abundancia de arcilla, aparecen teñidas de sus colores, principalmente rojo y verde.

Las arcillas son muy variadas, y son las que imprimen su carácter a la serie. Oscilan entre muy puras y arenosas, formando un tránsito insensible a las areniscas (fig. 11). Sus colores son muy variados y abigarrados, predominando las rojas y ver-

críticas, pisolíticas..., todas ellas con diversos restos fósiles, y en particular, unas calizas pisolíticas en las que los pisolitos están constituidos o forma-

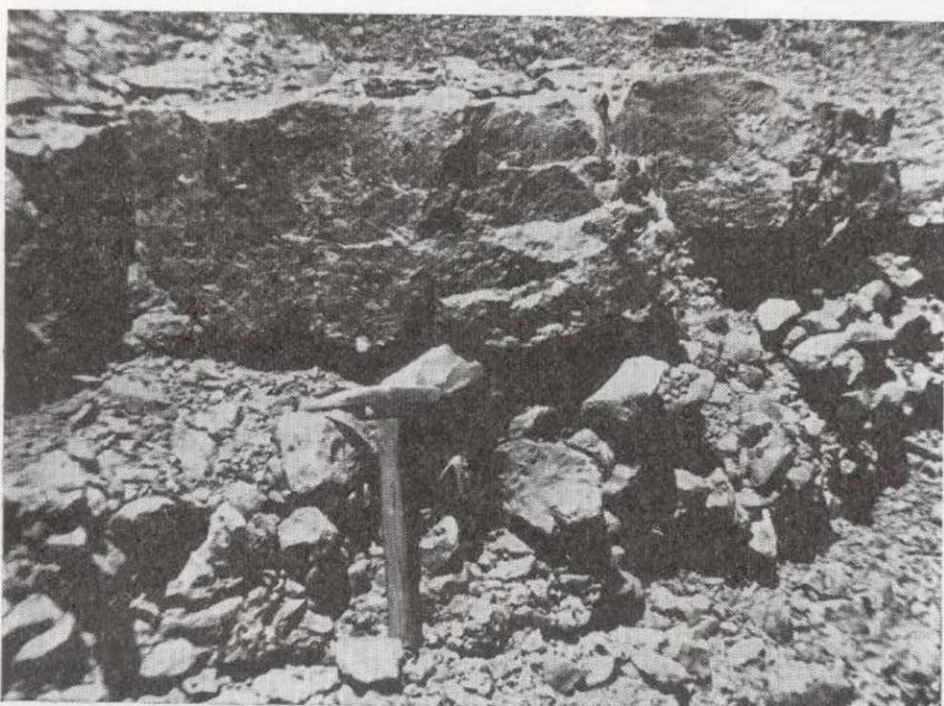


Figura 10

Conglomerado calcáreo basal del Cretácico inferior (Facies "Weald"). N de Poyatos.

des. En la base, y en contacto con las calizas del Jurásico, se pueden localizar en algunas zonas, unas arcillas rojas muy puras, atribuibles a lateritas, y que se habrían formado durante el proceso kárstico consiguiente a la erosión Neocimérica. Existen también todos los tránsitos a las margas, de color gris claro, y que han proporcionado abundantes microfósiles (fig. 12).

Las calizas, son muy abundantes en esta serie (fig. 12), presentando diversos tipos y variedades. Predominan las biomicritas, cuajadas de Ostracódos y Charáceas, así como las microcristalinas, dismi-



Figura 11

Serie arcilloso-arenosa del Cretácico inferior (Facies "Weald"). Carretera de "Las Lagunillas".



Figura 12

Serie arcilloso-margosa con niveles de calizas lacustres del Cretácico inferior (facies "Weald"). Carretera de "Las Lagunillas".

dos por la acción de algas (*Girvanella*), cementados por caliza arenosa recristalizada. Estas calizas suelen ser muy características, pero no están siempre presentes.



Finalmente, hacia el techo, pero en zonas restringidas (fig. 9, serie de Las Lagunillas), aparecen alternancias de lignitos, que incluso han sido objeto de explotaciones locales.

Dentro de esta serie, existen numerosos restos fósiles: restos de huesos de Vertebrados, restos de Moluscos (*Unio* sp.), restos de Gasterópodos lacustres, Gimnospermas, Ostrácodos (*Cypridea* sp., *C. (Urwelia) paulsgrovensis* ANDERS, *C. (Urwelia) menevensis* ANDERS, *C. indigena* ANDERS, *C. tuberculata* (J. DE C. SOWERBY), *C. rotundata* ANDERS, *C. aculeata* JONES, *C. (Langtonia) cf. setina* ANDERS, *C. sp. 2* RAMÍREZ (1969), *C. sp. 3*, nov. sp., "*Cypris*" *henfieldensis* ANDERS, *Candona cf. pellucida* ANDERS, oogonios y restos de Charáceas, *Atopochara trivolvris* PECK, *Flabellochara*, *Nodosoclavator*, nov. sp. GRAMB., *Globator cf. trochiliscoides* GRAM., *G. cf. maillardi* GRAM., *Girvanella*, que definen sin ninguna duda, una edad Hauteriviense-Barremiense para esta serie.

En efecto, la mayor parte de las especies de Ostrácodos han sido descritas originalmente por Anderson (1939) en capas del "Wealden" de Inglaterra, procediendo la mayoría de las mismas de los niveles del "Weald Clay" que se datan como Hauteriviense y Barremiense. Respecto a las Charáceas determinadas, la mayor parte de ellas hay que considerarlas como típicas del Barremiense. Este es el caso de *Asciidiella iberica* (Grambast 1966), *Atopochara trivolvris* (Grambast 1967) y *Globator trochiliscoides* (Grambast 1966). Por estas razones asignamos a la serie de facies "Weald" de la Serranía de Cuenca una edad comprendida entre el Hauteriviense y Barremiense, aunque parece que la mayor parte de ella queda incluida en el Barremiense.

Otros autores dan para las facies "Weald" de este sector de la Cordillera Ibérica, edades ligeramente diferentes, incluso algunos hablan de Aptense. Posiblemente se deba a que se trata de una formación algo disocrónica, como consecuencia de que se depositó sobre un relieve, rellenando sus irregularidades. Su sedimentación se pudo iniciar, entonces, en momentos ligeramente diferentes en las distintas regiones.

En la figura 9, se muestra la correlación de las columnas locales del conjunto de facies "Weald", observándose las grandes variaciones de potencia entre las mismas, lo que se explica por estar depositado sobre una superficie irregular, así como por el hecho de aparecer erosionado en la fase orogénica Austriaca. Por todo ello, se hace difícil la correlación capa a capa que, por otra parte se dificulta por los frecuentes cambios laterales de litofacies. Las potencias medidas tienen solamente un valor indicativo y no sirven para levantar mapas de isopacas, observándose dos áreas con grandes potencias de sedimentos: al N y E de Poyatos (100-300 m.) y alrededores de Uña (100-220 m.).

La facies es francamente continental-salobre o "Weald" como indican la mayor parte de las especies de Ostrácodos que, como ya hemos indicado, proceden originalmente del "Wealden" de Inglaterra (Anderson, 1939) y algunas de la Cuenca Cantábrica de niveles considerados como de facies "Weald" (Ramírez del Pozo, 1969). El gran predominio del género *Cypridea* y la presencia de algunos ejemplares de "*Cypris*" entre los Ostrácodos contenidos en los niveles arcillosos, nos indican paleosalinidades del medio de tipo "límnico" a "oligohalino", es decir, de menos de 5 g. por litro de sal (Ramírez del Pozo, 1971).

## LAMINA 2

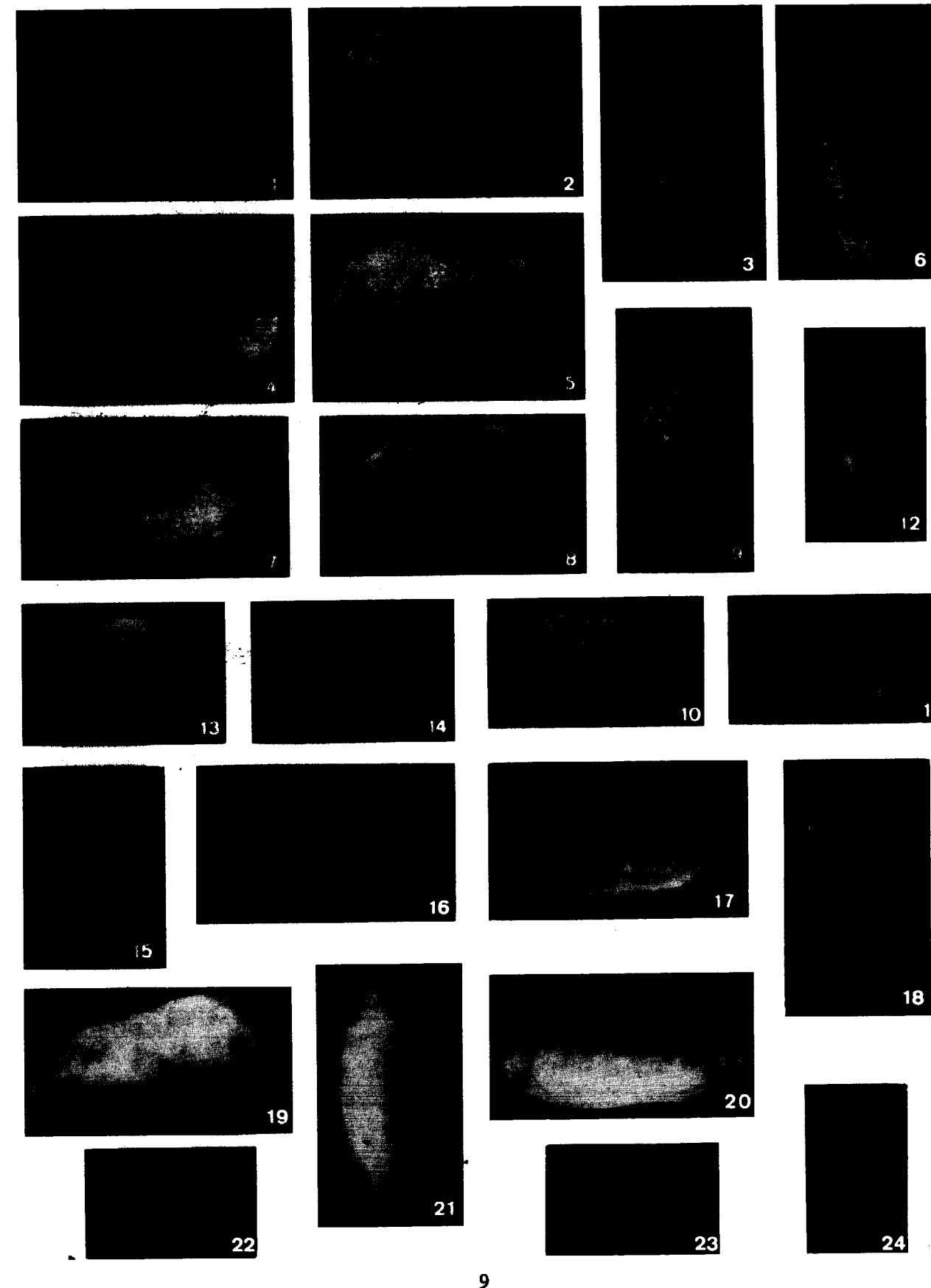
1-9.—*Cypridea rotundata* ANDERS.  
Las Lagunillas 1-6 (x 25), 7-9 (x 30).

10-12.—*Cypridea (Langtonia) cf. setina* ANDERS.  
Las Majadas (x 45).

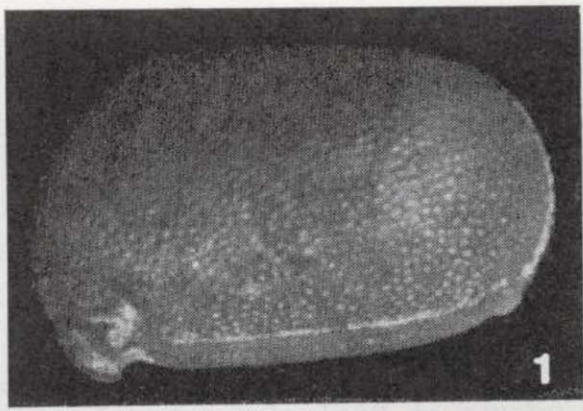
13-15.—*Cypridea sp. 2* RAMIREZ.  
Las Lagunillas (x 42).

16-21.—*Cypridea sp. 3* nov. sp.  
Las Lagunillas (x 45).

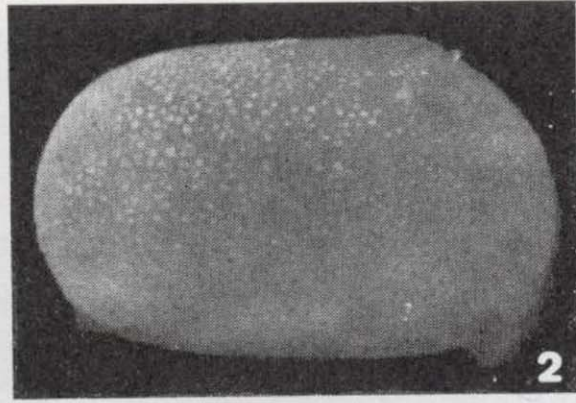
22-24.—"*Cypris*" *henfieldensis* ANDERS.  
Las Lagunillas (x 55).



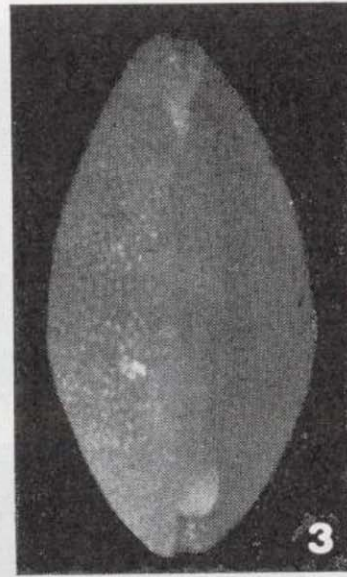




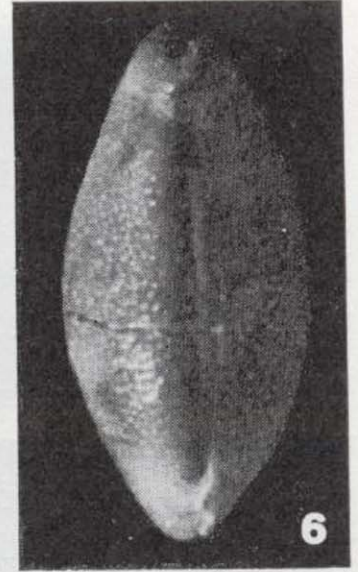
1



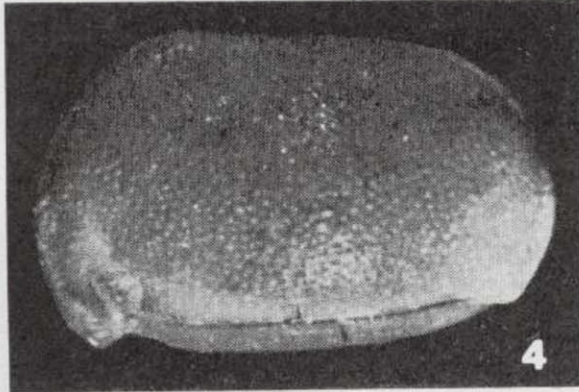
2



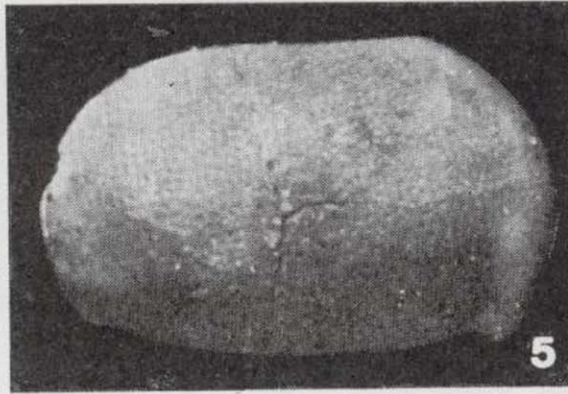
3



6



4



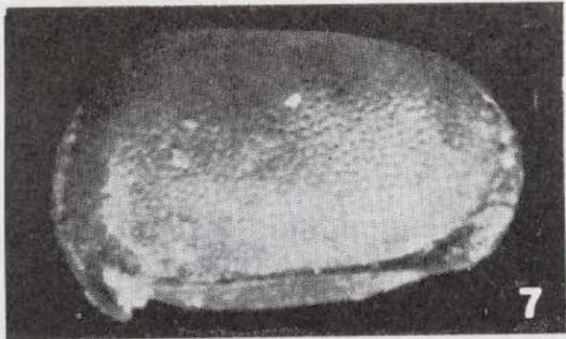
5



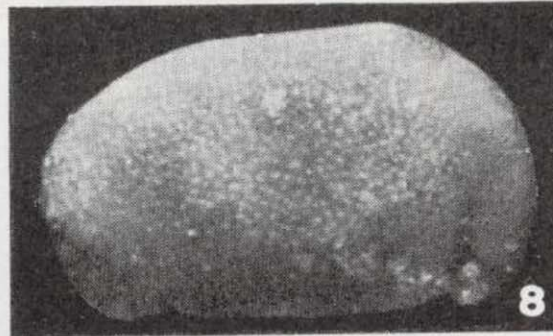
9



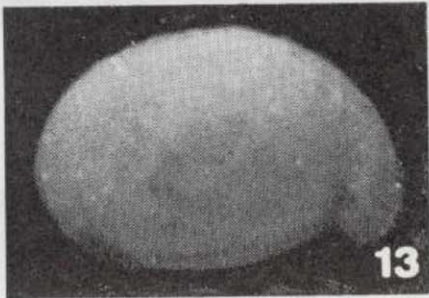
12



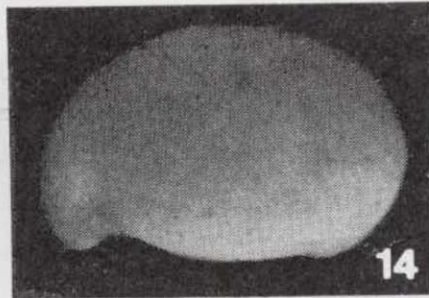
7



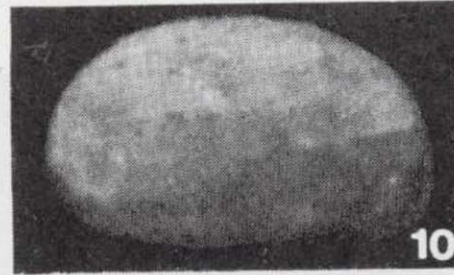
8



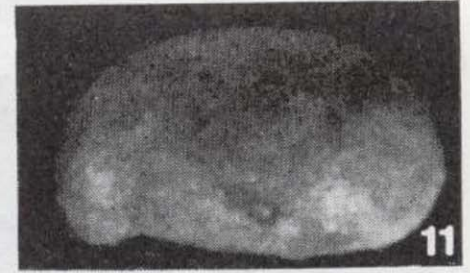
13



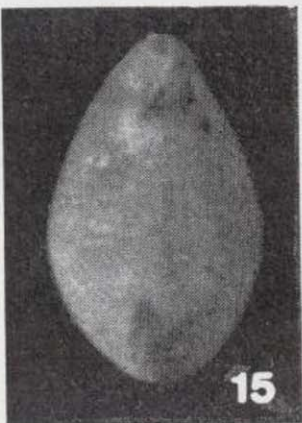
14



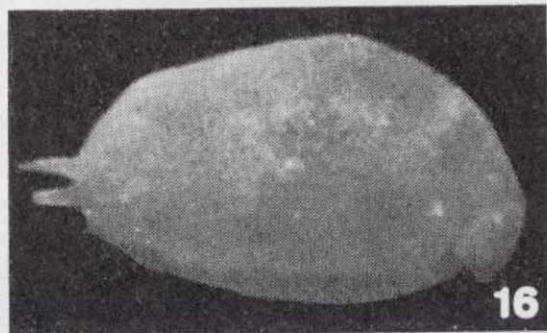
10



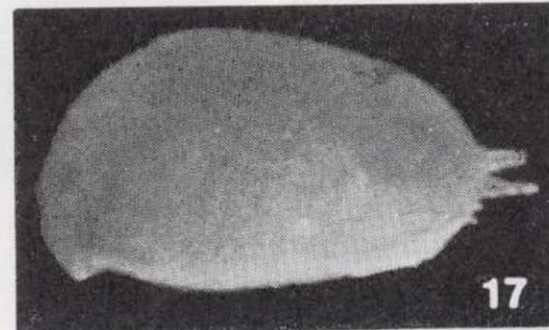
11



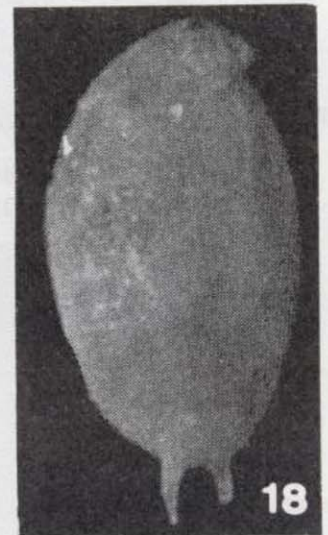
15



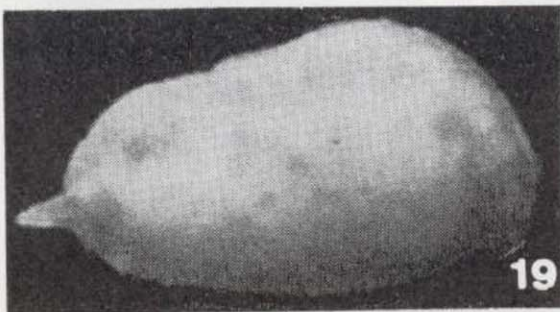
16



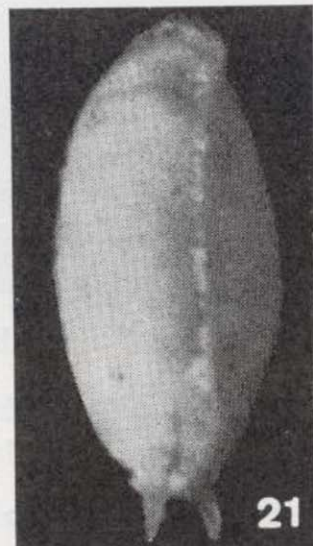
17



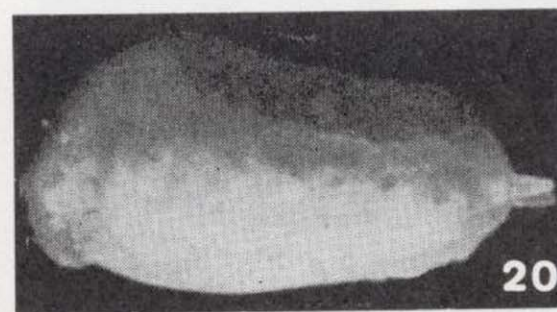
18



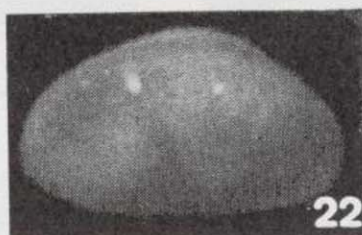
19



21



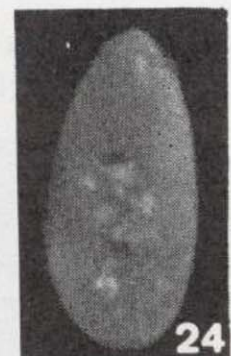
20



22



23



24



## 5. CONCLUSIONES

a) En la Serranía de Cuenca, existe una serie fosilífera atribuible sin ninguna duda al Cretácico Inferior. Su datación exacta es Hauteriviense-Barremiense en facies continental-salobre, "Weald".

b) Está compuesta por una serie predominantemente detrítica, constituida por conglomerados, areniscas y arcillas, con episodios margosos, calcáreos y lignitíferos, depositada en un ambiente fluvial-lacustre-salobre.

c) Aparece discordante sobre el Jurásico, al que erosiona y a cuyas expensas se formó, al menos en parte, y aparece a su vez erosionada bajo el Albense.

## BIBLIOGRAFIA

ANDERSON F. W.: *Wealden and Purbeck Ostracoda*. "Ann. and Magaz. of Nat. Hist.", ser. 11, vol. iii, páginas 291-311, láms. 12-13 (1939).

COMBES, P. J.; GLAÇON, G., y GRAMBAST, L.: *Observations stratigraphiques et paléontologiques sur le Crétacé inférieur du Nord-Est du Maestrazgo* (Espagne). "C. R. Soc. Géol. France", n.º 10, págs. 390-391 (1966).

FONTBOTÉ, J. M. y RIBA, O.: *Estudio geológico de los alrededores de Mota del Cuervo*. "Not y Coms. IGME", n.º 44, pág. 33 (1956).

GRAMBAST, L.: *Classification de l'embranchement des Charophytes*. "Naturalia Monspeliensia", sér. Bot. fasc. 14, págs. 63-86 (1962).

— *Precisions nouvelles sur la phylogénie des Charophytes*. "Naturalia Monspeliensia", sér. Bot., fasc. 16, págs. 71-77 (1964).

— *Un nouveau type structural chez les Clavatoracées; son intérêt phylogénétique et stratigraphique*. "C. R. Acad. Sc. Paris", t. 262, págs. 1929-1932 (1966).

— *Structure de l'Utricule et Phylogénie chez les Clavatoracées*. "C. R. Acad. Sc. Paris", t. 262, págs. 2207-2210 (1966).

— *La série évolutive Perimneste-Atopochara (Charophytes)*. "C. R. Acad. Sc. Paris", t. 264, págs. 581-584 (1967).

HAHNE, K.: *Investigaciones estratigráficas y tectónicas en las provincias de Teruel, Castellón y Tarragona*. Traducido por M. SAN MIGUEL, en "Publ. Extr. Geol. España C. S. I. C.", t. 2, págs. 51-100 (1930).

KILENYI, T. I., y ALLEN, N. W.: *Marine-brackish bands and their microfauna from the Lower part of the Weald Clay of Sussex and Surrey*. "Palaeontology", vol. 11, parte 1, págs. 151-162, láms. 29-30 (1968).

KÜHNE, W. G. y CRUSAFONT, M.: *Mamíferos del Wealdense de Uña cerca de Cuenca*. "Acta Geol. Hisp", t. III, págs. 133-134 (1968).

LAPPARENT, A. F.; CURNELLE, R.; DEFAUT, B., y MIROSCHEJJI, A.: *Nouveaux gisements de Dinosaures en Espagne centrale*. "Est. Geol.", n.º 25 págs. 311-316 (1969).

MARTÍNEZ PEÑA, I.: *El sistema Cretácico en la mesa manchega*. "Mem. IGME" n.º 57, págs. 161-174 (1956).

MELÉNDEZ HEVIA, F.: *Estudio geológico de la Serranía de Cuenca en relación a sus posibilidades petrolíferas*. Tesis doctoral. "Fac. Cienc. Madrid", 250 págs. (1971).

## LAMINA 3

1-4.—*Atopochara trivolvis* PECK.  
SE. Buenache de la Sierra (x 40).

5-6.—*Atopochara trivolvis* PECK.  
Las Lagunillas (x 40).

7-11.—*Atopochara trivolvis* PECK.  
Las Majadas (x 40).

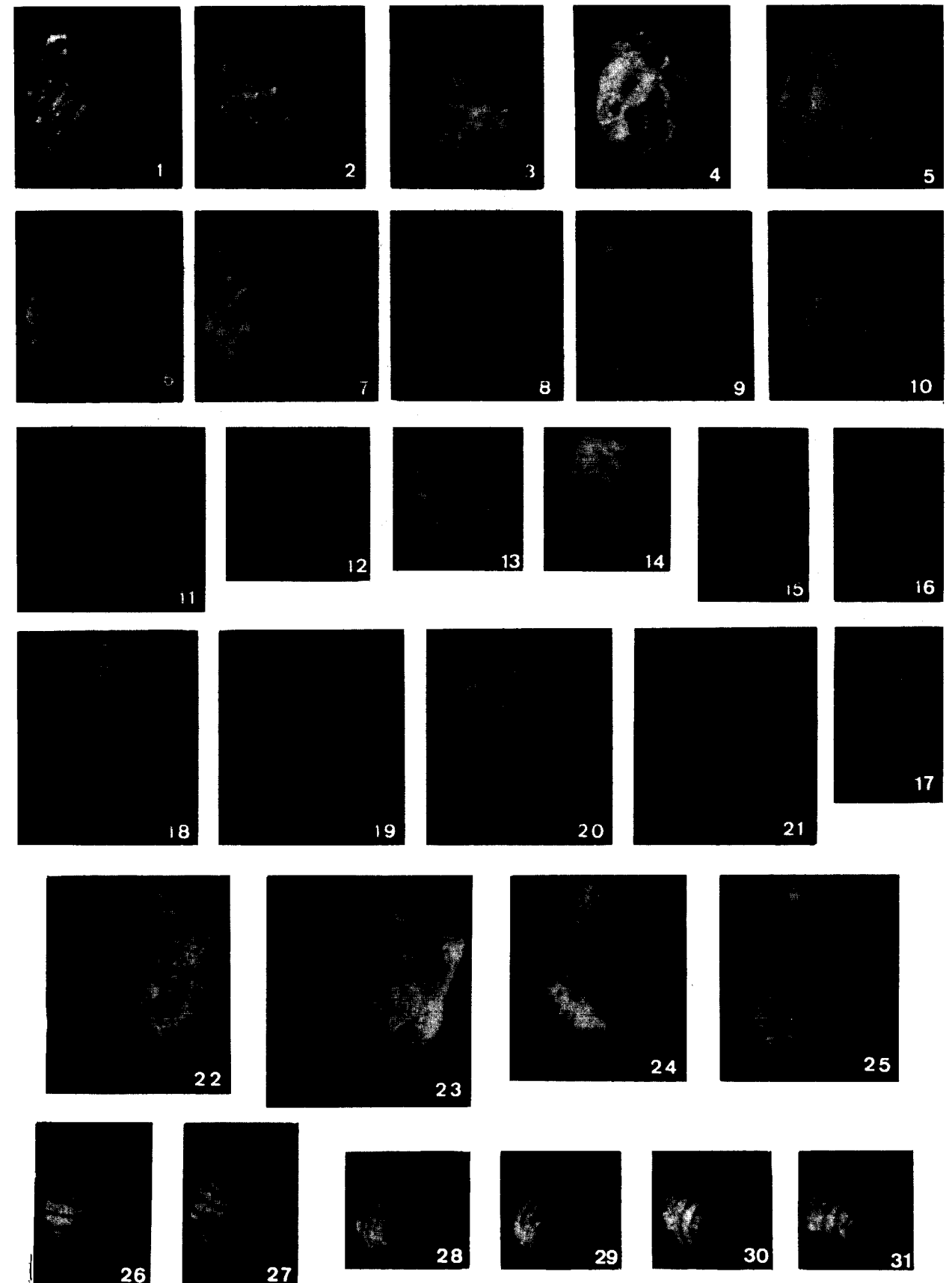
12-14.—*Flabellochara*.  
Las Lagunillas (x 40).

15-17.—*Nodosoclavator* nov. sp. GRAMB.  
Las Majadas (x 45).

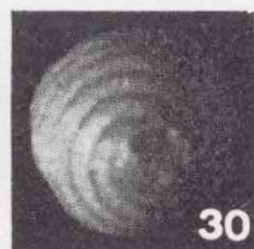
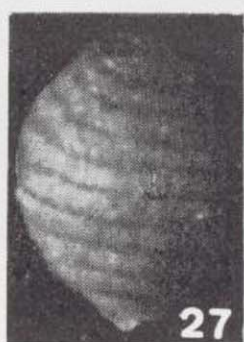
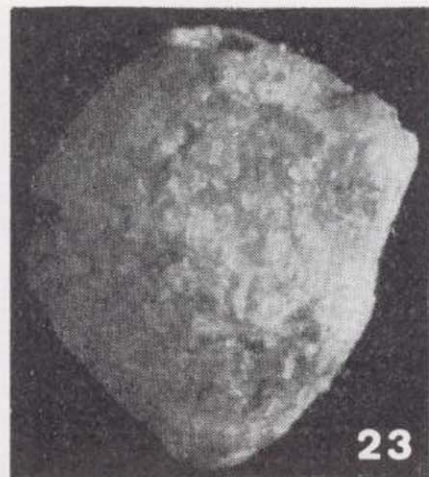
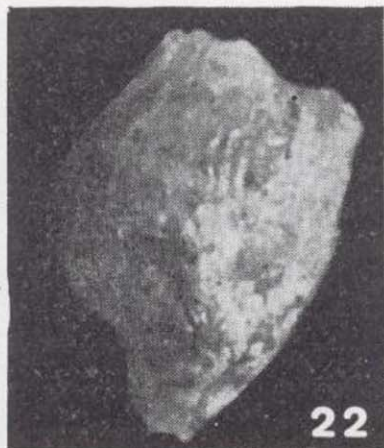
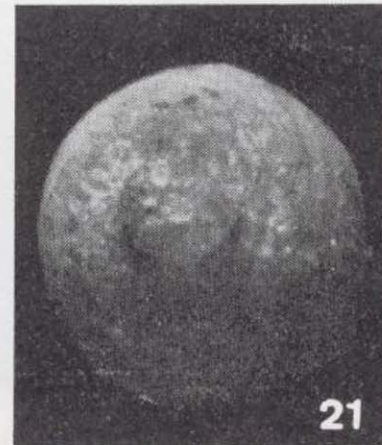
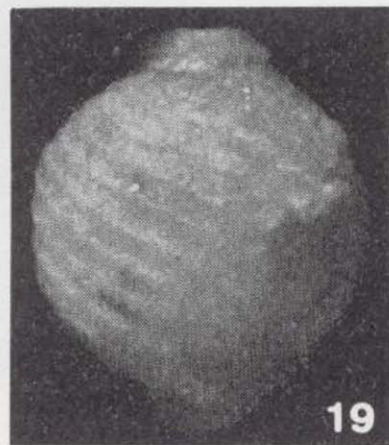
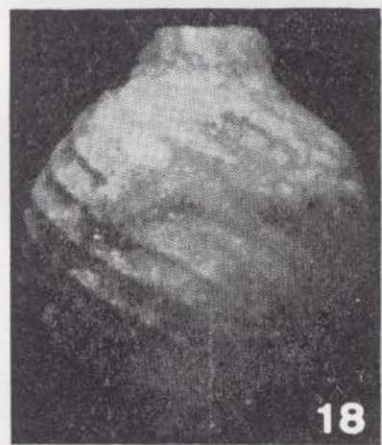
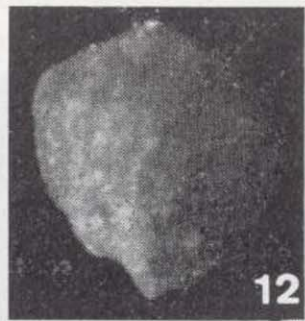
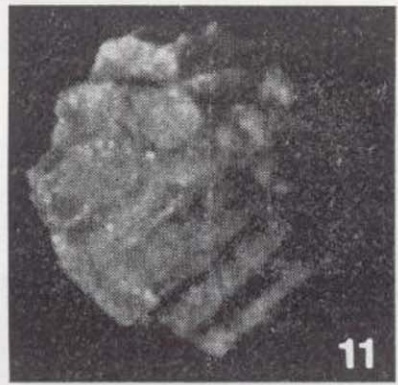
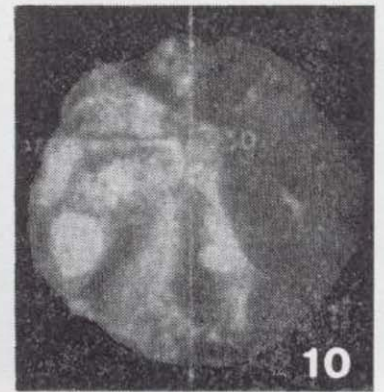
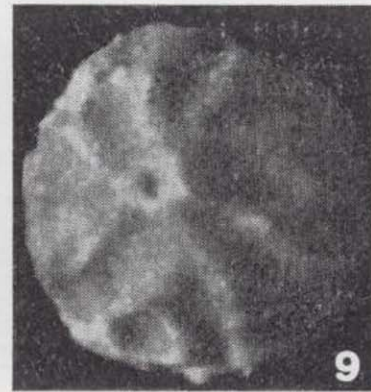
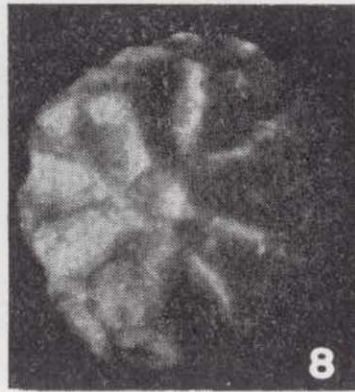
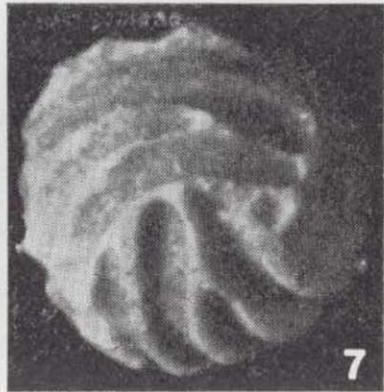
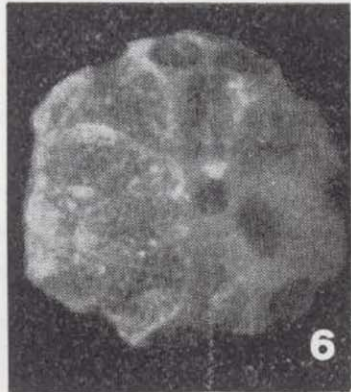
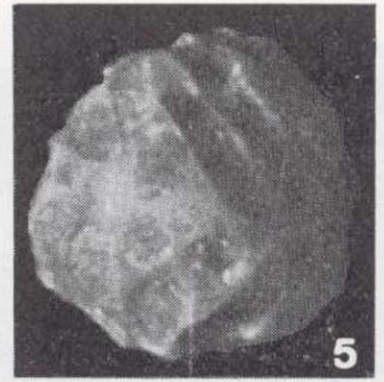
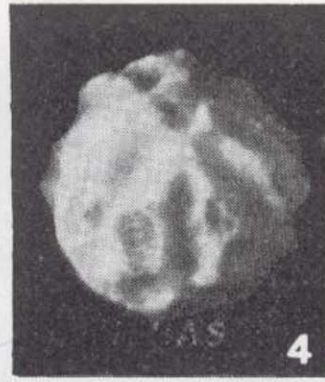
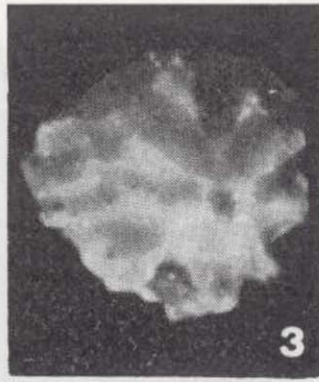
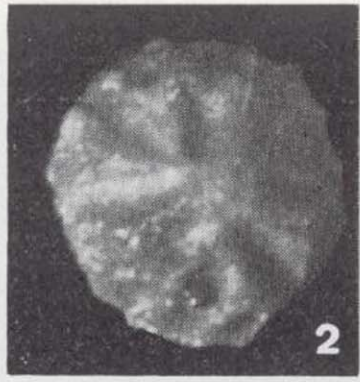
18-21.—*Globator* cf. *trochiliscoides* GRAMB.  
Las Lagunillas (x 25).

22-25.—*Ascidiella iberica* GRAMB.  
Las Lagunillas (x 27).

26-31.—*Clavatorites?*  
SE Buenache de la Sierra (x 45).









PECK, R. C.: *North American Mesozoic Charophyta*. "U. S. Geol. Surv., Prof. Paper", 294-A, págs. 1-44, láms. 1-8 (1957).

RAMÍREZ DEL POZO, J.: *Síntesis estratigráfica y micropaleontológica de las facies Purbeckiense y Wealdense del Norte de España*. "Ediciones CEPESA, S. A.", 68 págs., 12 láms., 22 fig., 2 tabl. Madrid (1969).

— *Bioestratigrafía y microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España. (Región Cantábrica)*. "Mem. Inst. Geol. y Min.", España, t. 78 (3 vol.). Madrid (1971).

RIBA, O y RÍOS, J. M.: *Observations sur la structure du secteur sud-ouest de la chaîne Ibérique*. "Livre P. Fallot, Soc. Géol. Fr.", págs. 275-290 (1960-62).

RICHTER, G. y TEICHMÜLLER, R.: *Die entwicklung der Keltiberischen ketten*. "Abh. Gess. Wiss, Göttingen, Math-Phys", Kl. 3, 7. (1933).

RÍOS, J. M.; GARRIDO, J., y ALMELA, A.: *Reconocimiento geológico de una parte de las provincias de Cuenca*

y Guadalajara (zona Cuenca-Priego-Ciñuente). "Bol. R. Soc. Española Hist. Nat.", n.º 42, págs. 107-128 (1944).

SÁENZ GARCÍA, C.: *El Pantano de la Toba y la estratigrafía de la Serranía de Cuenca*. "Asoc. Esp. Progr. Ciencias", Lisboa, t. 4, pág. 59 (1932 a).

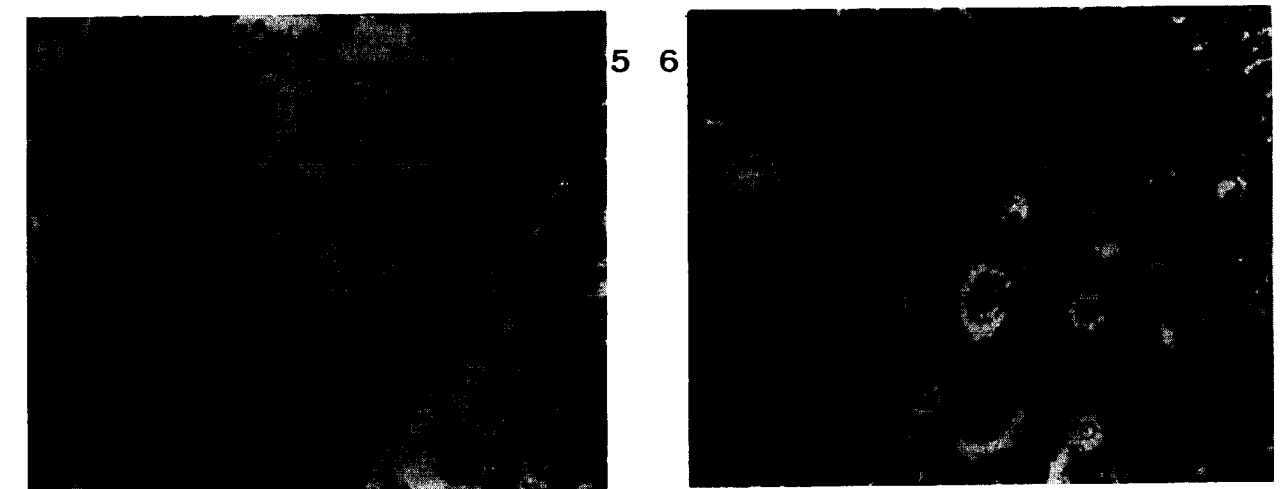
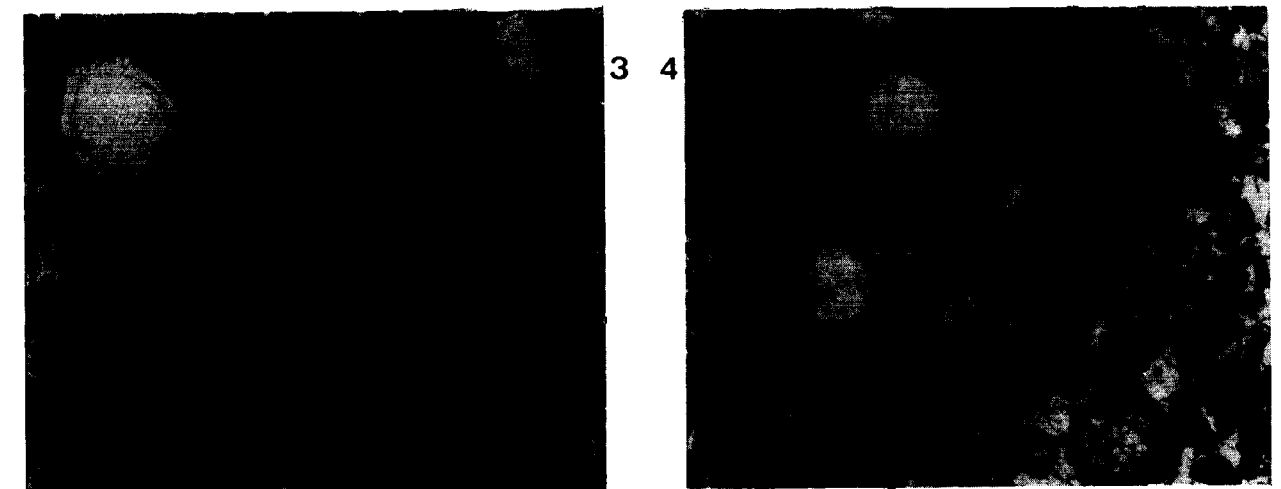
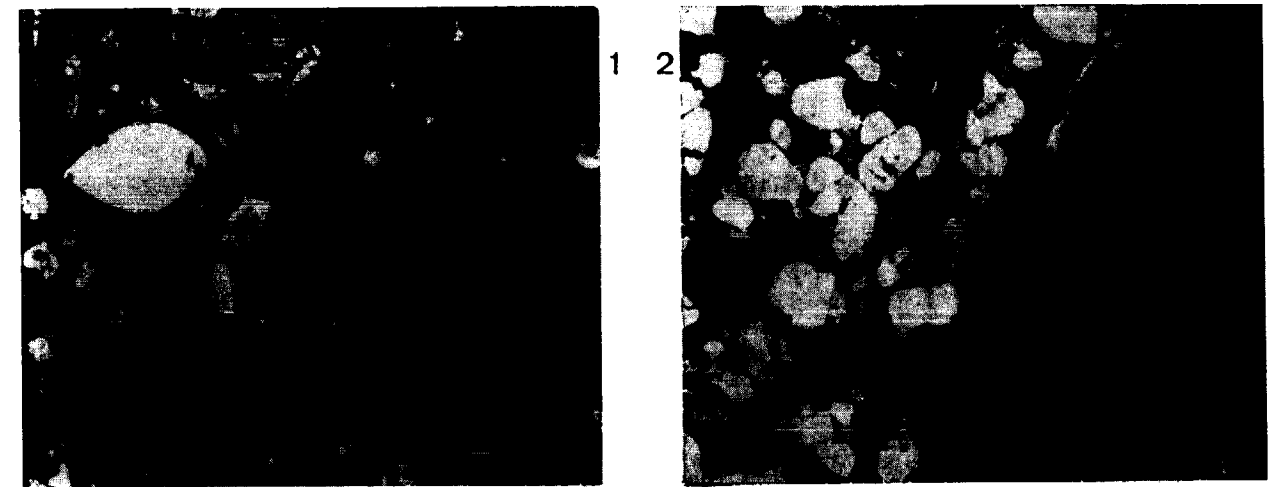
— *Notas para el estudio de la facies Wealdica española*. "Asoc. Esp. Progr. Ciencias", Lisboa, t. 5, sec. 4.ª, págs. 59-76 (1932 b).

VAN MORKHOVEN, F. P. C. M.: *Post-Paleozoic Ostracoda* (2 vol.). "Elsevier Publishing Co." (1962-63).

VIALARD, P.: *Sur le Cretacé de la chaîne Ibérique castillaine entre le río Turia et la haute vallée du río Júcar (Valencia-Cuenca)*. "C. R. Acad. Sc. París", t. 262, página 1997 (1966).

— *Le Cretacé inferieur dans la zone marginale sud-occidentale de la chaîne Ibérique*. "C. R. Soc. Géol. Francia", n.º 9, pág. 321 (1968).

Recibido: 10-VII-972



#### LAMINA 4

1.—Caliza microcristalina. Biomicrita. Oogonios y restos de Characeas y Ostrácodos (alguna sección perteneciente al género *Cypridea*). Las Majadas (x 18).

2.—Caliza arenosa con grandes pisolitos. *Girvanella*. Desviación Ciudad Encantada (x 18).

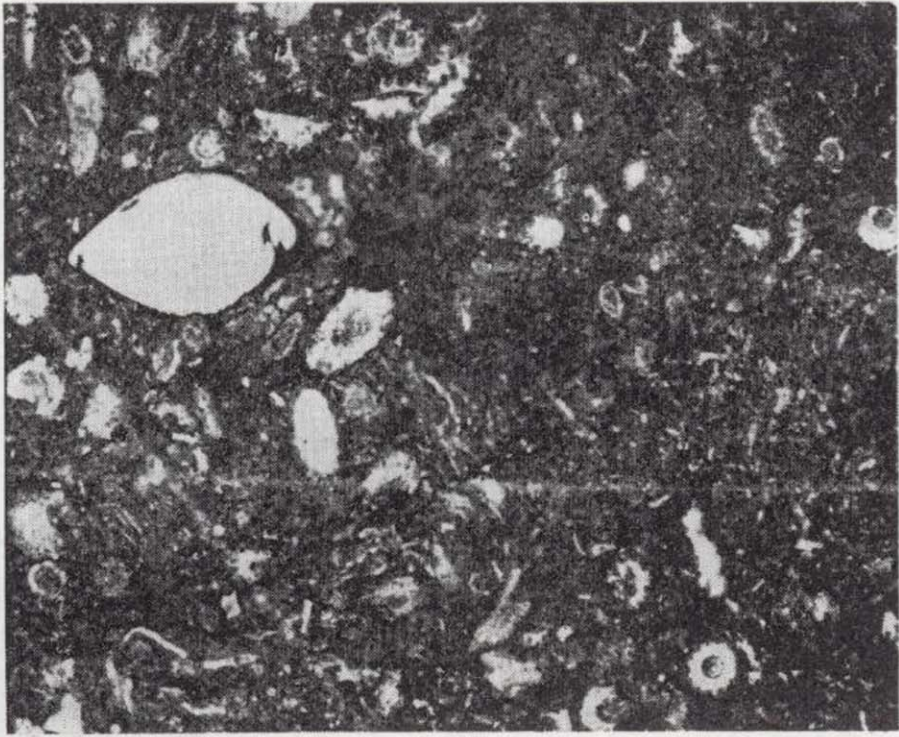
3.—Caliza microcristalina pisolítica. Los pisolitos proceden de una caliza dismicrítica. Oogonios y restos de Characeas. Las Lagunillas (x 30).

4.—Biomicrita, matriz recristalizada. La muestra está llena de Oogonios y restos de Characeas, junto a algunos restos de Moluscos. S. Pantano de la Toba (x 18).

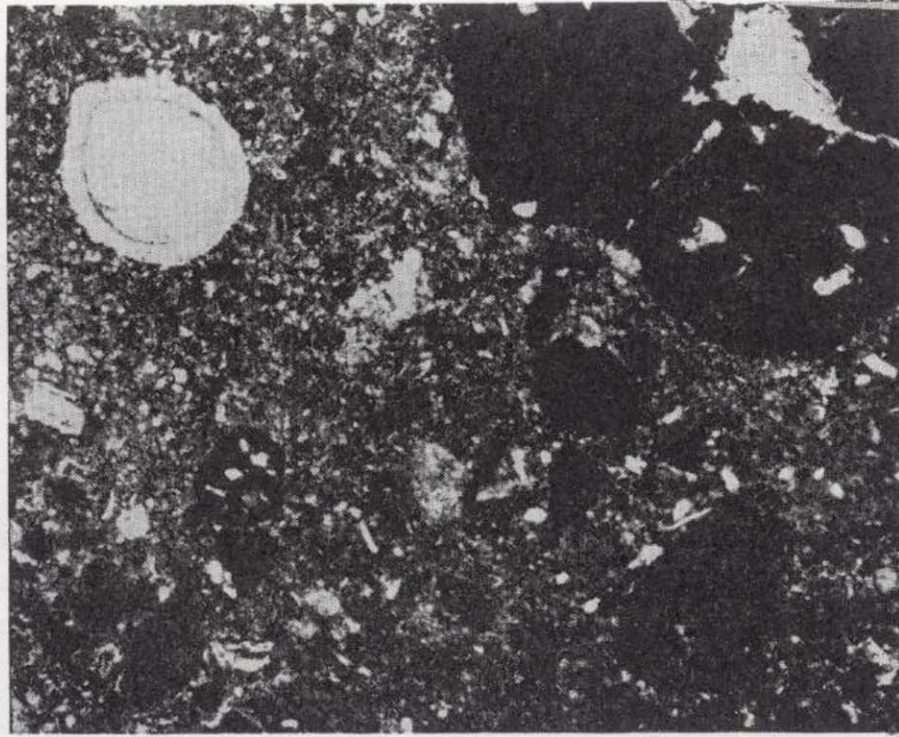
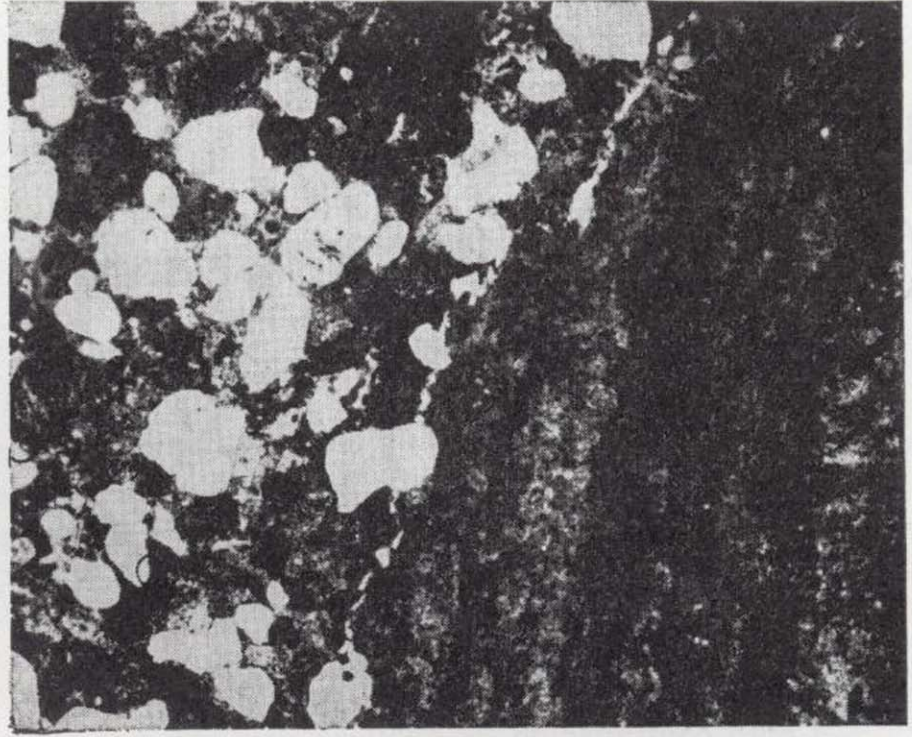
5.—Biomicrita. Abundantes oogonios y restos de Characeas, Ostrácodos, *Girvanella* y restos de Moluscos. S. Pantano de la Toba (x 30).

6.—Biomicrita con secciones de oogonios y restos de Characeas, junto a algunos Ostrácodos. SE de Buenache (x 18).

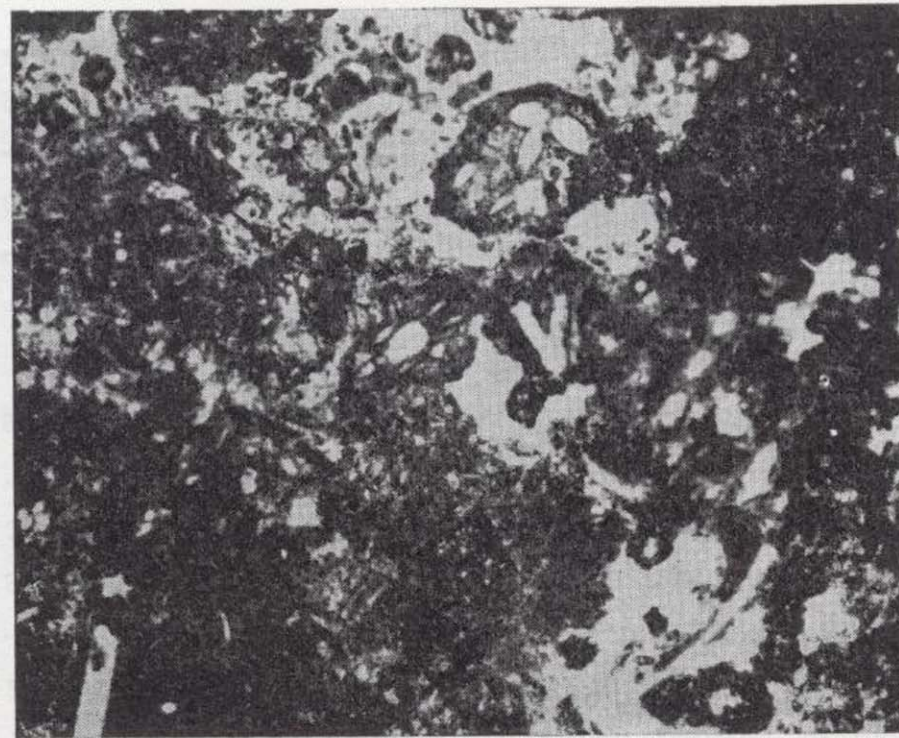
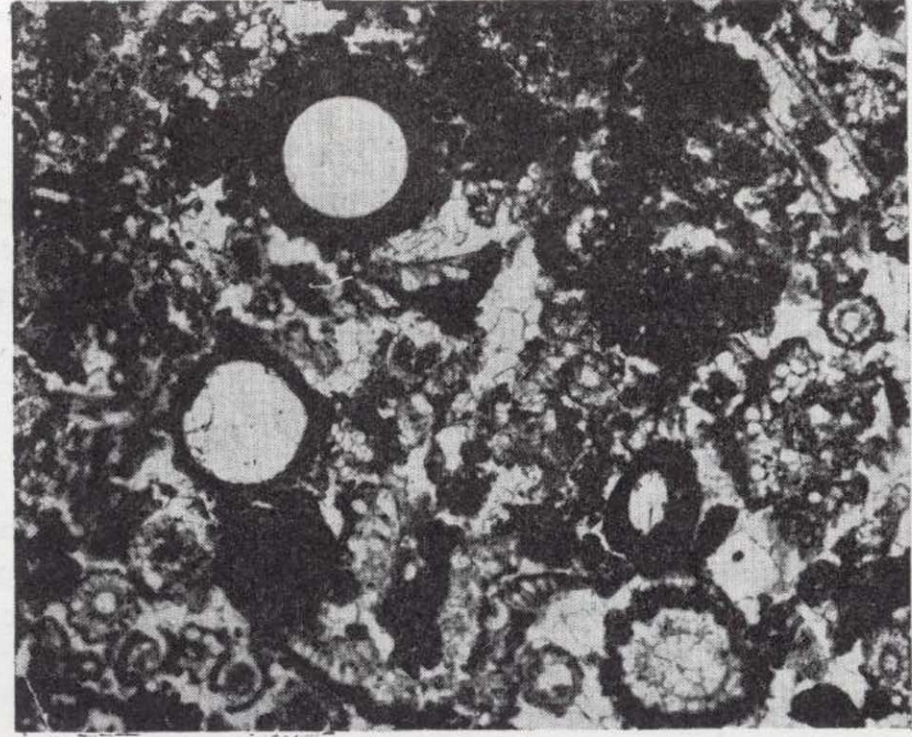




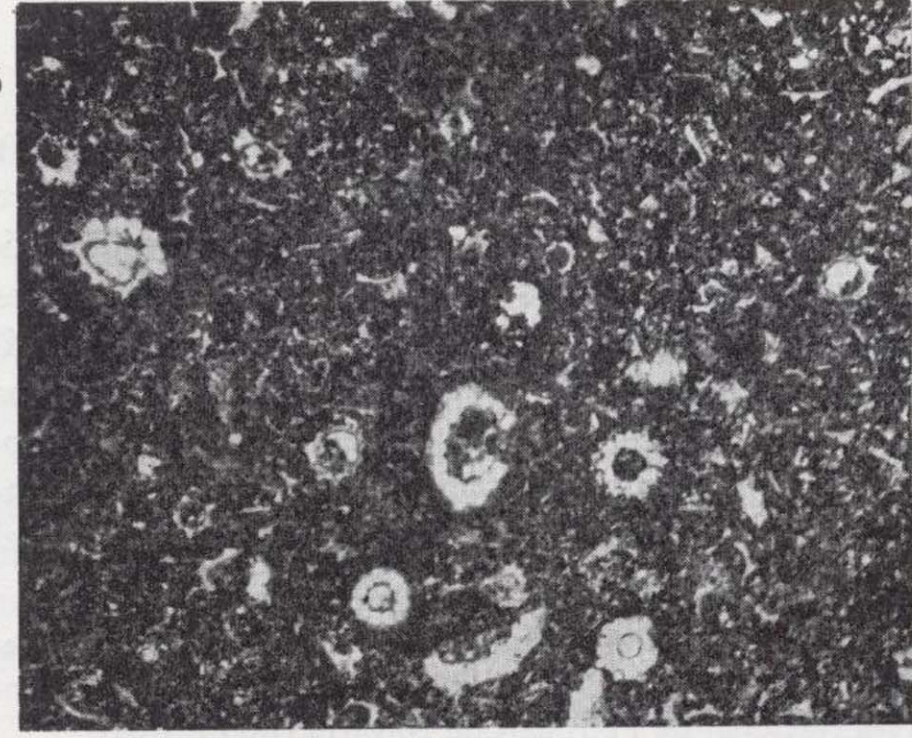
1 2



3 4



5 6





# El Jurásico y Cretáceo inferior de Leiza y Tolosa (Cuenca Cantábrica Oriental)

Por R. SOLER Y JOSE (\*)

## RESUMEN

Como continuación de publicaciones anteriores describimos dos modelos paleogeográficos jurásicos: El alto fondo de Alzo-Leiza y la cubeta marginal de Tolosa. La serie-guía con la que se correlacionan ambos es la de la cubeta interna de Aralar. El estudio se complementa con consideraciones paleogeográficas de las series reducidas postkiméricas y de la importante transgresión urgoniana regional.

## RESUMÉ

Une étude rapide des séries jurassiques nous a permis de démontrer l'existence de deux unités paléogéographiques par comparaison avec la série régionale la plus complète de la Sierra de Aralar: Le haut fond de Leiza-Alzo et la petite cuvette de Tolosa. On a aussi ébauché les traits principaux paléogéographiques postjurassiques: dépôts du "Purbecien-Néocomien" et de l'Urgonien transgressif.

## ABSTRACT

As a continuation of earlier publications we describe two paleogeographic jurassic models: The high of Alzo-Leiza and the marginal small basin of Tolosa. The main column to which both are correlated is the one of the inner basin of Aralar. The study is completed with paleogeographic considerations of the reduced post-kimmeric series and the important regional Urgonian transgression.

### A) EL JURÁSICO MARINO

En diversas notas anteriores (Soler, 1971 a) y b), 1972) hemos descrito el dispositivo paleogeográfico del Jurásico marino traducido por los mapas de isópacas regionales. Una serie de "cubetas" elementales más o menos interconectadas engloban con las máximas potencias las series más completas en las que no parecen marcarse, al menos facialmente, interrupciones de la sedimentación. Las individualizan umbrales o altos fondos intermedios, patentes desde el

(\*) AUXINI. Departamento de Hidrocarburos. La presente nota está extraída de estudios realizados en la Empresa Nacional de Petróleos de Navarra (ENPENSA).

Dogger y a veces desde el Lias superior: series reducidas, con superficies de condensación o al menos cambios a facies menos profundas. La erosión neokimmerica de escaso efecto en la "cubetas" es mucho más marcada en los paleorelieves: paso de "acordancias" a "discordancias" de los depósitos suprayacentes.

En la zona de Leiza-Tolosa (fig. 1) describiremos ejemplos de ambos elementos paleogeográficos. Como serie-guía de comparación utilizaremos la de la cubeta de Aralar, cuya cronoestratigrafía haremos extensiva a esta zona con el control del perfil "Uzturre" estudiado por el laboratorio ELF-R.E. que apoya la validez global de esta generalización.

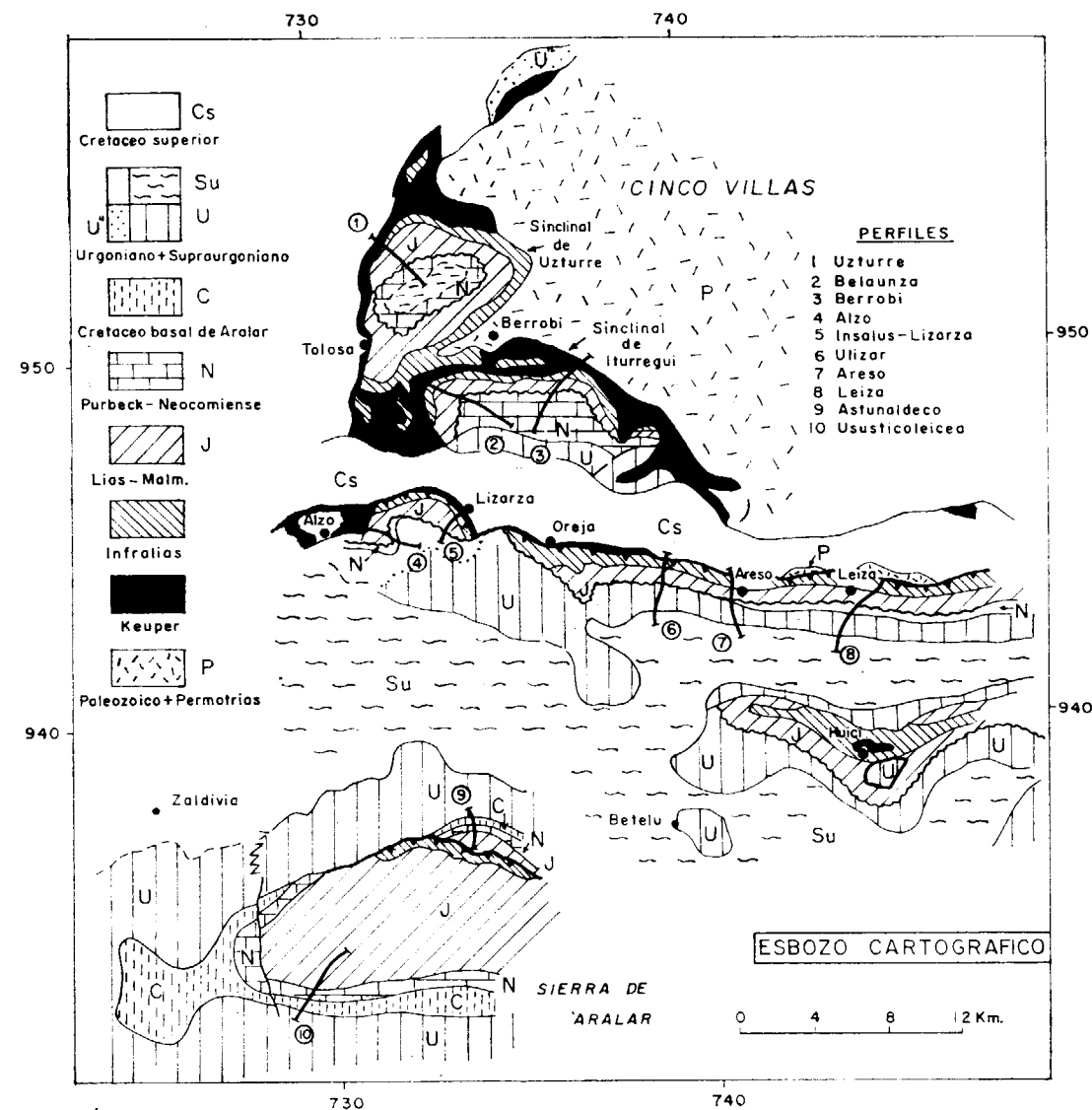


Figura 1

### LA ZONA ESTE-OESTE DE ALZO-LEIZA.

Se sitúa en la actual estructura cabalgante de Leiza ("Nappe des Marbres" de LAMARE-1936), de la que hemos estudiado su parte occidental (fig. 2).

Yacente: Keuper típico con frecuentes ofitas, sobre todo al extremo Oeste (Alzo).

#### 1. Infralias-Lias calizo-Dolomítico.

Dos grupos faciales al menos:

— Carniolas, dolomias, calizo-dolomias con frecuentes brechas intraformacionales. Eventuales fan-

tasmas de gravelas y oolitos en la base. Masivas o en amplios paquetes. Azoicas. Atribuidas al Retien-se-Hettangiense.

— Calizas con ooides más o menos abundantes y dolomitización variable. Sinemuriense inferior (Lias calizo).

La parte inferior del conjunto está normalmente complicada por tectónica de despegue con el Keuper infrayacente. La máxima potencia accesible es de 200 metros en Leiza, de los que sólo los 20 metros finales son de "Lias calizo".

Como en el resto del Jurásico y parte del Cretáceo, el sector de Leiza está afectado por metamor-



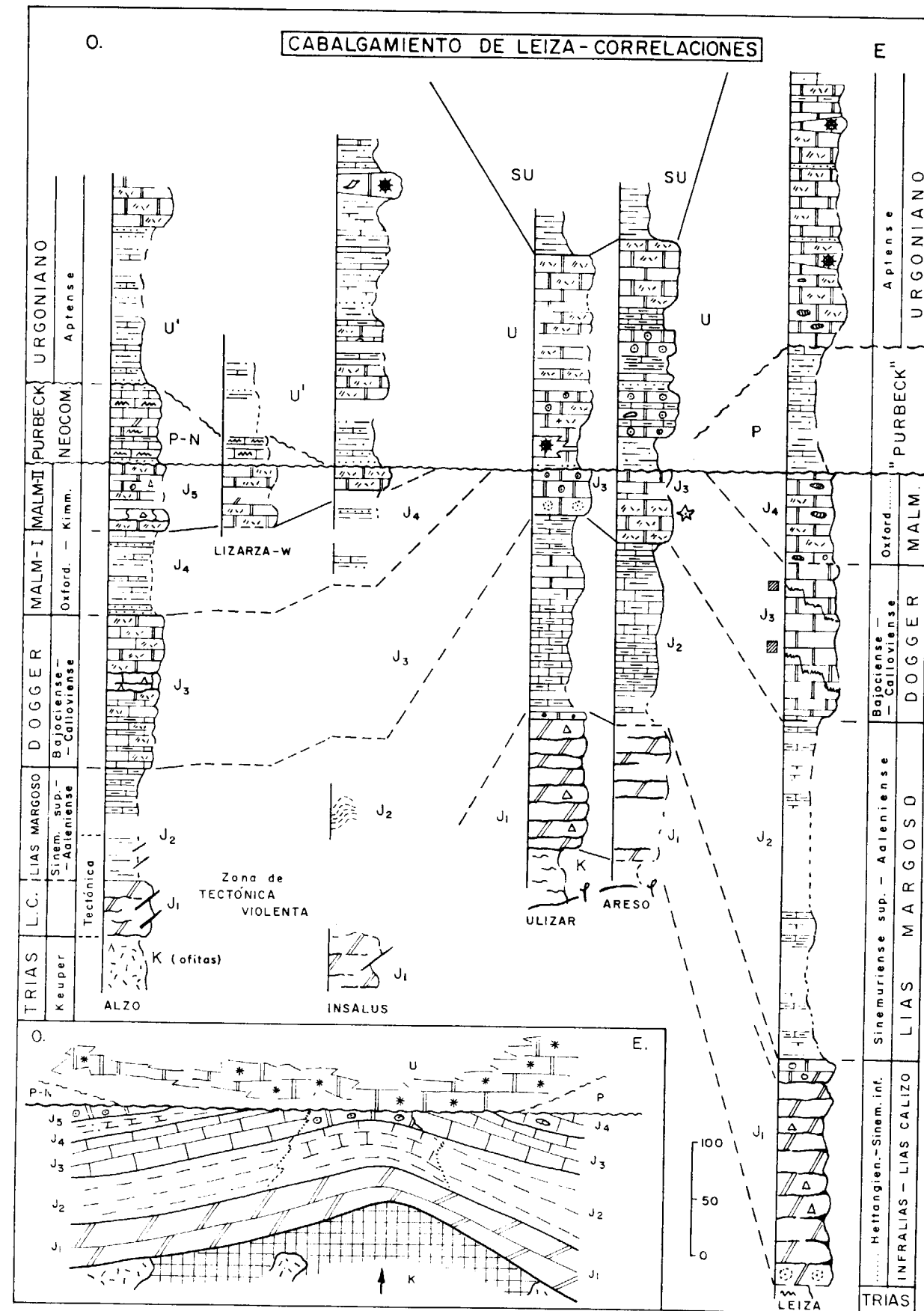


Figura 2

fismo regional. Una acción hidrotermal lo aumenta en las zonas falladas, aunque en general es de moderado a débil simplemente diagenético. Así, en Leiza, existe una recristalización importante, que enmascara el posible paquete intermedio de "dolomias bandeadas" típicas de la región.

2. *Lias margoso.*

La serie clásica de margas, margocalizas y calizas margosas con aumento hacia el techo de la fracción calcárea, presenta aquí ciertas peculiaridades. En el extremo occidental dominan margas piríticas hojosas grises o rosadas con fauna de Lamelibranquios pequeños (Alzo-Lizarza). En el sector de Ulizar-Areso y a pesar de una mayor "consistencia global" por metamorfismo ligero, el conjunto es bastante más carbonatado que en el resto de la región; en Ulizar existe además un débil contenido cuarzo-detrítico. En Leiza, donde la potencia observada es máxima, existe una más marcada metamorfización: "endurecimientos", "margocalizas astillosas"... En general son mucho más pobres en Cefalópodos que en las "cubetas" próximas. Potencias desde 320 metros (Leiza) a 100 metros (Alzo). Edad: Sinemuriense superior-Aaleniese?

3. *Dogger calizo.*

Conjunto carbonatado caracterizado por sus Microfilamentos.

En "las series de cubetas" el tránsito de las margocalizas de Lias a las calizas del Dogger es progresivo y el Aaleniese juega el papel de "piso de tránsito". En las "facies de umbrales incipientes" el contraste litológico es más brusco. Dominan las calizas microgrumosas, frecuentemente gravelo-oolíticas, caracterizadas por abundantes concentraciones de artejos de *Pentacrinus* (Ulizar-Areso). En Alzo existe de nuevo una facie peculiar en la que coexisten calizas bioclásticas con falsas brechas calcáreas embaldadas en "matriz" margosa minoritaria e incluso niveles enriquecidos en Ammonites y Belemnites que evocan "superficies de condensación". En Leiza domina la "marmorización", que enmascara facies calizas menos agitadas con huellas de Cefalópodos y piritizaciones.

Potencias del orden 140 metros en ambos extremos.

Residuales bajo la discordancia kimmérica en Ulizar-Areso como último término accesible del Jurásico marino.

4. *Malm I.*

El "Malm de sílex", típico en la Sierra de Aralar, será el grupo de cambio de facies más marcado hacia las regiones septentrionales. En Leiza aún persisten calizas recristalizadas con sílex y fauna de Crioides y espículas de esponjas: 80 metros bajo la discordancia kimmérica. En Alzo se anuncian las "facies Norte" con 80 metros de calizas sucias, areniscas de cemento carbonatado ferruginosas-piríticas y alguna pasada pizarrosa.

Edad: Oxfordiense (superior?) - Kimmeridgiense inferior.

5. *Malm II.*

Sólo queda conservado del barrido erosivo en Alzo: 60 metros de calizas bioclásticas, con frecuencia "encrinitas" (*Pentacrinus*), localmente falsas brechas a calizas intraclásticas. Silicificaciones eventuales. Restos de fauna costera. Kimmeridgiense.

LA ENVOLVENTE MESOZOICA DEL MACIZO DE CINCO VILLAS (TOLOSA-BERROBI)

Dos estructuras sinclinales de detalle: sinclinales de Iturregui y de Uzturre permiten el estudio de las series jurásicas que adquieren de nuevo caracteres más propios de "cubeta" (fig. 3).

1. *Infralías-Lias calizo.*

En zonas poco tectonizadas la continuidad sedimentaria con las facies Keuper francas da lugar a una decena de metros de carniolas pulverulentas y moteadas (arcillosas en origen) de tonos rosados y huecos centimétricos amigdaloides (yeso disuelto). Son las facies de tránsito descritas a veces en la literatura como "suprakeuper".

Este grupo presenta a continuación sus clásicas facies. En perfil de Berrobi, donde la tectónica no es marcada, se alcanzan:



— 120 metros de dolomías grises, carniolas y brechas intraformacionales. Recristalización acentuada. Masivas y azoicas.

— 20 metros de dolomías gris claro, frecuentemente bandeadas: láminas milimétricas clásicas.

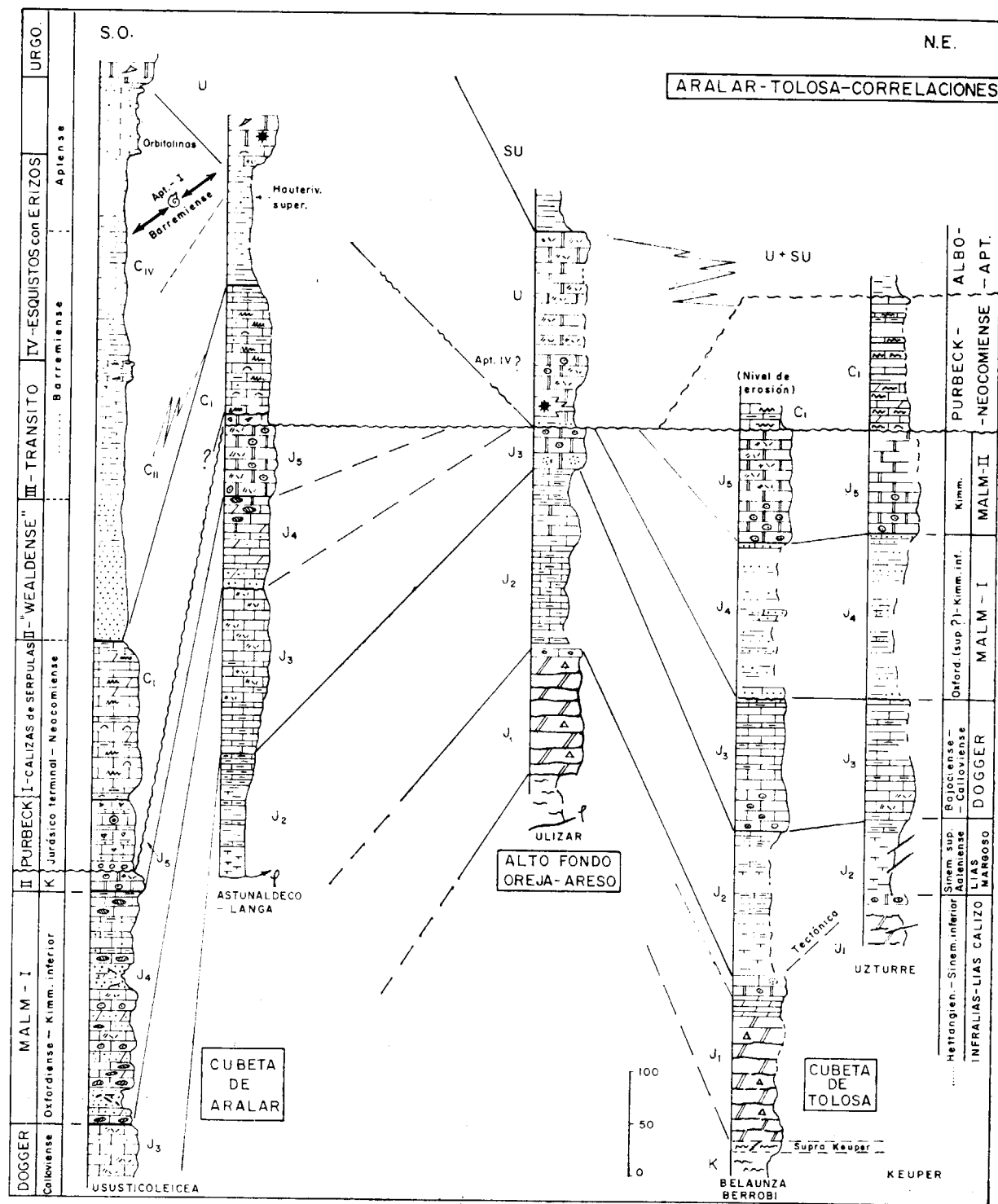


Figura 3



— 15 a 20 metros de calizas grises con ooides dispersos y cristalización-dolomitización incipiente.

Retiense-Sinemuriense inferior.

2. *Lias margoso.*

Típicas margas plaqueteadas con intercalaciones de margocalizas y calizas margosas hacia el techo. Mal aflorantes en general. Cefalópodos; Microfilamentos en la mitad superior.

Potencia del orden de 140 metros, a veces afectada por laminaciones tectónicas.

Sinemuriense superior-Aalenense?

3. *Dogger calizo.*

Calizas oolíticas en la parte inferior, a veces recristalizadas (oosparitas). Calizas finas a microgrumosas (biodismicritas) y algunas pasadas terminales de margocalizas tabloides. Cefalópodos. Típicos *Cancellophicus* y Microfilamentos.

Potencias del orden de 130 metros.

Bajociense-Calloviense.

4. *Malm I.*

"Facies Norte" diferentes de las de Aralar, con carácter regresivo y "afinidades purbeckienses".

Margas arenosas y micáceas piríticas. Pizarras oscuras. Intercalaciones de calizas negras más o menos arenosas y huellas escasísimas de Ammonites irreconocibles, radiolas y espículas de esponja. Areniscas rojizas de cemento carbonatado original (lavadas en superficie). Mal aflorantes.

Potencia: 150-160 metros.

5. *Malm II.*

Calizas oscuras recristalizadas con ooides y gravelas dispersas y grandes Crinoides y Briozoos. Encrinitas estrictas. Calizas oolíticas grises.

Potencias residuales bajo la discordancia kimmérica: 100-110 metros.

Edad del Malm: Oxfordiense (superior?)-Kimmeridgiense.

PALEOGEOGRAFÍA (fig. 4).

Los términos inferiores de la "serie marina" suelen ser bastante uniformes y marcan la transgresión jurásica desde las facies laguno-lacustres de tránsito al Keuper hasta las facies de mar abierto del Lias margoso tras superar la "barra oolítica" del Lias calizo.

Desde el Dogger, o a veces antes, comienza un megarritmo regresivo hasta la emersión en el Kimmeridgiense. Es la época en la que se marcan claramente los "altos fondos".

*El alto fondo de OREJA-ARESO.*

Forma un umbral Este-Oeste con ensilladuras. El punto culminante es la zona de Oreja-Areso, patente ya desde el Lias medio-superior con depósito de facies más carbonatadas. El Dogger es propio de "barra oolítica" y fauna costera. Los depósitos del Malm que podemos suponer reducidos han sido barridos por la erosión kimmérica.

Estos efectos son menos patentes en las ensilladuras de Leiza y Alzo. En este último la serie es particularmente llamativa: margas piríticas del Lias, falsas brechas sinsedimentarias del Dogger y Malm. Son sólo quizá efectos en contrapendiente del alto fondo nacido intermitentemente. No obstante, queremos recordar que los autores que defienden la "mise en place" de las ofitas asociadas al Keuper durante el Jurásico, se apoyan en fenómenos similares de perturbaciones de la sedimentación, "slumping" y ganancia en contenido pirítico y ferruginoso de estas series. La zona de Alzo se caracteriza por la abundancia de ofitas, pero el hecho de su "no penetración" en el Jurásico sigue siendo una barrera para la defensa de esta hipótesis a pesar de los criterios geoquímicos que a veces se aducen. Sólo recordamos en el Infralias francés la "Brecha de Dubar" que muestra fragmentos de roca volcánica.

Las facies regresivas del Malm I "tipo norte" se anuncian ya en Alzo. La "barra oolítica" del Malm II es el episodio último previo a la emersión y sólo no ha sido barrida en escasos puntos.

Los fenómenos de metamorfización en función de la carga litostática del potente Cretáceo están bastante extendidos en la región y no circunscritos sólo al Jurásico. Llegan a alcanzar el Supraurgoniano (esquistos francos) entre Leiza y Huici, por ejemplo.



El alto fondo interno descrito jugará un importante papel en la sedimentación posterior.

La cubeta de TOLOSA-BERROBI (figs. 4 y 5).

El aumento global de las potencias tiende a dibujar una nueva "cubeta" de dirección Este-Oeste que coincide aproximadamente con el sinclinal superficial de Cretáceo superior adosado al actual macizo de Cinco Villas (la "Depression intermediaire" de LAMARE). Los afloramientos jurásicos aparecen en

Megarritmo de apertura clásico hasta el Lias mar-goso.

Dogger a veces oolítico: Barra oolítica y plata-forma con Crinoides.

Malm I con neta influencia del continente: areniscas de medio restringido (pirita). Eventuales carbonatos con fauna muy costera (esponjas).

Recuerda en algunos aspectos a algunas facies "purbeckienses" cantábricas. Su correlación global con su equivalente de Aralar la creemos correcta, sin pretender una cronología de detalle estricta. Es posible incluso que falten algunos términos (Oxfor-

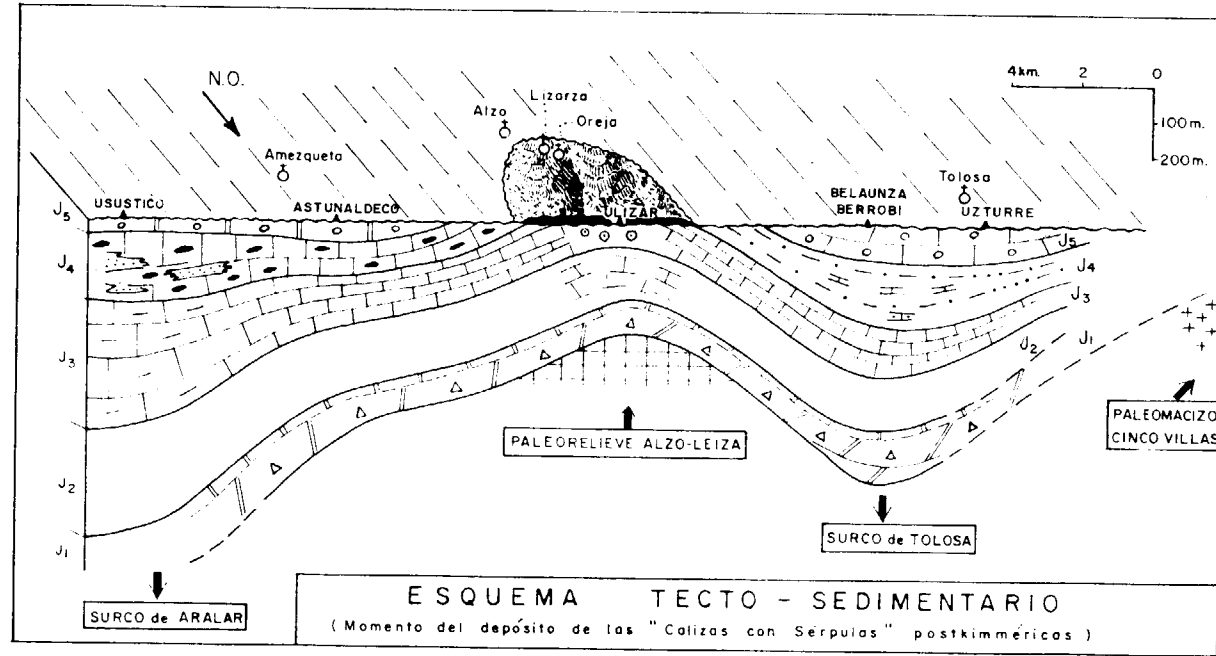


Figura 4

sinclinales de detalle que marginan este macizo y hacia el Este el de Quinto Real.

De hecho la "cubeta" de Tolosa muestra caracteres híbridos. Es morfológicamente una zona más deprimida en relación con las zonas altas inmediatas: Oreja-Areso y el paleomacizo de Cinco Villas, más septentrional que sus actuales afloramientos y cuya existencia está apoyada por las fuertes diferencias de facies a partir del Dogger entre España y Francia (medios distintos). Facialmente y en proximidad de tal importante paleorelieve, las facies son más someras que en las cubetas más internas (Aralar):

diense inferior, p.e.) si los comparamos con otras zonas más o menos próximas españolas y francesas. La falta de fauna marina adecuada no permite concluir.

El Malm II es el último episodio de esta fase: facies de calizas oolíticas y bioclásicas que están próximas a las facies arrecifales que suelen alcanzarse en otros puntos.

Conclusiones.

A partir del Dogger tenemos un modelo paleogeográfico típico del mar Jurásico:

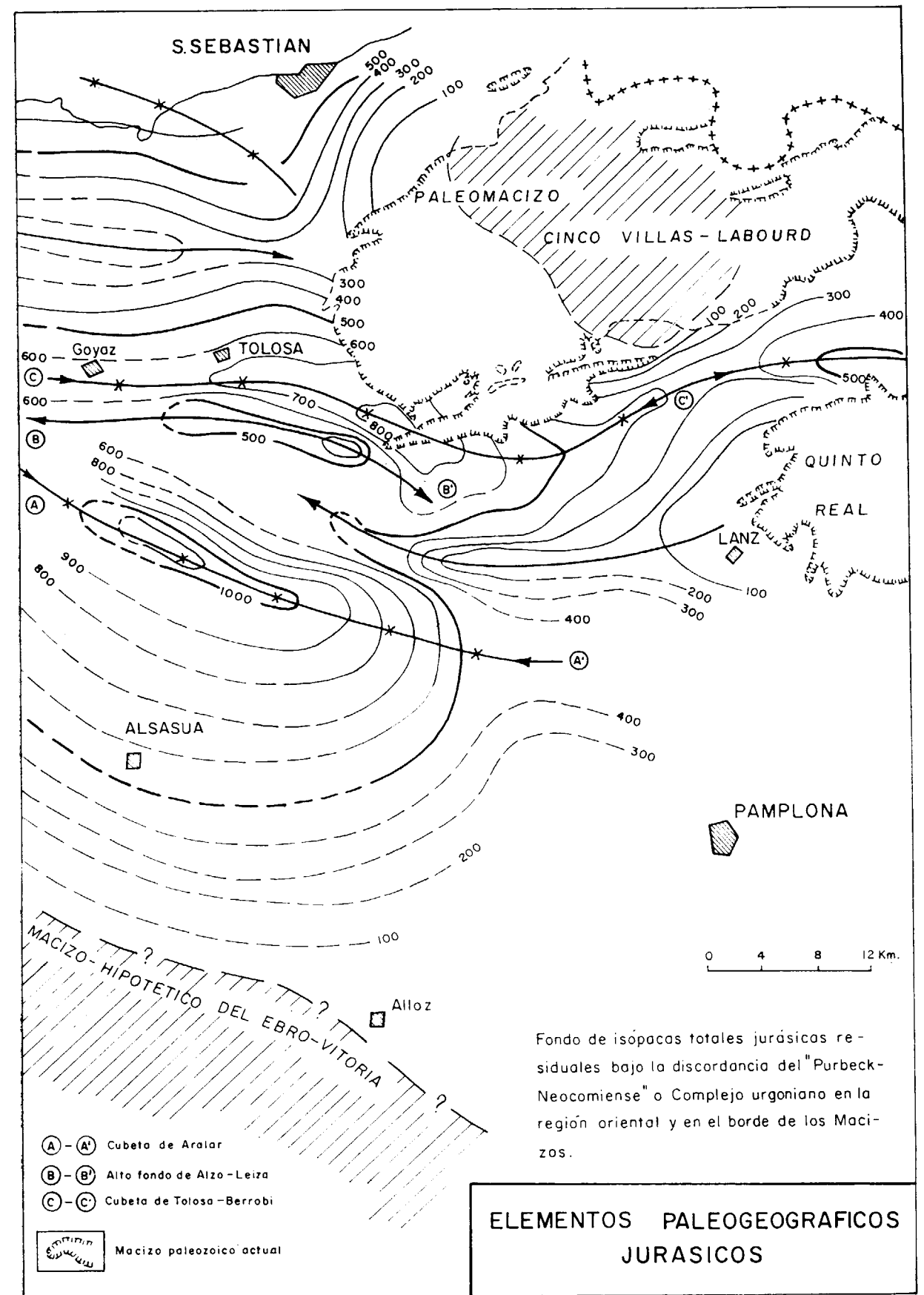


Figura 5



Una cubeta interna: Aralar, con máximo de serie, y carácter marino más marcado. Continuidad y paso progresivo de unos grupos a otros, marcando un megarritmo regresivo. Erosión neokimmérica moderada.

Un alto fondo, Alzo-Leiza, que evoluciona continuamente con intermitencias. Series de umbral, quizá con hiatos, y facies costeras. Erosión neokimmérica importante localmente.

Una "cubeta reducida" en las proximidades de un paleorelieve: Tolosa. Facies y potencias intermedias. Carácter más continental del Malm I nutrido en material detrítico.

#### B) EL "PURBECKIENSE-NEOCOMIENSE"

La emersión kimmérica debida a movimientos de gran radio y no a una fase orogénica estricta, es de corta duración. Las series "purbeckiense-neocomiense" que la suceden son un grupo mixto de facies marino-costeras y continentales con dominancias de una y otra variables: indentaciones.

Resalta el hecho que tanto las antiguas cubetas como los altos fondos jurásicos conservan su carácter frente los nuevos depósitos, más marcadamente en este último caso en el que llegan a constituir relieves emergidos.

La serie-guía más completa vuelve a ser la de Aralar con varios grupos de facies que se acuñan hacia el Este (fig. 3).

Conglomerados de base y calizas lacustres. Sólo en el extremo Oeste. Máxima potencia accesible: 70 metros. "Purbeck lagunar".

I. Calizas algo arcillosas, oscuras, con Sérpulas y Gasterópodos. Máxima potencia accesible, 150-250 metros. Jurásico terminal-Cretáceo basal ("Purbeck-Neocomiense").

II. Areniscas rojizas. Máxima potencia accesible, 150 metros. "Wealdense".

II y IV. Margas esquistosas y arenosas, pasando a esquistos oscuros de metamorfismo moderado, con Ammonites y Erizos. Máxima potencia accesible: 350 metros.

Hauteriviense-Aptense inferior.

En el extremo oriental sólo persisten la facies de calizas con Sérpulas y/o facies sucias de margas oscuras arenosas. El límite de la zona de depósitos se situaba en el umbral de Gulina (fig. 6), importante

línea tectosedimentaria límite de depósitos o de cambios de facies en diversas épocas, hoy patentes por una zona de fracturas con láminas de Keuper diapírico de dirección Nornoroeste-Sursureste (Echalecu, Iza...).

En los sectores estudiados existen las siguientes facies:

#### Zona de Alzo-Leiza.

En Alzo, 75 metros de calizas negras recristalizadas, piríticas y micáceas con Sérpulas y Gasterópodos a veces. Niveles de dolomia cristalina gruesos. Similar a las "Calizas de Sérpulas" (I) de Aralar.

En Leiza, 120 metros de margas negras piríticas endurecidas, hojosas a tableadas. Niveles de margocalizas micáceas y alguna arenisca roja. Recuerdan la facies restringidas próximas al límite de depósitos. En la zona central, Oreja-Areso, faltan por completo depósitos de esta edad: no deposición o relieve. El urgoniano reposa en discordancia sobre el Dogger.

#### Zona de Tolosa.

En el Sinclinal de Uzturre, 120-130 metros de facies "Calizas con Sérpulas", similares a las anteriores.

#### Paleogeografía (fig. 6).

El avance de las facies descritas sobre un país suavemente ondulado tiene lugar hacia el Este. Tras unas facies lagunares esporádicas, los sucesivos aportes dan lugar a una serie de bisel: series "off lap" de Aralar (R. Soler, 1971, a), fig. 5).

Las facies "Calizas con Sérpulas" son las de mayor extensión regional. Su distribución en el espacio es limitada: no superan el Umbral de Gulina y rodean el margen occidental del alto fondo de Leiza, con penetración esporádica hacia el Este, aunque la serie residual hoy accesible ha sido además erosionada.

Gran parte de la margen oriental cantábrica constituirá un relieve en vías de erosión hasta la llegada de la transgresión urgoniana:

En las cubetas internas, siendo la de Aralar la única accesible en geología de superficie, se observan los demás términos, de extensión en el espacio más reducida. Destacan el bisel de las facies

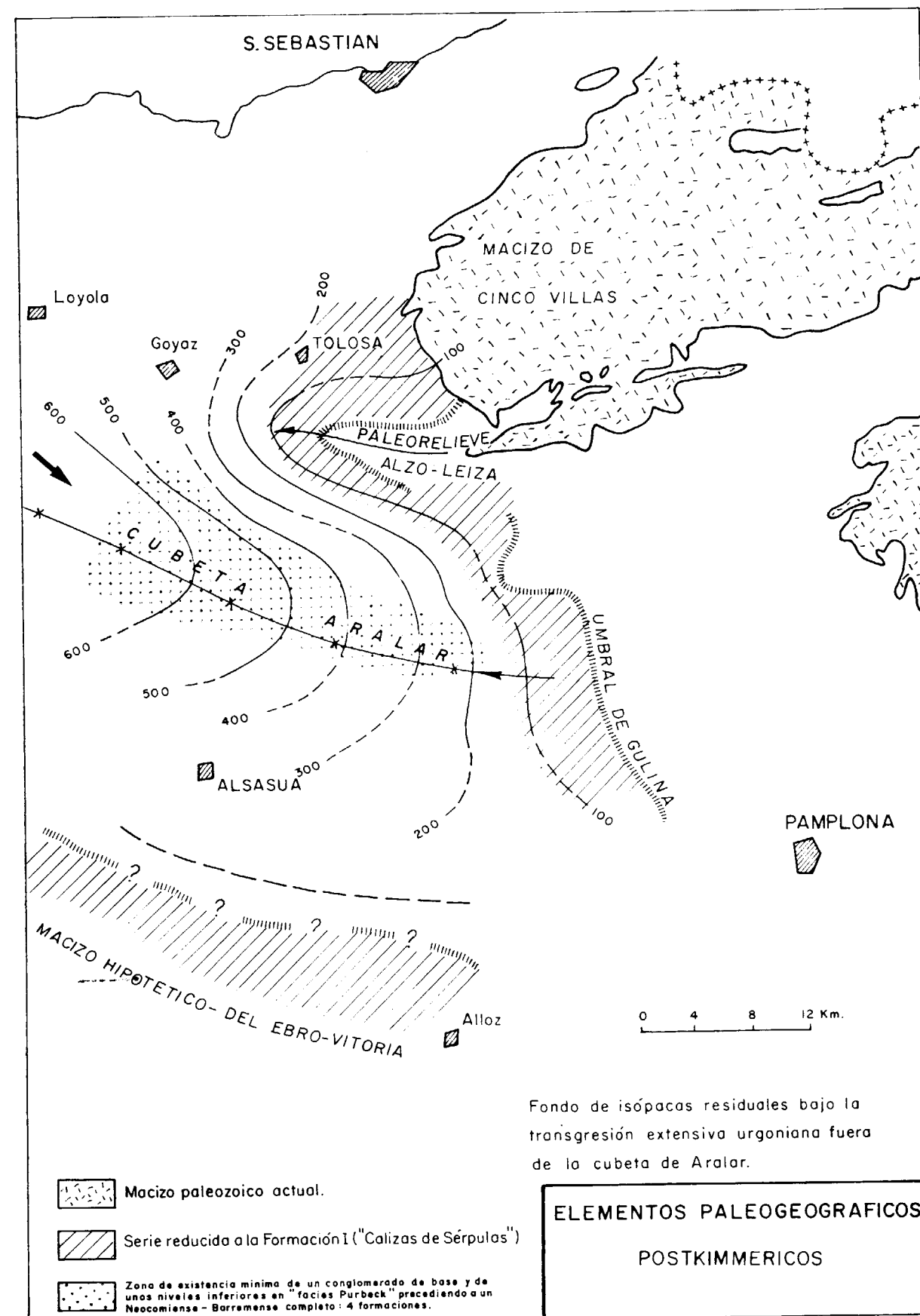


Figura 6



wealdenses de gran desarrollo en el extremo occidental de la Cuenca Cantábrica y la aparición de "Esquistos con Erizos", que penetran en el Aptense y son sucedidos por las facies urgonianas clásicas progresivamente a la escala vertical de un perfil estratigráfico. En cambio, en los bordes de las cuencas veremos el carácter "extensivo" de la transgresión urgoniana, discordante sobre series más antiguas.

La "cubeta híbrida" de Tolosa sólo admite depósitos de "Calizas con Sérpulas", dada su posición marginal.

### C) EL COMPLEJO URGONIANO

#### Facies urgonianas.

Presenta una gran variedad de facies interpenetradas: pasos laterales y progresivos.

En Aralar y Leiza existen las clásicas calizas masivas semiconstruidas (Toucasia) metamorfizadas en esta última zona.

Hacia el Noroeste dominan los esquistos oscuros, margocalizas y calizas bioclásticas bien estratificadas. Las calizas semiconstruidas forman sólo lentejones de magnitud reducida.

Hacia el macizo de Cinco Cillas, las facies son progresivamente más detríticas hasta areniscas que reposan en discordancia sobre el Paleozoico. Un hecho similar, aunque, como veremos diacrónico, se presenta en el Macizo más oriental de Quinto Real.

Dentro de este juego de facies cambiantes e imbricadas, las edades conocidas evolucionan regionalmente en el sentido de que la base del "Complejo urgoniano" es cada vez más moderna hacia el Este fosilizando las paleoestructuras anteriores según el avance de la transgresión. Y así litofacies idénticas resultantes de procesos similares de sedimentación no son sincrónicas.

En la zona estudiada, este grupo litológico es Aptense y quizá Albense inferior. Los esquistos negros que forman su base en Tolosa, comparables a los "esquistos con Erizos" de Aralar ("Schistes à Parahoplites" de LAMARE), son ya aptenses, transgresivos sobre el "Purbeckiense-Neocomiense" menos desarrollado y no como paso vertical progresivo.

Las potencias son también cambiantes, disminuyendo hacia el Este, aunque no uniformemente. Las

calizas urgonianas, que alcanzan espesores de 2.000 metros en Aralar, sólo conservan 550 metros en Leiza y 200 metros en la culminación del paleorrelieve Oreja-Areso.

#### Facies supraurgonianas.

Entre los frentes cabalgantes de Aralar y Leiza, reposa sobre el urgoniano calizo una potente serie de esquistos oscuros de metamorfismo. Estas facies margosas, dotadas de esquistosidad muy desarrollada sólo muestran el buzamiento original en niveles de areniscas poco potentes y escasos. El conjunto dibuja un sinclinorio complejo con estructuras anticlinales de detalle internas: anticlinal cabalgante de Huici, Domo Betelu...

La edad de la base del Supraurgoniano debe coincidir en Leiza con la base del Albense, ya que el Urganiano finaliza con el Apt-IV de Schroeder (*Simplorbitolina conulus*), dato local no generalizable. En Aralar, en cambio, el Albense inferior está aún incluido en las calizas urgonianas (*Orbitolina aperta impressa*). Potencia máxima de 2.000 metros en los sinclinorios hasta el Cenomanense.

Hacia el Noroeste deja de ser facialmente diferenciable del Urganiano en facies dominantes no construidas: conjunto único Albo - aptense. LAMARE (1936) cita incluso perturbaciones de la sedimentación (Tolosa) de carácter local, cerca de paleorrelieve.

#### Paleogeografía (fig. 7).

La transgresión urgoniana se extiende con el tiempo hacia el Este y Sureste. En realidad deberíamos decir: "sobre los bordes emergidos de la Cuenca", ya que en el conjunto cantábrico avanza hacia el Suroeste - Sur - Sureste, según un dispositivo en abanico.

En las zonas internas (Aralar) sucede directamente a las series del Cretáceo basal más completas y de hecho la "transgresión urgoniana" comienza en el extremo occidental accesible con los "Esquistos con Erizos" del Hauteriviense superior-Aptense inferior, previos a las calizas construidas (SOLER, 1971, a).

Hacia el Este recubrirá en discordancia a los paleorreliques marginales erosionados cada vez más profundamente hasta el Paleozoico (fig. 7), superando ampliamente el área de depósito "purbeckiense-

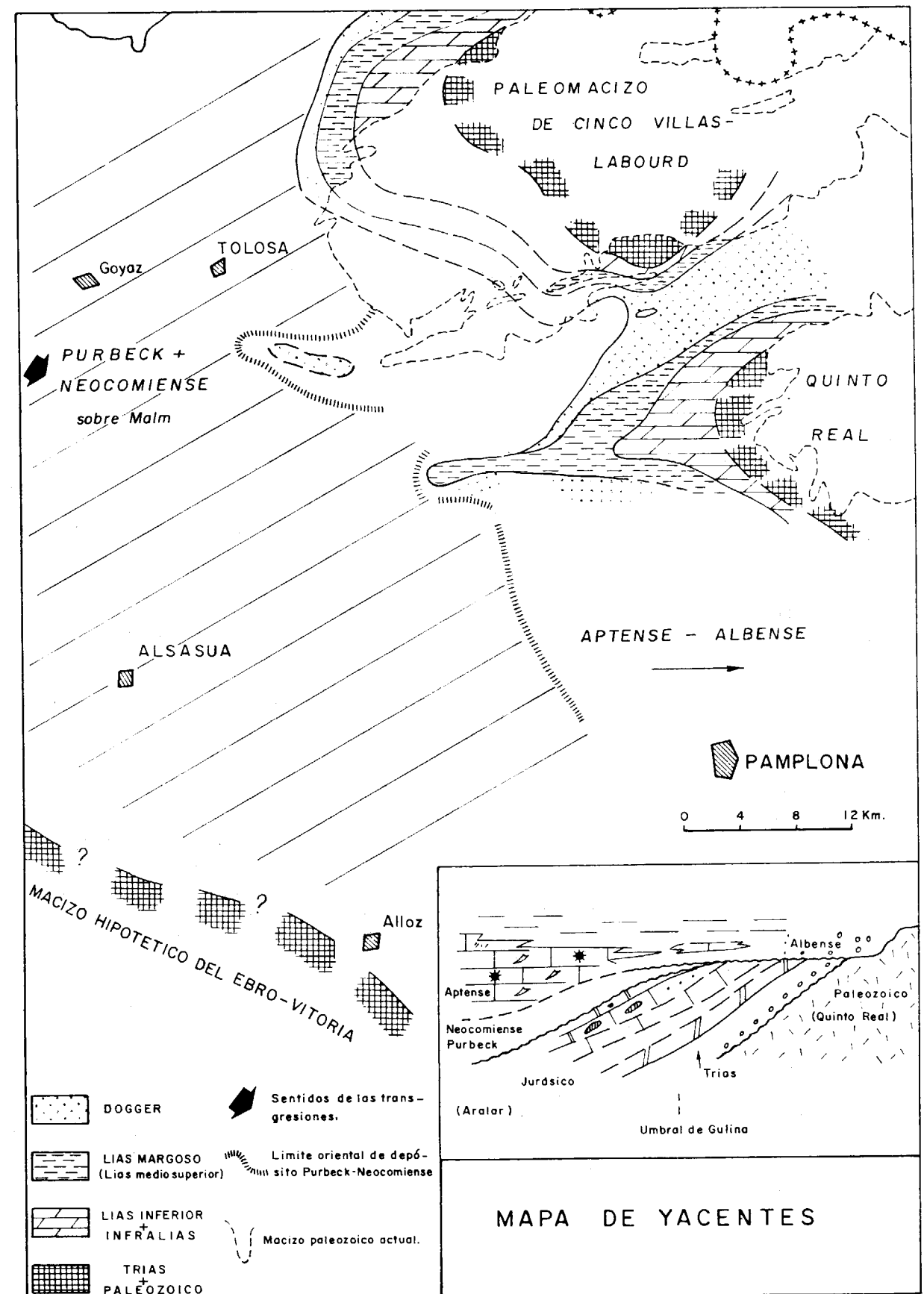


Figura 7



neocomiense". Según este dispositivo transgresivo e independientemente de las facies cambiantes, los términos de base son más modernos hacia el Este (Aptense en Aralar, Albense en Quinto Real, donde la laguna escatigráfica es máxima).

Dentro de esta tendencia general algunos paleorrelieves o antiguas zonas altas jugaron el papel de "islotos" rodeados por el mar urgoniano en avance continuo. Sólo fueron cubiertos posteriormente (Apt IV) en Huici y en Oreja-Areso. La potencia de la serie sobre ellas es menor.

### CONCLUSIONES

Podemos resumir los sucesivos modelos paleogeográficos.

- Jurásico marino.—Dispositivos en cubetas con las series más completas y altos fondos internos o limítrofes con series reducidas.
- Emersión Kimmérica, más patente en las series reducidas.
- Avance hacia el Este de los depósitos "purbeckiense - neocomiense". Las zonas con tendencia a la creación de paleoestructuras conservan su carácter. Se marca una zona oriental emergida que no recibirá depósito hasta el Urganiano.
- Transgresión urgoniana que fosiliza el relieve residual oriental.

En realidad debemos destacar que todo estudio de geología de superficie está limitado a la aureola de afloramientos de los actuales macizos paleozoicos; es decir, de zonas que han mostrado desde el Jurásico y Cretáceo inferior una tendencia a la creación de paleoestructuras aisladas o relieves emergidos más continuos. Salvo la excepción de la cubeta más interna de Aralar, observamos frecuentemente zonas marginales de series incompletas, discontinuidades y de carácter más costero o continental, donde la cronoestratigrafía es dificultosa. De ahí la necesidad de las series-guías más completas conocidas, base de toda extrapolación.

Las zonas de series reducidas dieron lugar lógicamente a una tectónica acentuada en la fase "pire-

naica". El "alto fondo de Leiza" es un importante cabalgamiento (zona anticlinal sin flanco inverso), en el que llega a complicarse el Paleozoico infrayacente. En la envoltura del Macizo de Cinco Villas los despegues y duplicaciones tectónicas a favor del Keuper plácico están bastante extendidas.

### BIBLIOGRAFIA

ENPENZA: Abundante documentación interna sobre Cuenca Cantábrica.

— *Estudio geológico de la región de Deva*. "Notas y Com. I.G.M. España", núm. 76, págs. 237-244, Madrid (1964).

LAMARE, P.: *Recherches géologiques dans les Pyrénées basses d'Espagne*. "Mém. Soc. Géol. France", nouv. sér., t. 12, núm. 27. París (1936).

— *La structure géologique des Pyrénées basses I Congreso internacional de Pireneístas*. "Inst. de Estudios Pirenaicos", núm. 18. Geol. 1. Zaragoza (1950).

RAMÍREZ DEL POZO, J.: *Síntesis estratigráfica y micropaleontológica de las facies Purbeckiense y Wealdense del Norte de España*. "Ediciones CEPESA, S. A.", Madrid (1968).

RAT, P.: *Les Pays crétacés basco-cantabriques*, "Publ. Univ. Dijon", t. 18, Dijon (1962).

— *Contribution à l'étude stratigraphique du Purbeckien-Wealdien de la région de Santander (Espagne)* "Bull. Soc. Géol. France", 7 sér., t. IV, núm. 1, págs. 3-12, París (1962).

RÍOS, J. M.; ALMELA, A., y GARRIDO, J.: *Datos para el conocimiento estratigráfico y tectónico del Pirineo navarro*. "Notas y Com. I.G.M. España", núm. 13 (1944), págs. 141-164; núm. 14 (1965), págs. 139-98; núm. 16 (1946), págs. 57-119, Madrid (1944-1946).

SOCIÉTÉ GEOLOGIQUE DE FRANCE: *Des Pyrénées aux Asturies. Réunion extraordinaire*. "Compte rendu somm. des séances de la Soc. géol. France", fasc. 9, París (1967).

SOLER, R.: a) *Estudio geológico de la Sierra de Aralar (Cuenca Cantábrica Oriental)*. "Boletín Geol. y Min. IGME", t. LXXXII-V, págs. 406-428, Madrid (1971).

— b) *El Jurásico marino de la Sierra de Aralar. Los problemas post-kimméricos*. In "I Coloquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Jurásico de España". "Cuadernos de Geología Ibérica", núm. 2, Madrid (1971).

VILLALOBOS, L., y RAMÍREZ DEL POZO, J.: *Estratigrafía del Jurásico del Noroeste de Navarra*. In "I Coloquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Jurásico de España". "Cuadernos de Geología Ibérica", núm. 2, Madrid (1971).

Recibido: 15-V-1972

## Etapas de plegamiento en los Alpujárrides al NW de Sierra Nevada. Cordilleras Béticas.

Por J. A. GALLEGOS (\*)

### RESUMEN

Como consecuencia de estudio de un sector de Sierra Nevada, se distinguen seis etapas de deformación bien definidas. Se discuten brevemente las observaciones de campo y se presentan diagramas de 1,770 medidas de estructuras menores para establecer esas etapas, su importancia y su cronología relativa.

### RESUME

L'étude d'un secteur de "Sierra Nevada" a permis de distinguer six étapes de déformation bien définies. On discute brièvement les observations de terrain. On présente, aussi, diagrammes de 1,770 mesures de petites structures pour établir ces étapes, leur importance et leur âge relative.

### ABSTRACT

The surveying of a sector of Sierra Nevada has been shown six well defined stages of deformation. The field observations are briefly discussed. Diagrams from 1,770 measurements of minor structures are presented in order to establish those stages, their importance and their relative age.

### I. INTRODUCCIÓN

#### I.1. LOCALIZACIÓN DEL SECTOR ESTUDIADO.

Desde el punto de vista geográfico, los límites son los impuestos por los contactos entre el complejo Nevadofilábride, al E, y los terrenos post-orogénicos al W, desde Lanjarón hasta el meridiano de Los Bermejales, aproximadamente; el límite N lo constituye el río Genil, y el límite S el paralelo de la Venta de la Cebada (carretera de Talará a Los Guájares) (fig. 1).

#### I.2. OBJETO.

Como consecuencia de los estudios que llevo a cabo en este sector, he llegado ya a ciertas con-

(\*) Dpto. de Geotectónica y Geomorfología. Universidad de Granada.

clusiones acerca de las etapas de diastrofismo que se han sucedido en la historia geológica de la región. El objeto de la presente nota es resumir estos resultados en cuanto a las etapas de plegamiento se refiere. No pretendo, pues, discutir los episodios de metamorfismo y petrogénesis, ni hacer un análisis de sus relaciones con las etapas de deformación; todo ello será abordado posteriormente en un estudio de índole general.

### II. ANTECEDENTES

#### II.1. ANTECEDENTES AL NW DE SIERRA NEVADA.

Este sector ya fue estudiado por algunos geólogos de la escuela holandesa, sobre todo en las laderas de Sierra Nevada. No llegaron a ninguna conclusión importante en cuanto a los plegamientos exis-



tentes porque delicaron su atención preferente a la tectónica de corrimiento.

Fontboté (1957), además de recoger de la bibliografía algunas etapas tectónicas ya citadas, estableció una etapa de plegamiento N 80 E; es, como

ha quedado bien establecido más tarde, la última que se ha desarrollado; el relieve actual en conjunto está claramente condicionado por ella.

Más tarde se han realizado dos estudios importantes al SW de la depresión de Lecrín: Copponex

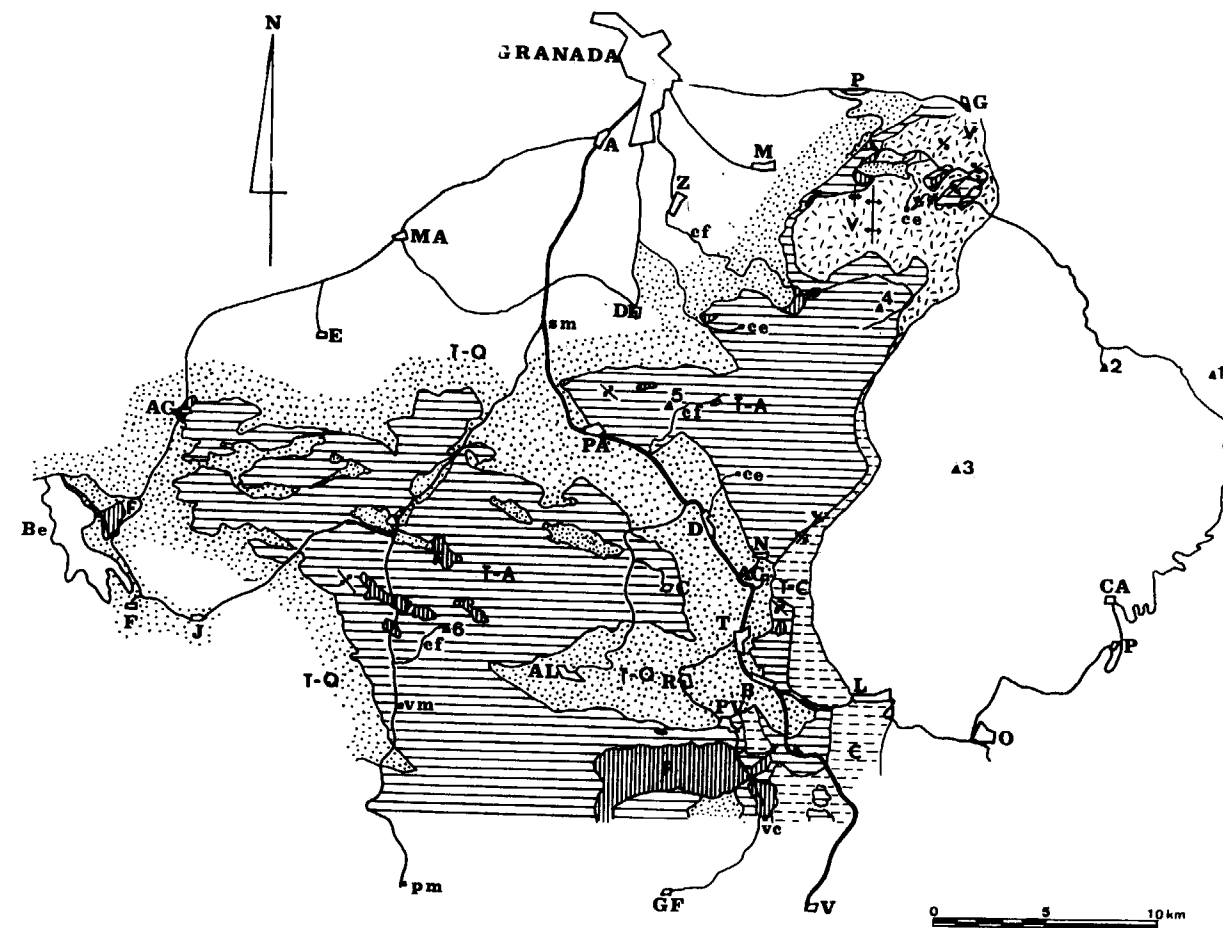


Figura 1

Situación geográfica y esquema tectónico de unidades.

- |                          |                               |                     |
|--------------------------|-------------------------------|---------------------|
| 1. Mulhacén (3.481 m.).  | A=Armillá.                    | J=Jayena.           |
| 2. Veleta (3.398 m.).    | AC=Acequias.                  | L=Lanjarón.         |
| 3. Caballo (3.015 m.).   | AG=Agrón.                     | M=Monachil.         |
| 4. Trevenque (2.079 m.). | AL=Albuñuelas.                | MA=Malá.            |
| 5. Silleta (1.520 m.).   | B=Béznar.                     | N=Nigüelas.         |
| 6. Herrero (1.504 m.).   | Be=Bermejales.                | O=Orjiva.           |
|                          | C=Cónchar.                    | P=Pinos Genil.      |
|                          | CA=Capileira.                 | PA=Padul.           |
|                          | D=Dúrcal.                     | PM=Pampaneira.      |
|                          | DI=Dílar.                     | PV=Pinos del Valle. |
|                          | E=Escúzar.                    | R=Restábal.         |
|                          | F=Fornes.                     | T=Talará.           |
|                          | G=Güejar Sierra.              | V=Vélez Benaudalla. |
|                          | GF=Guajar Faragüit.           | Z=Zubia.            |
|                          |                               |                     |
| ce=central eléctrica.    |                               |                     |
| cf=camino forestal.      |                               |                     |
| pm=Parador de la Montés. |                               |                     |
| sm=Suspiro del Moro.     |                               |                     |
| vc=Venta de la Cebada.   |                               |                     |
|                          | vm=Venta Marina.              |                     |
|                          | V=Unidad de las Víboras.      |                     |
|                          | T-C=Unidad Tablate-Cástaras.  |                     |
|                          | T-A=Unidad Trevenque-Alcázar. |                     |
|                          | F=Unidad Fuente Piedra.       |                     |

(1958) y Boulin (1968). Dedicaron también su atención preferente a fijar la petrología de las diferentes unidades que distinguen.

González-Donos y Vera (1965) y Gallegos (1965) cartografiaron parte de las laderas NW de Sierra Nevada e hicieron constar la existencia de un anticlinal N-S de cierta importancia (es el responsable de la existencia de los cerros Huenes, Monachil y Cerrajón); quedó por dilucidar cuál era el significado de este pliegue y su datación relativa.

Finalmente, Fernex (1965) hace una distinción entre los elementos alpujarrides del N y del S de Sierra Nevada, que supone de procedencia opuesta, lo cual a mi juicio no está justificado; pero no entra en la cuestión que nos ocupa.

## II.2. ANTECEDENTES AL S DE SIERRA NEVADA.

### II.2.1. Entre el río Guadalfeo y el río Grande de Adra.

De los estudios realizados en este sector, Aldaya llega a ciertas conclusiones, que ha plasmado, fundamentalmente, en su tesis doctoral (Aldaya, 1969) y en un artículo posterior (Aldaya, 1970); me referiré al segundo, por ser más completo para el fin que nos interesa.

Distingue, entre varias etapas tectónicas, las siguientes de plegamiento:

1. Pliegues de dirección N 40 E formados durante el Trías (Trías superior, probablemente). "La formación de dichos pliegues en el nivel inferior tendría como consecuencia la formación de pliegues de tipo disarmónico y de brechas y pliegues de "slumping" sobre los anteriores. Finalmente, los materiales correspondientes al nivel superior se depositaron después de cesar los esfuerzos que crearon los pliegues de dirección N 40 E" (Aldaya, 1970, p. 166).

2. "Dentro de los niveles que constituyen las formaciones no carbonatadas existe un bien desarrollado sistema de pliegues de arrastre vergentes al N, de dirección media N 75-80 E, que aparecen a causa de los deslizamientos entre las distintas capas durante la tectónica de corrimiento" (op. cit., p. 168).

3. "Con posterioridad a la tectónica de corrimiento tiene lugar un plegamiento con direcciones medias de ejes N 5 E. Este plegamiento está acompañado de un notable desarrollo de pliegues de

arrastre y linealidad, de modo que ambos tipos de estructuras se disponen según esta misma dirección N 5 E" (op. cit., p. 176).

4. "Con posterioridad a este plegamiento, la región se pliega de nuevo, esta vez según ejes de dirección media aproximada N 70-90 E. Es el último de los plegamientos que han deformado las rocas de esta región. Es el "plegamiento de fondo" de Fontboté (1957)" (op. cit., p. 177).

### II.2.2. En Sierra de Gádor.

Por su parte, Orozco, simultánea e independientemente con mis trabajos al N, ha encontrado las siguientes etapas de plegamiento en el sector occidental de la Sierra de Gádor, si bien sus conclusiones se basan casi exclusivamente en los datos proporcionados por las estructuras menores.

1. "Parece confirmarse en la región estudiada la existencia del plegamiento, según ejes de dirección aproximada N 40 E. Su edad sería triásica, lo que coincide con lo puesto de manifiesto por Aldaya en el área situada al W del río Grande de Adra (Orozco, 1972, p. 334; cf. ps. 248 y 286).

2. "Se produce un plegamiento de dirección N 75 E, aproximadamente, que afecta a las superficies "s<sub>1</sub>" y "s<sub>0</sub>" (op. cit., p. 287; cf. p. 242).

3. "Después del plegamiento de dirección N 75 E, han tenido lugar otros plegamientos, cuyas direcciones, en la región estudiada, han sido N 135 E" (op. cit., p. 334; cf. ps. 243 y 278).

4. "N 30 E" (op. cit., p. 334; cf. ps. 242 y 281).

5. "y N 170 E, aproximadamente" (op. cit., p. 334; cf. ps. 242 y 281).

6. "Por último tiene lugar un plegamiento de gran radio, de dirección aproximada N 80 E, y una tectónica de distensión subsecuente" (op. cit., p. 335).

## III. ETAPAS DE PLEGAMIENTO AL NW DE SIERRA NEVADA

### III.1. ESTRUCTURAS MAYORES.

#### III.1.1. Generalidades.

Al realizar la cartografía geológica del sector comenzaron a encontrarse numerosos pliegues de diversas direcciones de ejes, de escala hectométrica a kilométrica; algunos son difícilmente cartogra-



fiabiles incluso a escala 1:50.000; en la figura 1 se ha exagerado la cuerda, en esos casos, para que fueran visibles a escala 1:200.000.

Un rasgo llamativo y bastante general es que la existencia de materiales incompetentes en la serie, filitas fundamentalmente, con su comportamiento disarmónico, ha condicionado toda la estructura; unas veces, originando despegues, en los que, incluso, pueden llegar a perderse por completo; otras, acumulándose en zonas determinadas y amortiguando hacia arriba los efectos de la compresión; ambos tipos de situaciones se encuentran ejemplarmente representados en la vertiente sur del Cerrejón.

La existencia de una milonita en la posición estratigráfica correspondiente a las filitas, que han quedado muy adelgazadas, ilustra la importancia de este comportamiento; la milonita, integrada por cantos de calizas y dolomías cementados con carbonato cálcico, de una coherencia notable (origina un resalte en el perfil de la ladera), puede llegar a alcanzar más de tres metros de potencia en algún punto. En este caso concreto parece verosímil achacar su existencia a las fricciones entre las calizas subyacentes y las suprayacentes en la etapa de corrimiento; no obstante, cabe la posibilidad de que se haya acentuado posteriormente.

Las condiciones mecánicas que crearon el anticlinal de este sector (N-S ya citado en II.1) fueron suficientemente acusadas como para plegar concéntricamente el paquete calizo de la Unidad Víboras; se originó un pliegue de 5 km. de cuerda (como mínimo, ya que son las fallas normales al eje las que hacen que se pierda por ambos extremos) y de 3 km. de flecha, que afecta a unos 300 m. (visibles) de calizas. Las filitas intercaladas a que he hecho alusión anteriormente se deslizaron y acumularon en los flancos del pliegue naciente, llegando a eliminarse casi de la charnela (como ya he dicho, podría existir previamente esta situación y acentuarse ahora); a ello se debe que los estratos superiores de calizas masivas y tableadas no se encuentren afectados por esta dirección de plegamiento más que ligeramente, apareciendo casi horizontales en la charnela y con buzamientos fuertes en los flancos.

En general también, se trata de pliegues con fuerte inclinación axial; esto se puede achacar, en la mayoría de los casos, al plegamiento de fondo N 80 E que, además, también ha condicionado movimientos gravitatorios similares a los ya citados; a ellos se deben los numerosos pliegues en rodilla y en

cascada en algún caso. Cabe pensar, sin embargo, que ya se habían dado con anterioridad estas situaciones como consecuencia de otras etapas de plegamiento (foto 17).

Las direcciones de estos ejes de pliegues mayores son: N 135 E, N 35 E y N-S, además de las correspondientes al N 40 E intratriásico, también encontrado.

La primera etapa de plegamiento, indudablemente, es la N 40 E intratriásica, puesto que las demás afectan a toda la serie de cada una de las unidades e incluso al conjunto de los mantos tal como actualmente se encuentran. La cronología relativa de las demás etapas ha sido establecida merced al estudio de las estructuras menores; será allí cuando se discuta ésta por lo tanto.

### III.1.2. Pliegues N 40 E.

Acerca de los pliegues N 40 E y los fenómenos a ellos ligados no se puede hacer un análisis exhaustivo, porque su presencia no reviste gran magnitud; pero se pueden presentar algunos hechos que confirman los datos proporcionados por Aldaya anteriormente (1969, 1970 a y 1970 b). Han sido estudiados casi exclusivamente en la Unidad de Las Víboras (Gallegos, 1971 a).

Encima de las filitas basales (tramo I, fig. 2), cuya potencia es muy variable según los puntos, debido a los fenómenos ya apuntados, se encuentra un paquete de calizas tableadas, calcosquistos en lechos muy finos y calizas masivas; pueden alcanzar, en total, una potencia de 300 m. (tramo 2, fig. 2). Todas ellas muestran pliegues de escala métrica a decamétrica e incluso hectométrica, de tipo concéntrico a similar (foto 1); en algunos casos se puede observar cómo estos pliegues afectan a algunos anteriores de "slumping" (fotos 2 y 3).

El testimonio más importante encontrado hasta el momento es el anticlinal tumbado de la central eléctrica de Diéchar. Se trata de un pliegue que pudo ser concéntrico y recto en principio, de una magnitud aproximada observable de 1 km. de cuerda por 1 km. de flecha; actualmente, la superficie axial se encuentra bastante inclinada al E (unos 45°) por la acción de la historia posterior. Se puede asignar a esta etapa sin dudas porque encima reposan unas dolomías sacaroides blancas (nivel 6'b, figura 2) en clara discordancia sobre él, bajo las filitas de la unidad tectónica superior.

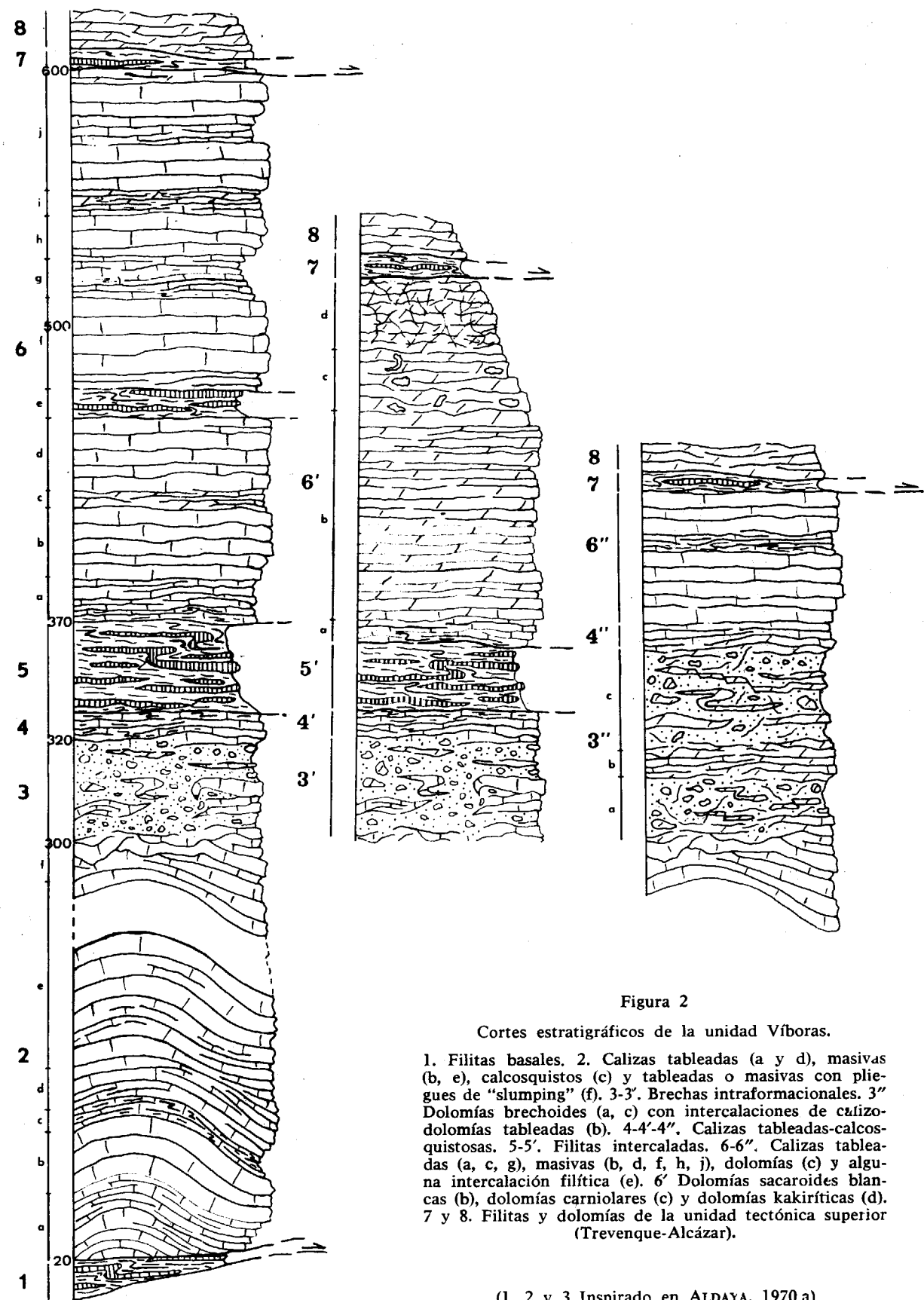


Figura 2

Cortes estratigráficos de la unidad Víboras.

1. Filitas basales. 2. Calizas tableadas (a y d), masivas (b, e), calcosquistos (c) y tableadas o masivas con pliegues de "slumping" (f). 3-3'. Brechas intraformacionales. 3'' Dolomías brechoideas (a, c) con intercalaciones de calizo-dolomías tableadas (b). 4-4'-4''. Calizas tableadas-calcosquistosas. 5-5'. Filitas intercaladas. 6-6''. Calizas tableadas (a, c, g), masivas (b, d, f, h, j), dolomías (c) y alguna intercalación filítica (e). 6' Dolomías sacaroides blancas (b), dolomías carniolares (c) y dolomías kakiríticas (d). 7 y 8. Filitas y dolomías de la unidad tectónica superior (Trevéque-Alcázar).

(1, 2 y 3 Inspirado en ALDAYA, 1970 a)



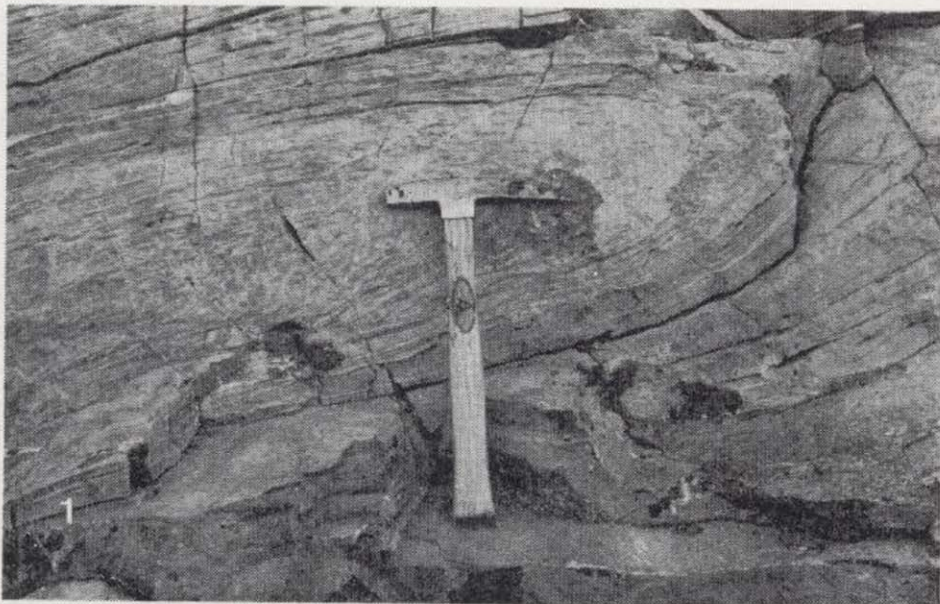


Foto 1

Anticlinal N 40 E en calizas del manto de Las Víboras (km. 30,5 carretera Granada-Veleta).

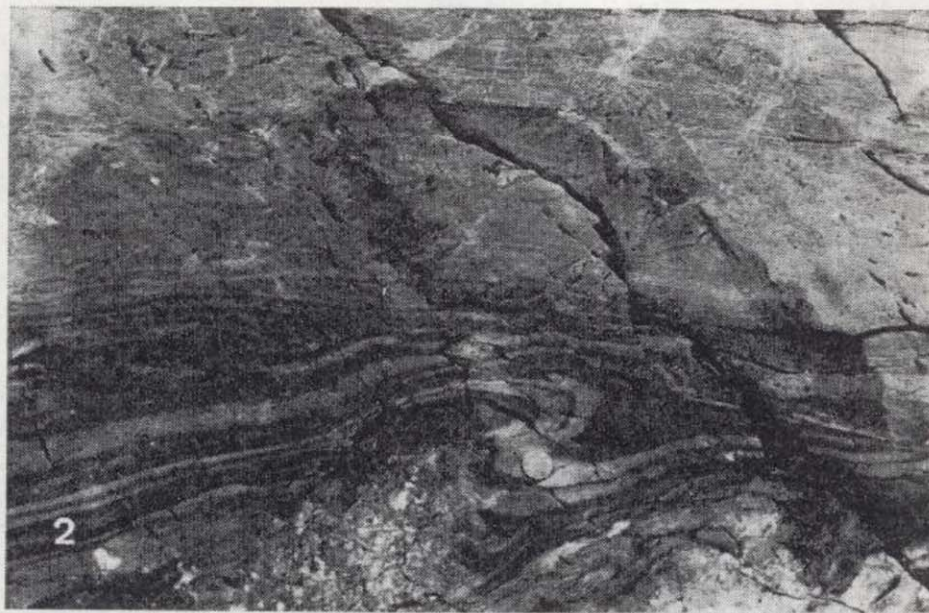


Foto 2

Pliegues de "slumping" y pliegues N 40 E en calizas del manto de Las Víboras (Dornajo: Carretera Granada-Veleta).



Foto 3

Pliegues en calizas de Trevenque-Alcázar (Cjo. Pozo Herrero).

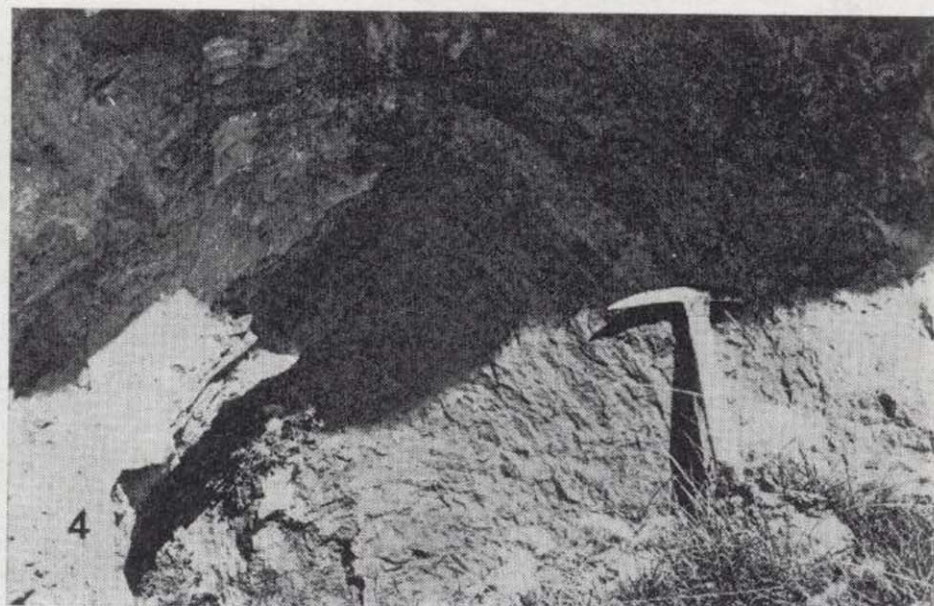


Foto 4

Pliegue en calizas tableadas del manto de Las Víboras (Collado "Matas Verdes"; La Cortichuela).



Foto 5

Brechas calizas con cantos dolomíticos asociadas al pliegue anterior, suprayacentes respecto de las calizas tableadas.

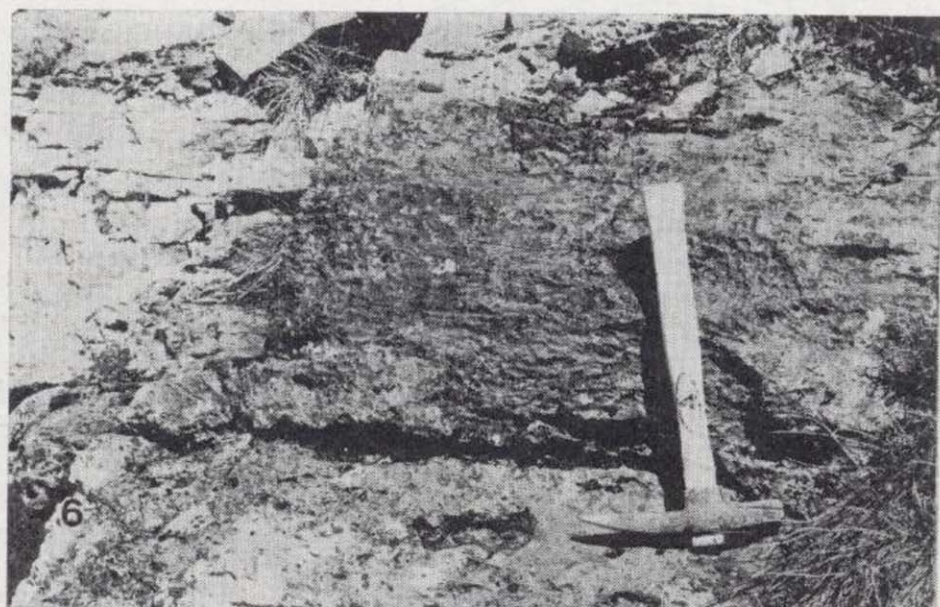


Foto 6

Bancos calizos que pasan lateralmente a brechas de origen sedimentario, ligadas a los fenómenos representados en 4 y 5.





Foto 1

Anticlinal N 40 E en calizas del manto de Las Víboras (km. 30,5 carretera Granada-Veleta).

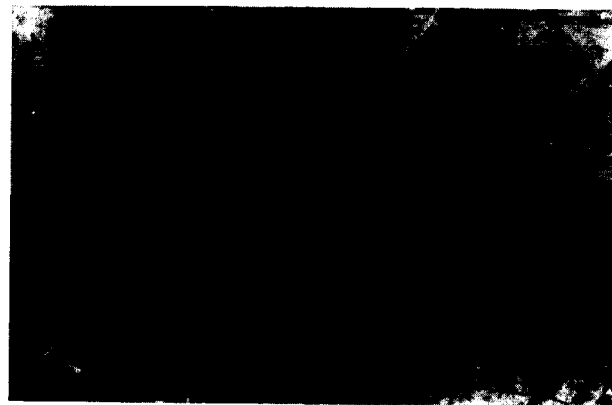


Foto 2

Pliegues de "slumping" y pliegues N 40 E en calizas del manto de Las Víboras (Dornajo; Carretera Granada-Veleta).



Foto 3

Pliegues en calizas de Trevenque-Alcázar (Cjo. Pozo Herrero).

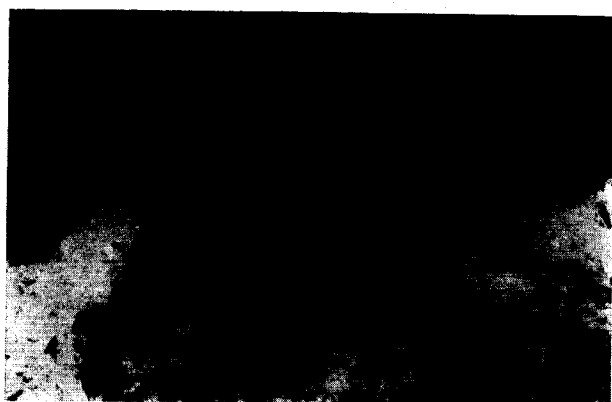


Foto 4

Pliegue en calizas tableadas del manto de Las Víboras (Collado "Matas Verdes"; La Cortichuela).

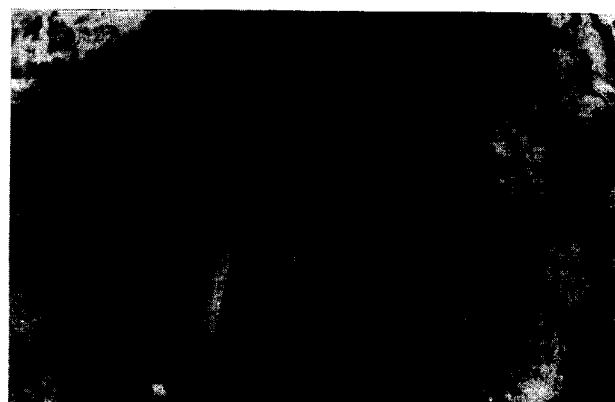


Foto 5

Brechas calizas con cantos dolomíticos asociadas a pliegue anterior, suprayacentes respecto de las calizas tableadas.



Foto 6

Bancos calizos que pasan lateralmente a brechas de origen sedimentario, ligadas a los fenómenos representados en 4 y 5.

Inmediatamente relacionado con este tramo 2, aparece un nivel de brechas intraformacionales (tramo 3, fig. 2); puede estar separado localmente por unos niveles de calizas tableadas que muestran pliegues de tipo disarmónico, pero faltan en la mayoría de los afloramientos. Estas brechas (fotos 4, 5 y 6) están constituidas por cantos calizos y dolomíticos trabados con cemento carbonatado; pueden ser localmente algo más detríticas, lo que confiere al nivel una mayor atacabilidad por los agentes morfogenéticos. Es sumamente fácil encontrar numerosas transiciones laterales de la brecha a los niveles calizos de potencias comprendidas entre 2 y 15 cm. (foto 6); también es frecuente que presenten una tonalidad rosada a rojiza que permite identificarlas con relativa facilidad en el paisaje. Los lugares de cómodo acceso en que afloran están próximos a La Cortichuela y en el camino a la central eléctrica de Díchar.

La potencia de este tramo 3 puede ser, como máximo, de unos 20 m. (foto 7).

En una posición, al parecer, similar a la de las brechas, se encuentran en otros cortes unos niveles de dolomías gris negras, brechoides, con rellenos de dolomías blancas, que recuerdan a la "franciscana" (Gallegos, 1971 c) (nivel 3", fig. 2).

El resto de la serie (tramos 4, 5 y 6) es muy complejo; está integrado por rocas muy diferentes, pero en ningún caso afectadas por los pliegues N 40 E que se observan en el tramo 2. En unos cortes aparecen encima calizas tableadas (4), filitas intercaladas (5) y calizas masivas con intercalaciones de tableadas, calcosquistos, filitas y dolomías (tramo 6, fig 2). En otros, calizas tableadas (4') asociadas o no a filitas (5') y dolomías sacaroideas blancas (6'b) y/o dolomías carniolares amarillas y/o dolomías gris-negras kakiríticas (6'c y 6'd). Finalmente, en otros sectores se encuentran dolomías brechoides (3''), calizas tableadas (4'') y calizas masivas con algunas intercalaciones (6'').

Conviene insistir en la observación de que prácticamente todos los cortes apuntados son sintéticos; la carencia de niveles guía y la complicación de la situación actual, hacen muy difícil establecer un corte estratigráfico de rigor indiscutible.

La potencia de los tramos 4-5-6 es muy variable; parece muy probable que lo fuera ya en origen (como también ocurre para el nivel 2); además, están cortados a niveles muy diferentes por la unidad alóctona superior, Trevenque-Alcázar (Gallegos, 1971 a);

se puede estimar hasta de unos 300 m. en algún caso.

### III.1.3. Plegamiento N 135 E.

Las formaciones carbonatadas de los diversos mantos muestran algunos pliegues de esta dirección de ejes que se pueden observar muy bien en diversos puntos de la región.

Debió ser un plegamiento importante puesto que va acompañado de numerosos pliegues de arrastre, "boudinage" e incluso superficies de esquistosidad localizadas, como se verá más tarde.

Los ejemplos más llamativos son los representados en las fotos 13 y 14 y un anticlinal de escala hectométrica (visible) encontrado en las proximidades de La Silleta del Padul, representados en la figura 1; hay también otros ejemplos, algunos de ellos representados en la figura 1.

### III.1.4. Plegamiento N 35 E.

Su dirección es muy similar a la de los pliegues intratriásicos; no cabe la posibilidad, sin embargo, de confundirlo con él, puesto que éste afecta a las superficies de corrimiento, como claramente se puede ver en las proximidades de Las Víboras. Es en este sector donde, tanto en la unidad de Las Víboras, como en la superposición Víboras-Trevenque, se pueden encontrar muestras patentes.

En la primera, un anticlinal que afecta a niveles de calizas masivas y tableadas; el anticlinal se pierde hacia arriba gracias al comportamiento disarmónico de las filitas intercaladas que se encuentran aquí (nivel 5, fig. 2); las calizas del último tramo de la serie en este sector se encuentran totalmente horizontales.

En la carretera forestal a S. Jerónimo es posible ver cómo la superficie de corrimiento Víboras-Trevenque se encuentra plegada según esta dirección también.

### III.1.5. Plegamiento N-S.

El ejemplo más llamativo de este plegamiento es el anticlinal ya referido con anterioridad que condiciona la existencia de los cerros Huenes, Monachil y Cerrajón, pero hay otros más pequeños ligados a él que afectan también a la unidad Víboras y a la superficie de corrimiento.



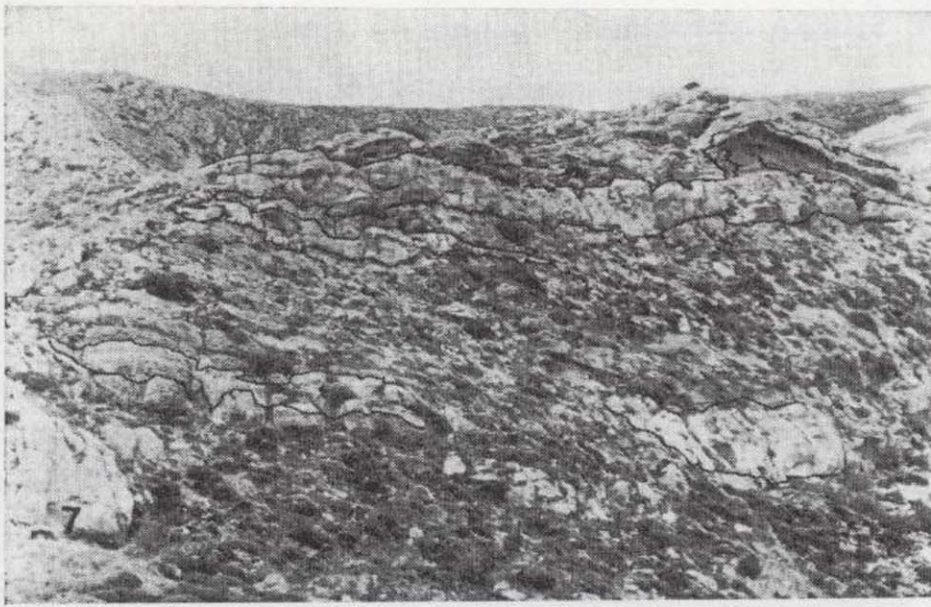


Foto 7

Aspecto general de las brechas sedimentarias en La Solana de la Dehesa (proximidades del Trevenque).

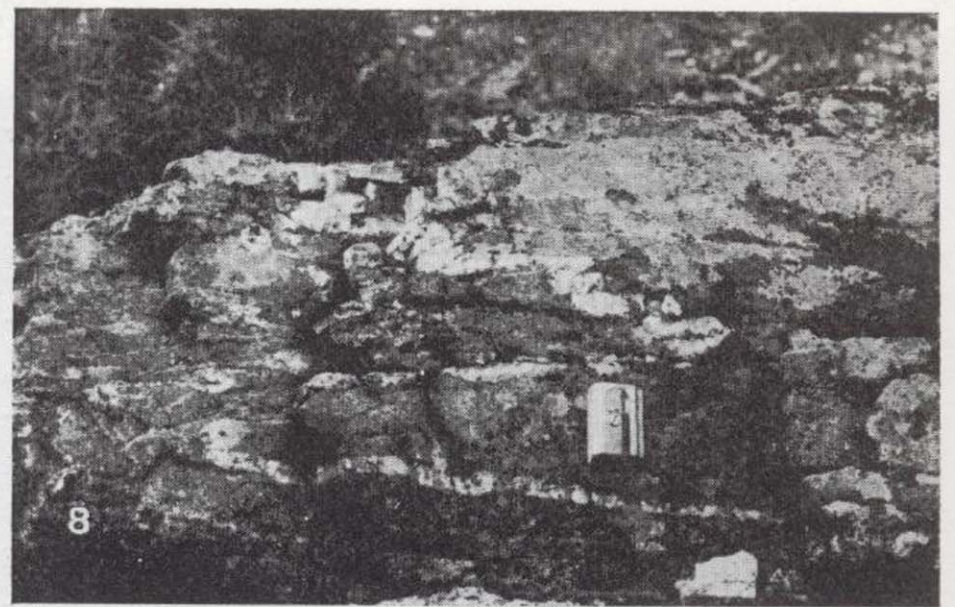


Foto 8

Filón de cuarzo plegado según la dirección N 85 E en micasquistos (carretera de Talará a Los Guájares, km. 13).

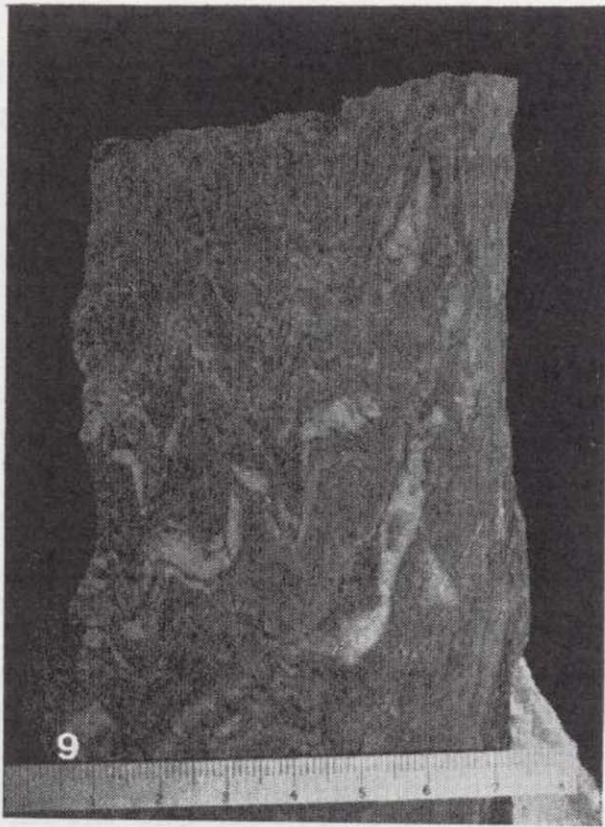


Foto 9

Pliegues menores en micasquistos con granate (carretera de Talará a los Guájares, km. 15).

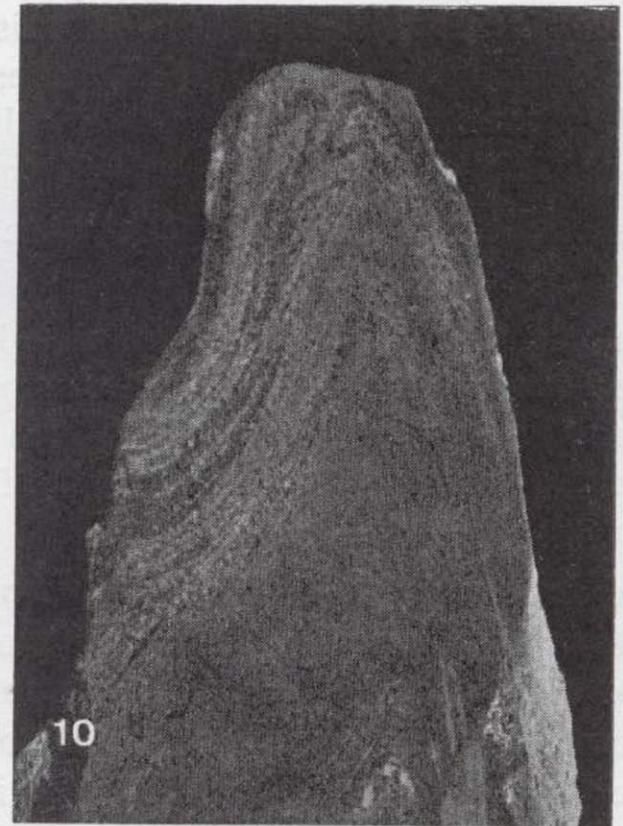


Foto 10

Pliegue en "gancho" en filitas verdes de Pinos del Valle. Dirección, N 80 E.

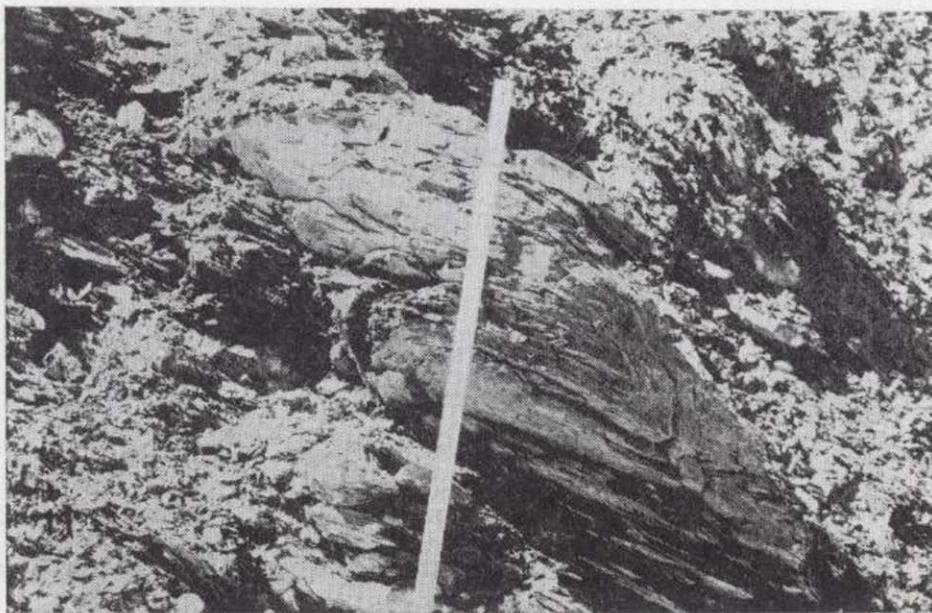


Foto 11

Pliegues N 85 E en niveles cuarcíticos, en las filitas del manto de Trevenque-Alcázar (ladera oriental del Trevenque; carretera forestal de La Cortichuela).



Foto 12

Pliegues de "slumping" y pliegues N 40 E intratriásicos afectados posteriormente por el plegamiento N 135 E, al que se debe el buzamiento y la dirección actuales.



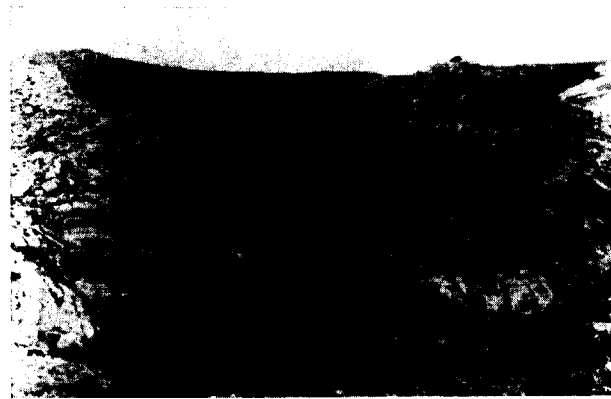


Foto 7

Aspecto general de las brechas sedimentarias en La Solana de la Dehesa (proximidades del Trevenque).

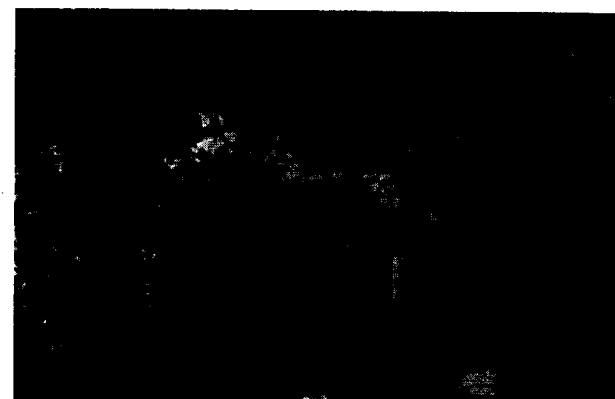


Foto 8

Filón de cuarzo plegado según la dirección N 85 E en micasquistos (carretera de Talará a Los Guájares, km. 13).



Foto 9

Pliegues menores en micasquistos con granate (carretera de Talará a los Guájares, km. 15).



Foto 10

Pliegue en "gancho" en filitas verdes de Pinos del Valle. Dirección, N 80 E.



Foto 11

Pliegues N 85 E en niveles cuarcíticos, en las filitas del manto de Trevenque-Alcázar (ladera oriental del Trevenque; carretera forestal de La Cortichuela).



Foto 12

Pliegues de "slumping" y pliegues N 40 E intratriásicos afectados posteriormente por el plegamiento N 135 E, al que se debe el buzamiento y la dirección actuales

### III.2. ESTRUCTURAS MENORES.

#### III.2.1. Generalidades.

Incluyo bajo esta denominación todas las estructuras y elementos estructurales de pequeñas dimensiones, métricas a centimétricas, medibles en el campo. Se pueden considerar, por tanto, pliegues de esta escala, "boudinage", linealidad, esquistosidad, etc.

Para el objeto que nos ocupa ahora me voy a referir a pliegues menores, a "boudinage" y a superficies de esquistosidad ( $s_2$  generalmente). También se incluyen algunos diagramas de medidas de dirección y buzamiento de plano axial de pliegues; el objeto de éstos es aportar datos sobre la vergencia de los mismos; sin perder de vista la posibilidad de que puedan formar parte de pliegues mayores (no visibles en el campo), parece aceptable pensar que si los resultados no muestran dispersión podrán ser considerados como probatorios.

Las estructuras menores han sido las que han permitido deducir el orden relativo de las diversas etapas de plegamiento, debido a sus relaciones mutuas. Gracias a este análisis se pueden establecer varias conclusiones.

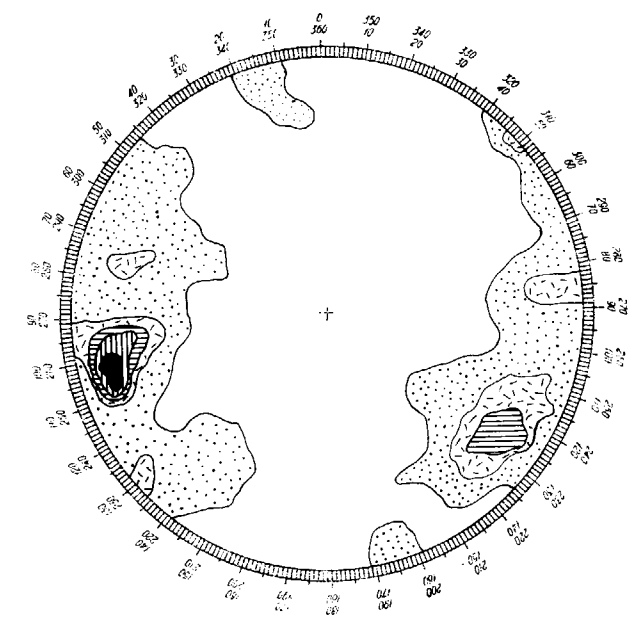
En primer lugar, en el área estudiada no he encontrado estructuras que indiquen de modo irrefutable que tienen edad prealpina. No afirmo, sin embargo, que los materiales más antiguos no fueron deformados hasta el ciclo alpino (los estudios microscópicos parecen indicar justo lo contrario). Lo único que quiero precisar ahora es que entre las estructuras estudiadas por mí en este área no he encontrado casos que aparezcan claramente de dicha edad prealpina.

En segundo lugar, que el primer plegamiento pos-triásico es el singenético de los corrimientos, desdoblado en dos etapas importantes como mínimo; la razón de esta afirmación se encuentra basada en dos tipos de observaciones:

a) Las superficies de corrimiento actuales cortan a la esquistosidad  $s_2$  según ángulos variables y decapitan algunos pliegues menores N 80 E, anteriores, por lo tanto, a la traslación representada por esas superficies. Parece indudable que es necesaria alguna carga para que se desarrolle un metamorfismo con esquistosidad y con una paragénesis bien definida; por otra parte, estos materiales no parecen haber soportado nunca un peso importante de otros más modernos. Es necesario aceptar, en consecuencia, una etapa de traslación anterior a la que

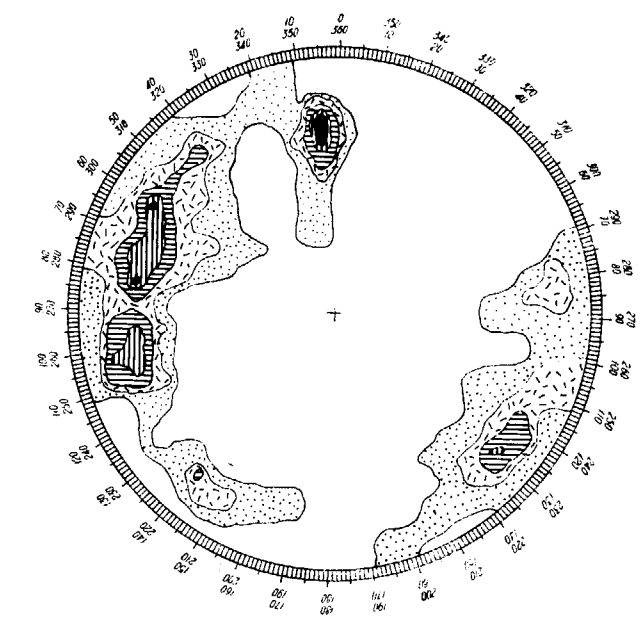
ha originado la situación actual; en esto coincido con Aldaya (1970 b, págs. 167-168).

b) He encontrado en las filitas del manto de



D 1

Contornos de 0,3, 4,8, 12 y 16 %.



D 2

Contornos de 0,6, 2, 4, 6, 8 y 10 %.

Alcázar (proximidades de Pinos del Valle), pliegues N 80 E plegados a su vez en la misma dirección (foto 10). Que el responsable pueda ser el plega-



miento "de fondo", queda desechado rápidamente sin discusión. No queda más solución que aceptar que el plegamiento N 85 E concomitante con las traslaciones ha tenido dos etapas importantes.

Finalmente, las estructuras de corrimiento N 85 E se encuentran afectadas por todas las demás que se han encontrado; esto se puede ver claramente allí donde la linearidad de esta dirección está plegada en la dirección de los plegamientos posteriores; o allí donde las vergencias de los pliegues similares de esta dirección (en micasquitos, sobre todo, y en filitas y cuarcitas), cambian de sentido de uno a otro flanco de un pliegue que los afecta.

Estos mismos criterios son los que se han utilizado para establecer la cronología relativa de las demás etapas de plegamiento igualmente.

De acuerdo con todo ello, creo estar en condiciones de sostener que el orden ha sido el siguiente:

1. Plegamiento intratriásico N 40 E, ya estudiado.
2. Plegamiento N 85 E, de corrimiento, en dos etapas.
3. Plegamiento N 135 E, muy importante.
4. Plegamiento N 35 E, distinto de 1 por cuanto afecta a las superficies de corrimiento.
5. Plegamiento N-S, muy importante.
6. Plegamiento N 80 E "de fondo", sin estructuras menores; dejó abierta la cuestión de la probable existencia de diaclasas singenéticas de este plegamiento.

### III.2.2. Estructuras menores en micasquitos y cuarcitas (Unidad de Fuente Piedra).

Se presentan varios diagramas de medidas en estos materiales. El primero, de 286 medidas de direcciones de ejes de pliegues, distribuidas de la siguiente forma:

- a) 30, en las proximidades de Agrón (carretera de Granada a Alhama por Los Bermeales);
- b) 116, en las proximidades del cortijo de Fuente Piedra (carretera de Granada a Almuñécar por el Suspiro del Moro);
- c) 140, en la carretera de Talará a Los Guájares.

Las conclusiones son evidentes; han quedado perfectamente registradas las etapas 2 y 3 y bastante

claras, aunque menos definidas, las 4 y 5 (fotos 8 y 9).

El segundo diagrama se ha realizado con 162 medidas de ejes de "boudinage" tomadas de la siguiente forma:

- a) 2, en las proximidades de Agrón;
- b) 50, en la carretera de Almuñécar;
- c) 110, en la carretera a Los Guájares.

Este diagrama es quizá más elocuente incluso que el anterior. Se aprecia un máximo perfectamente definido en N 175 E que correspondería a la etapa 5; otros máximos correspondientes al N 135 E (etapa 3) y al N 85 E (etapa 2); la etapa 4 (N 35 E) aparece bien definida aunque con menos intensidad.

Ambos diagramas muestran cierta dispersión que parece fácilmente explicable por la acción, por lo menos, del abombamiento final de Sierra Nevada (etapa 6) y de las fracturas de distensión posteriores (foto 18).

El tercer diagrama, de superficies de esquistosidad, se ha realizado con 235 medidas:

- a) 35 tomadas en la carretera de Almuñécar y
- b) 200 tomadas en la carretera a Los Guájares.

Se aprecia con claridad la etapa 2; algunas medidas 120-140 han quedado disimuladas dada su escasez comparativa con las correspondientes a las medidas N 85 E. Es interesante notar que la mayoría de las superficies buzcan al S; ello es significativo teniendo en cuenta que las medidas se han hecho al azar, sin ningún criterio de selección (como en todos los diagramas).

### III.2.3. Estructuras menores en filitas (mantos de Tablete-Cástaras y Trevenque-Alcázar, Gallegos, 1971 a).

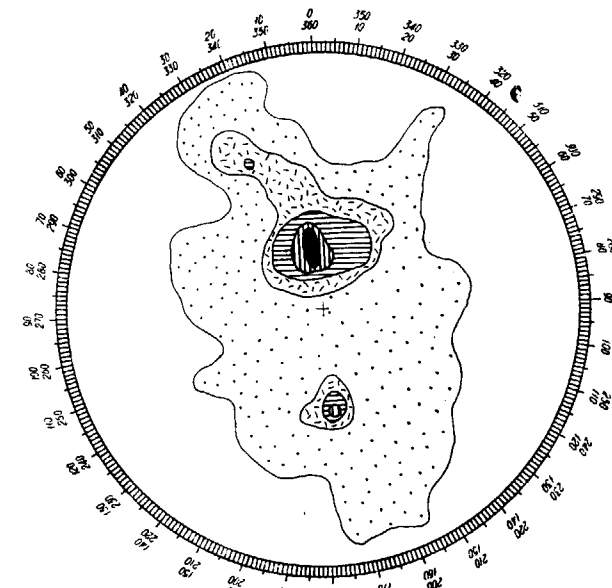
El diagrama de ejes de pliegues (D 4) se ha realizado con 221 medidas (foto 11).

- a) 90 en la carretera a Motril; 53 en el manto de Cástaras y 37 en el de Alcázar;
- b) 40 en Lanjarón, en el manto de Cástaras;
- c) 55 en la ladera occidental del río Tablete, en el manto de Alcázar.
- d) 30 en las proximidades de Pinos del Valle (Alcázar);
- e) 6 en las proximidades de La Cortichuela (Alcázar).

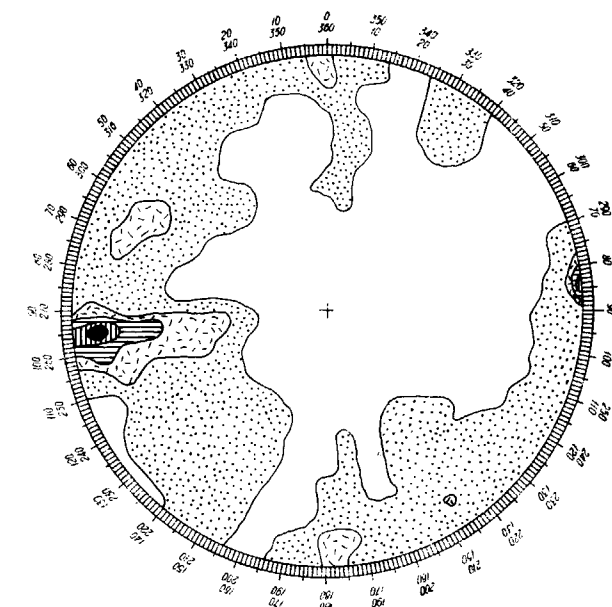
Se pueden considerar representadas todas las etapas, aunque los máximos son muy bajos en relación con el correspondiente al N 85 E.

El diagrama 5, de ejes de "boudinage", se ha elaborado a partir de 87 medidas solamente:

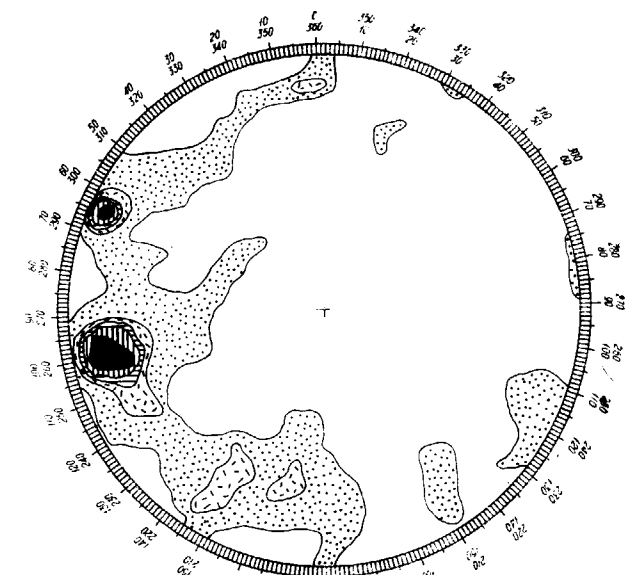
- a) 46 en la carretera de Motril; 16 en el manto de Cástaras y 30 en el de Alcázar;



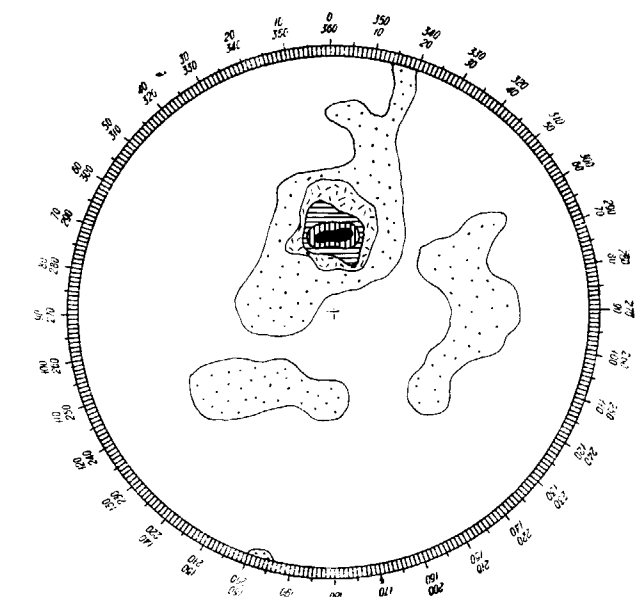
D 3  
Contornos de 0,5, 3,5, 5,5, 7,5, 9,5 y 11,5 %.



D 4  
Contornos de 0,5, 4, 8, 11, 14 y 17 %.



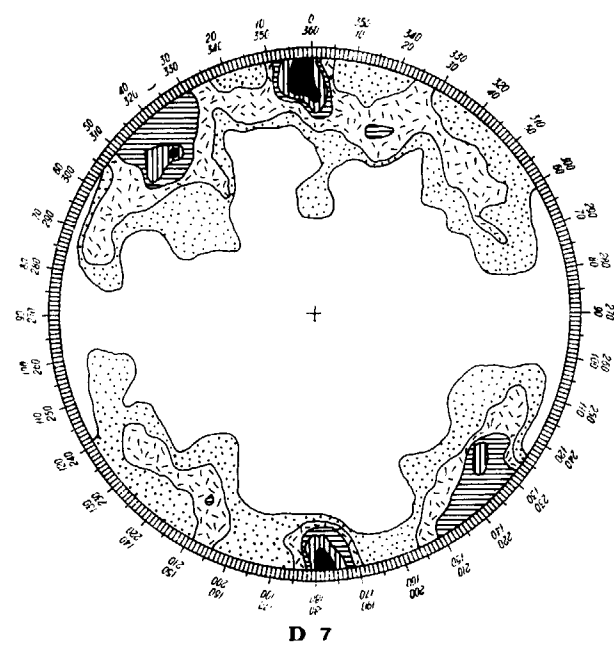
D 5  
Contornos de 1, 4, 7,5, 10,5, 13,5 y 16,5 %.



D 6  
Contornos de 1, 8, 16, 24, 32 y 40 %.

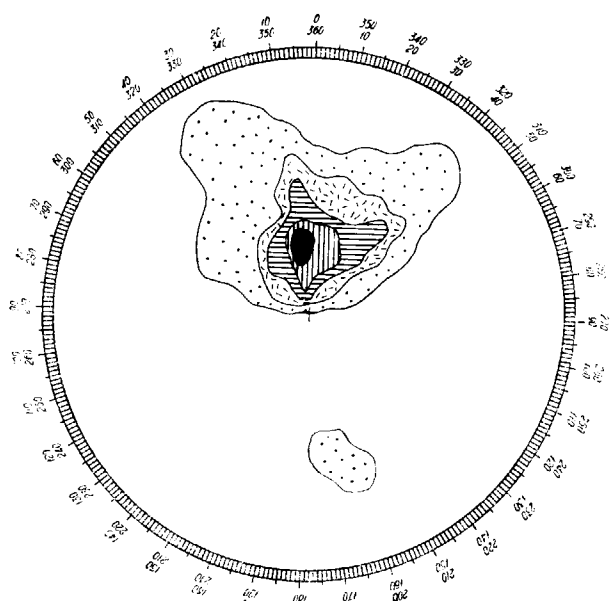
- a) 8 en las proximidades de Lanjarón (Cástaras);
- b) 8 en las proximidades de Lanjarón (Cástaras);
- c) 20 en la ladera del río Tablete (Alcázar);
- d) 9 en las proximidades de Pinos del Valle (Alcázar);





D 7

Contornos de 0,5, 2, 4, 6, 8 y 10 %.



D 8

Contornos de 0,5, 5, 9, 13, 17 y 21 %.

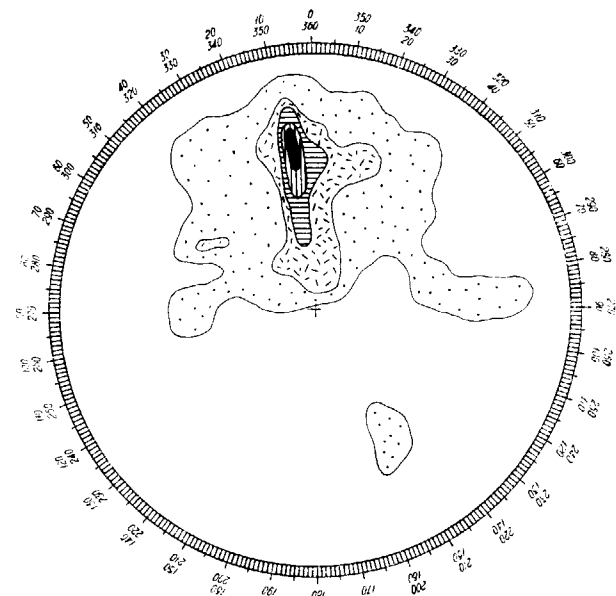
e) 4 en las proximidades de La Cortichuela (Alcázar).

Quedan bien definidas las etapas 2, 4 y 5.

Finalmente, el diagrama de superficies de esquistosidad (D 6), consta de 100 medidas:

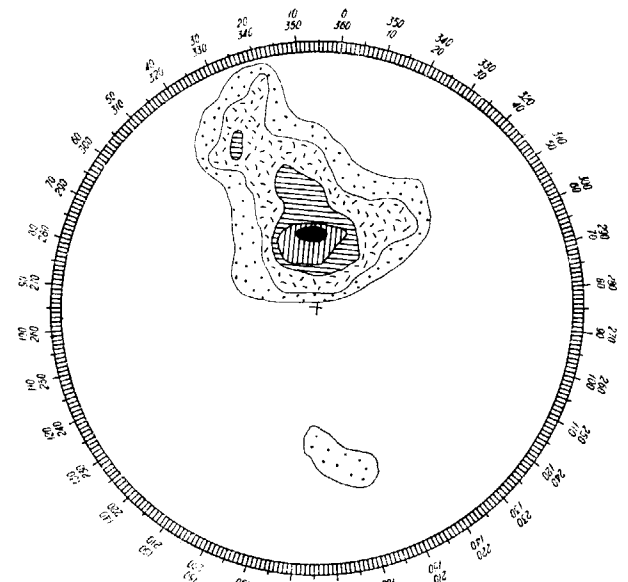
- a) 2 en las proximidades de Lanjarón (Cástaras);
- b) 85 en las proximidades de Pinos del Valle (Alcázar);
- c) 13 en la ladera del río Tablate (Alcázar).

Las conclusiones son similares a las obtenidas a partir del diagrama correspondiente de micasquistos y cuarcitas.



D 9

Contornos de 0,3, 4, 8,5, 13,5, 16,5 y 20,5 %.



D 10

Contornos de 1, 4,5, 8,5, 12,5, 16,5 y 21 %.



Foto 13

Sinclinal N 120 E en las calizas del manto de Trevenque-Alcázar (carretera forestal de San Jerónimo).

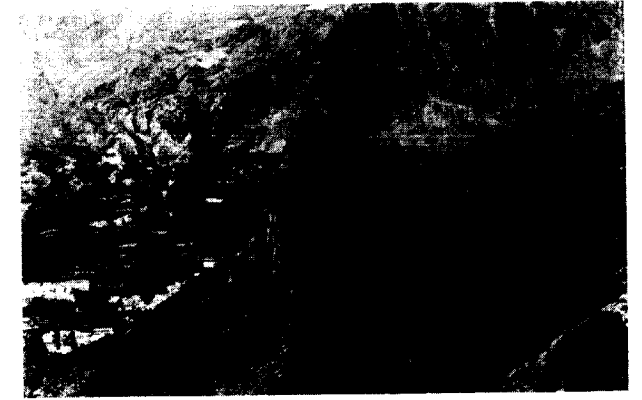


Foto 14

Anticlinal N 135 E en calizas del manto de Las Víboras, inclinado posteriormente (mirador de Güejar Sierra, carretera de Granada al Veleta).

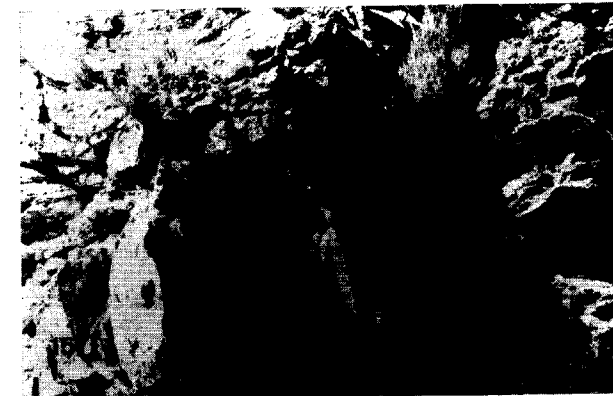


Foto 15

Pliegues menores N 40 E postmanto (?) en las calizas del manto de Las Víboras (carretera Granada-Veleta, kilómetro 15,8).

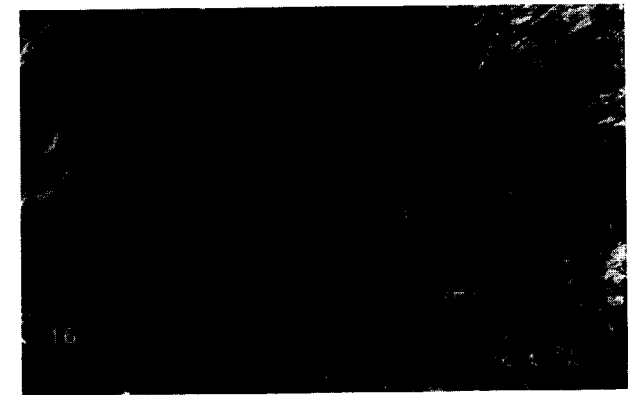


Foto 16

Pliegues menores N 5 E en las proximidades de los anteriores.



Foto 17

Calizas de Las Víboras deslizadas sobre sus filitas basales como consecuencia del abombamiento N 80 E de Sierra Nevada.



Foto 18

Superficie de corrimiento Fuente Piedra-Trevenque, debajo del vértice Pueblo, que ha actuado como falla normal N 80 E.



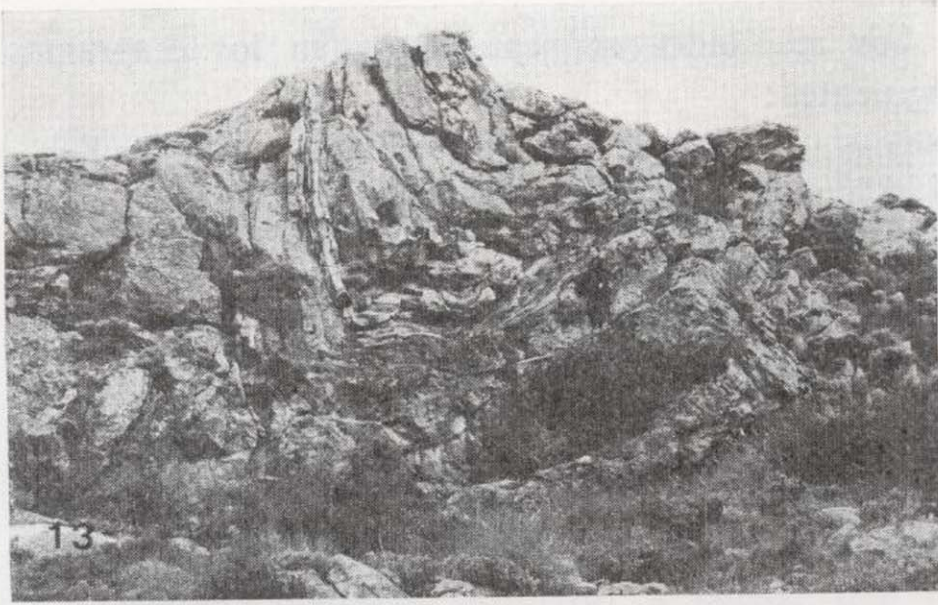


Foto 13

Sinclinal N 120 E en las calizas del manto de Trevenque-Alcázar (carretera forestal de San Jerónimo).

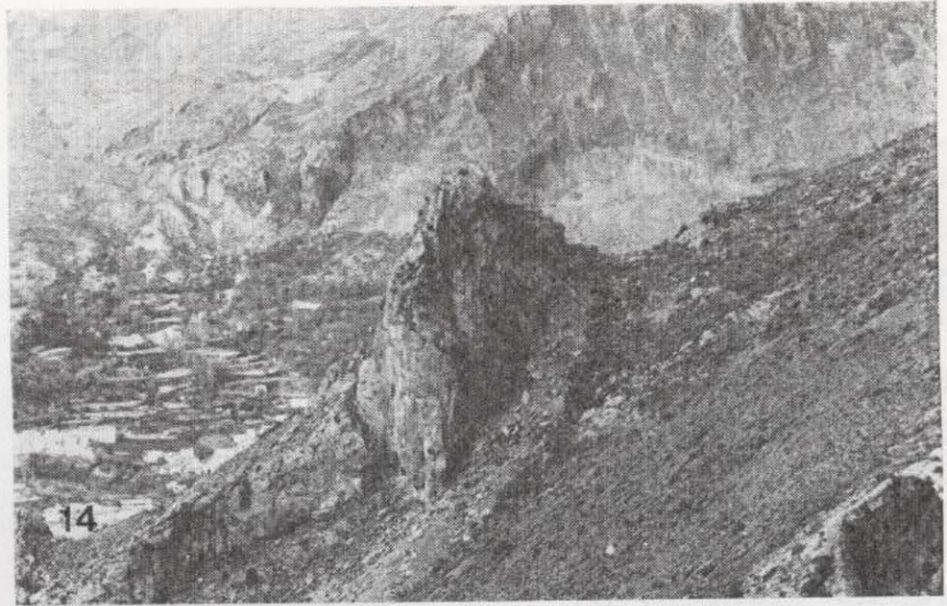


Foto 14

Anticlinal N 135 E en calizas del manto de Las Víboras, inclinado posteriormente (mirador de Güejar Sierra, carretera de Granada al Veleta).



Foto 15

Pliegues menores N 40 E postmanto (?) en las calizas del manto de Las Víboras (carretera Granada-Veleta, kilómetro 15,8).



Foto 16

Pliegues menores N 5 E en las proximidades de los anteriores.



Foto 17

Calizas de Las Víboras deslizadas sobre sus filitas basales como consecuencia del abombamiento N 80 E de Sierra Nevada.

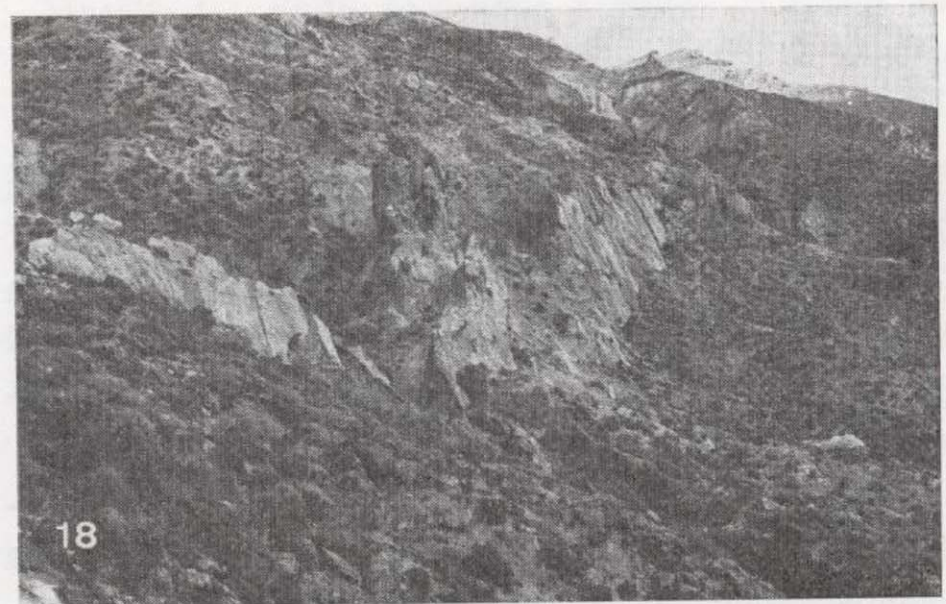


Foto 18

Superficie de corrimiento Fuente Piedra-Trevenque, debajo del vértice Pueblo, que ha actuado como falla normal N 80 E.



## III.2.4. Estructuras menores en calizas (Viboras).

La especial conservación de las calizas de esta unidad me ha permitido tomar también medidas de pliegues en número suficiente como para que el diagrama resulte válido (D 7); las medidas de "boudinage" son menos y no han permitido hacer un diagrama, aunque espero poder ampliarlo. La distribución es la siguiente:

- a) 20 en las laderas del Arroyo Huenes, proximidades de La Cortichuela y del Hervidero;
- b) 129 en la carretera de Granada al Veleta, desde el km. 17 al km. 30;
- c) 49 siguiendo el tranvía de la sierra, desde el barranco Ligerero hasta Güejar Sierra.

El interés del diagrama resalta rápidamente. En primer lugar, porque no aparece la dirección de corrimiento (etapa 2); se puede deber al comportamiento altamente plástico de las filitas, que han amortiguado los esfuerzos en gran medida; más importante aún sería el hecho de que la traslación de esta unidad no haya sido tan grande como en las otras; esto no quiere decir que no hayan sido afectadas en absoluto, puesto que los calcosquistos y filitas intercaladas muestran esquistosidad incipiente de micropliegues.

Además, es interesante porque muestra un buen registro de todas las demás etapas de plegamiento, con un máximo muy marcado para la etapa 5 y otros bien definidos para las etapas 3 y 4 (fotos 12, 15 y 16).

## III.3. VERGENCIA DE ESTOS PLEGAMIENTOS.

Las estructuras mayores, en general, no permiten deducir nada acerca de la vergencia de los pliegues; solamente en el caso del sinclinal representado en la foto 9 se puede pensar que la vergencia sea hacia el N puesto que el flanco N está prácticamente vertical, mientras que el S buza solamente 40° N.

Para tratar de obtener más datos sobre este problema, se han ido midiendo los buzamientos de los planos axiales de los pliegues menores simultáneamente con las demás medidas; también se ha anotado qué medidas de esquistosidad eran de plano axial entre todas las tomadas, con objeto de utilizarlas ahora igualmente.

Los resultados se representan en los diagramas siguientes:

Diagrama 8. 247 medidas de buzamiento de plano axial de pliegues menores en micasquistos y cuarcitas, tomadas así:

- a) 3 en Agrón;
- b) 107 en la carretera de Almuñécar;
- c) 137 en la carretera a Los Guájares.

La vergencia hacia el N aparece sin discusión.

Diagrama 9. 139 medidas de buzamiento de plano axial de pliegues en filitas de Cástaras y de Alcázar:

- a) 84 en la carretera de Motril; 49 en las filitas de Cástaras y 35 en las de Alcázar;
- b) 12 en Lanjarón (Cástaras);
- c) 16 en el río Tablate (Alcázar);
- d) 26 en Pinos del Valle (Alcázar);
- e) 1 en La Cortichuela (Alcázar).

La vergencia al N es evidente.

Se podría objetar, como ya he comentado anteriormente, que se ignoran las relaciones completas de estos pliegues menores con otros mayores que podrían cambiar el razonamiento (aunque se han buscado, no se han encontrado en el campo).

De todas formas, parece claro que un número tan elevado de medidas, todas vergentes hacia el N, tomadas en diferentes puntos y materiales y totalmente al azar, no puede ser fruto de la casualidad; no autoriza tampoco a pensar que han quedado siempre disimuladas y alteradas sustancialmente sus disposiciones primitivas.

En apoyo de este punto de vista vienen también los datos de esquistosidad de plano axial, evidentemente bastante menores en número. Sólo ha sido posible encontrar datos en micasquistos y cuarcitas en número suficiente como para elaborar un diagrama realmente expresivo. Se ha realizado con 95 medidas (D 10) tomadas:

- a) 20 en la carretera de Almuñécar;
- b) 75 en la carretera a Los Guájares.

Los resultados, como ya he avanzado, indican una vergencia al N en lo que a los corrimientos se refiere.

## IV. CONCLUSIONES

De acuerdo con los análisis anteriores, se pueden presentar las siguientes conclusiones, para la región estudiada:

1. Se distinguen 6 etapas de plegamiento.
2. Los pliegues N 40 E intratriásicos se han realizado sin cese de la sedimentación, durante el Triás superior probablemente.
3. Los datos acumulados para la región hasta ahora, parecen autorizar a pensar que los pliegues intratriásicos se deben a una etapa compresiva, si bien su amplitud puede no ser muy grande.
4. El plegamiento más aparente, en estructuras de detalle, es el N 85 E, relacionado con los corrimientos y realizado en dos etapas importantes por lo menos.
5. Los plegamientos N 135 E, N 35 E y N-S son todos posteriores a la superposición actual de los mantos.
6. El plegamiento N 135 E ha sido quizá el más intenso, con desarrollo de numerosas estructuras menores y de superficies de esquistosidad.
7. El plegamiento N-S es también bastante intenso, con desarrollo de pliegues de arrastre y "boudinage".
8. El plegamiento N 35 E posterior a los corrimientos es relativamente suave en comparación con los anteriores; pero parece haber originado alguna falla inversa que cabalga la Unidad Viboras sobre la Trevenque-Alcázar.
9. El orden relativo de estas etapas posteriores a la estructura en mantos es el siguiente: N 135 E, N 35 E y N-S.
10. La última etapa de plegamiento es la correspondiente al N 80 E "de fondo" citado, que abomba toda Sierra Nevada.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Profesor Fontboté la lectura y crítica del manuscrito. Igualmente agradezco al Profesor Aldaya sus observaciones y orientaciones sobre el plegamiento intratriásico.

## BIBLIOGRAFIA

- ALDAYA, F.: *Los mantos Alpujarrides al S de Sierra Nevada*. "Tesis Univ. de Granada (mem. inéd.)" (1969).
- ALDAYA, F.: *Pliegues triásicos en la Sierra de Lújar. Zona Bética, prov. de Granada (nota preliminar)*. "Bol. Geol. y Min", t. LXXXI-VI, págs. 593-600 (1970 a).
- ALDAYA, F.: *La sucesión de etapas tectónicas en el dominio Alpujarride (Zona Bética, prov. de Granada)*. Guad. Geol. Univ. Granada, n. 1, págs. 159-181 (1970 b).
- ALDAYA, F.; FONTBOTÉ, J. M., y GARCÍA-DUEÑAS, V.: *Brechas intraformaciones y pliegues de "sumping" en el dominio Nevado-Filábride (Zona Bética, prov. de Granada)*. "Cuad. Geol. Univ. Granada", n. 1, págs. 117-122 (1970).
- BOULIN, J.: *Etudes géologiques dans les zones internes des Cordillères Bétiques de Málaga a Motril (Espagne meridionale)*. Thèse. París (1968).
- BROUWER, H. A.: *The structure of the Sierra Nevada*. "Proc. Kon. Ned. Akad. v. Met.", vol. XXIX, págs. 878-882 (1926 c).
- COMAS, M. C.: *Estudio geológico del borde occidental de Sierra Nevada (sector de Nigüelas)*. "Tesis de Licenciatura. Granada" (Resumen publicado en 1970, "Guad. Geol. Univ. Granada", págs. 39-43) (1964).
- COPPONEX, J. P.: *Observations géologiques sur les Alpujarrides occidentales (cord. bétiques, Espagne)*. Thèse. Genève (1958).
- FALLOT, P.: *Les Cordillères Bétiques*. "Est. Geol. v. IV, páginas 259-279 (1948).
- FALLOT, P.; FAURE-MURET, A.; FONTBOTÉ, J. M., y SOLÉ-SABARÍS, L.: *Profil geologique à travers le massif du Veleta (Sierra Nevada, Andalousie)*. "C. R. Acad. Sc.", v. 248, págs. 3.247-3.252 (1955).
- FERNEX, F.: *L'origine probable de certains éléments structuraux des zones internes des Cordillères Bétiques orientales (Espagne méridionales)*. "Bull. Soc. Géol. France", v. 7, págs. 511-520 (1965).
- FONTBOTÉ, J. M.: *Tectoniques superposées dans la Sierra Nevada (Cord. Bétiques, Espagne)*. "C. R. Ac. Sc", 245, págs. 1.324-1.326 (1957).
- GALLEGOS, J. A.: *Geología del borde NW de Sierra Nevada (zona del Trevenque)*. Tesis de Licenciatura. Granada. Mem. inéd. (1965).
- GALLEGOS, J. A.: *Los Alpujarrides al NW de Sierra Nevada (Cordilleras Béticas)*. Nota preliminar. "Cuad. Geol. Univ. Granada, n. 2, págs. 3-14 (1971 a).



- GALLEGOS, J. A., y ARANA, R.: *Petrología y mineralizaciones de la Unidad de las Víboras*. "Cuad. Geol. Univ. Granada, n. 2. págs. ... (1971 c).
- JACQUIN, J. P.: *Contribution à l'étude géologique et minière de la Sierra de Gádor (Almería, Espagne)*. Thèse. Nantes (1970).
- OROZCO, M.: *Los Alpujárrides en Sierra de Gádor occidental (provincia de Almería)*. "Cuad. Geol. Univ. Granada, n. 1, págs. 61-63 (1970 b).
- OROZCO, M.: *Los Alpujárrides en la Sierra de Gádor occidental (provincia de Almería)*. "Cuad. Geol. Univ. Granada, n. 1, págs. 107-115 (1970 c).
- OROZCO, M.: *Los Alpujárrides en Sierra de Gádor occidental. Tesis. Granada (1972)*.
- PUGA, E.: *Invertigaciones petrológicas en Sierra Nevada occidental (Cordilleras Béticas, España)*. Tesis. Granada (1971).
- ROMÁN, M. L.: *Estudio geológico de las laderas occidentales de Sierra Nevada en el sector de Talará y parte adyacente del valle de Lecrín*. Tesis de Licenciatura. Granada. Mem. inéd. (1964).
- VERA, J. A. ,y GONZÁLEZ-DONOSO, J. M.: *Estudio geológico de una parte de las laderas NW de Sierra Nevada (Granada)*. "Not. y Com. IGME", n. 78, págs. 93-124 (1965).

Recibido: 12-X-1972



## Aspectos geológicos de una zona del alto río Pampas. Huancavelica - Ayacucho (Perú)

Por F. FERNANDEZ RUBIO (\*)

### RESUMEN

En abril de 1966, las empresas consultoras españolas EDES y EPTISA contrataron con el Gobierno del Perú el estudio de factibilidad denominado "Derivación del río Pampas y planificación agrícola e industrial del sector Ica-Nazca", en relación con el cual fue necesario realizar una serie de trabajos de ingeniería geológica. Se presentan aquí algunos de los datos obtenidos en tales trabajos de una de las áreas afectadas por este transvase, que tiene por objeto llevar aguas de la cuenca atlántica andina a la costa pacífica.

En la zona cartografiada se ha distinguido una serie compuesta por calizas mesozoicas seguidas de un nivel de andesitas alteradas y de areniscas de facies continental y otra serie volcánica compleja cretácico-terciaria, que se ha denominado Serie Ignimbrítica. Fossilizando el relieve preexistente quedan los restos del vulcanismo terciario-cuaternario, compuesto por tobas y andesitas.

Se describen las estructuras y varios fenómenos geomorfológicos existentes en la zona: deslizamientos, derrumbamientos y capturas.

El estudio va precedido de algunas consideraciones geológicas generales que permiten relacionar la zona con la evolución del geosinclinal andino peruano.

### SUMMARY

In April 1966, two Spanish Firms of Consulting Engineers —EDES and EPTISA— were contracted by the Peruvian Government to perform the feasibility study concerning "The Diversion of the River Pampas and the Agricultural and Industrial Planning of the Ica-Nazca Region", which necessarily involved a number of geological surveys. Herein contained are the data and results of the investigations performed in one of the areas affected by the scheme, whose principal purpose was the transference of water from the Atlantic catchment basin of the Andes range over to the Pacific Coast.

In the area which was duly mapped, it was possible to observe a composite series consisting of mesozoic limestones, weathered andesites and sandstones with a continental facies, as well as a further complex Tertiary-Cretaceous volcanic series which was later designated as the Ignimbrite series. Once the previous relief was eventually fossilized, there remained only the traces of previous Tertiary-Quaternary volcanic activity in the form of tuffs and andesites.

There is a description of the structures and several other geomorphological phenomena observed in the area: rockfalls, landslides and stream-piracy.

The present study is preceded by various general geological considerations, linking the project-area to the evolution and development of the major geosyncline of the Peruvian Andes.

(\*) Dr. Ingeniero de Minas.



## ÜBERBLICK

Im April des Jahres 1966 schlossen die beiden spanischen Ingenieursfirmen EDES und EPTISA einen Vertrag mit der peruanischen Regierung über Realisierbarkeitsuntersuchungen mit dem Namen "Umleitung des Flusses Pampas im Hinblick auf die landwirtschaftliche und industrielle Planung des Gebietes Ica-Nazca". Im Zusammenhang mit diesen Studien wurden eine Reihe von geologischen Ingenieursarbeiten notwendig.

Es sollen hier einige der Daten vorgestellt werden, zu denen diese Untersuchungen in einem der Gebiete führten, das von dieser Umleitung betroffen ist, deren Zweck es ist, Wasser aus dem atlantischen Andenbecken an die pazifische Küste zu führen.

Man hat in der Zone der Kartographie eine Serie festgestellt, die sich aus mesozoischen Kalkgesteinen zusammensetzt, denen eine Schicht aus alterierten Andesiten und Sandstein mit Kontinentalcharakter folgt, sowie noch eine recht komplexe vulkanische Serie aus dem Kreide-Tertiär, die man mit dem Namen "Ignimbritische" belegt hat. Bei der Fossilisierung des vorhandenen Reliefs verbleiben die Reste des tertiären Quartärvulkanismus aus Tuff und Andesitgestein.

Es werden die Strukturen und verschiedene geomorphologische Erscheinungsformen des Gebietes wie Erdrutsch, Umbruch und Fluvialerfassung beschrieben.

Der Studie gehen einige allgemeine geologische Betrachtungen voraus, die es erleichtern sollen, die Zone im Zusammenhang mit der Evolution der Geosynklinalen in den den peruanischen Anden zu sehen.

## RESUME

En avril 1966, les entreprises-conseil EDES et EPTISA passèrent un contrat avec le Gouvernement du Pérou pour l'étude de faisabilité appelée "Déviation de la Rivière Pampas et Planification Agricole et Industrielle du Secteur Ica-Nazca". Pour cela, il fut nécessaire d'effectuer un ensemble de travaux de génie géologique. On présente ici quelques-unes des données obtenues au cours de ces travaux concernant une des aires affectées par ce transvasement qui a pour but d'amener les eaux du bassin atlantique andin à la côte du Pacifique.

Dans la zone cartographiée, on a relevé une série composée de calcaires mésozoïques, suivie d'un couche d'andésites altérées et de grès au faciès continental et une autre série d'origine volcanique complexe du crétacé-tercière dénommée série ignimbritique. Fossilant le relief pré-existant on trouve des restes du volcanisme tertiaire-quadernaire, composés de tufeaux et d'andésites.

On décrit les structures et divers phénomènes géomorphologiques dont on a observé la présence dans la zone: glissements, éboulements et captages.

L'étude est précédée de quelques considérations géologiques d'ordre général qui permettent de mettre en rapport la zone en question avec l'évolution du réosynclinal andin du Pérou.

## EL PLAN ICA-NAZCA

Las aportaciones hídricas de las cuencas del Pacífico en la zona Ica-Nazca, por su escasez y difícil regulación son totalmente insuficientes para satisfacer las necesidades de las tierras aptas para el cultivo, siendo las cuencas atlánticas vecinas al sector —pertenecientes todas ellas al sistema del río Pampas— la única fuente racional para obtener las aportaciones complementarias necesarias.

Como consecuencia, en abril de 1966, las firmas consultoras españolas EDES y EPTISA contrataron con el Gobierno del Perú el Estudio de Factibilidad denominado "Derivación del río Pampas y Planificación Agrícola e Industrial del sector Ica-

Nazca", proyecto de uso múltiple que contempla básicamente los riesgos de la zona y el potencial de energía eléctrica producible, obtenidos a partir de un transvase de aguas de la vertiente atlántica andina a la vertiente pacífica.

Para centrar el problema puede decirse que se trata de perforar los Andes y llevar el agua a unos hombres que desde siglos, tenazmente, viven de la esperanza de ella y que a lo largo de su historia han demostrado una vocación hacia el riego que les hace acreedores a la confianza de basar en ellos uno de los proyectos más ambiciosos para el desarrollo del Perú.

La solución de transvase más conveniente toma las aguas de dos subcuencas del río Pampas: el alto

Pampas, que sirve la zona comprendida entre el río Pisco y la divisoria Viscas-Ingenio, y el alto Caracha, con su afluente el Urubamba, que atiende al resto de la zona. Queda así estructurado el Plan Ica-Nazca en dos proyectos esencialmente independientes, denominados Pampas Norte y Pampas Centro.

El transvase, de unos 1.470 Hm<sup>3</sup>/año, exige la construcción de cinco grandes presas, 1.160 kilómetros de canal a cielo abierto, 108 kilómetros de túnel y 17 kilómetros de sifón, además de numerosas obras singulares y complementarias.

## TRABAJOS GEOLÓGICOS REALIZADOS

Dentro de los variados y prolijos estudios que ha sido necesario efectuar para el desarrollo del informe de factibilidad, ocupa un lugar destacado el capítulo de Geología que fue realizado sobre fotografías aéreas, cuya escala varía entre 1:30.000 y 1:60.000, con el complemento de dificultosos recorridos geológicos de campo.

Además de numerosos estudios micropetrográficos se hicieron perforaciones mecánicas, estudios geoelectrónicos y ensayos mecánicos y químicos de materiales, todo ello enfocado siempre con miras a su utilización en la ingeniería del proyecto.

Se pretende aquí presentar algunos de los datos recogidos como contribución al conocimiento geológico del Perú y de esta zona en particular, que comprende una parte del área de captación del proyecto Pampas Norte, con el propósito de complementar próximamente la exposición con los estudios de otras zonas del Plan Ica-Nazca.

## LA ZONA

En el Perú, país de grandes contrastes, destaca, por sus formidables proporciones, la gran masa de la cordillera de los Andes que atraviesa el territorio de noroeste a sureste, paralelamente a la costa pacífica, con alturas superiores a los 6.000 metros. El ancho de la cadena llega hasta 120 kilómetros en el sur, dando lugar a un paisaje sumamente heterogéneo con suaves colinas, afiladas cumbres y profundos valles interandinos.

La zona que aquí se describe está situada a unos 300 kilómetros al sureste de Lima, muy próxima a

la divisoria continental, en su mayor parte del lado de la vertiente atlántica, interesando a los departamentos de Huancavelica y Ayacucho.

El área de estudio pertenece casi en su totalidad a la cuenca del río Pampas que nace de numerosas fuentes en la zona pantanosa alrededor de las lagunas Orcococha y Choclococha en alturas superiores a los 5.000 metros. Al río Pampas, en la zona que se describe, afluyen por su izquierda el Huacuya, el Accospampa y el Yanacocha, y por su derecha, del lado de la divisoria continental, el Viscapalca, formado por el Chalhuamayoc y el Escaleras, el Accnu, el Uchuymarca y el Uchpa.

El Apurímac recibe al Pampas en las proximidades de Andahuaylas y canaliza su aportación al colosal sistema amazónico.

Al contrario de los ríos del Pacífico, irregulares y en gran parte del año sin caudal superficial alguno, el Pampas, como casi todos los atlánticos, tiene caudal durante todo el año con un régimen bastante regular.

Todos los ríos forman profundas quebradas en un paisaje cuya integral resulta francamente horizontal: La Puna, la dura altiplanicie andina.

La altura máxima de la zona es el cerro Cuipalla (4.701 m.), y la mínima la del río Pampas en el límite oriental (3.260 m.). La altura media de la zona es del orden de los 4.000 m.

No existe ninguna carretera en la zona de estudio, siendo la más próxima la de los Libertadores que desde las lagunas donde nace el Pampas, en la carretera Pisco-Huancavelica, llega hasta Ayacucho. Otro medio de aproximación resulta ser la carretera de Ica a Córdova. Tal falta de comunicaciones, junto con los rigores del clima y la ausencia de recursos, hacen que la región sea una de las poco conocidas del Perú, y particularmente en su aspecto geológico.

La precipitación media debe ser superior a los 800 mm. anuales, sin que existan datos en la zona que permitan mayor precisión. Las lluvias se registran en unos meses sin solución de continuidad, siendo enero y febrero los de mayor pluviometría, época que es llamada "invierno" en el lugar aunque tanto astronómicamente como por las temperaturas debía ser denominada verano, como en la costa.

En todos los meses los registros mínimos de temperatura son inferiores a 0° C. La temperatura media mínima desciende hasta alcanzar los -7° C y



—8° C en los meses de julio y agosto, las mínimas medias más elevadas —entre —1° C y —2° C—, coinciden con la época de lluvias.

Mayo, junio, julio y agosto, los meses más fríos, son los únicos en que la zona resulta transitable por coincidir con la época seca.

La temperatura máxima media alcanza los 10° C en los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre. De enero a abril desciende uno o dos grados centígrados. De mayo a agosto la isoterma de 10° C fluctúa, estando en los meses de mayo y junio a nivel más bajo que en los de julio y agosto.

La oscilación de la temperatura media es de unos dos grados centígrados (3,5° C en marzo y 1,5° C en julio y agosto).

#### CONSIDERACIONES GEOLÓGICAS GENERALES DEL PERÚ

No ha sido el fin de los estudios geológicos que se han realizado, ni la determinación de la cronografía exacta de los materiales aflorantes, ni los acontecimientos orogénicos que les han afectado, por lo que, y al objeto de suplir en lo posible esta laguna, se trata aquí de presentar los datos que se tienen de la historia geológica del Perú (1) con la brevedad a que obliga el no ser éste el fin propuesto en el presente trabajo.

Prescindiendo de la complicada historia del primitivo geosinclinal paleozoico cabe citar que toda la región andina del Perú fue tierra firme desde alguna época del Pérmico superior hasta más o menos el comienzo del Triásico superior.

El mar noriense se extendió paulatinamente formando una amplia cubeta en la cual se acumuló una potente secuencia de calizas. Existen fuertes sugerencias para suponer la presencia de sedimentos réticos —aunque no existen pruebas evidentes— y cabe citar la aparente continuidad de las calizas hasta el Liásico.

En los comienzos del Liásico tuvo lugar una transgresión marina desde el centro del país hacia el norte con deposición de lutitas y calizas. En el sur arrecifes y calizas liásicos intercalados en una gruesa serie de rocas volcánicas indican una región marginal del mar liásico.

La emersión durante la mitad superior del Liásico parece estar probada por la falta de capas de

esta edad. Emersión que puede haberse iniciado o acompañado con la efusión de material volcánico en la región de la costa sur.

Son escasos los datos sobre las rocas del Jurásico medio. La mayor transgresión ocurrió durante el Calloviense y corresponden sus depósitos al tipo de agua someras con alternancias que constituyen gruesas secuencias de tipo flysch cubiertas por areniscas. El comienzo de la orogénesis Andina puede estar indicado por la diversidad de formaciones cubiertas por las rocas del Calloviense.

En el norte las condiciones marinas continuaron a través de las postrimerías del Jurásico con abundante acumulación de lutitas y areniscas durante el Portlandiense. En el sur tal continuación es probable pero no segura.

Generalmente no hay angulosidad entre las formaciones jurásicas y cretácicas. Durante el Aptense fue reanudada la acumulación en el geosinclinal con extenso desarrollo de depósitos continentales con capas de carbón. Después de la amplia transgresión marina del Albense continuó la acumulación de calizas a través del Cenomanense, Turonense y Coniaciense. Sin embargo, la cubeta fue estrechándose con la paulatina retirada de los mares.

La orogénesis Larámica puede haber tenido su primera manifestación en la emersión general que comenzó durante el Cretácico medio en el sur. Disturbios tectónicos más intensos de esta orogénesis parecen haber comenzado a principios del Senonense después de la sedimentación de las últimas calizas marinas (2). La orogénesis fue más fuerte a lo largo de la zona occidental de la cordillera, donde el plegamiento intenso fue acompañado y seguido por el emplazamiento del gran batolito andino. El levantamiento durante y después de la deformación e intrusión dilineó por primera vez la presente posición de los Andes occidentales. La propagación de este disturbio hacia los Andes orientales es probable aunque todavía especulativa. Hay evidencias de que al menos condiciones marinas locales continuaron durante el Maestrichtiense al este de los Andes cretácicos ya levantados.

En el Eoceno tuvieron lugar fallamientos en bloques en la zona costera, recibiendo localmente sedimentos marinos o continentales intermitentemente.

(2) Son posiblemente senonenses las calizas que afloran en el área cartografiada.

(1) Basados en el trabajo de Jenks (1956).

#### ROCAS Y ESTRUCTURAS

Tierra adentro los depósitos continentales se acumulaban en cuencas aisladas (3).

Los rocas volcánicas alcanzaron un gran espesor en una ancha faja a lo largo de la zona occidental de la cordillera pero aparentemente no llegaron a la costa ni se extendieron hacia el este a través de los Andes ya levantados (4).

La orogénesis en las postrimerías del Terciario fue iniciada posiblemente en el Mioceno o principios del Plioceno, y culminó en una etapa de comprensión que causó plegamientos y cabalgamientos locales (5).

Durante la orogénesis y el período subsiguiente de relativa quietud, gran parte de la región andina fue reducida a una superficie madura o postmadura, conocida bajo el nombre de "Puna", y reconocible por la armonía de su nivel. En alguna época del Plioceno cesó el período de estabilidad produciéndose un amplio abombamiento del altiplano. En concomitancia con este movimiento surgieron a la superficie nuevas oleadas de rocas eruptivas (6). Estas rocas volcánicas modernas se concentran en la parte occidental de los Andes cerca de la zona suavemente inflexionada.

El abombamiento tuvo lugar en varias fases separadas por intervalos de estacionamiento. En los Andes se reconocen cuando menos dos superficies de erosión debajo de la superficie Puna. Extensas masas de tobas volcánicas están asociadas con una de estas superficies probablemente del Pleistoceno.

El altiplano fue también fracturado por fallas normales, fallamiento que ha sido activo hasta los tiempos recientes.

Los Andes, probablemente, alcanzaron su altura actual no mucho antes de la culminación del último período glacial. Quizá sea esta la razón por la que no se han encontrado pruebas amplias y claras de más de una glaciación en el Perú.

(3) Las areniscas y conglomerados que se describen más adelante podrían ser eocenos.

(4) A estos materiales se les ha agrupado bajo la denominación de Serie Ignimbrítica en este trabajo y serían por tanto de edad terciaria.

(5) Esta orogénesis debió afectar a la zona que se describe.

(6) Las andesitas y tobas volcánicas terciario-cuaternarias cartografiadas pertenecen a estas oleadas de rocas eruptivas.

#### 1. Calizas mesozoicas.

El río Pampas, en el límite oriental de la zona, atraviesa transversalmente, en espectacular cañón, una potente serie caliza de fuerte buzamiento de componente oeste que pertenece al flanco occidental de una estructura anticlinal cuyo eje se sitúa fuera del área cartografiada.

Las calizas son de color gris, duras, compactas y cristalinas y presentan abundantes restos fósiles y nódulos de calcita. El afloramiento se encuentra estratificado en bancos gruesos. No se observan grandes fracturas ni señales importantes de karstificación. A pequeña escala pueden observarse diminutas fisurillas perfectamente mineralizadas por calcita con acusada recristalización.

#### 2. Andesitas alteradas.

Yaciendo sobre las calizas que se acaban de describir, existe un nivel de andesitas, muy alterado, poco potente y de color blanquecino o rojizo.

Del estudio micropetrográfico (7) realizado de una muestra de este nivel se extracta:

Pórfido andesítico augítico microlítico.

Estructura porfídica, de gruesos fenocristales plagioclásicos y de piróxeno tipo augita, sobre una matriz microlítica de tamaño de grano bastante desarrollado. Estadísticamente tanto los fenocristales feldespáticos como los microlitos de la matriz se hallan orientados según una dirección común, la cual evidencia una etapa de corrimiento del material previamente a su consolidación.

El nivel, que da reacción al ácido clorhídrico, se continúa hacia el norte por la ladera izquierda del valle del río Yanacocha y hacia el sur por el valle del Uchpa, aflorando también en la margen derecha del río Uchuymarca.

#### 3. Areniscas y conglomerados.

Sobre el nivel de andesitas alteradas que se ha descrito existe una potente serie de areniscas de

(7) Los estudios micropetrográficos han sido realizados por el Departamento de Petrología de la Universidad de Barcelona.



coloración rojiza que incluyen niveles de conglomerados, de yesos y de sales.

Del estudio micropetrográfico de una muestra seleccionada se extracta:

Arenisca silíceo de cemento calcáreo.

Se trata de una roca constituida por un elevado porcentaje de minerales detríticos de cuarzo de variable grado de redondeamiento y en general de análoga granulometría, de magnetita, de algunos granos escasos de piróxeno alterado y más frecuentes de feldespato. También existen pequeños restos detríticos de otras rocas volcánicas. El cemento que une todos estos materiales es generalmente calcáreo, puede ser también silíceo, feldespático e incluso ferruginoso, pero todos ellos en mucha menor proporción.

Los niveles de conglomerados, con granulometría diversa pero con excelente clasificación y alta cementación, destacan claramente en el paisaje.

El yeso es de coloración blanquecina o rojiza. Los niveles de sal se explotan rudimentaria e intermitentemente para el consumo de la zona, aguas arriba de Urancancha en el río Uchuymarca.

El paso de la serie al nivel superior —Serie Ignimbrítica cretácico-terciaria— es insensible en la zona del río Pampas aguas arriba de Viscapalca, a través de un tránsito hacia tobas volcánicas arenosas litificadas.

Entre los ríos Viscapalca y Accnu la serie queda cortada por un complejo de fallas y entre este y el Uchuymarca queda cubierta por la Serie Ignimbrítica que forma aquí una estructura sinclinal de relieve invertido.

El buzamiento de las capas es en general fuerte y su rumbo varía entre las direcciones N-30°-E y N-30°-W.

Al norte del río Pampas (margen izquierda) se observa una serie de estructuras anticlinales y sinclinales de las cuales las más notables por su continuidad son la del río Huacuya y la del cerro Huayllachayoc.

El sinclinal antes citado entre los ríos Accnu y Uchuymarca afecta también a la serie de areniscas y conglomerados que se describe.

El sistema de fallas es importante y cabe señalar como más frecuentes las de direcciones aproximadas N-30°-E y N-60°-W.

#### 4. *Intrusión de Urancancha.*

Cerca de la desembocadura del río Urancancha existe una intrusión casi exclusivamente formada por hornblenda con cristales muy fracturados y feldespatos teñidos de verde. La intrusión se desarrolla según fallas de dirección N-40°-E.

#### 5. *Serie Ignimbrítica cretácico-terciaria.*

El vulcanismo cretácico-terciario tiene una amplia distribución en la zona de estudio y ocupa gran parte del área cartografiada. Se trata de una serie muy compleja y alternante de diferentes tipos de tobas volcánicas y lavas.

La diferenciación de los distintos niveles sólo ha sido posible con cierta seguridad en la zona suroeste del área cartografiada e incluso en algunas partes, y especialmente al sur, la individualización es dudosa. En el resto apenas existe continuidad.

Entre los estudios micropetrográficos que se han realizado de muestras de la serie, se exponen los siguientes como ejemplo de la variedad y complejidad:

Toba andesítica.

Roca constituida por numerosos restos de rocas volcánicas diversas fundamentalmente andesíticas, más o menos alterados y de estructura microlítica y de composición mineralógica plagioclásica. La matriz es también microlítica y criptocristalina.

Toba riolítica-andesítica.

Roca constituida por abundantes fragmentos de rocas riolíticas más o menos vítreas (fluidales y esferulíticas) y andesitas. Matriz esencialmente criptocristalina con abundantes restos de estructuras vitrofídicas.

Toba riolítica.

Roca constituida por escasos restos de rocas volcánicas riolíticas vitrofídicas y elevado porcentaje de elemento aglomerante, fundamentalmente vítreo.

Toba dacítica.

Estructura constituida por fenocristales de plagioclasa, cuarzo y restos detríticos de otras rocas volcánicas enmarcados en un cemento microcristalino de naturaleza cuarzo-feldespática.

Toba cuarcífera.

La roca presenta restos detríticos de rocas volcánicas y de sus constituyentes mineralógicos, principalmente cuarzo, feldespato, y en mucha menor proporción biotita, cementados por una matriz criptocristalina.

Toba poligénica reelaborada.

Se caracteriza por la abundancia y tamaño de los restos detríticos de rocas volcánicas que contiene, así como por la naturaleza vítrea del cemento que los aglomera. Importante es el hecho que alguno de los restos detríticos citados corresponden a tobas preexistentes lo que pone en evidencia una repetición del proceso petrogenético.

Andesita augítica microlítica.

Estructura microlítica y frecuentemente porfídica. Destacan cristales aislados o bien asociados de piróxenos, tipo augita, en general alterados y con fracturamiento bastante pronunciado.

Dacita biotítica.

Estructura porfídica con matriz criptocristalina y aspecto de ser producto de desvitrificación. Existen numerosos espacios vacíos los cuales por su morfología parecen corresponder a antiguos fenocristales feldespáticos alterados y eliminados de la roca. Forman parte de los fenocristales algunos de biotita, que en su mayoría están bastante alterado con formación de magnetita en su seno concordante con su estructura. Inicialmente la roca debió ser una andesita pero posteriores procesos de recrystalización y desarrollo de material cuarzo en su matriz la han convertido en una dacita.

Traquita.

Estructura homogéneamente microlítica constituida por plagioclasa de escaso desarrollo notablemente orientada y abundantes granillos de magnetita y productos secundarios diversos, principalmente biotíticos.

Hacia el suroeste del área cartografiada se han podido diferenciar, como se dijo anteriormente, una serie de niveles con características propias y cierta continuidad formando parte de lo que se ha denominado Serie Ignimbrítica.

El primero de tales niveles está constituido por tobas volcánicas y andesitas. Del estudio micropetrográfico realizado de una muestra de este nivel se extracta:

Toba porfídica cuarcífera.

Estructura porfídica y matriz microcristalina que conserva en alto porcentaje su anterior naturaleza de roca efusiva. Se trata de alguna variedad petrográfica de andesita (?), muy feldespática y biotítica que ha sufrido una fuerte cataclasis que queda evidenciada en la naturaleza detrítica de los feldespatos, tanto fenocristales como de la matriz. La recrystalización se reconoce perfectamente en la matriz que ha pasado de criptocristalina y fibroso-radiada a microgranuda. Debe añadirse a este proceso un desarrollo porfiroblástico de granos de cuarzo, que inducen a incluir a la roca dentro de los denominados porfidos cuarcíferos.

El siguiente nivel se caracteriza por los colores irisados de las tobas volcánicas que lo forman, predominando los tonos violáceos. Incluye también materiales lávicos.

A él se superpone un nivel de andesitas porfídicas de coloración marrón-rojiza, que tiene una continuidad clara a lo largo de la zona cartografiada, aumentando su potencia hacia el sur. De los estudios micropetrográficos realizados en muestras del nivel se extracta:

Andesita porfídica microlítica.

Estructura típicamente porfídica constituida por gruesos fenocristales de plagioclasa sobre una matriz microcristalina muy uniforme de naturaleza microlítica y composición feldespática. Los fenocristales suelen presentarse idiomórficos pero generalmente forman agregados cristalinos de aspecto detrítico y con claras señales de haber sufrido una recrystalización posterior. La matriz es de grano finísimo, microlítica, que en ocasiones se dispone fluidalmente en torno a algunos fenocristales.

La Serie Ignimbrítica en el área cartografiada termina en un complejo volcánico tobáceo de coloraciones blanquecinas o amarillentas. Hacia el sur, las tobas son fundamentalmente poligénicas o plagioclásicas, hacia el norte se han localizado tobas volcánicas riolíticas y dacíticas. De los estudios micropetrográficos realizados se extracta:

Toba plagioclásica.

Roca detrítica piroclástica constituida por cristales de plagioclasa con hábito más o menos idiomórfico a causa de la citada naturaleza detrítica, de biotita en avanzado estado de altera-



ción, algún resto de roca andesítica y microgranuda alteradas y relativamente abundante magnética y material ferruginoso secundario distribuido por la matriz. La matriz es criptocristalina o microcristalina observándose zonas con acusado desarrollo en la cristalinidad.

Toba dacítica.

Parece tratarse de una microbrecha principalmente constituida por elementos detríticos de cuarzo, plagioclasa, biotita y restos de otras rocas volcánicas. La matriz o cemento de la roca es fundamentalmente de tipo ferruginoso criptocristalina, pudiéndose reconocer sin embargo abundantes granillos alterados de biotita así como restos de cuarzo y feldespato.

Toba riolítica.

Roca de naturaleza porfídico-escoriácea existiendo restos alterados de antiguas rocas volcánicas los cuales han sido en su mayoría recristalizados con la roca encajante, por lo que resulta más propio calificarla como toba volcánica que como pórfido debido a su estructura. La matriz parece ser de naturaleza feldespática y cuarcífera aunque resulta sumamente difícil poder precisar los porcentajes relativos de ambos.

El nivel es muy potente y se extiende ampliamente hacia el oeste fuera del área cartografiada, donde litológicamente se complica con la presencia de lavas, aglomerados volcánicos, cenizas, etc., sobrepasando ampliamente la divisoria continental hasta llegar al gran batolito andino granodiorítico.

Un sondeo mecánico realizado en la zona de Ingahuasi que alcanzó la profundidad de 230,15 m. se desarrolla exclusivamente en este nivel tras 3,05 metros de recubrimiento superficial, sin haber llegado al nivel andesítico subyacente.

Al sur de Ingahuasi el curso del río Rumay —en su mayor parte fuera del área cartografiada— se ha abierto en cineritas que, con dudas, se han incluido en el nivel que se describe.

Toda la Serie Ignimbrítica, en el área cartografiada se encuentra muy replegada y fallada con una dirección predominantemente norte-sur y distorsiones locales. El plegamiento da lugar a fuertes buzamientos, con lo cual se producen crestos muy netos por causa de las capas que mejor resisten los agentes erosivos. Las estructuras mejor marcadas atraviesan transversalmente el cauce del río Chalhuanmayoc, el cual se implanta, al menos en su mayor parte, según una línea de falla.

#### 6. *Tobas volcánicas calcáreas terciario-cuaternarias.*

Al norte del río Uscumachay existe un nivel de tobas volcánicas calcáreas con estratificación fina y clara y coloración gris-amarillenta, que forman una estructura sinclinal.

El afloramiento se extiende hacia el sur, sin sobrepasar el río Ingahuasi y no aflora en el valle del río Yuracc Ccollpa. La superficie del afloramiento es, por consiguiente, muy reducida.

El sinclinal parece ser continuación del que corta al río Yuracc Ccollpa y cuya prolongación meridional queda oculta por un afloramiento de andesitas terciario-cuaternarias que se describe más adelante. La prolongación sur del eje sinclinal que afecta a las tobas volcánicas calcáreas quedaría oculta nuevamente por otro nivel andesítico semejante al citado y que aflora entre los ríos Ingahuasi y Uscumachay. Más al sur del río Ingahuasi no se observa claramente que el nivel de tobas y cineritas se encuentre plegado.

Las tobas volcánicas calcáreas tienen un buzamiento más suave que los niveles de tobas y cineritas infrayacentes, por lo que se supone que a aquéllas les afectó las postrimerías de la orogenia que plegó y fracturó a la Serie Ignimbrítica.

Del estudio micropetrográfico realizado en una muestra del nivel que se describe, se extracta:

Toba calcárea.

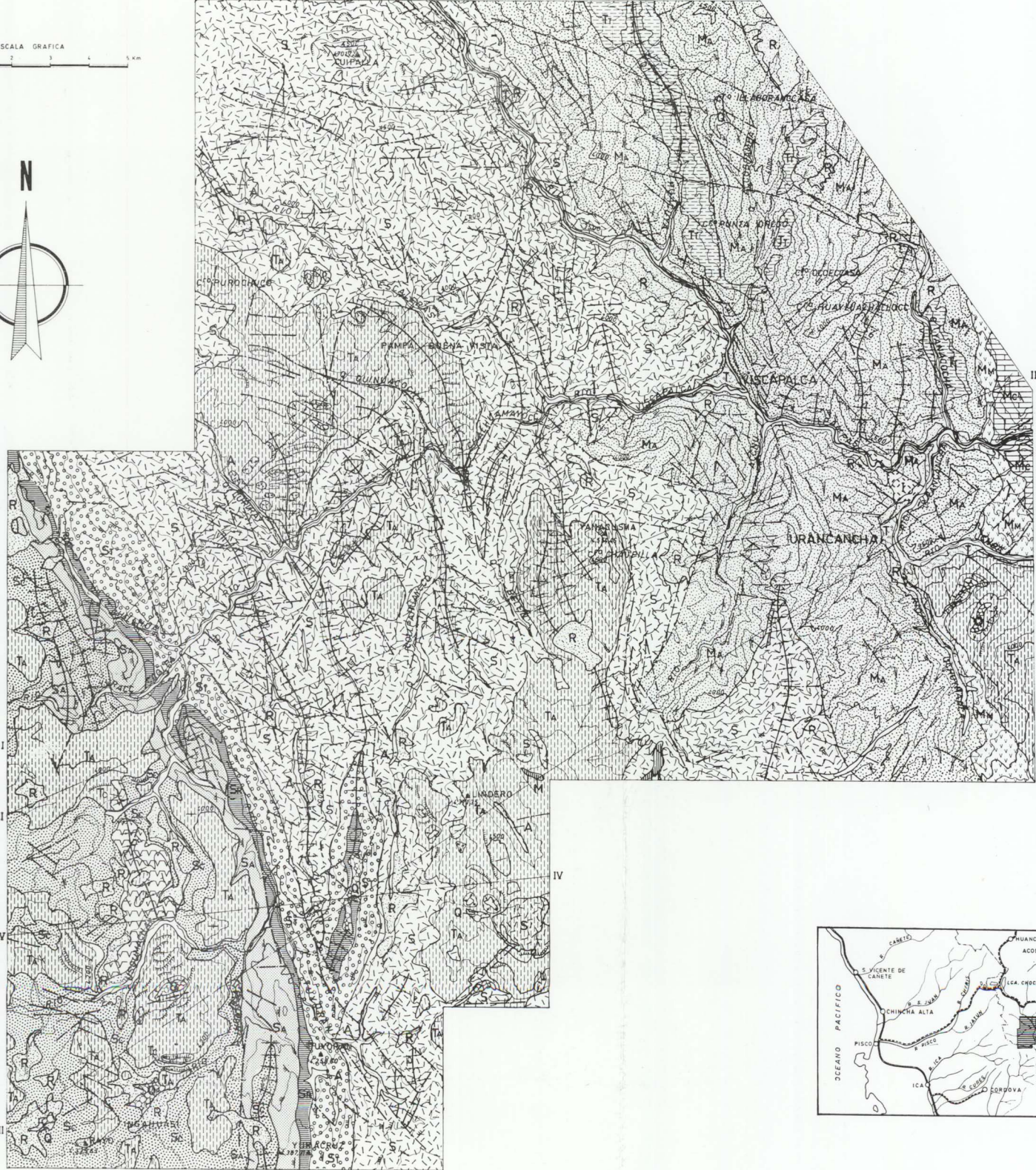
Se reconoce microscópicamente una estructura por lo general bandeada y orientada, constituida por elementos criptocristalinos y microcristalinos, casi todos ellos de naturaleza calcárea. Se reconocen abundantes microfósiles así como algunos granillos detríticos de plagioclasa y otros de cuarzo recristalizados en el seno de la roca durante una posible etapa diagenética. En ocasiones, puede reconocerse una estructura microlítica en la cual algunas pequeñas vesículas existentes en la roca, se hallan tapizadas internamente por cristallitos de calcita.

#### 7. *Tobas volcánicas terciario-cuaternarias.*

Rellenando parcialmente los valles de las quebradas Huacuya, Accospampa y Yanacocha existe un nivel tobáceo volcánico de edad terciario-cuaternaria.

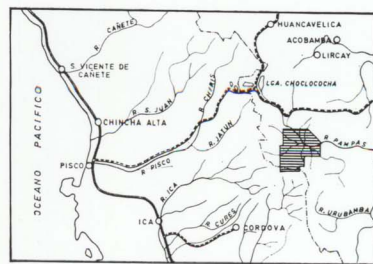


# ASPECTOS GEOLOGICOS DE UNA ZONA DEL ALTO RIO PAMPAS. HUENCAVELICA-AYACUCHO (PERU)



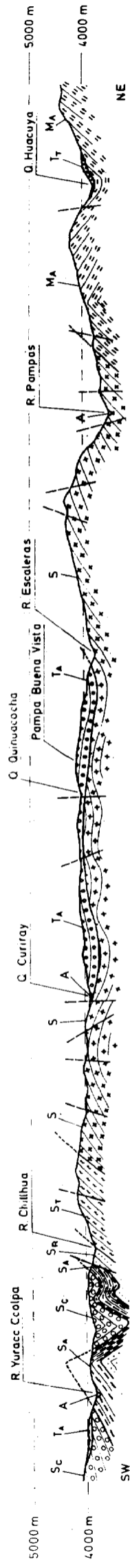
CUATERNARIO	SEDIMENTOS FLUVIALES	A	Cauce menor
			Cauce mayor y sedimentos lagunares
			Terrazas
	SEDIMENTOS GLACIALES		Morrenas
	RECUBRIMIENTOS SUPERFICIALES	R	
TERCIARIO - CUATERNARIO			Tobos volcánicas
			Andesitas
SECUNDARIO - TERCARIO	SERIE IGIMBRITICA		Tobos volcánicas calcareas
			Tobos volcánicas y cimeritas
			Andesitas
			Tobos volcánicas irisadas
			Andesitas y tobos volcánicos
			Tobos volcánicos y andesitas
			Intrusion de Uruancha
			Areniscas y conglomerados
			Andesitas
			Caizas
JURASICO - CRETACICO			

	Contacto geológico	
	Fallas y fracturas	
	Eje de anticlinal	
	Eje de sinclinal	
	Rumbo y buzamiento	Vertical
		De 35° a 85°
		De 15° a 35°
		De 5° a 15°
		Horizontal
	Linea de desgoje en deslizamientos	
	Depresiones originadas por deslizamiento	

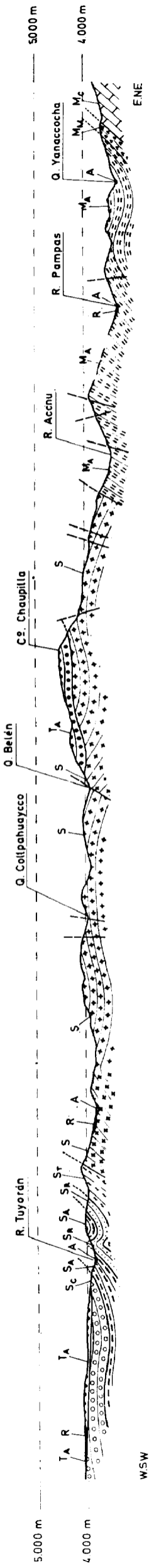




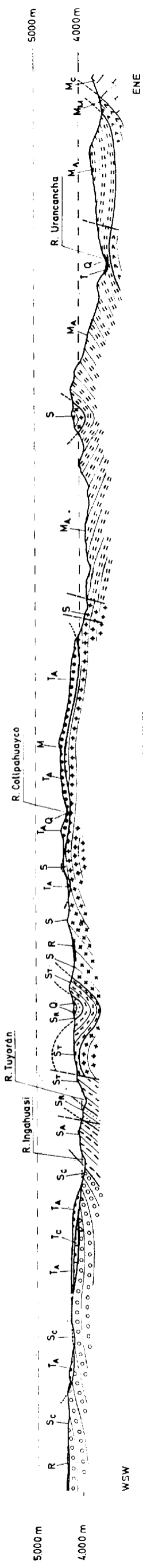
# ASPECTOS GEOLOGICOS DE UNA ZONA DEL ALTO RIO PAMPAS. HUANCVELICA - AYACUCHO (PERU)



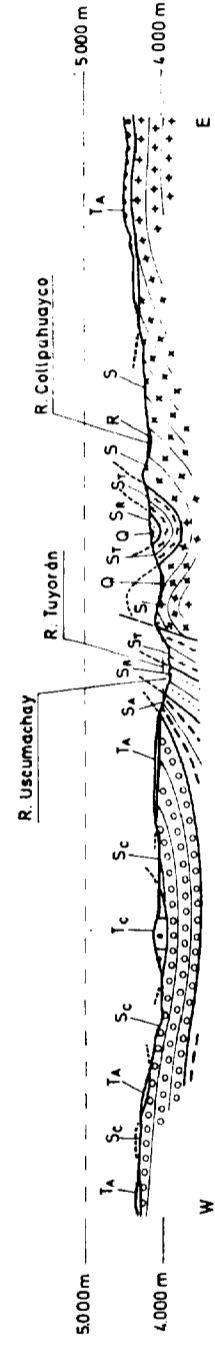
CORTE GEOLOGICO I-I



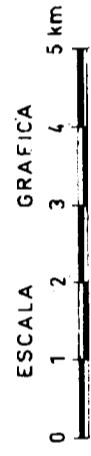
CORTE GEOLOGICO II-II



CORTE GEOLOGICO III-III



CORTE GEOLOGICO IV-IV



- |  |                                   |                             |
|--|-----------------------------------|-----------------------------|
| <b>CUATERNARIO</b>                     | <b>CRETACICO - TERCARIO</b>       | <b>JURASICO - CRETACICO</b> |
| Sedimentos fluviales                   | Serie Ignimbritica                | Mc = Calizas                |
| A = Cauce menor                        | Sc = Tobas volcánicas y cineritas |                             |
| Q = Cauce mayor y sedimentos lagunares | Sa = Andesitas                    |                             |
| T = Terrazas                           | Sr = Tobas volcánicas irisadas    |                             |
| Sedimentos glaciales                   | SA = Andesitas y tobas volcánicas |                             |
| M = Morrenas                           | S = Tobas volcánicas y andesitas  |                             |
| Recubrimientos superficiales           |                                   |                             |
| R = Recubrimientos superficiales       |                                   |                             |



Las tobas, de coloraciones blanquecinas, se encuentran en posición horizontal y solamente en la quebrada Huacuya parece existir un suave plegamiento, coincidente con el que afecta a las areniscas y conglomerados. Se supone que este plegamiento en las tobas volcánicas es deposicional y no como consecuencia de las postrimerías de la orogenia que afectó a la Serie Ignimbrítica cretácico-terciaria.

#### 8. *Andesitas terciario-cuaternarias.*

En toda el área cartografiada existe un nivel de andesitas en general subhorizontales que fosilizaron localmente relieves preexistentes.

Los afloramientos más típicos son los situados al oeste de la línea formada por los ríos Chillhua y Tuyorán. Características semejantes tiene el afloramiento situado entre los ríos Uchuymarca y Uchpa. Entre el río Escaleras y la quebrada Curiray las andesitas forman estructuras que se suponen deposicionales. Lo mismo se supone en relación con los pliegues que existen en la zona del vértice Yanacusma. En la zona del vértice Lindero, y en otras varias se observa bien como las andesitas fosilizan un relieve preexistente, a causa de las "ventanas" por las que aflora la Serie Ignimbrítica subyacente.

De los estudios micropetrográficos que sobre muestras de este nivel se han realizado, se extracta:

Andesita augítica microlítica.

Roca de estructura porfídica constituida por fenocristales de plagioclasea y piroxeno tipo augita, ambos preferentemente idiomórficos o con tendencia acentuada al idiomorfismo, abundante magnetita distribuida homogéneamente, matriz criptocristalina y microlítica de grano finísimo. Petrográficamente se trata de una andesita augítica de estructura porfídica microlítica o simplemente de una andesita próxima a la familia de los basaltos.

Andesita microlítica fluidal.

La estructura de la roca es traquítica y de una gran homogeneidad, toda ella está constituida por pequeños microlitos de plagioclasea dispuestos según una dirección preferente que evidencia su naturaleza fluidal.

#### 9. *Sedimentos cuaternarios.*

Los recubrimientos superficiales de alteración, en los que se han incluido productos de ladera y pie-

demontes, tienen amplio desarrollo e importancia en toda la zona y a veces una potencia considerable. Con excesiva frecuencia impiden la observación de zonas de geología complicada y dificultan la fotointerpretación. Entre los que mayor superficie ocupan en el área cartografiada cabe citar los de la margen derecha del río Pampas aguas arriba de Viscapalca, los del río Accospampa y los del ángulo suroeste (Ingahuasi-Uscumachay).

No existen apenas señales de actividad glaciaria en el área cartografiada aunque sí son importantes en zonas de mayor cota, como en las lagunas de Choclococha en la cabecera del río Pampas y en la mayoría de las cuencas altas de las quebradas afluentes al Pampas por la margen izquierda. Cerca del vértice Lindero y en la margen izquierda del río Accnu se han cartografiado restos de morrenas poco importantes.

Las terrazas fluviales tienen su mayor desarrollo en el valle del río Pampas y cabe citar como más importante la de Viscapalca y las de Urancancha.

No existen acarreo fluviales con morfología de cono de deyección de desarrollo considerable; los acarreo fluviales en los cauces de los ríos y quebradas se encuentran prácticamente siempre presentes. Los sedimentos lagunares tienen igualmente escasa importancia y sólo cabe citar los situados entre los ríos Uchpa y Uchuymarca e Ingahuasi y Uscumachay y entre las quebradas Curiray y Quinuacocha.

#### FENÓMENOS GEOMORFOLÓGICOS ESPECIALES

Se describen a continuación una serie de fenómenos geomorfológicos notables de la zona, algunos de los cuales fueron estudiados con mayor detenimiento en vista de la repercusión que podrían tener sobre ciertas variantes de transvase consideradas como solución del Plan Ica-Nowca.

##### 1. *Fenómenos de deslizamiento.*

En la margen izquierda del río Chalhuanayoc, inmediatamente aguas abajo de la quebrada Curiray, existe una zona donde se han producido importantes fenómenos de deslizamiento.

El fenómeno afecta a las andesitas terciario-cuaternarias, apoyadas sobre tobas volcánicas de la Serie Ignimbrítica.

Tales andesitas han rellenado un relieve preexistente en el que existía una estructura sinclinal que se prolonga hacia el sur con sinuosidades y cabeceos, afectando exclusivamente a la Serie Ignimbrítica. El aparente plegamiento de las andesitas está en relación con su deposición y no con causas tectónicas como ha quedado dicho.

De cualquier manera la pendiente de las andesitas hacia el cauce del río Chalhuyamayoc, junto con el descalce que ocasiona la erosión del río, favorecen la producción y repetición del fenómeno.

El fenómeno es espectacular en las proximidades del río Chalhuyamayoc, donde se observa un intenso cuarteamiento de la roca, y un paisaje donde son frecuentes las pequeñas depresiones, en algunos casos ocupadas por lagunillos de diferentes dimensiones, que reflejan ondulaciones en las tobas volcánicas impermeables subyacentes.



Figura 1

Paisaje ondulado en los deslizamientos de la quebrada Curiray.

El extremo meridional del fenómeno que se describe forma una lengua que ha invadido el curso del río desviando el cauce. En los deslizamientos de la quebrada Quinuacocha, que se citan más adelante, el fenómeno cruza el cauce y se adentra por la margen derecha, quedando seccionado por el río que discurre, además, desviado.

El estado caótico de las andesitas se hace claramente visible por la erosión de la quebrada Curiray.

De la observación de las líneas de desgaje, del relieve y de la posición actual de algunos bloques desplazados, pueden deducirse dos direcciones de deslizamiento, una norte-sur hacia el río Chalhuyamayoc, actual, y otra, aparentemente fósil, de dirección noroeste-sureste, hacia la quebrada Curiray, a mayor cota y latitud que la primera y en la que no resulta sencillo distinguir entre superficies de desgaje y fracturas en sentido estricto, las cuales naturalmente están en íntima relación. Existen igualmente áreas deprimidas en esta zona de fenómenos de deslizamiento inactivos, que presenta, lógicamente superficies topográficas más suaves.

Los fenómenos de deslizamiento son frecuentes en toda la zona estudiada. De características muy similares son los de la quebrada Quinuacocha, que aunque menos netos que los anteriores han producido un mayor desvío del río.

Igualmente con características muy similares a las descritas se presentan los deslizamientos en la margen derecha del río Uscumachay. El fenómeno ha producido aquí la captura del río que se estudia más adelante.

Entre los ríos Uchpa y Uchuymarca las andesitas terciario-cuaternarias han deslizado sobre el nivel de andesitas alteradas subyacentes.

Los deslizamientos se producen afectando no solamente a las andesitas terciario-cuaternarias sino que se han observado en materiales de la Serie Ignimbrítica, como sucede en las proximidades del cerro Cuipalla, en la margen derecha del Pampas o en la margen izquierda del Escaleras, si bien en general no tienen las proporciones de los antes descritos, ni ocupan superficies tan extensas.

Igualmente se han observado en el nivel de areniscas y conglomerados en la escarpada divisoria entre los ríos Accnu y Urancha y en otros lugares, así como afectando a las tobas volcánicas terciario-cuaternarias, en el valle de la quebrada Huacuya.

## 2. Fenómenos de derrumbamiento.

Aparte de los desprendimientos observables en varios lugares y relacionados con fallas, que producen caos de bloques importantes, es muy interesante y espectacular el fenómeno de derrumbamiento del río Tuyorán cerca de su confluencia con el río Yuracc Ccollpa en la cabecera del Chalhuyamayoc.

El fenómeno se produce, fundamentalmente en la margen derecha del río afectando a niveles de andesitas pertenecientes a la Serie Ignimbrítica, que tienen fuerte buzamiento de componente oeste y rumbo N-30°-W.

El caos de bloques llega a taponar el río que circula oculto en su mayor parte formando rápidos y cascadas. En época de lluvias, y en el comienzo



Figura 2

Derrumbamiento del río Tuyorán.

del fenómeno aguas arriba del río, se producen ocasionales represamientos con sedimentación de material rodado y limoso.

Superficialmente el fenómeno alcanza ciertas proporciones pero no se desarrolla en profundidad, por causa de su mismo origen que hay que relacionarlo con el descalce que ha originado la erosión del río Tuyorán en capas de andesitas cuya pendiente coincide con la de la ladera.

En esta zona se han observado otros derrumbamientos que no alcanzan las proporciones del descrito.

## 3. Fenómenos de captura.

El río Uscumachay, afluente directo inicialmente del río Tuyorán ha sufrido una captura que desplaza su caudal hacia otro afluente innominado del río Tuyorán.

La captura se ha realizado a la cota 4.040 del río Uscumachay. En un principio éste seguía un curso rectilíneo de dirección N-70°-W y se vio obligado a desplazarse en curva por causa de fenómenos de deslizamiento en los materiales andesíticos de su margen derecha. Por tal desplazamiento el río fue erosionando las tobas volcánicas calcáreas que afloran en la margen izquierda, hasta producirse el transvase de cuenca por conjunción con la erosión remontante en la cabecera del río capturante.

En la zona de Ingahuasi se prepara otro fenómeno de captura que desviará una mínima parte de la cuenca atlántica hacia la pacífica cuando la erosión del río Rumay, llegue al curso del río Ingahuasi.

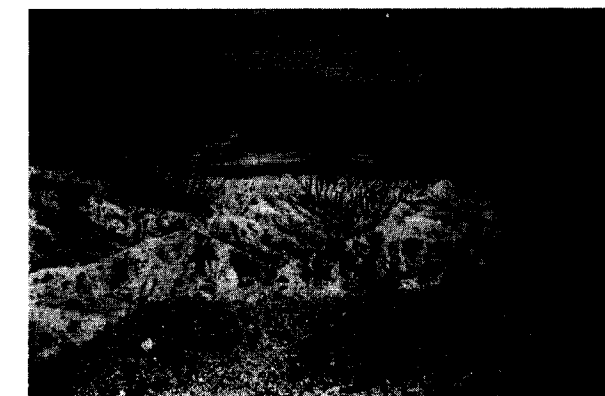


Figura 3

Erosión dendrítica en la cabecera del río Rumay que producirá la captura de una mínima parte de cuenca del río Ingahuasi.

Esta erosión da una red dendrítica en materiales cineríticos que con dudas se incluyeron en un paquete a tobas volcánicas de la Serie Ignimbrítica.



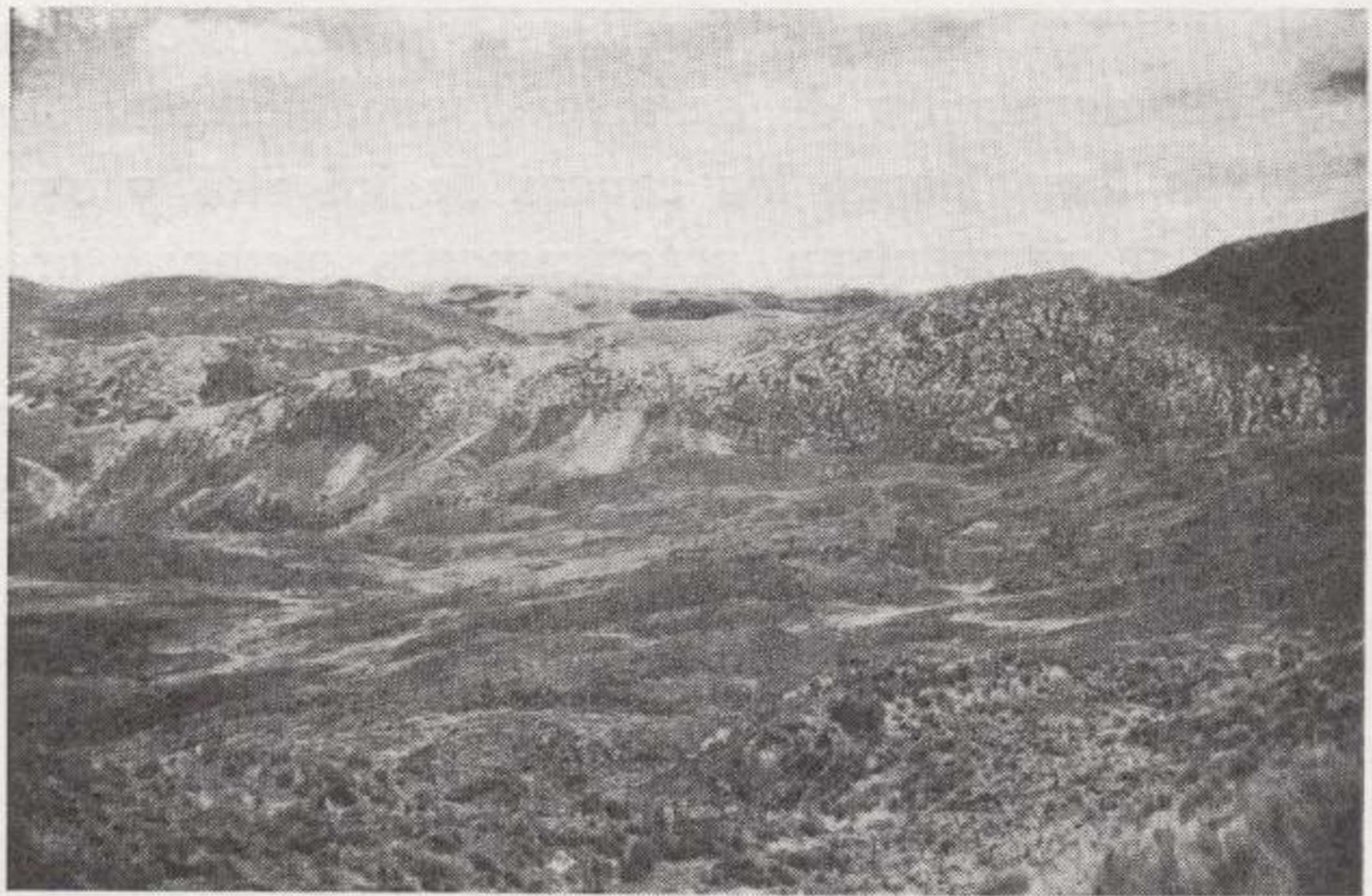


Figura 1

Paisaje ondulado en los deslizamientos de la quebrada Curiray.





Figura 2

Derrumbamiento del río Tuyorán.



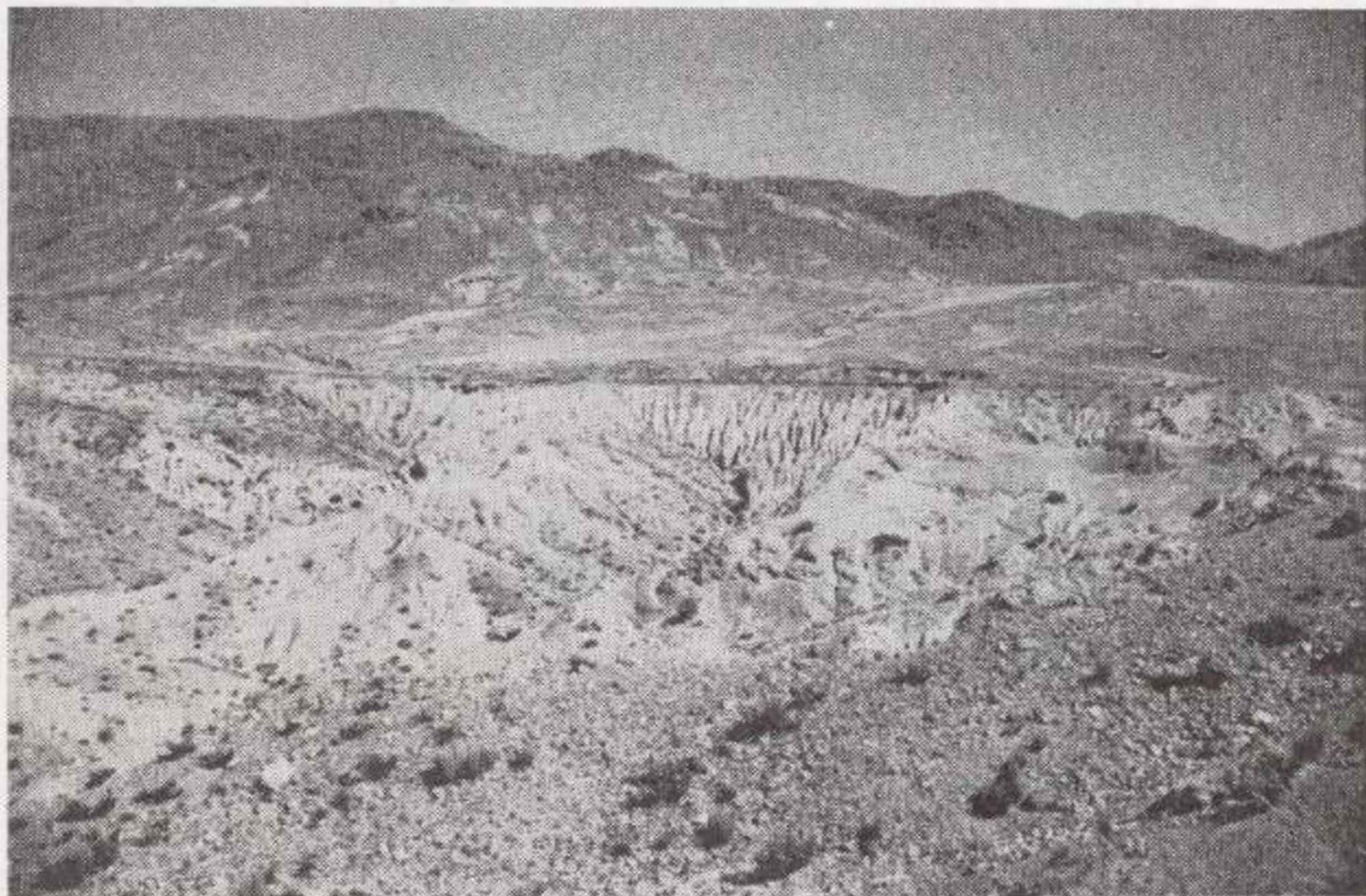


Figura 3

Erosión dentrítica en la cabecera del río Rumay que producirá la captura de una mínima parte de cuenca del río Ingahuasi.



## BIBLIOGRAFIA

- BELLIDO, E., y SIMONS, F.: *Memoria explicativa del Mapa Geológico del Perú*. "Bol. Soc. Geol. Perú". Tomo 31. Lima, 1957.
- Comisión de la Carta Geológica Nacional. "Mapa Geológico generalizado del Perú". Escala 1:4.000.000. Lima, 1964.
- EDES y EPTISA: *Derivación del río Pampas y planificación agrícola e industrial del sector Ica-Nazca*. Madrid-Lima, 1968.
- FERNÁNDEZ RUBIO, F.: *Fenómenos de deslizamiento en la cuenca alta del río Pampas*. Inédito. Lima, 1968.
- JENKS, W. F.: *A Handbook of South American Geology*. "Geol. Soc. American". Mem. 65 (1956).
- LIZARRAGA REYES, J., ARMAS AUTERO, E. y otros: *Inventario de Estudios Geológicos del Perú*. "Ofic. Nal. Rec. Nat. Inst. Nal. Planificación". Lima, 1965.
- MORALES, G., y OCAMPO, A.: *Geología general y estratigrafía de la Provincia de Andahuaylas, Apurímac*. "Bol. Soc. Geol. Perú". Lima.
- STEIMANN, G.: *Geología del Perú*. Heidelberg, 1930.
- ZAMBRANO, R.: *Mapa geológico del centro del Perú*. "Org. Estados Amer". Inst. Nal. Inv. Fom. Min. Lima, 1957.

Recibido: 2-IV-1972

## La simulación digital del flujo subterráneo a través de sistemas acuíferos multicapa

Por C. LUCENA BONNY (\*)

---

### RESUMEN

Es bien sabido que cuando en un sistema acuífero se encuentran dos o más acuíferos superpuestos y no completamente aislados, siempre que existe un gradiente vertical de la presión, se produce, como consecuencia, un flujo vertical que tiende a reducir este gradiente.

De la misma forma, cuando a través de una misma obra se explotan varios acuíferos, la aportación de cada uno de ellos al caudal total varía de acuerdo con las características de las formaciones y con la presión en cada acuífero.

En este artículo se formulan las bases teóricas que rigen el flujo en el interior de cada acuífero y entre cada dos de ellos, exponiendo a continuación los fundamentos del modelo matemático correspondiente. La exposición se completa con unos ejemplos.

### RESUME

On connaît bien que, lorsque dans un système aquifère se trouvent deux ou plusieurs aquifères superposés et ceux-ci ne sont pas complètement isolés, s'il existe un gradient vertical de la pression il se produit, en conséquence, un flux vertical tendant à réduire ce gradient.

De la même façon, au cas où à travers d'un même puits on exploite divers aquifères, l'apport de chacun d'eux au débit total varie d'après les caractéristiques des formations et avec la pression de chaque aquifère.

Dans cet article, on formule les bases théoriques qui régissent le flux à l'intérieur de chaque aquifère et entre tous les deux aquifères, en exposant par la suite les fondements du modèle mathématique qui correspond.

L'exposition se complète avec quelques exemples.

---

(\*) Ingeniero de Minas IGME División de Aguas Subterráneas.



## INTRODUCCIÓN

La simulación matemática multicapa es una prolongación de aquéllas en dos dimensiones y tiene el mismo objeto. Conocidas las características de un acuífero, la situación de sus pozos, reales o supuestos, y la historia de su explotación, el modelo proporciona las superficies piezométricas correspondientes a diferentes épocas, lo que permite establecer las previsiones necesarias para obtener un mayor rendimiento de la explotación del acuífero.

La obtención de las diferentes superficies piezométricas del acuífero, correspondientes tanto a situaciones pasadas (lo que permite el calaje del modelo, ya que los resultados de este deben acordarse con la realidad observada), como a situaciones futuras (lo que permite estudiar el efecto que ocasiona cualquier modificación en las condiciones de flujo del acuífero) se realiza a través de la simulación matemática que representa la ecuación general del movimiento del agua en un medio poroso.

Ante la imposibilidad de describir esta ecuación para cada uno de los puntos del acuífero, es preciso elegir una serie de ellos suponiendo que en sus entornos las características hidrogeológicas son constantes y representando matemáticamente el funcionamiento hidrogeológico de cada uno de los puntos y de su entorno con una sola ecuación.

Esto lleva como consecuencia la división del acuífero en una serie de prismas de altura igual al espesor del acuífero y de sección recta variable (cuadrada, rectangular, exagonal, regular, irregular, dependiendo en cada caso de las condiciones particulares del acuífero y de las experiencias anteriores del realizador del modelo.

La consideración de varias capas en un sistema acuífero trae como consecuencia un aumento del número de mallas del modelo, proporcional al número de capas que se considere. Esta aparente desventaja se ve compensada por las grandes posibilidades del modelo, en particular en los estudios de detalle. Para explicar algunas particularidades en las superficies piezométricas, poner de relieve la influen-

cia de diferentes estructuras, estudiar los fenómenos de interferencia entre pozos, etc., este modelo presenta su máxima utilidad, destacando sobre todo en el estudio particular de sistemas acuíferos complejos multicapas en los que el esquema clásico tratado mediante modelo bidimensional es prácticamente inoperante.

De la contribución de la información técnica suministrada por el modelo y de los criterios económicos adecuados se pueden deducir en cada caso qué acuíferos deben ser explotados desde cada pozo y, por tanto, cuál es la profundidad y el acondicionamiento óptimo de cada uno de ellos.

## PLANTEAMIENTO TEÓRICO

La ecuación que rige el movimiento del agua en un medio poroso es:

$$\text{div } T \text{ grad } H = S \partial H / \partial t + q$$

siendo:

$T$ : Transmisividad =  $K \cdot l$ .

$H$ : Nivel piezométrico.

$S$ : Coeficiente de almacenamiento =  $S_s \cdot l$ .

$q$ : Acciones exteriores, alimentación o drenaje, por unidad de superficie.

$t$ : Tiempo.

$K$ : Coeficiente de permeabilidad de Darcy.

$l$ : Potencia del acuífero.

La resolución de esta ecuación en ordenador exige su discretización tanto espacial como temporal. Esta discretización puede ser realizada de diversas maneras, dependiendo de ello la precisión de los resultados que se obtienen. De entre todas ellas utilizamos la que expresa directamente la ley de conservación de masas.

En lo que sigue cada malla será considerada como un prisma de base cuadrada. La consideración de cualquier otro tipo de malla, triangular, exagonal,

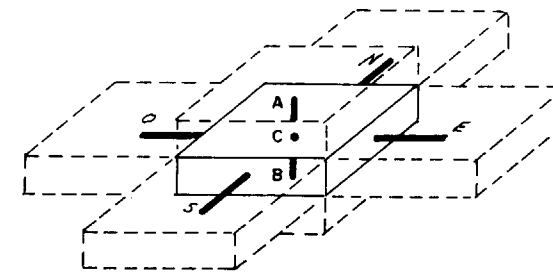


Figura 1

irregular..., exige un simple cambio de escala. Suponiendo el terreno isotrópico y heterogéneo podemos escribir (fig. 1):

$$T_{nc}(H_n - H_c) + T_{sc}(H_s - H_c) + T_{oc}(H_o - H_c) + T_{ec}(H_e - H_c) + T_{ac}(H_a - H_c) + T_{bc}(H_b - H_c) = A \cdot S \cdot \Delta H / \Delta t + q \cdot A$$

Siendo  $A$  la superficie de la malla según un plano horizontal y  $T$  la transmisividad de unión entre las dos mallas indicadas por los subíndices.

Conocidas las características hidráulicas de cada malla y las condiciones en los límites del acuífero, para cada valor de  $q$ , se obtiene un valor de  $H$ .

El cálculo de la transmisividad de unión entre dos mallas pertenecientes a un mismo acuífero no ofrece problemas, pudiéndose suponer que es igual a la semisuma de las transmisividades en el centro de las mallas o que es dada por la expresión:

$$T_{c, \text{ext}} = \frac{2 T_{\text{ext}} T_c}{T_{\text{ext}} + T_c}$$

que se deduce al escribir la ecuación de continuidad entre las dos mallas y que tiene, por tanto, un mayor significado físico.

En cuanto a la transmisividad de unión vertical

a utilizar en el modelo depende del esquema de funcionamiento del sistema acuífero.

Supongamos un sistema acuífero formado por dos mantos separados por un semipermeable.

Como, en definitiva, el concepto semipermeable es relativo, la circulación horizontal en su interior puede ser o no despreciada. Si en el esquema considerado no puede serlo, es necesario discretizar el se-

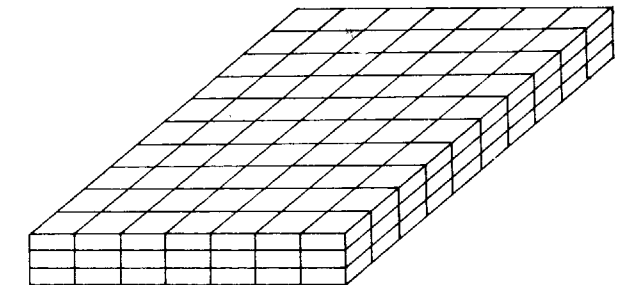


Figura 2

mipermeable en mallas equivalentes a las de los acuíferos que lo limitan en vertical (fig. 2). La transmisividad de unión vertical se establece entonces dos veces en cada vertical, una entre el primer acuífero y el semipermeable y otra entre éste y el segundo acuífero, siendo preciso escribir la ecuación de conservación de masas tanto para las mallas de los mantos acuíferos como para las del semipermeable.

Si llamamos  $L_x$  y  $L_y$  a las potencias de los dos niveles, acuífero y semipermeable,  $K_x$  y  $K_y$  a sus permeabilidades (empleamos éstas, ya que para flu-

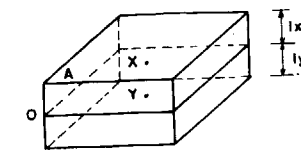


Figura 3

jos verticales el concepto transmisividad no tiene significado físico)  $x$  e  $y$  el centro de las mallas (figura 3),  $A$ , la superficie de éstas según un plano ho-



rizontal, y  $O$  al pleno de separación de ambas (figura 3), el caudal entre las dos mallas es:

$$Q_v = A \cdot K_y \frac{H_y - H_o}{L_y/2} = A \cdot K_x \frac{H_o - H_x}{L_x/2} \quad [2]$$

El mismo caudal, en función de la permeabilidad vertical equivalente es:

$$Q_v = \frac{H_y - H_x}{l_y + l_x} K_v \cdot A \quad [3]$$

Combinando las expresiones [2] y [3] se obtiene para la transmisividad vertical

$$K_v = \frac{K_x \cdot K_y (l_x + l_y)}{K_x l_y + K_y l_x}$$

Si la circulación horizontal en el seno del semipermeable puede ser despreciada con respecto a la existente en los acuíferos, no es preciso discretizar el semipermeable ya que la cantidad de agua que pasa del primer acuífero al semipermeable es igual a la que pasa de éste al segundo acuífero.

Como consecuencia el número de mallas es considerablemente menor. Escribiendo la igualdad de los

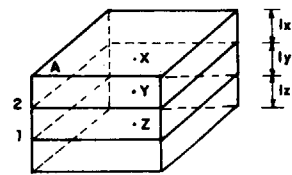


Figura 4

caudales que circulan verticalmente entre los dos acuíferos, figura 4.

$$Q_v = \frac{H_2 - H_1}{l_x/2} \cdot A \cdot K_x = \frac{H_1 - H_2}{l_y} A \cdot K_y = \frac{H_2 - H_x}{l_x/2} A \cdot K_x$$

y operando de la misma forma que en el caso anterior:

$$K_v = L_t \frac{2 \cdot K_x \cdot K_y \cdot K_z}{l_x K_y K_z + 2 l_y K_x K_z + l_x K_x K_y} (H_x - H_y)$$

La ecuación [1] puede escribirse nuevamente de forma simplificada:

$$T_{ext} (H_{ext} - H_o) = A \cdot S \cdot \frac{\Delta H}{\Delta t} \pm q A \quad [4]$$

A cada malla corresponde una ecuación de este tipo en la que el subíndice ext. indica la consideración de las direcciones, Norte, Sur, Este, Oeste, Alto y Bajo.

En las mallas en que existe alguna obra, la ecuación es la [4] si no hay más de un acuífero en comunicación con cada una. Cuando una obra está en comunicación con dos o más acuíferos, existe para cada uno de ellos una incógnita suplementaria correspondiente al caudal que el acuífero aporta al caudal total de la obra.

Si a través de ella se explotan  $n$  acuíferos a las  $n$  incógnitas suplementarias corresponden de una parte  $n-1$  ecuaciones expresando la igualdad de presiones en todos los acuíferos y de otra una ecuación más que indica que la suma de los caudales de cada acuífero es igual al caudal total de la obra.

#### CONDICIONES EN LOS LÍMITES

Estas pueden ser de tres tipos, flujo nulo, nivel constante y caudal impuesto. En el primer caso basta anular las permeabilidades de los límites correspondientes. En el segundo se excluyen del cálculo las mallas correspondientes en las que se mantiene como una constante el nivel exigido. En el tercer caso y en las mallas que forman el límite, basta introducir el caudal impuesto en el segundo térmi-

no del segundo miembro de la expresión [4] operando a continuación como con el resto de las mallas.

#### RESOLUCIÓN DEL SISTEMA

Al igual que en las simulaciones en dos dimensiones, hemos utilizado dos métodos generales de cálculo. Para sistemas de más de 100 mallas, el de sobrerelajación: A partir de unos valores prefijados de la piezometría, se calcula en cada malla el valor de la altura piezométrica en función de los valores en las mallas vecinas. Se compara el valor nuevo con el antiguo y se adopta como valor de la piezometría el antiguo, más la diferencia entre éste y el nuevo, multiplicada por un coeficiente llamado de

inicial, se opera simultáneamente con todas las mallas situadas sobre la misma vertical. Esto es, en una vertical se consideran incógnitas los valores de la piezometría, obteniendo un sistema de ecuaciones tridiagonal que se resuelve por eliminación. En las mallas con obras, habida cuenta las incógnitas y ecuaciones suplementarias el sistema no es tridiagonal resolviéndose por diagonalización utilizando la subrutina RSL (resolución de sistemas lineales).

El número de interacciones necesario para llegar a la solución verdadera depende del coeficiente de sobrerelajación adoptado, el cual tiene un valor óptimo, función en cada caso de las características geométricas y físicas del modelo y de los valores iniciales de la piezometría. Para obtener más rápidamente la solución, se pueden utilizar como valo-

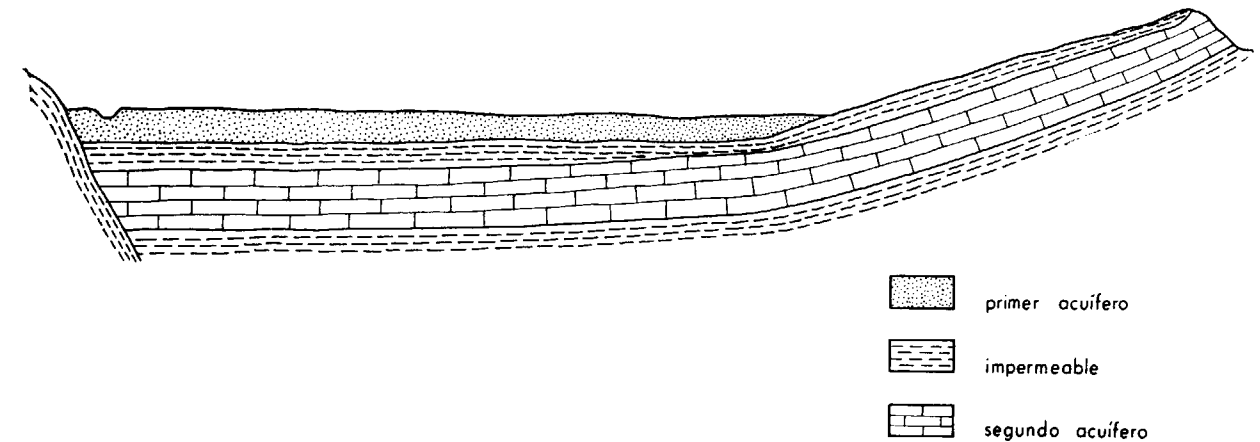


Figura 5

sobrerelajación. Este cálculo se realiza para todas las mallas y tantas veces como fuese necesario para que la diferencia entre los resultados de dos cálculos sucesivos de la altura piezométrica sea menor que un cierto valor prefijado.

En los sistemas multicapa y con objeto de tener en cuenta la disimetría de las ecuaciones en las mallas con obras en comunicación con más de un acuífero, es conveniente introducir una pequeña modificación al método general de sobrerelajación. Si bien se fijan unos valores ficticios de la piezometría

res de partida, los valores obtenidos de la resolución del mismo sistema por medio de un método implícito o explícito de diferencias finitas, que, si bien es menos preciso, da rápidamente una primera solución.

Para sistemas de menos de 100 mallas se puede emplear directamente la Subrutina RSL. Esta subrutina ha sido preparada en el centro de cálculo de la escuela técnica superior de Ingenieros de Minas y utiliza en la resolución el método de diagonalización de Gauss-Jordán.

	850.00 (1)	850.00	850.00	850.00	850.00	850.00	850.00	850.00 (8)
	834.61 (9)	838.69	841.44	840.45	838.27	835.45	832.46	830.58 (16)
	(73)							(80)
	758.17	756.73	753.60	750.52	748.07	745.91	743.87	742.53
	811.30 (17)	813.83	819.20	825.74	822.79	818.87	814.45	813.62 (24)
	(81)							(88)
	759.61	759.30	754.65	750.69	747.95	745.29	742.30	740.12
	786.59 (25)	783.83	787.20	798.50	805.26	808.69	806.62	806.43 (32)
	(89)							(96)
	760.35	765.38	756.42	749.23	744.55	742.55	738.28	736.03
	771.21 (33)	765.38	771.52	776.94	784.10	788.00	797.38	797.77 (40)
	(97)							(104)
	752.30	754.91	747.41	740.37	738.33	742.70	735.28	732.67
	764.20 (41)	762.56	766.95	770.69	769.96	742.71	780.16	785.34 (48)
	(105)							(112)
	739.89	749.20	738.97	733.35	731.26	731.40	729.03	726.62
	758.05 (49)	749.20	760.74	766.71	768.53	768.38	774.07	777.06 (56)
	(113)							(120)
	718.92	721.53	719.16	717.20	717.46	719.18	720.07	716.84
	758.25 (57)	757.15	762.19	765.83	768.26	770.04	772.74	774.43 (64)
	(121)							(128)
	700.00	700.00	700.00	700.00	700.00	700.00	700.00	700.00
	759.59 (65)	760.34	763.09	765.91	768.26	770.25	772.14	773.29 (72)

Figura 6

Ejemplo 1.

Con el objeto de mostrar la utilidad del programa, se realizó un primer ejemplo en el que se analiza el comportamiento en régimen permanente de un sistema tricapa cuyas condiciones de funcionamiento se han idealizado para poner de manifiesto la importancia que en ocasiones puede tener el drenaje vertical.

Se compone el sistema de un primer acuífero libre con un nivel fijo en su límite sur definido por un río de cota media igual a 700 m. en una zona de clima desértico, lo que permite suponer que la alimentación procedente del agua de lluvia es nula. Bajo este primer acuífero se encuentra un semipermeable de permeabilidad constante e igual a  $10^{-6}$  m/seg., pero cuyo espesor varía desde 5 hasta 50 m. correspondiendo a la zona norte los menores espesores y a la sur los más altos (fig. 5). Bajo el semipermeable se encuentra un segundo nivel acuífero de límites impermeables al oeste, este y sur, pudiéndose definir en sus afloramientos al norte una isopieza prácticamente constante de nivel 850 m.

Se pretende estudiar qué efecto provoca en el sistema las explotaciones siguientes:

- Malla 11 ... .. 60 l/seg.
- Malla 29 ... .. 50 l/seg.
- Malla 34-90 ... .. 145 l/seg.
- Malla 46-102 ... .. 55 l/seg.
- Malla 50-106 ... .. 85 l/seg.

En la figura 6 se observan los valores de los niveles piezométricos resultantes. El hecho de poner en comunicación las dos capas en las mallas 34, 46 y 50 da lugar a un flujo del agua del segundo al primer acuífero. Esta alimentación unida a la provocada por la percolación vertical en toda la superficie determina la situación de los niveles en el acuífero 1, muy superior a la de su única fuente directa de alimentación.

Del modelo se deduce directamente la conveniencia de no explotar los dos acuíferos simultáneamente ya que los grandes caudales que se ven forzados a circular por los sondeos serían un grave inconveniente para su mantenimiento.

Sin embargo ofrece una posibilidad económicamente rentable que consiste en recargar el acuífero superior desde el inferior por medio de los oportunos pozos de recarga y explotar sólo el primer acuífero desde obras de pequeña profundidad.

Ejemplo 2. Interferencias en tres pozos explotando diferentes acuíferos del mismo sistema.

El sistema se compone de dos acuíferos con niveles fijos al norte y al sur, límites impermeables al este y oeste y separados por un semipermeable dentro del cual se puede suponer la circulación horizontal nula. El sistema se comienza a explotar en un cierto momento a través de tres pozos. Su disposición respecto a los acuíferos y el programa de bombeos se pueden observar en las figuras 7 y 8, respectivamente.

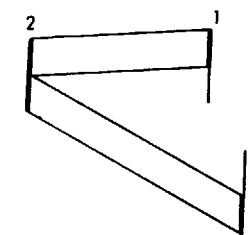


Figura 7

Se pretende averiguar la variación de niveles en cada caso uno de los tres pozos así como la aportación de cada uno de las capas al caudal total del pozo 2.

En la figura 9, las líneas continuas se refieren a niveles y las discontinuas a caudales.

Es de destacar en el pozo 1, su sensibilidad a la interrupción del bombeo en el pozo 2 y su rápida recuperación debido a las aportaciones de la capa inferior.



El pozo 2 es sensible a los cambios en el régimen de explotación de los pozos 1 y 3.

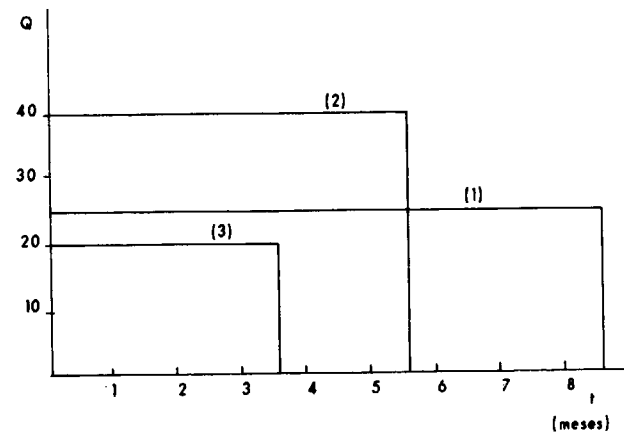


Figura 8

El pozo 3 no parece afectado por ninguno de los otros pozos, mostrando unas curvas de descenso y recuperación sin ningún punto doble.

### CONCLUSIONES

Si bien los programas multicapa son una generalización de los bidimensionales, permiten tener en cuenta heterogeneidades en sentido vertical lo cual en muchos casos justifica su utilización.

Habida cuenta el aumento de variables que, en relación con los bidimensionales, comportan los programas multicapas, parece evidente que la utilidad de éstos se centra en los modelos de zonas pequeñas en las que se pretenda estudiar algún efecto no fácilmente explicable imaginando un flujo simple bidimensional.

A pesar de esta limitación, este tipo de modelo se utiliza cada vez más como un justo medio entre la idealización que representan los modelos bidimensionales y la complejidad de los tridimensionales.

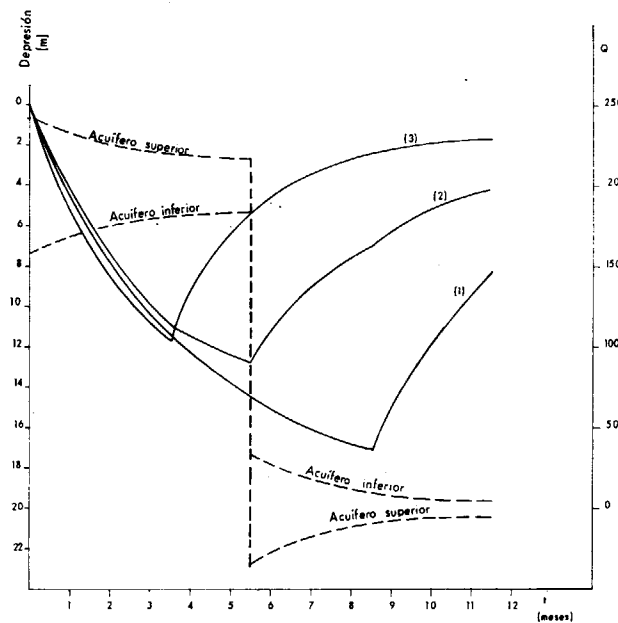


Figura 9

### BIBLIOGRAFIA SELECCIONADA

- M. LANCHON: *Modele numerique a trois dimensions des ecoulements monophasiques dans un gisement* (1965).
- D. W. PEACEMAN y H. H. RACHFORD: *The numerical solution of parabolic and elliptical difference equations* (1955).
- G. F. PINDER, A: *A digital model for aquifer evaluation. Techniques of Water "Resources investigations of the United States Geological Survey". Book 7. Shapter C1* (1970).
- T. A. PRICKETT y C. G. LONNQUIST: *Selected digital computer Techniques for groundwater resource evaluation* (1971).

Recibido: 15-X-1972

## Resumen del "Estudio geotécnico general de la zona central de Asturias" (\*)

Por M. TORRES ALONSO (\*\*)

### INTRODUCCIÓN

Este trabajo, cuyo resumen exponemos, fue presentado como tema de la tesis doctoral en la Universidad de Oviedo, realizado bajo la dirección del profesor J. A. Martínez Alvarez, catedrático de la Escuela de Minas de Oviedo. Se divide en tres capítulos fundamentales: 1.—*Estudio geológico*. 2.—*Es-*

Dada la magnitud y carácter de este trabajo resulta prácticamente imposible realizar un resumen de los variados resultados en las muy diversas problemáticas abordadas. Trataremos de centrar este resumen en el contenido de la obra, que ponemos a disposición de quienes quieran consultar algunas de sus partes.

### I. ESTUDIO GEOLÓGICO

Se ha realizado un estudio geológico completo de la zona encartada en este trabajo.

En la elaboración del mismo, se analizan todas las facetas habitualmente reseñadas en un estudio geológico de carácter regional; haciendo especial hincapié sobre los aspectos litológicos, estratigráficos, estructurales y geohistóricos. Los resultados obtenidos, quedan reflejados en una serie de documentos gráficos y en la correspondiente Memoria del trabajo original (1).

Los documentos gráficos confeccionados son: A) "Esquema geológico de la zona central de Asturias" (a escala 1/50.000, en colores); b) "Perfiles geológicos de la zona central de Asturias" (a escala 1/50.000, en colores), y c) "Mapa de afloramientos típicos de la configuración geológica de la zona central de Asturias" (a escala 1/50.000).

a) El *Esquema geológico*, consta de los siguientes elementos fundamentales:

- 1.ª Esquemas generales (tres) a escala 1/200.000, en colores, en los que se reflejan las principales características, de índole hidrográfica y climatológica, en el primero; geohidrológicas, en el segundo, y estructurales, en el tercero.

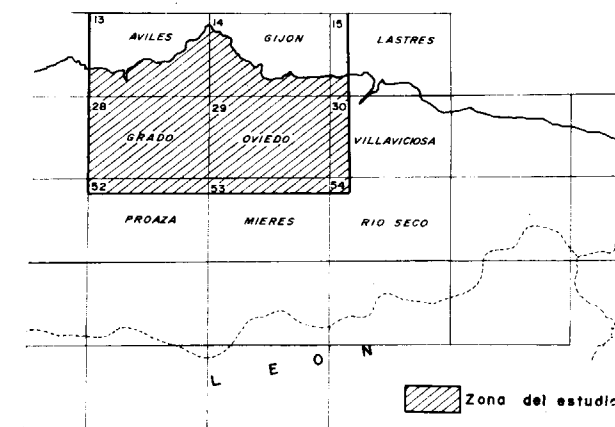


Figura 1

Croquis de situación y división de hojas de M. T. N. E. 1:50.000

*udio geotécnico del subsuelo*. 3.—*Estudio de Canteras* (Rocas Industriales). Comprende la zona que se esquematiza en la figura adjunta (fig. 1).

(\*) Este trabajo se encuentra en trámites de publicación con la colaboración de la Diputación Provincial de Asturias e Instituto de Estudios Asturianos.

(\*\*) Dr. en Ciencias Geológicas.

2.<sup>a</sup> Esquema geológico —propriadamente dicho— a escala 1/50.000 y en colores; si bien, los trabajos de campo se han realizado a 1/25.000 en general, pues en algunas zonas se ha podido contar con mapas base de mayor detalle y precisión. Decidiéndose su presentación de conjunto a 1/50.000, al objeto de conseguir una mejor manejabilidad. En la labor cartográfica se ha seguido —siempre que las condiciones lo han permitido— un criterio eminentemente litológico, por estimar que tal criterio es fundamental para el desarrollo de los capítulos siguientes.

En dicho esquema geológico, se reflejan y diferencian los diversos tipos de accidentes tectónicos que afectan a la zona estudiada.

3.<sup>a</sup> Leyenda litoestratigráfica general, que consta de tres partes. Una primera dedicada a cronología paleontológica, en la que se diferencian los siguientes elementos: Zonas fosilíferas, zonas fosilíferas estudiadas (con indicación de los respectivos autores y fechas) y finalmente, su correspondiente atribución cronológica.

La segunda parte está dedicada a la columna litoestratigráfica propriadamente dicha, con diferenciación de las correspondientes series formacionales, siguiendo una nomenclatura de tipo local. Dadas las diferencias existentes entre las áreas occidental y oriental de la zona estudiada —debido a los cambios de facies o bien, a lagunas estratigráficas importantes— se ha creído conveniente el desglosar la columna en dos partes, una dedicada a la zona al W. de la alineación Gijón-Oviedo y otra a la zona al E. de la mencionada alineación ideal. Las series diferenciadas abarcan desde el Precámbrico hasta el Terciario. A las columnas acompañan una serie de signos litológicos y estratigráficos que complementan la información detallada de cada serie formacional diferenciada.

La tercera y última parte, está dedicada a una definición, escueta y concreta, de cada una de las series formacionales o tramos característicos distinguidos en la columna litoestratigráfica.

b) *Perfiles geológicos* de la zona central de Asturias: Se reflejan a escala 1/50.000 una serie de perfiles seleccionados y con distintas orientaciones, al objeto de resaltar, tanto las diversas estructuras del zócalo, como las correspondientes a la cobertera.

Como representación en profundidad —de carácter novedoso— se hace una triple diferenciación de zonas, a saber: zona de interpolación directa superficial; zona de extrapolación estilística y zona de interpretación estilística.

c) *Mapa de afloramientos típicos* los elementos fundamentales que se representan son: 1.—Cortes estratigráficos fundamentales. 2.—Canteras, secciones artificiales o naturales de niveles característicos de las series formacionales y tramos definidos. 3.—Itinerarios de interés estructural y fundamental. 4.—Zonas con elementos estructurales y geomorfológicos claramente perceptibles en fotogramas. 5.—Ubicación de las explotaciones mineras de interés económico y 6.—Señalización de las localidades ligadas a definiciones litoestratigráficas locales.

La Memoria ha sido dividida en tres grandes unidades dedicadas al estudio de las tres facetas siguientes: a) Litoestratigráfica; b) estructural y c) Geohistórica.

a) *Litoestratigrafía*: Al objeto de abordar este capítulo de forma uniforme y sistemática se han fijado de antemano unos criterios, que quedan concretados en los siguientes puntos para cada período geológico: 1.—Definición general. 2.—Series formacionales (tramos o unidades litológicas locales). 3.—Definición de las series formacionales. 4.—Cronología paleontológica localizada y extrapolada y 5.—Afloramiento tipo.

De acuerdo con estos criterios se acomete la descripción particularizada de cada período, que abarca desde el Precámbrico hasta el Cuaternario.

b) *Estructural*: El análisis detallado de las estructuras existentes dentro del ámbito estudiado ha sido desglosado en cuatro grandes conjuntos tectoestructurales, a saber: 1.—El zócalo (Precámbrico-Paleozoico) 2.—La Cobertera (Mesozoico y Cenozoico) 3.—El Recubrimiento (Cuaternario y suelos recientes) y 4.—La Plataforma Marina (Zócalo y Cobertera submarina).

c) *Geohistoria*: Se estudian los principales procesos de carácter sedimentario, orogénico y erosivo que han tenido lugar a lo largo de la historia geológica de esta zona, desglosados en tres grandes etapas: 1.<sup>a</sup> Rasgos sobre la evolución geohistórica del Zócalo. 2.<sup>a</sup> Rasgos sobre la evolución geohistórica de la Cobertera y 3.<sup>a</sup> Rasgos sobre la evolución geohistórica del Recubrimiento. Añadiéndose una cuarta unidad, dedicada al análisis de la Sismicidad, reciente y actual, de la zona.

## II. ESTUDIO GEOTÉCNICO DEL SUBSUELO

La realización de este capítulo ha estado guiada por la diversidad de necesidades presentes dentro del ámbito analizado, como corresponde a una zona geográfica amplia y de compleja estructuración socio-económica. Las necesidades, consideradas como fundamentales, son las que hacen referencia a núcleos urbanos, zonas industriales y las de índole general, que afectan a la totalidad de la zona estudiada en la primera parte.

Dado que los estudios de carácter geotécnico, requieren la movilización de un gran número de recursos económicos y técnicos, es preciso recordar que el presente trabajo ha sido una labor personal de investigación y por tanto, los recursos económicos y medios a nuestro alcance han sido discretos. Ello ha motivado, un planteamiento cuidado en la selección de los distintos tipos de estudios a realizar.

Los estudios propriadamente geotécnicos llevados a cabo, se pueden agrupar en las unidades siguientes: 1.—"Estudios petrográficos y mineralógicos", mediante el estudio de muestras representativas al microscopio y con lupa. 2.—"Análisis", de índole física y química (Peso específico, Determinación de  $CO_2$ , Determinación de  $SO_4$  y Granulometría) y 3.—"Ensayos geotécnicos" (Desgaste. "Los Angeles", Estabilidad frente a la acción del  $SO_4$  y Mg, Límites de Atterberg y Clasificación de Casagrande y H. R. B.)

Los distintos tipos de estudios geotécnicos abordados —siguiendo el criterio de la diversificación de necesidades planteadas— han sido realizados, mediante la confección de mapas detallados (geológicos y geotécnicos) para el caso de los núcleos urbanos; mediante un corte geotécnico típico y representativo para las áreas industriales, y mediante una valoración por "Pisos" y "Tramos" (geológicos) para el análisis global de la totalidad de la zona. Las facetas geotécnicas que se destacan en cada uno de los tipos de estudios enumerados son las siguientes: 1) Características mecánicas: Coherencia, Fisuración y Tenacidad. 2) Características hidrogeológicas: Drenaje, Niveles freáticos y Fenómenos cársticos. 3) Arranque de materiales: Escarificación. 4) Estabilidad de taludes: Materiales deslizantes y Materiales deformables. 5) Aprovechamiento de materiales: Primarios (rocas industriales) y Secundarios y 6) Fundación: Valoración como cimiento.

Los datos geotécnicos elaborados sobre el sub-

suelo de la zona central de Asturias han sido los siguientes: a) Datos geotécnicos generales; b) Datos geotécnicos de núcleos urbanos; c) Datos geotécnicos de zonas industriales. La correspondiente distribución geográfica queda reflejada en el esquema adjunto (fig. 2).

a) *Datos geotécnicos generales*: Comprende los siguientes elementos gráficos, a saber: A-1, Los depósitos del Cuaternario y sus características geotécnicas. A-2, Los depósitos del Terciario y sus características geotécnicas. A-3, Los depósitos del Secundario y sus características geotécnicas. A-4, Los depósitos del Primario y sus características geotécnicas.

En cada uno de ellos se representa la extensión que ocupan los correspondientes materiales, sobre mapas a escalas a 1/50.000 y diferenciados los "pisos" geológicos; así como los elementos estructurales fundamentales que afectan a dichos terrenos y toda otra serie de elementos, que juzgamos tienen interés desde el punto de vista geotécnico. Acompaña a cada plano una amplia leyenda geotécnica.

b) *Datos geotécnicos de núcleos urbanos*: Comprende los siguientes elementos: C-1, Datos geotécnicos del núcleo urbano de Oviedo. C-2, Datos geotécnicos del núcleo urbano de Avilés. C-3, Datos geotécnicos del núcleo urbano de Gijón.

Tales estudios han consistido en el levantamiento a escala detallada (1/2.000 original, reducida a 1/10.000) de los correspondientes cascos urbanos y sus respectivas zonas periféricas de influencia. Los elementos reflejados de índole geológica y geotécnica han sido confeccionados en las áreas periféricas mediante la cartografía clásica de afloramientos; mientras que, en los cascos urbanos la falta de afloramientos se suple mediante las denominadas estaciones de reconocimiento (sondeos, pozos, excavaciones, zanjas, etc.), que permiten un análisis puntual. Los mapas llevan incluidos una doble leyenda. Una, de carácter estratigráfico, en la que señalan las características litológicas y estratigráficas de las distintas unidades diferenciales (rocas, rocas alteradas y suelos); y otra de índole geotécnica, en la que se reflejan las características fundamentales de las unidades diferenciadas.

Finalmente, en la Memoria se hace un análisis detenido y sistemático de la valoración como cimiento (capacidad portante admisible:  $Kg/cm^2$ ) de las distintas unidades litológicas diferenciadas en los estudios de estos tres núcleos urbanos.



c) *Datos geotécnicos de zonas industriales:* Tanto las zonas industriales actuales, como las futuras, derivadas de la implantación del Polo de Desarrollo Industrial, quedan ubicadas dentro del perímetro delimitado por los núcleos urbanos de Oviedo, Gijón y Avilés. Dada la gran extensión de terreno que ello implica y ante la imposibilidad de abordar un estudio de detalle de la misma —tal como se hizo para los núcleos urbanos— por la carencia de me-

dios, se abordó el problema mediante la realización de un corte típico representativo de la subsodicha zona.

El corte confeccionado ha tenido como base la cartografía geológica de una franja de escala 1/2.000, quedando incluido dicho corte dentro de la franja estudiada. Se ha podido contar con una campaña de sondeos de reconocimiento, que ha

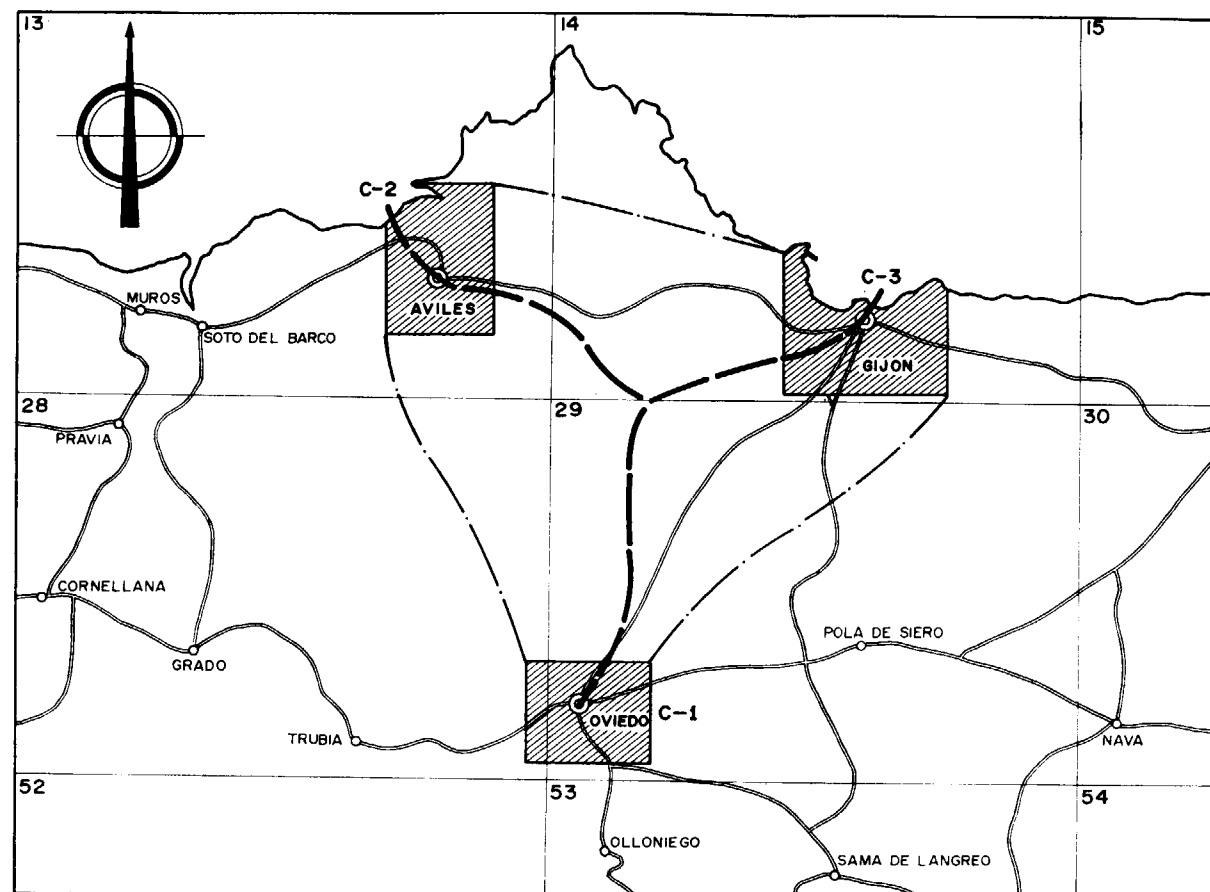


Figura 2

- Zona de reconocimientos geotécnicos generales.
- Datos geotécnicos reflejados sobre mapas 1/50.000.
  - A-1 Datos geotécnicos sobre los materiales atribuibles al "Cuaternario".
  - A-2 Datos geotécnicos sobre los materiales atribuibles al "Terciario".
  - A-3 Datos geotécnicos sobre los materiales atribuibles al "Secundario".
  - A-4 Datos geotécnicos sobre los materiales atribuibles al "Primario".
- — — Perímetro de máxima concentración urbana e industrial.
- ▨ Perímetros urbanos. Datos geotécnicos reflejados sobre mapas de detalle.
  - C-1 Mapa geotécnico de Oviedo a escala ≈ 1/6.000.
  - C-2 Mapa geotécnico de Avilés a escala ≈ 1/10.000.
  - C-3 Mapa geotécnico de Gijón a escala ≈ 1/10.000.
- — — Perfil geotécnico fundamental en el perímetro de máxima concentración urbana, a escala 1/10.000.

permitido aquilatar el corte geológico, y a su vez contar con una serie de muestras para su posterior análisis. El corte se representa a escala 1/10.000 en horizontal y 1/1.000 en vertical; con representación en colores de las distintas unidades diferenciadas. Acompaña a dicho corte tres leyendas; la primera, de carácter litoestratigráfico; la segunda, de carácter geotécnico general, y la tercera, de índole geotécnico específico.

Los resultados proporcionados por este corte de detalle pueden hacerse extensibles al resto de esta área industrial, dado que presenta una notable homogeneidad, tanto en composición como en las estructuras que en ella se desarrollan.

### III. ESTUDIO DE CANTERAS (Rocas industriales)

El estudio de canteras —conocido también bajo el nombre de "Rocas industriales"— tiene por objeto el análisis de los distintos posibles aprovechamientos de los materiales que integran el subsuelo de la zona estudiada, con vistas a su utilización directa en la construcción o bien como materias primas de productos de amplio consumo en la construcción (cemento, cal, ladrillos, etc.).

El estudio de tales aprovechamientos —según entendemos por geotecnia— es una de las facetas abarcadas por esta rama de la ciencia. En el presente trabajo hemos preferido desglosarlas del estudio geotécnico propiamente dicho; dedicándose un capítulo entero al desarrollo del mismo, a la vista del elevado número de explotaciones existentes y el marcado interés económico que en esta región tienen los mencionados aprovechamientos. La elaboración de este capítulo, aunque expuesta independientemente, está íntimamente ligada y basada en los datos proporcionados por el estudio geológico y geotécnico.

En el planteamiento de este estudio cabían —a nuestro entender— dos criterios, a saber: 1) "Criterio de estudio ideal", eminentemente litológico, que nos permitiría definir dos elementos: a) Niveles litológicos industriales potenciales y b) Zonas canterables potenciales, 2) "Criterio de estudio real", basado en estudios geológicos, geográficos, análisis, ensayos y económicos, que nos servirían para definir otros dos elementos: a) Niveles litológicos canterables reales y b) Zonas canterables reales. El criterio seguido en este estudio no ha sido único, sino que se ha buscado la concatenación de ambos criterios; si bien haciendo un espe-

cial hincapié en el criterio real (tomado como base) y redondeada su visión con la yuxtaposición del criterio ideal. Llegándose finalmente a la definición de los siguientes elementos fundamentales: "Niveles de materiales industriales canterables" y "Zonas de materiales industriales canterables".

El estudio de canteras se ha dividido en dos partes, a saber: 1) Inventario de canteras y 2) Estudio —propiamente dicho— de canteras.

1) Inventario de canteras: Ha consistido en la toma de datos fundamentales —geográficos y geológicos— de todas las explotaciones (en producción o abandonadas) existentes dentro del marco geográfico del presente trabajo.

Los resultados conseguidos son los siguientes: Número total de canteras inventariadas, 400. Número total de canteras inventariadas de rocas industriales, 370. Número total de canteras inventariadas de rocas industriales en explotación, 190. Número total de canteras inventariadas de rocas industriales abandonadas, 180.

Los datos proporcionados por estos estudios previos (inventarios) han quedado reflejados, por una parte, sobre dos mapas a escala 1/50.000, en los que se detalla la "situación y denominación de las canteras inventariadas" y las "Características litológicas de las canteras inventariadas", y por otra, en las denominadas hojas 0 y 1 del estudio de canteras, en las que se reseñan de forma particular e individualizada, los datos de cada explotación (geográficos y litológicos).

2) Estudio de canteras: Dado el alto número de las canteras inventariadas de materiales industriales (370) y visto que las actualmente en explotación resultan proporcionalmente representativas de todos los niveles explotables, se tomó la decisión de verificar esta segunda etapa (estudio propiamente dicho) sobre las canteras en explotación (190).

El estudio de canteras abarca los siguientes aspectos:

- a) Geológico: Cronología, perfil geológico, tipo de yacimiento, anotaciones respecto al yacimiento (diaclasación, buzamiento, cobertera, potencia, etc.), definición del mismo, caracterización del material útil y su definición (estudios de láminas delgadas, lupa y carta de plasticidad de Casagrande).
- b) Económico: Tipo de explotación, grado de mecanización, gama de productos suministra-

dos, vías de acceso, método de arranque y volumen de producción.

- c) Ensayos geotécnicos: Desgaste "Los Angeles", Estabilidad frente a la acción del  $\text{SO}_4\text{Mg}$ , Límites de Atterberg y Clasificación de Casagrande y H. R. B.
- d) Análisis: Peso específico, Determinación del  $\text{CO}_2$ , Determinación del  $\text{SO}_4$ , Color y Granulometría.

Alcanzando la cifra de 1.255 el conjunto de análisis y ensayos realizados.

Los datos proporcionados por el estudio de canteras han sido recopilados en planos a escala 1/50.000, reseñándose los "Datos genéticos y geocronológicos de las canteras inventariadas"; y la "Posición estratigráfica de las canteras inventariadas"; asimismo, en las hojas 2, 3, 4, 4a, 5 y 6 del estudio de canteras, se reflejan detalladamente los aspectos enumerados anteriormente.

Los resultados proporcionados por el inventario y el estudio de canteras nos han servido como base fundamental a la hora de definir y enumerar los dos elementos principales, a saber: A) Niveles de materiales industriales canterables y B) Zonas de materiales industriales canterables.

A) Niveles de materiales industriales canterables: La definición y caracterización de los mismos ha tenido como base el estudio de las siguientes facetas: a) Características mineralógicas. b) Características físicas. c) Características económicas, y d) Aprovechamientos. Los datos elaborados quedan recogidos en cuatro cuadros, dedicados los tres primeros a los grupos de rocas carbonatadas, silíceas y arcillosas, y el último, a un cuadro-resumen del conjunto de niveles canterables.

B) Zonas de materiales industriales canterables: La delimitación de las zonas de reserva más interesantes se ha planteado teniendo en cuenta las siguientes circunstancias: a) Geográficas, b) Socioeconómicas y c) Elementos de consumo habitual.

De acuerdo con las necesidades existentes en la zona y dada su heterogeneidad, se creyó oportuno distinguir dos tipos de zonas de reserva, a saber: 1) Afloramientos destinados a "sectores locales", que puedan hacer frente a una demanda reducida, procedentes de las zonas periféricas a los grandes núcleos urbanos e industriales, y 2) Afloramientos destinados a "sectores regionales", que puedan hacer frente a la demanda procedente de los grandes núcleos de consumo. Los afloramientos selecciona-

dos para ambos casos, con indicación de los tipos de aprovechamientos más idóneos en cada afloramiento quedan reflejados sobre un plano de conjunto a escala 1/50.000.

(1) El trabajo original consta de nueve tomos y se encuentra completado por 24 mapas de carácter geológico y geotécnico; así como diversos cuadros, fotos y figuras.

(2) Estos estudios han sido desarrollados en el "Laboratorio de Geología General y Estructural" de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Oviedo y recibieron la prestación de la Oficina Regional de Proyectos del M. O. P. de Oviedo.

(3) Parte de los trabajos fueron subvencionados por el "Consejo Superior de Investigaciones Científicas" y "Fondo de Ayuda a la Investigación" del Ministerio de Educación y Ciencia.

(4) *Índice del Anexo de Planos del estudio original.*— a) Estudio geológico: 1) Esquema geológico de la zona central de Asturias (escala 1/50.000, en colores, esquemas generales y columna estratigráfica). 2) Perfiles geológicos de la zona central de Asturias (escala 1/50.000, en colores). 3) Mapa de afloramientos típicos de la configuración geológica de la zona central de Asturias (escala 1/50.000).

b) Estudio geotécnico: 4) Datos geotécnicos de los materiales atribuibles al "Cuaternario". (Escala 1/50.000, en colores). 5) Datos geotécnicos de los materiales atribuibles al "Terciario" (escala 1/50.000, en colores). 6) Datos geotécnicos de los materiales atribuibles al "Secundario" (escala 1/50.000, en colores). 7) Datos geotécnicos de los materiales atribuibles al Primario" (escala 1/50.000, en colores). 8) Perfiles geotécnicos de la zona central de Asturias (I parte) (escala 1/10.000, en colores). 9) Perfiles geotécnicos de la zona central de Asturias (II parte) (escala 1/10.000, en colores). 10) Mapa geotécnico de Oviedo (escala 1/6.000, en colores). 11) Mapa geotécnico de Avilés (escala 1/10.000, en colores). 12) Mapa geotécnico de Gijón (escala 1/10.000, en colores).

c) Estudio de canteras: 13) Plano de situación y denominación de las canteras inventariadas (escala 1/50.000). 14) Plano de las características litológicas de las canteras inventariadas (escala 1/50.000). 15) Plano de los datos genéticos y geocronológicos de las canteras inventariadas (escala 1/50.000). 16) Cuadro de la posición estratigráfica y planteamiento de los estudios de campo y laboratorio de las canteras inventariadas. 17) Cuadro de los "Niveles canterables" de la zona central de Asturias: Nomenclatura y aprovechamientos. 18) Plano de ensayo de planificación de las "Zonas canterables" de la zona central de Asturias (escala 1/50.000, en colores).

d) Presentada el 29 de noviembre de 1971.

Recibido: 15-X-1972

## Investigation of meteorites fallen on the territory of Bulgaria by laser microspectral analyser

By D. DIMOV, A. PETRAKIEV, G. DIMITROV AND A. IVANOVA

Faculty of Geology and Geography and Faculty of Physics,  
University of Sofia Bulgaria

### RESUMEN

Los meteoritos caídos en el territorio de Bulgaria fueron investigados con la ayuda del analizador micro-espectral del laser LMA-1. Se dan datos sobre la distribución relativa de los componentes fundamentales y mezclas en los distintos minerales y combinaciones minerales en los meteoritos. Al mismo tiempo se dedica una atención especial a los meteoritos, la ciudad de Silistra y la aldea de Conevo; los datos de los cuales se refieren a los primeros tales.

### SUMMARY

The meteorites fallen on the territory of the Bulgaria have been investigated with the help of the laser microspectral analyser LMA-1. Data are given on the relative distribution of the principal components and admixtures in different minerals and mineral formations of the meteorites. At that special attention is paid to the "Silistra" and "Konevo" meteorites the data for which are original.

### 1. INTRODUCTION

On the territory of Bulgaria several falls of meteorites have been registered (1, 2). Unfortunately we have scarce information about greater part of them. That is why the objects of our investigation are the "Gumoschnik", "Debnevo", "Konevo", "Silistra" and Pavel meteorites. Their falls may be referred to the period from April 28, 1904 to February 28, 1966. The material available of the "Gumoschnik", "Debnevo" and "Pavel" meteorites is at the amount of 253 to 3 108 g, which is a fully insufficient quantity for a detailed investigation of the same. The "Silistra" and "Konevo" meteorite pieces are very small (from 1 to 3 g). It goes without saying that this quantity is extremely deficient for preparations, samples for chemical analysis or some other kinds of investigations for which quantities of one or even several tens of grammes are necessary.

Several years ago we applied the Laser microspectral investigation of the "Pavel" and "Gumoschnik" meteorites (3, 4).

This method of investigation has proved the following advantages:

a) a possibility of non-wrecking (non-destructive) analysis both of conductive and non-conductive sections of the preparations;

b) a possibility of securing a very high degree of localization of the analysis-up to 15  $\mu\text{m}$  in diameter;

c) a possibility of investigation of very small objects as well as of microinclusions in them.

### 2. EXPERIMENTAL

The general technique and instruments used have been described previously (3, 4).



## 3. RESULTS AND DISCUSSION

The investigated by us "Gumoschnik", "Debnevo" and "Pavel" meteorites are typical representatives of stones-breccia-like chondrites. It is evident from the chemical analysis of the above mentioned meteorites (Table 1). Breccia-like structure is characteristic of them which is stipulated by different in composition and outward traits formations constituting the meteorites. Some of the formations are lighter coloured - predominantly of silicate minerals, while others are darker and rich ore minerals and metallic inclusions. Besides, dispersely scattered and rather different by size metallic inclusions and chondrites can be observed. The meteorite pieces are covered with crust different in thickness, physical characteristics and composition. The formation of the latter is a result of transformation of meteorites pieces into the atmosphere and melting of different silicate minerals occurring at the surface sections of the meteorite pieces.

The principal mineral constituents of the meteorites are silicate ones-olivine, pyroxens (avgit, bronzite and hyperstene) and others. Ore minerals are represented widely by Ni containing Fe, kamacite, troilite, chromite and others.

Lighter and darker regions can be distinguished in the "Konevo" meteorite as well, but detailed investigations of the latter cannot be carried out

because of its small size. But here again lighter coloured formations are predominantly silicate, while darker ones - in different degrees and relatively richer in ore minerals.

The "Silistra" meteorite problem is not clear yet. Its porous structure makes the cosmic origin of the same doubtful to some extent. Here one cannot distinguish separate ingredients and formations owing to which fact the meteorite is investigated as a single whole. The investigation of the latter proves some peculiarities of its chemism.

Table 2 shows that different meteorite pieces underwent different treatments depending on their structure and mineral composition. The achieved data on element contents in different objects are given in 4 groups - major, mean, minor and traces. As several samples of one and the same object are tested, in the table one can find repetitions of the same elements in a number of groups. For its own part it proves different of these elements in one and the same mineral and mineral formation. At that it is evident that in the first and the second groups — "major" and "mean" —. The contained elements are referred to those constituting the principal rock forming minerals and formations. The other two groups include rare earth and trace elements which are constituents of certain minerals, mineral formations and meteorites.

TABLE 1. Results from chemical analysis in per cents for different meteorites and comparison with Ref. [5, 6]

Components	METEORITE			CHONDRITE (MEAN)	
	"Gumoschnik"	"Debnevo"	"Pavel"	From Ref. [5]	From Ref. [6]
SiO <sub>2</sub>	38.09	34.69	35.66	47.04	37.00
TiO <sub>2</sub>	0.24	0.34	0.30	0.14	0.12
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.03	4.25	3.56	3.09	2.40
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.53	0.31	0.28	0.45	0.34
FeO	10.10	7.46	10.02	15.40	13.50
MnO	0.18	0.79	0.30	0.31	0.23
CaO	1.98	2.38	2.25	2.41	1.90
MgO	24.11	24.02	23.96	29.48	23.60
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.32	0.02	0.02	0.26	0.23
Na <sub>2</sub> O	0.98	0.71	0.82	1.21	0.90
K <sub>2</sub> O	0.12	0.10	0.11	0.21	0.11
H <sub>2</sub> O	0.15	—	—	—	1.50
C	—	—	—	—	0.22
Fe	13.85	17.07	13.18	11.76	11.20
Ni	1.82	1.09	0.94	1.34	1.40
Co	—	0.01	0.08	0.08	0.07
Generalization	100.59	99.92	99.53	—	101.02

TABLE 2. Results of the laser microspectral analysis of the meteorites fallen on the territory of Bulgaria

Meteorite	Minerals or mineral formations	CONTENTS OF ELEMENTS			
		Major	Mean	Minor	Traces
"Gumoschnik"	Kamacite	Fe, Ni	Li, Mg, Ca, Sn	Mg, Ca, Cr, Mn, Cd, Pt	Cr, Cd, Pt, Na, Sn, Ti, Cu, Al, Bi, Co
	Troilite	Fe, Ca, Mg, Si, Mn, Cu	Al, Ni, Si, Ti, Mg, Cr, Ca, Cu, Mn	Cr, Cu, Mn, Na, Al, Ti, Mo, Pt, Ag, Ni, Mg, Sm	Ag, Ce, Mo, Na, Sn, Cr, Co, Pt, Cu, Mn, Ti
	Chondrite	Fe, Mg, Ca, Mn, Ti	Ti, Al, Cr, Ni, Sn, Li, Mn, Cu	Al, Cr, Sn, Ti, Cu, Na, Li, Ni	Ni, Na, Sn, Mo, Ca, Li, Cu
	Generalization	Fe, Ni, Ca, Mg, Si, Mn, Ti, Cu	Al, Li, Mg, Ca, Sn, Ni, Si, Ti, Cr, Cu, Mn	Mg, Cr, Cu, Mn, Cd, Pt, Na, Sn, Al, Ti, Mo, Ag, Ni	Cr, Cd, Pt, Na, Sn, Ti, Cu, Al, Bi, Co, Ag, Ce, Mo, Sm, Mn, Ti, Ni, Li
"Debnevo"	Kamacite	Fe, Mg, Ca, Si	Ni, Al, Ti	Cr, Cu, Mn, Ti, Co, Al	Al, Mn, Cr, Na, Co, Ti
	Troilite	Fe, Mg, Ca, Si	Al, Cr, Cu, Ni, Ti, Mn	Ni, Mn, Ti, Cu, Na, Al	Mn, Na
	Chondrite	Fe, Mg, Ca, Si	Ni, Al, Cr, Mn, Ti, Cu	Cu, Na, Cr, Co, Ni	Cu, Na, Ni, Co
	Crust	Fe, Mg, Ca, Si	Ni, Al, Cr, Cu, Mn, Ti, Nd	Co	Zn
"Silistra"	Total mass	Fe, Mg, Ca, Si	Ni, Al, Cr, Mn, Ti	Ni, Cu, Na, Cr, Ti	Ni, Al, Na
	Generalization	Fe, Ca, Mg, Si	Ni, Al, Cr, Mn, Ti, Cu, Na, Nd	Ni, Cu, Mn, Ti, Co, Al, Cr, Na	Al, Mn, Cr, Na, Cu, Ni, Zn, Co, Ti
	Generalization	Fe, Ca, Mg, Si, Al, Ba, Pb, Sn	Pb, Sm, Cu, Ni, Mn, Cr, Ti, Sr, Nd	Ni, Nd, Pb, Cr, Cu, Mn, Ti, Sm, Co, Zn, Na, Hg	Cu, Pt, Co, Zn, Na, Hg, Pb, Ni, Au, In, Pd
	Dark mass	Fe, Ca, Mg, Si, Sm	Al, Cu, Ni, Nd, Mn, Cr, Ti, Ba, Sm	Co, Na, Ni, Sr	Sn, Pd, Co, In, Zn
"Konevo"	Light mass	Fe, Ca, Mg, Si, Ti	Al, Cu, Ni, Mn, Cr, Ti, Ba, Nd, Sm	Co, Na, Ni, Pd, Nd, Ba	Co, In, Zn, Pd
	Surface	Fe, Ca, Mg, Si, Ti	Al, Cu, Ni, Nd, Mn, Cr, Ti, Ba, Sm	Co, Na, Cr, Pt, Sr	Co, Pd, Zn, Pt
	Troilite	Fe, Ca, Mg, Si	Al, Cu, Ni, Mn, Ti, Nd, Sm	Co, Pt, Cr, Ti, Ba, In	Na, Zn, Pd
	Generalization	Fe, Ca, Mg, Si, Ti, Sm	Al, Cu, Ni, Mn, Cr, Ti, Ba, Nd, Sm	Ni, Co, Na, Cr, In, Sr, Pt, Ba	Na, Co, Pd, In, Sn, Zn, Pt
"Pavel"	Olivine	Fe, Mg, Si, Ca	Ca, Mn, Ti, Cu, Zn, Ni	Ti, Cu, Al, Na, Li, Cr	Cr, Ni, Li, Zn, Ag, Pb, Cd, Co
	Pyroxen	Ca, Mg, Fe, Si, Ti	Al, Cr, Mn, Cu, Na, Zn, Pb, Ti	Al, Cr, Cu, Na, Ni, Zn	Pb, Ni, Ag, Zn
	Kamacite	Fe, Ni, Mg, Ca, Si	Fe, Ni, Ca, Mg, Si, Cu, Ti, Al, Cr, Zn, Na, Mn, Pd, Co	Ni, Mg, Si, Ca, Ti, Al, Cr, Mn, Cu, Na, Zn, Pd, Sn, Pt, Ag	Si, Cr, Cu, Ti, Na, In, Ag, Pt, Pd, Mn, Zn, Ni, Ca, Ce, Sb, Co
	Nikel containing iron Troilite	Fe, Ni, Ca, Mg	Na, Ca, Cr, Al, Mn, Mg, Cu, Co, Si, Ti	Cr, Al, Mn, Cu, Co, Ti, Pt, Pd, Ba, Na, In, Zn, Sm, Ag, Si, Mg, Ni	Al, Co, Ti, Ba, Pd, In, Zn, Pt, Ag, Sm, Sb, Sn, Mn, Mo, Ce, Cu, Na, Cr
Chondrite	Chondrite	Fe, Ca, Mg, Si, Ti, Ni	Fe, Ni, Ti, Al, Cr, Mn, Sn, Cu, Zn	Sn, Na, Ti, Cr, Al, Cu, Zn, Pb, Pd, Ni	Cu, Zn, Ni, Na, Li, Cr, Pb, Ag, Pt, In, Sb, Ce, K
	Crust	Fe, Ni, Mg, Si, Ca, Ti	Ni, Al, Cr, Cu, Mn, Na, Ti, Be, Pb, Zn, Be, Ge, Na, Cu, Co, Pt, Pb, Pd, In, K	Pb, Zn, Be, Ge, Na, Cu, Co, Pt, Pb, Pd, In, K	Cu, Zn, Ni, Na, Li, Cr, Pb, Ag, Pt, In, Sb, Ce, K
	Generalization	Fe, Ca, Mg, Si, Ti, Ni	Ni, Al, Cr, Cu, Mn, Na, Ti, Be, Pb, Fe, Sn, Zn, Ca, Co, Mg, Si, Pd, Pb	Na, Cu, Co, Pt, Pd, In, Sb, Pb, Zn, Be, Ge, Sn, Ni, Cr, Al, Mn, Ti, Ba, Sm, Ag, Si, Mg, Fe, Mo, Ca, Li, K	Cr, Li, Na, Zn, Ag, Pd, Pb, Cd, Co, Ni, Si, Cu, Ti, In, Pt, Mn, Ga, Ce, Sb, Ca, Mg, Sm, Ba, Sn, Mo, Be, Ge, Al, B, K

TABLE 3. Results of the laser microspectral analysis of the meteorites fallen on the territory of Bulgaria given according to their turn of discovery groups

Meteorite	Minerals of mineral formations	CONTENTS OF ELEMENTS			
		Major	Mean	Minor	Traces
"Gumoschnik"	Kamacite	Fe, Ni	Li, Mg, Ca, Sn	Cr, Mn, Cd, Pt	Na, Ti, Cu, Al, Bi, Co
	Troilite	Fe, Mg, Si, Ca, Mn, Cu	Al, Ni, Ti, Cr	Na, Mo, Pt, Ag, Sm	Ce, Sn, Co
	Chondrite	Fe, Mg, Si, Ca, Mn, Ti	Al, Cr, Ni, Sn, Li, Cu	Na	Mo, Ga
	Generalization	Fe, Ni, Mg, Si, Ca, Mn, Cu, Ti	Li, Sn, Al, Cr	Cd, Pt, Na, Mo, Ag, Sm	Bi, Co, Ce, Ga
"Debnevo"	Kamacite	Fe, Mg, Cr, Ca, Si	Ni, Al, Ti	Cr, Cu, Mn, Co	Na
	Troilite	Fe, Mg, Ca, Si	Ni, Al, Ti, Cr, Cu, Mn	Na	
	Chondrite	Fe, Mg, Ca, Si	Ni, Al, Ti, Cr, Cu, Mn	Na, Co	
	Crust	Fe, Mg, Ca, Si	Ni, Al, Ti, Cr, Cu, Mn, Nd	Co	Zn
"Silistra"	Total mass	Fe, Mg, Ca, Si	Ni, Al, Cr, Ti, Mn	Cu, Na	Zn, Na
	Generalization	Fe, Mg, Ca, Si	Ni, Al, Ti, Cr, Mn, Cu, Nd	Co, Na, Cu, Mn, Cr	
	Generalization	Fe, Ca, Mg, Si, Al, Ba, Pb, Sn	Cu, Ni, Mn, Cr, Ti, Sr, Nd	Co, Zn, Na, Hg	Sn, Pt, Au, In, Pd
	Generalization	Fe, Ca, Mg, Si, Ti, Sm	Al, Cu, Ni, Nd, Mn, Cr, Ba, Ti	Co, Na, Sr, Pd, Pt, In	In, Zn
"Konevo"	Total mass	Fe, Ca, Mg, Si, Sm	Al, Cu, Ni, Nd, Mn, Cr, Ti, Ca	Co, Na, Cr, Sr	Sn, Pd, In
	Total mass	Fe, Ca, Mg, Si	Al, Cu, Ni, Nd, Mn, Cr, Ti, Ba, Sm	Ca, Na, Pd	In, Zn
	Surface	Fe, Ca, Mg, Si, Ti	Al, Cu, Ni, Nd, Mn, Cr, Ba, Sm	Co, Na, Pt, Sr	In, Zn, Pd
	Troilite	Fe, Ca, Mg, Si	Al, Cu, Ni, Nd, Mn, Ti, Sm	Co, Pt, Cr, Ti, Ba, In	Na, Zn, Pd
"Pavel"	Generalization	Fe, Ca, Mg, Si, Ti, Sm	Al, Cu, Ni, Nd, Mn, Cr, Ba, Ti	Co, Na, Sr, Pd, Pt, In	In, Zn
	Olivine	Fe, Ca, Mg, Si	Mn, Ti, Cu, Zn, Ni	Al, Na, Li, Cr	Ag, Pb, Cd, Co
	Pyroxen	Fe, Ca, Mg, Si, Ti	Al, Mn, Cu, Cr, Na, Zn, Pb	Ni	Ag
	Kamacite	Fe, Ni, Ca, Mg, Si	Al, Ti, Cu, Mn, Cr, Na, Zn, Pd, Co	Sn, Pt, Ag, Mo, In	Ca, Ce, Sb
Nikel containing iron	Troilite	Fe, Ni, Ca, Mg, Si	Al, Mn, Ti, Cu, Cr, Co	Si	Cr, Cu, Ti, Al, B
	Chondrite	Fe, Ni, Ca, Mg, Si, Ti	Al, Mn, Ti, Cu, Cr, Co	Pt, Ba, Na, In, Pd, Zn, Sm, Ag	Sb, Sn, Mo, Ce
	Crust	Fe, Ni, Ca, Mg, Si, Ti	Al, Mn, Cu, Cr, Sn, Zn	Pd, Pb	Na, Li, Pt, In, Sb, Ce
	Generalization	Fe, Ca, Mg, Si, Ni, Ti	Al, Mn, Cu, Cr, Na, Be, Sb	Co, Pt, Pd, In, Pb, Zn, Ge, K	Ag, Ga
"Pavel"	Generalization	Fe, Ca, Mg, Si, Ni, Ti	Mn, Zn, Al, Cr, Cu, Na, Pb, Pd, Co, Sn, Be, Sb	Li, Pt, Ag, Mo, In, Ba, Pb, Ce	Ce, Ga, B, K

In order we can have a better idea of the chemism or certain minerals, formations and meteorite pieces the results achieved are given according to their turn of discovery and groups are represented in Table 3. One can see from the above mentioned table that the chemism of the same minerals in different meteorites is rather different. It refers both to the content of a given element and to its relatively quantitative representation. For example, we may take the kamacite of the "Gumoschnik" meteorite which characterized by the content of Cd, Pt, Sn, Li, and Bi. The same elements cannot be observed in the kamacite of the "Debnevo" meteorite, although both of the pieces are the result of one and the same "meteorite rain". The same comparison may be made in relation to the kamacite of the "Pavel" meteorite as well as to other minerals and mineral formations in the investigated meteorites.

The data received as a result of investigations show essential qualitative differences in the chemism of separate meteorite pieces and especially in the content of different elements in the last 2 groups. The "Gumoschnik" meteorite is characterized by the following elements: Li, Cd, Pt, Ag, Sm, Bi, Mo, Ce, Ga; the "Debnevo" meteorite—Nd, Co, Zn; the "Silistra" meteorite—Sr, Nd, Hg, Sn, Pt, Au, In, Pd and U; the "Konevo" meteorite—Ba, Ti, Nd, Zn and Co; the "Pavel" meteorite—Be, Sb, Li, Pt, Ag, Ce, B, Ba, Ga, Ge, Pb and K.

#### 4. CONCLUSIONS

On the base of the results of the experiments with the laser microspectral analyser the following conclusions can be made:

1. The discovery of the qualitative and relatively quantitative chemism of the "Silistra" and "Konevo" meteorites. We received additional new data on the rare earth and trace elements in the "Gumoschnik" "Debnevo" and "Pavel" meteorites, which give us a more detailed idea of their chemism

and general idea as well. In conformity with the achieved data we may say that the pieces of the "Gumoschnik" and "Debnevo" meteorites, which are the result of the same "meteorite rain" are chemically rather different. The above stated is proved by the total chemical analysis of these pieces.

2. Giving of the qualitative and relatively quantitative characteristics of different formations, minerals and inclusions in the meteorite pieces.

3. The received information is very rich and permits us to make certain new scientific generalizations. In the present case the data on the meteorites fallen on the territory of Bulgaria give us a chance for complete characterization and correct classification.

*Acknowledgements.*—The authors would like to express their gratitude to Dr. N. Nikolov for his continued interest to this investigations, and to Missrs. L. Ivchinova and T. Kourteva for chemical analysis of "Gumoschnik", "Debnevo" and "Pavel" meteorites.

#### REFERENCES

- (1) DIMOV, D. I.: *Sb. Meteoritika, Moskva*. pp. 57-67 (1969).
- (2) NIKOLOV, N. S.: *Sb. Meteoritika, Moskva*, pp. 71-76. (1961).
- (3) NIKOLOV, N.; PETKOV, A.; DIMITROV, G., y DIMOV, D.: "Boletín Geológico y Minero", LXXX-IV, pp. 95-100 (1969).
- (4) DIMOV, D. I.; NIKOLOV, N.; DIMITROV, G., y PETRAKIEV, A.: *Annuaire de L'Universite de Sofia* (in pres).
- (5) KABANOVA, E. S.: *Sb. Geochimija, mineralogija, petrographija, Moskva*, pp. 26-64 (1964).
- (6) VINOGRADOV, A. P.: *Geochemia*, Nr 7, 555-571 (1962).

Recibido enero 1970.



# INFORMACION

## Inauguración del VI Curso de Hidrogeología Aplicada en la E. T. S. de Ingenieros de Minas de Madrid

El día 20 de noviembre tuvo lugar, en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas, el acto de apertura del VI Curso de Hidrogeología Aplicada, que fue presidido por el Ilmo. Sr. Director General de Minas, D. Enrique Dupuy de Lôme, al que acompañaban en la Presidencia: D. Juan José Miraved del Valle, Director de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas; D. Tomás Villanueva, Director de los Equipos Mecánicos del IRYDA; D. Florentino Briones, Director del Instituto de Hidrología; D.\* Carmina Virgili, Directora del Instituto de Geología Económica; D. José Ignacio Izaguirre, Director del Instituto Geológico y Minero de España; D. José María Martín Mendiluce, Director del Centro de Estudios Hidrográficos; D. Juan Antonio Gómez Angulo, Consejero Gerente de la Empresa Nacional ADARO, de Investigaciones Mineras, S. A., y Presidente de la Comisión Nacional de Geología; D. Rafael Heras, Director Adjunto de la Escuela de Hidrología; D. Manuel Alía Medina, Catedrático de Geodinámica Interna de la Universidad Complutense.

El Sr. Miraved agradece a los presentes, en nombre de la Escuela, su asistencia a este acto, y cumple el encargo del Sr. Rector de la Universidad Politécnica de Madrid de hacer público su sentimiento por no poder encontrarse en él, ya que se trata de un curso, para postgraduados, que, como todos los que tienen este carácter, han sido siempre patrocinados y contado con las mayores simpatías y apoyos, por parte del Rector.

Estos cursos, añade el Sr. Miraved, contribuyen eficazmente a formar especialistas, lo que no es posible lograr a lo largo de los estudios superiores.

Cree que el curso tiene gran importancia, por considerar al agua subterránea como un mineral muy abundante, según se desprende de los estudios sobre la materia.

Felicita por ello a los matriculados en él, pues la hidrogeología es una actividad de gran porvenir.

A continuación, el Sr. Gálvez-Cañero dio lectura a la conferencia titulada "Necesidad y frutos de los Cursos de Hidrogeología Aplicada".

### NECESIDAD Y FRUTO DE LOS CURSOS DE HIDROGEOLOGIA APLICADA

*Los cursos de Hidrogeología en el marco de la educación.*

Excmos. e Ilmos. señores, señoras, señores:

El curso, que inauguramos hoy, es el sexto de los que se celebran, bajo los auspicios del Instituto Geológico y Minero de España y la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas.

Han seguido los anteriores 168 alumnos, de los cuales 16 han disfrutado las becas que se conceden, y en los que han tomado parte 32 profesores españoles y 17 extranjeros, principalmente del equipo de la FAO, que colaboró con el Instituto, en el estudio hidrogeológico del Guadalquivir.

Debo destacar, que el que hoy iniciamos es el primero de los coordinados por la Escuela de Hidrología, del Instituto de Hidrología, y tiene también otra novedad, cuya importancia es fácil de comprender, y es que comparte la responsabilidad de su organización y desarrollo, la Empresa Nacional ADARO, de investigaciones mineras, cuyos técnicos, de estupendo nivel, refuerzan nuestros cuadros y toman a su cargo una parte importante del trabajo.

He tomado el programa para utilizarlo como índice de esta charla y, en su cubierta y en lugar de honor, aparece el emblema de los Cuerpos de Minas, que ya estaba en mi casa cuando yo nací, por lo que os debo confesar que para mí, y creo que para muchos de vosotros, además de ser el distintivo propio de una profesión, tiene algo de blasón o símbolo heráldico, que despierta sentimientos parecidos a los que inspiran los distintivos propios de una estirpe o los del lugar en que uno nació.

Sigamos con el programa. Este se refiere al de un curso de Hidrogeología Práctica, y pongo cierto énfasis en destacar este adjetivo, ya que imprime carácter al mismo.

Por ello, las materias que serán objeto de las clases teóricas serán expuestas, además, por hidrólogos e hidrogeólogos expertos, y aplicadas a la resolución de proble-

mas concretos, que se les han presentado en una y otra fase de un determinado estudio o investigación.

Podréis conocer, por lo tanto, la metodología que han seguido en su trabajo, los medios materiales de que han dispuesto y las dificultades que han tenido que vencer, y tanto ellos como los que os van a explicar la teoría están abiertos al coloquio y deseosos de ayudaros en la comprensión de las técnicas que van a explicaros.

En cuando a los propósitos que nos animan a los organizadores, el principal es que conozcáis la marcha a seguir para realizar un estudio hidrogeológico regional completo, que, partiendo de los caracteres físicos, geológicos y geográficos de la zona de estudio, llegue a evaluar los recursos explotables en la misma, sin desconocer las repercusiones de todo orden que puedan derivarse del cambio de las condiciones del equilibrio existente, así como de las medidas técnicas, económicas y legales que deban de regular y contralar su explotación y conservación indefinida.

Nos proponemos también que la vocación, que, por vuestra asistencia al curso, es indiscutible, se creciente y concrete a lo largo de los meses que vais a pasar aquí trabajando, y que os incorporéis a la magna legión de técnicos, que, en todo el mundo, se dedican a los problemas del agua.

Decía el Director de esta Escuela, en el discurso pronunciado en el acto de la entrega de Diplomas, a la Promoción de 1972, que era imposible alcanzar una especialización en los cinco años de duración de los estudios superiores, y que a los postgraduados se les darían cursos como el presente para lograrlo.

Afirmaba también que todos los "planes de estudio" pueden ser buenos, siempre que los "programas" estén actualizados y respondan al alto nivel científico y tecnológico que impone el arrollador avance de la ingeniería actual.

Las enseñanzas —añadía— deben estar al día, deben actualizarse atendiendo a aquellas materias que tienen importancia industrial.

Por su parte, Edgar Faure, Presidente de la Comisión Internacional sobre el Desarrollo de la Educación, creada por la UNESCO, declaró que las transformaciones sociales, tecnológicas y económicas, extraordinariamente rápidas del mundo presente, conducían a concebir para el hombre del porvenir un nuevo tipo de personalidad. Y, por consiguiente, a elaborar estrategias educativas para formar ese hombre.

¿En qué sentido y según qué tendencias ha evolucionado la educación?

El Instituto de la UNESCO para la Educación, con sede en Hamburgo, ha tratado de definir las grandes líneas de su evolución en todos los países del mundo y durante diez años.

No es de este lugar seguir el curso de esta difícil síntesis, y sólo destacaremos algunos aspectos de la misma.

A la economía moderna le hacen falta competencias técnicas apropiadas.

De ahí los esfuerzos que se realizan para adoptar la educación a las necesidades del progreso técnico de dos maneras: por la creación de nuevas enseñanzas o por la modificación progresiva y constante de los programas de las Escuelas clásicas.

Por ello han adquirido mayor favor las matemáticas, las ciencias naturales y las ciencias sociales, mientras ha declinado la enseñanza del latín y de la formación clásica.

Esta "cientificación" de la enseñanza, trata de satisfacer así las imperiosas necesidades en cuadros y mano de obra cualificados en la industria y los servicios.

Los países industrializados han aumentado la duración de los estudios. En 1950 había 5,7 millones de estudiantes en los países europeos, y en 1965 eran 7,9 millones. El aumento de la enseñanza secundaria fue del 90 por 100, y el de la enseñanza superior del 150 por 100.

Pero el gran problema que, en diferente escala, encuentran todos los países para desarrollar sus programas de educación es el económico.

Necesitan técnicos, pero también necesitan alfabetizar a grandes masas, y cuantos esfuerzos hagamos por ayudar al Estado, en esta labor, serán pocos.

Para nosotros, este curso representa un trabajo más, que no hacemos dejando otros, sino prolongando nuestra jornada diaria.

Vosotros, alumnos, añadís también horas de estudio a las que ya os piden las otras asignaturas de vuestro curso escolar.

Algunos empresarios conceden becas para que, los que hayáis adquirido aquí los conocimientos teóricos, podáis aplicarlos en la práctica. Nuestro agradecimiento por ello, pero lo que quiero resaltar es que este problema es de todos, es de nuestro país y de la Humanidad, y que debemos de tener conciencia de ello y no regatear cuantas ayudas en trabajo o económicas se nos pidan.

### *Importancia de las aguas subterráneas.*

Habéis venido a este curso conscientes de que vuestra actuación en el futuro podrá contribuir a resolver los problemas, cada vez más graves, que se le plantearán a la Humanidad para abastecerse de agua.

La población mundial, que era de algo más de 3.630 millones de habitantes en 1970, pasará de 4.500 millones en 1980.

La explotación de las aguas subterráneas va aumentando en todos los países, y cada vez se va haciendo de manera más científica y racional, y la proporción en que éstas entran en el abastecimiento de las naciones es cada vez mayor.

Primero, para preparar el progreso, y ahora también,

para alejar el pavoroso fantasma de una sed mundial, las naciones se unen para estudiar, en común, estos problemas.

Antes que la unión económica y política de Europa, a cuyo nacimiento estamos asistiendo, se había creado, en virtud de un sentimiento de solidaridad, el Decenio Hidrológico Internacional, que terminará al final de 1974, pero que será seguido de un programa a largo plazo, en el dominio de la Hidrología, que se iniciará el 1.º de enero de 1975.

Este programa se dedicará a las tres actividades principales siguientes:

a) Balances hídricos, con evaluación de los recursos a nivel de cuenca, de país, región (en el sentido de grupos de países) y, por fin, del mundo.

b) Efectos de la actividad humana sobre el ciclo hidrológico, comprendiendo tanto los efectos cuantitativos como cualitativos, sobre las aguas superficiales y subterráneas.

c) Aplicación de los nuevos adelantos técnicos en hidrología, comprendiendo el tratamiento y análisis de datos, las previsiones y los modelos matemáticos.

Debéis, pues, estar preparados para aplicar vuestros conocimientos en cualquiera de estas grandes misiones, y me atrevo a decir que en cualquier país en que sean necesarios.

El agua, primordial para la vida, lo mismo en su explotación que en su deterioro, origina delicadísimos problemas económicos, políticos y hasta humanos.

Un río, al nacer, refleja una cierta bandera y oye palabras o canciones, que va dejando atrás, y cambia por otras que van sucediéndose a lo largo de su curso, hasta llegar a su desembocadura.

El vertido del desecho de una industria alemana o francesa mata peces, que pensaba pescar un holandés. Las dos terceras partes de nuestra frontera con Portugal son los cauces de los ríos comunes. La lluvia que cae a más de 30 kilómetros de la fuente de Vaucluse, al infiltrarse, hace el recorrido necesario para aumentar el caudal de aquélla.

Para resolver los problemas comunes, las naciones se agrupan, en reuniones científicas supranacionales.

Puedo citar, como ejemplos, la de los países de la cuenca del Rin, con la participación de la República Federal Alemana, de Austria, de Francia, de Holanda y de Suiza.

La de los países nórdicos, Dinamarca, Finlandia, Islandia, Suecia y Noruega, que han creado, a su vez, un Comité de expertos y ocho grupos de trabajo.

También se agrupan para trabajar unidos los países del Báltico, los ribereños del Danubio y los de la Europa Oriental, entre otros.

El Grupo de trabajo del Balance Hídrico Mundial cele-

bró, en Reading, un coloquio, en el que se dieron las siguientes cifras:

Según las estimaciones de G. P. Kalinin y K. Szcestay, las aguas terrestres no llegan al 2 por 100 de las totales, pues los océanos son el 98 por 100 de aquéllas.

Pero las terrestres se dividen, a su vez, en:

	%
Glaciares ... ..	78
Aguas subterráneas ... ..	21
Aguas superficiales ... ..	1

Para R. C. Sutcliffe, los porcentajes serían:

	%
Aguas oceánicas ... ..	94
Aguas subterráneas ... ..	4
Glaciares ... ..	2
Superficiales ... ..	0,04

Por su parte, M. I. Lvovitch presentó las siguientes cifras:

	%
Aguas oceánicas ... ..	94
Aguas subterráneas totales ... ..	4,1
Ríos y lagos ... ..	0,01

En trabajos anteriores, R. L. Nace había estimado el volumen de las aguas superficiales como el 3 por 100 de las subterráneas.

Prescindiendo de las discrepancias, todos coinciden en estimar el volumen de las aguas subterráneas extraordinariamente superior al de las superficiales.

No pensemos, por ello, que podemos estar tranquilos respecto al abastecimiento futuro.

Estas cantidades de agua se hallan desigualmente repartidas en la tierra y, además, también pueden contaminarse, aunque en menor grado que las superficiales, por la inconsciente o egoísta actividad del hombre. Más adelante volveremos sobre este tema.

#### *La situación en España y los programas del Instituto Geológico y Minero.*

La Comisión de Recursos Hidráulicos del II PDES pudo afirmar, con toda razón, que nada o muy poco sabíamos sobre los recursos y reservas explotables de aguas subterráneas existentes en nuestro país, pero en los años transcurridos desde que se hizo esta afirmación hasta el día de hoy el Instituto Geológico y Minero de España ha venido

desarrollando un programa, perfectamente estudiado, y precisamente ajustado a los medios técnicos y económicos de que ha venido disponiendo.

Dejando aparte que ya se habían iniciado estudios a escala provincial, no sólo coordinados, sino soportados económicamente por el Instituto Nacional de Colonización, se había presentado, en mayo de 1964, por el Gobierno español, una solicitud de asistencia al Fondo Especial de las Naciones Unidas para la realización de "un estudio hidrogeológico de la cuenca del Guadalquivir".

Se designó a la FAO como organismo de ejecución, y por parte española, al Ministerio de Industria, representado por el Instituto Geológico y Minero.

El Ministerio de Agricultura colaboró en el proyecto, en su primera fase, con parte de los sondeos, y el Ministerio de Obras Públicas estuvo asociado en el Comité de Coordinación.

Se iniciaron los trabajos en julio de 1966, y algunos de los resultados alcanzados son los siguientes:

Los recursos de agua en circulación por los acuíferos de las 30 unidades hidrogeológicas de la cuenca son, ciertamente, superiores a 1.000 millones de m<sup>3</sup>/año, y llegan, probablemente, a alcanzar la cifra de 2.000 millones de m<sup>3</sup>/año, o sea, del 15 al 30 por 100 de los recursos hídricos totales (7.300 millones de m<sup>3</sup>/año), y del 20 al 40 por 100 de los recursos de superficie regulables (5.000 millones de m<sup>3</sup>/año).

En la actualidad, los recursos de agua subterránea no están debidamente explotados; sólo alcanzan de 100 a 200 millones de m<sup>3</sup>/año.

Los recursos económicamente explotables deberán hacer posible expansionar la superficie de los regadíos en 100.000 hectáreas, y probablemente más, si resulta técnica y económicamente factible la recarga artificial de ciertas capas, con parte de los 2.000 a 3.000 millones de metros cúbicos que hoy se van al mar, durante el invierno.

El programa para los años 1972-1980 se podría resumir así: de 1.000 a 1.500 perforaciones, para la explotación de 250 a 300 millones de m<sup>3</sup>/año.

En la zona de Almonte Marismas, la importancia de las siguientes cifras habla por sí sola:

Extensión de la capa acuífera: Almonte, 1.890 km<sup>2</sup>; Marismas, 350 km<sup>2</sup>.

Recursos subterráneos explotables: 145 hm<sup>3</sup>/año.

Superficie que se proyecta transformar en regadío: Almonte, 24.850 ha.; Marismas, 5.000 ha.

Superficie rescatada en secano: Marismas, 11.400 ha.

Tiempo total para la transformación: 8 años.

Inversiones necesarias:

—en obras directas de transformación: Almonte, 1.267,5 millones de pesetas; Marismas, 1.099,6 millones de pesetas.

—en obras directas de interés regional: 485 millones de pesetas.

Valor de la producción actual: Almonte, 172,5 millones de pesetas; Marismas,

Valor futuro de la producción: Almonte, 2.854,5 millones de pesetas; Marismas,

Incremento del valor añadido: Almonte, 1.859 millones de pesetas; Marismas, 244 millones de pesetas.

Coefficiente bruto de capital: Almonte, 1,6; Marismas, 4,98.

Tasa de rentabilidad interna:

—Económica: Almonte, 28 %-29 %; Marismas, 15 %-16 %.

—Financiera: Almonte, 17 %-18 %; Marismas, 7 %-8 %.

Nuevos puestos de trabajo: 10.000.

Otro interesante proyecto, realizado en este plazo, es el que conocemos con el nombre del "Estudio Hidrogeológico de la comarca de Cazorla-Hellín-Yecla", realizado también por los dos Institutos, Geológico y de Colonización, y en el que, como es natural, ha participado un numeroso equipo de doctores y licenciados en Ciencias Geológicas.

Se refiere a una amplia zona de las Cordilleras Bética e Ibérica, en gran parte de las provincias de Albacete y Murcia y extensiones menores de las de Alicante, Ciudad Real, Granada, Jaén, en las cuencas altas del Júcar y Segura, principalmente.

El área total del estudio se ha dividido en cuatro zonas de diferentes características hidrogeológicas, que son la Unidad Norte, cuyas reservas totales están comprendidas entre 50.000 y 100.000 hm<sup>3</sup>, y cuyas reservas útiles se calculan entre 5.000 y 100.000 hm<sup>3</sup>, variando los recursos entre 150 y 300 hm<sup>3</sup>/año.

En la Unidad Central continúa la investigación. La Unidad Sureste, en la que los almacenes son especialmente los materiales cretáceos, las reservas totales se calculan comprendidas entre los 15.000 y los 20.000 hm<sup>3</sup>, y las útiles, entre 1.500 y 3.000 hm<sup>3</sup>, cifrándose sus recursos anuales entre 15 y 30 hm<sup>3</sup>.

La Unidad Suroeste agrupa los acuíferos del Jurásico Superior, el Cretáceo y el Terciario. Sus reservas totales se cifran entre 60.000 y 70.000 hm<sup>3</sup>, y las útiles, entre 6.000 y 7.000 hm<sup>3</sup>, siendo sus recursos de 200 a 240 hm<sup>3</sup>/año.

Tenemos, pues, un total de 12.500 a 20.000 hm<sup>3</sup> de reservas, y unos recursos anuales que pueden estar comprendidos entre 365 y 570 hm<sup>3</sup>/año.

Como consecuencia de estos resultados, se recomienda una explotación experimental, durante cinco años, de 175 hm<sup>3</sup> en la Unidad Norte; 60 hm<sup>3</sup>, en la Unidad Sur-



este, y 100 hm<sup>3</sup>, en la Unidad Suroeste; es decir, de un total de 335 hm<sup>3</sup>/año.

Comprenderéis que no expongo estas realidades para ensalzar la labor realizada por los dos Institutos ni para que se tomen como simples curiosidades, que pudieran servir de tema de conversación y produzca cierto estupor, en amigable charla.

El objeto es llamar la atención, una vez más, sobre las mismas, y para que las posibilidades que ofrecen, no se puedan ignorar, en una correcta planificación de la explotación de nuestros recursos hídricos totales.

Nuestro trabajo sigue en otras regiones, y al final del Plan de Desarrollo Económico y Social vigente podremos ofrecer los resultados que habremos obtenido a lo largo de estos años, en las cuencas del Júcar y del Segura.

Habremos completado también el estudio de las cuencas del Guadalquivir, del Duero y del Guadiana, así como el de la cuenca Sur y el de las provincias insulares españolas.

Al final del IV PDES habremos completado esta fase del estudio de toda España.

Paralelamente a esta gran labor, estamos desarrollando una intensa actividad de asesoramiento a las autoridades provinciales, para resolver sus problemas más urgentes, en materia de abastecimientos.

Creo que los resultados prácticos son satisfactorios y, como ejemplo, puedo citaros que, a primeros del año próximo, se inaugurará, en Torrelavega (Santander), un pozo de colectores radiales, que quizá llegue a dar uno de los caudales máximos obtenidos, en una sola obra, en España.

#### *Los problemas más actuales de las aguas subterráneas.*

Perdonad que me haya extendido excesivamente, hasta aquí, por lo que debo ya de ceñirme a dos cuestiones que afectan al agua subterránea, y que son de actualidad.

La primera es la contaminación, que también puede llegar a las aguas subterráneas, ya que, estando éstas en contacto con la atmósfera y con las aguas superficiales, pueden recibir las impurezas que aquéllas contenga.

Ahora bien, siendo más lenta, en general, la circulación de las aguas subterráneas que la de las aguas superficiales, la contaminación progresa más lentamente, pero sus efectos son también más duraderos.

El Instituto Geológico ha compuesto un mapa, en escala 1:1.000.000, que se basa para diferenciar la mayor o menor vulnerabilidad de los acuíferos, en tres criterios, que esquematizados son:

- Posibilidad de introducción de la contaminación.
- Propagación de la misma.

— Persistencia de la contaminación, después de eliminado el foco productor.

Según estos criterios, se han agrupado los acuíferos en varios grupos:

1) *Acuíferos aluviales.*—Mantos extensos, poco profundos y en comunicación con las aguas superficiales. Vulnerabilidad máxima. Se subdividen en otros grupos, que no detallo.

2) *Acuíferos en zonas kársticas.*—Velocidad de propagación grande. Muy vulnerables, con efectos o repercusiones a gran distancia.

3) *Terrenos de rápida propagación.* — Formados por molasas, calizas, dolomías, basaltos, etc.

4) *Terrenos de propagación lenta y subsistencia de la contaminación por mayor tiempo.*—Las arenas, dunas calizas, arenas sahelenses, facies de Utrillas y Vealdense.

5) *Terrenos en los que la contaminación se propaga en forma variable.*—Agrupa las alternancias. Zonas compartimentadas por la tectónica.

6) *Zonas en las que la contaminación no afecta a las aguas subterráneas.*—Comprende los acuíferos cautivos, bajo cubierta impermeable.

El mapa es un documento cualitativo, que señala ya grandes áreas, en las que deben extremarse las precauciones para proteger los acuíferos y, por tanto, los manantiales o captaciones que de ellos nacen.

Es, desde luego, un punto de partida de una nueva cartografía, en escalas de mayor detalle, que será de la máxima utilidad.

Otro de los problemas que hay que resolver, en relación con las aguas subterráneas, es la reforma del ordenamiento jurídico que regula su aprovechamiento.

En ello tenemos también nuestro papel y algo que decir, y aparte de que no creamos que deba expulsarse al agua del reino mineral, porque se halle en el subsuelo, ni que, por su movilidad, no deba de considerarse como un yacimiento, pues tampoco merecerían este nombre ni los campos petrolíferos ni, quizá, los filones verticales, ya que, aunque la palabra derive del verbo yacer, para la Real Academia, un yacimiento es el sitio donde se halla naturalmente una roca, un mineral o un fósil.

Nuestra acción en este terreno será poner a disposición de los juristas todos nuestros conocimientos sobre la materia, para aclarar todos los conceptos que deban aclararse y desvanecer la idea de que el agua subterránea es algo misterioso e intangible, sino un recurso natural, cuya posición en el espacio, calidad y volumen obedece a las leyes que vais a empezar a conocer en este curso.

Es una realidad que, existiendo en todos los países una psicosis de una temible y próxima escasez, se dicten nuevas leyes, tendientes a limitar el despilfarro y el uso indebido de estos recursos.

Es cierto que lo que se consideraba como inagotable puede escasear, y con ello aumenta de valor, y el agua entra en el ciclo económico con enorme peso.

En España, sin embargo, esta afirmación es verdad sólo parcialmente.

Nuestra pluviometría es baja, la evapotranspiración intensísima y los cultivos, en grandes áreas, tienen que ser de regadío o no existir.

Los pueblos que sucesivamente desembarcaron en nuestras costas provenían también de zonas cálidas de Europa o de África, donde el agua también es escasa, y, como parte de su cultura, nos enseñaron a descubrir y a captar el agua del subsuelo, con los mismos útiles y las mismas artes con que extraían los minerales de Huelva o de Almadén; artes y técnicas que, en su constante evolución y perfeccionamiento, forman hoy el plan de los estudios que se imparten en vuestras aulas, y que el Instituto Geológico y Minero viene aplicando desde hace casi ciento veinticinco años.

A la explotación de las reservas de un acuífero se le llama "mining", palabra que no se traduce.

Opiniones muy recientes, relacionadas con esta cuestión son la de un ilustre Catedrático de la Universidad Complutense, que en reciente artículo, publicado en la prensa, defendiendo la necesidad de que los Licenciados y Doctores en Ciencias Geológicas puedan dedicarse a la prospección de los recursos naturales del subsuelo, entiende que han de aplicarse los mismos conocimientos para el descubrimiento y evaluación de las sustancias minerales, hidrocarburos y aguas subterráneas.

Otro compañero y antiguo amigo, que, además, es abogado y economista, nos comunica sus impresiones sobre un reciente viaje a Canarias, y denuncia que la fórmula actual del beneficio del agua está ya agotada, que la técnica y la economía están íntimamente ligadas, pero para que este binomio pueda desarrollar su función necesita una base legal que lo sustente y una ideología que lo proteja.

Examina los principios de la explotación del agua en las Canarias, que en sus aspectos técnicos, económicos y legales son idénticos a los que se dan en el nacimiento de toda explotación minera, y son obra del "pionero", pues ni un Banco ni una empresa arriesgan jamás una peseta.

Nuestra vieja Ley de Aguas deberá ser modificada, pero no sin reconocer, como dice un ilustre jurista, "que atempera perfectamente el absolutismo dominical romano con un sentido social de la propiedad del agua, que intuye como especial".

Es decir, que "concilia los derechos reconocidos por la Ley al propietario con las mayores ventajas que pudieran derivarse para la agricultura, para la higiene y para la industria del uso de aprovechamientos preexistentes".

Nos parece lo más natural que cualquier situación futura se base en los mismos principios, teniendo, además, en cuenta que en los países occidentales de Europa y en los Estados Unidos de América, las aguas subterráneas no son públicas, aunque su aprovechamiento esté sujeto a normas que traten de garantizar su conservación.

#### *Bienvenida.*

El tema de las aguas es más inagotable que ellas mismas. Hace unos días he leído que ninguna persona, ni entidad, ni siquiera una nación, posee todos los conocimientos que se relacionan con ellas, y por esto aquéllas deben agruparse para trabajar.

El horizonte que se os ofrece es inmenso, pero tened en cuenta que, gracias a la elevación de nuestro nivel material y cultural, nuestros gobiernos dedican cada vez mayor atención y medios económicos para estas actividades y, sin que esto pueda tomarse como una defensa de mi generación, de hombres honrados, pero pobres; sí os digo que estáis obligados, con vuestro estudio, a superar el conocimiento de las operaciones de rutina para adentraros en el campo de la investigación.

Os esperan las aguas de las grandes profundidades y la energía que pueda derivarse de estos almacenes subterráneos.

Tendréis que impulsar el progreso de la recarga artificial de los acuíferos para poder utilizarlos plenamente como embalses.

Deberéis tratar de utilizar al máximo la Informática, pues en los fenómenos naturales conviene analizar multitud de datos estadísticos, etc., etc.

Al daros la bienvenida al curso, quiero destacar que asistís a un acto importante para vosotros, por cuanto pueda significar para vuestra formación y porvenir. Importante también para esta Escuela, que ampara y colabora en estos cursos y otros de especialización, que habrán de tener lugar en el magnífico edificio del legado Gómez Pardo, que, como las aguas artesianas, se eleva ya varios metros sobre el nivel del suelo, importante para la Empresa Nacional ADARO, que une esta noble actividad docente a las muchas científicas que viene desempeñando, en el vasto campo de la investigación minera, importante, asimismo, para el Instituto Geológico y Minero, que cumple una de sus misiones, dando al curso la duración y contenido que merece, y que, por ello, se coordina por la Escuela de Hidrología; e importantísimo para mí, pues en ocasión semejante, y al hablar desde esta misma tribuna, mis oyentes advirtieron que lo hacía con una cierta fatiga, síntoma de que mi corazón andaba mal y presagio de que unas horas más tarde pudo haberse parado para siempre.

Gracias a Dios, hoy vuelve a latir acompasadamente, y me permite, siguiendo mi manera de ser, suplir con él

las faltas que comete mi cabeza y poder deciros que me tenéis a vuestra servicio y al de este curso de Hidrogeología; de todo corazón.

Muchas gracias.

\* \* \*

Cerró el acto el Ilmo. Sr. Director General de Minas, D. Enrique Dupuy de Lôme, con las siguientes palabras:

Queridos amigos:

Puesto que entre amigos, y yo diría casi en familia, nos encontramos, en primer lugar mis cariñosos saludos a todos.

Es para mí un importante motivo de satisfacción el hablaros, como lo ha sido siempre a lo largo de estos ya más de cuatro años, en que gravita sobre mis espaldas la responsabilidad de los temas mineros, y lo es hoy mucho más, por cuanto que se trata de un lugar tan entrañable como lo es la Escuela de Minas, de una Entidad tan entrañable como lo es el Instituto Geológico y Minero de España, y de una labor tan entrañable, como lo es la difusión de la hidrología subterránea, a la que antes de la política y antes del petróleo, tantos años de labor profesional he dedicado.

En primer lugar quiero deciros, que yo pensaba tranquilamente cerrar este acto de apertura del Cursillo, con las usuales palabras, tradicionales en estos casos, y agradecer la hospitalidad, la generosidad, que el Director de la Escuela nos concede hoy, pero la verdad es que Augusto ha dicho cosas importantes, y por lo tanto es también para mí un motivo de satisfacción, continuar la línea de Augusto, agregando el peso específico, que no mi persona, pero sí el puesto que ocupo, puede añadir a lo que mi viejo y entrañable amigo y antiguo profesor, os acaba de decir con su buena dicción.

Antes que nada, creo que es un acierto llamarle a este Cursillo, *Curso de hidrología subterránea*, definición más acorde frente a los problemas que se os van a exponer en cuanto a todas las fases de la prospección, la explotación y la conservación de las aguas subterráneas.

Estoy prácticamente conforme con todo lo que ha dicho Gálvez Cañero, quizá menos con una cosa, y es que al final del IV Plan de Desarrollo, y siguiendo con la línea creciente de consignaciones, de tareas encomendadas, asignaciones, etc., que hemos conseguido imponer, habrá terminado el estudio de las Cuencas hidrogeológicas españolas. No es así, si quieres que te diga la verdad, Augusto; acabará el III Plan y no habremos hecho, o no habréis hecho, más que una labor preliminar de desbroce, por muy importante, muy profunda, muy sistematizada y muy conseguida, que ésta sea.

El tema de las aguas subterráneas sobrepasa con mucho nuestra capacidad actual de actuación y, en consecuencia, será necesaria, la prosecución de estos cursos y otros más análogos, para que dispongamos de elementos suficientes para hacer frente a la enorme tarea que se nos viene encima.

En cuanto a lo demás, suscribo íntegramente tus palabras. Quizá durante estos tres últimos años, la enorme labor de planificación, que teníamos encima al elaborar el Plan Nacional de la Minería y al ponerlo en práctica durante este su primer año de vigencia; quizá la necesidad de revitalizar nuestra vieja nomenclatura de mineros en cuanto al estudio de nuestro criaderos, y la necesidad de disponer de una cartografía básica suficiente y eficaz, en cuanto a nuestra cartografía geológica, geotécnica, minera o hidrogeológica, la necesidad de potenciar y poner al día nuestros equipos, la necesidad de disponer de una legislación moderna y adecuada y de preparar la nueva Ley de Minas, enviada a Las Cortes, y las siguientes disposiciones, que con ella se relacionan o de ella emanan, pudiera haber hecho pensar que el Instituto Geológico y Minero de España estaba perdiendo, en cierto modo, su vocación hidrológica, o que estaba derivando hacia otros campos de actuación, en detrimento de lo que puede haber sido su eficacia en el de las aguas subterráneas.

Quiero con toda la energía de que soy capaz, desmentir esto, si es que a alguien, o por algún conducto, o en algún ambiente, pueda haber sido supuesto, o pudiera llegar a suponerse. El Instituto Geológico y Minero de España, tiene como ningún otro Organismo del País, encomendada, desde muy antiguo (pronto cumplirá su 125 aniversario), la labor de prospección, de investigación, de conservación, de los recursos del País, del Reino Mineral, entre los cuales se encuentra el agua por propia definición y sin duda alguna.

El Instituto Geológico y Minero de España, no puede, ni estará nunca autorizado, a hacer dejación de esta importante misión que le compete.

Todo ello sin que sufra menoscabo, y a fe mía que por parte nuestra no hay lugar a duda, la colaboración tan eficaz en tantos aspectos, como ha sido puesta de manifiesto, con tantos Organismos de tan diferente índole a lo largo y a lo ancho del país, hacia los cuales siempre ofrecemos nuestra mano, y hacia los que siempre ofrecemos nuestro espíritu de colaboración que, por otra parte, tan generosamente nos han prestado en tantas ocasiones, y con los que, de amigable brazo, tan lejos hemos llegado ya y tan lejos vamos a llegar en el futuro.

Pero todo ello, lo repito una vez más, para que no haya el más mínimo lugar a dudas, sin hacer la más mínima dejación de la muy importante misión que tiene encomendado el Instituto Geológico, por las disposiciones vigentes y de las que habría de responder frente al País hoy y en un futuro inmediato.

En cuanto a la labor en curso, vosotros ya la conocéis mejor que yo, pero quizá las perspectivas que ofrece el ocupar el puesto de mayor visión panorámica en la Administración, me permite aseguraros que es realmente importante.

Sobre las aguas, tiene forzosamente que descansar una parte enorme del desarrollo del país, en su vertiente

agrícola, en la puesta en marcha de nuevos regadíos, en la mejora de los existentes, en la ordenación de los que hay ya y de los que hayan de crearse, en el campo del abastecimiento energético del país (tan importante motivo de preocupación para el Ministerio de Industria y para la Dirección General de la Energía), en el campo del abastecimiento de nuestra industria, que cada vez requiere y va a requerir mayores cantidades de agua, en el campo del abastecimiento de nuestros núcleos de población, teniendo en cuenta que las dotaciones de agua por habitante y día crecen, yo diría que geométricamente en función del crecimiento del nivel de vida, en cuanto al abastecimiento de toda nuestra amplia franja turística, hoy día tan deficitaria de agua en tantas zonas, y tan necesitada de aportaciones de carácter urgente.

Nuestros recursos hidráulicos, tienen que ser cuidadosamente explorados, tienen que ser racionalmente explotados, tienen que ser muy cuidadosamente conservados, porque si, efectivamente, son renovables, en cuanto a su definición, podemos nosotros conseguir que dejen de llegar a serlo si los contaminamos, puesto que el proceso de contaminación, como tan bien nos ha dicho Augusto, muchas veces, puede llegar a ser irreversible.

Grave responsabilidad por lo tanto, es la que nos compete a todos juntos. La que nos compete desde todos los organismos con los que colaboramos, y hacia los que, repito, abrimos, como hemos hecho siempre, nuestros brazos en toda su extensión.

Labor ésta que va a requerir en su conjunto, el empleo de un número creciente de técnicos, de técnicos al servicio de la Administración del Estado, y de técnicos al servicio de la iniciativa privada, puesto que nuestras dotaciones al respecto, y tengo entendido también que las de los órganos que trabajan paralelamente a nosotros, van a seguir siendo crecientes en este aspecto.

Tenemos aquí una muy importante razón de optimismo de cara al futuro. Vamos a seguir disponiendo de medios, y yo os aseguro, que por mi parte, durante estos dos últimos años, no he negado dentro del Instituto Geológico una sola peseta, en cuanto a los Planes de Investigación Hidrogeológica que me han sido propuestos, y que estoy dispuesto a que los proyectos para los años subsiguientes, en lo que a mí pueda todavía competir, serán objeto de primordialísima atención.

Puedo deciros, por lo tanto, que celebro enormemente la realización de este Curso de Hidrología Subterránea, que permitirá la promoción de nuevos técnicos en hidrogeología, de que tan necesitado va a estar, en todos los órdenes, nuestro país, en el transcurso de las próximas décadas.

Mi enhorabuena a todos, mis ánimos a todos, y mi oferta incondicional, allí donde me tengáis, de seguir trabajando como durante prácticamente he venido haciendo durante veinticinco años, casi sin interrupción, en pro de las aguas subterráneas de nuestro país.

Muchas gracias.

## Noticias

### MINERIA

#### TURBAS DE BURGOS

En término de Bahavon de Esvega, de la provincia de Burgos, se han terminado los trabajos de campo, que comenzaron en mayo pasado, para la delimitación de una masa de turbas recubiertas de un somero manto de aluviones. Se han perforado los sondeos necesarios para la cubicación de esta masa. Posiblemente, el aspecto de mayor interés de este yacimiento, que investiga el Instituto Geológico y Minero de España, esté en la aplicación de estas turbas a la agricultura.

#### EL IGME INVESTIGA ESTAÑO Y VOLFRAM, EN GALICIA

Por el Instituto Geológico y Minero se están investigando dos zonas. Una de ellas abarca 2.500 kilómetros cuadrados, que se extiende desde Sillada, al Norte, hasta Lovios, al Sur, y comprende las áreas mineras de Forca-

rei, Gomenende, Beavi-Avión, Ribadanz, etc. El estudio se ha comenzado con una investigación geológica regional, con el detalle suficiente. También se ha efectuado una prospección geoquímica y a la batea para determinar las posibles áreas de interés minero.

La otra zona de investigación, con 104 kilómetros cuadrados de extensión, está situada en el término de Monte-Rey-Moceda, y está limitada al Norte con Lara, y al Sur, con Verín. En esta segunda zona los trabajos se llevan con una marcha paralela a los de la primera zona.

#### INVESTIGACION DE LIGNITOS EN UNA ZONA DE MEIRAMA (LA CORUÑA)

La investigación que lleva a efecto el IGME, en una zona de Meirama (La Coruña), ha puesto de manifiesto potencias de lignito, en algunos tramos superiores a los 300 metros. No se ha terminado la cubicación de la cuenca, lo que se hará el próximo año, pero lo determinado hasta la fecha supera los 30 millones de toneladas.



## HIDROGEOLOGIA

### EL IGME REALIZA ESTUDIOS HIDROGEOLOGICOS Y DE APLICACIONES GEOTECNICAS EN LA PROVINCIA DE ZARAGOZA.

#### PRIMEROS INFORMES

Al iniciarse el año 1972, la Excelentísima Diputación Provincial acordó, con el Instituto Geológico y Minero de España, realizar un estudio hidrogeológico y de aplicaciones geotécnicas, en la provincia, cuya realización se llevaría a cabo por el doctor en Ciencias Geológicas don Andrés de Leyva, secundado por el ingeniero técnico de Minas, don Luis Medina y dirigido por el ingeniero adjunto a la Dirección del Instituto Geológico y Minero de España, don Augusto de Gálvez-Cañero.

La Diputación Provincial, por su parte, designó a don Antonio Gil-Alberdi, para que en todo momento siguiera el curso de los trabajos.

Para el año actual, el objetivo principal del estudio se fijaba en la estribación sur oriental del Moncayo, es decir, la zona de Ricla, Calatorao y Lumpiaque.

En estos días se ha hecho entrega, a la Diputación, de los primeros informes que son la "Hoja Geológica e Hidrogeológica núm. 382", y el estudio Geofísico correspondiente a una extensa zona de la misma.

En la Memoria explicativa de la primera, se pasa examen a los terrenos geológicos que cubren la superficie de la hoja, desde el Cámbrico al Mioceno, así como a los accidentes tectónicos que les afectan.

Se detallan los espesores de los mismos, y se deduce su comportamiento, como acuíferos subterráneos, o como horizontes impermeables que confinan a aquellos.

Se deduce que el máximo interés hidrogeológico se fija en las calizas y dolomías del Lías y del infralías, que tienen un espesor local de 400 m.

La surgencia de los manantiales de Toróñel y Ojos Pontil, en pleno Mioceno impermeable, ha de estar relacionado, sin duda, con la de un mesozoico próximo a la superficie, y con alguna línea de fractura.

Estos manantiales brotan a temperatura alta y constante 23° y 21°, y su caudal, también prácticamente invariable, oscila entre 300 y 350 litros/segundo, es decir, de unos 1.100 a 1.300 metros cúbicos/hora.

Por su composición, se deduce que su trayectoria se realiza a través de calizas, y según las normas del Código Alimentario, se trata de aguas potables.

Son indicadores de la existencia de un acuífero cautivo, bajo el Mioceno de la depresión del Jalón.

La localización del mismo, se deduce después de resolver previos problemas, como son el espesor del recubrimiento y los accidentes tectónicos que le afectan, como son los pliegues y las fallas, que puedan servir de vehículo o de barrera al agua subterránea.

Para resolverlos se ha hecho un estudio geofísico de la zona, consistente en 60 sondeos eléctricos verticales, distribuidos en nueve perfiles.

Como resultado de este estudio, se proyectan dos sondeos de captación de aguas subterráneas, cuyos puntos de ubicación han sido fijados, y en cuyos alrededores se han realizado además seis sondeos eléctricos verticales.

Estos sondeos se realizarán por el Instituto de Reforma y Desarrollo Agrario, cuya actividad en la investigación de las aguas subterráneas, está coordinada en toda España, con la del Instituto Geológico y Minero en España.

Se ha efectuado también el estudio del Pliocuaternal de Alfamén, que será objeto de otro Informe, y en el que se basa la perforación de un sondeo en Almonacid de la Sierra, que como los anteriores, ha sido proyectado por los equipos técnicos de la Diputación y de los dos Institutos.

Asimismo se han iniciado los trabajos correspondientes a establecer el balance hídrico de la provincia, encargándose de la realización de los mismos don Alfonso Ascaso.

#### INVESTIGACION HIDROGEOLOGICA DEL IGME DE LA CUENCA SUR, PARTE OCCIDENTAL (ALMERIA)

Con relación a la investigación general de Recursos de Aguas Subterráneas que se está realizando en este III Plan de Desarrollo en colaboración con el Ministerio de Agricultura a través del Instituto de Reforma y Desarrollo Agrario (IRYDA) y de la cual hacíamos referencia —en grandes rasgos— en nuestro número de julio y agosto, es nuestro propósito ir dando cuenta, sucesivamente, de todos y cada uno de los grandes proyectos allí citados. En la presente nota informativa queremos hacernos eco de la marcha de la investigación hidrogeológica de la Cuenca Sur, parte occidental (Almería).

En el mes de junio finalizó el estudio detallado del sistema acuífero del Campo de Níjar que constituye una unidad hidrogeológica perfectamente diferenciada. Este estudio, que por otra parte había comenzado en el año 1971, ha culminado con la realización de un modelo digital de simulación que ha permitido la comprensión del problema planteado y asimismo prever la evolución del acuífero en el futuro. Este estudio posibilita a la Administración poder proponer normas de explotación racional para una ordenación futura de este embalse subterráneo.

Simultáneamente a este estudio concreto del Campo de Níjar, se han comenzado a investigar otros importantes acuíferos de la provincia, como son el del Campo de Dalias-Sierra Gádor, el del río Andarax, el del Almazora y el embalse subterráneo de Huerca-Overa.

Actualmente se están realizando las operaciones convencionales en este tipo de trabajos como son las carto-

grafía hidrogeológica, investigación geofísica, sondeos mecánicos de reconocimiento y ensayos de bombeo para determinar los parámetros hidráulicos de los citados acuíferos.

Dadas las características que concurren en esta provincia, de limitados recursos hídricos en relación con sus necesidades, el proyecto contempla la posibilidad de utilizar técnicas especiales con el objeto de aprovechar de una manera integral todos los recursos existentes.

## ENERGIA

### PROYECTO HIDROELECTRICO DEL BRASIL

Un proyecto que prevé una serie de instalaciones hidroeléctricas va a ser realizado en el río Paranaíba. Comprende la construcción de una estación generadora de 2.500 MW, con una potencia inicial de 1.000 MW, líneas de transporte conexas, una subestación, dos estaciones de distribución, etc. Un préstamo de 60 millones de dólares USA, facilitado por el Banco Mundial, contribuirá a la financiación de este proyecto, cuyo coste total se estima en 396 millones de dólares USA.

### PLAN DE ELECTRIFICACION DE LAS ZONAS RURALES DE ARABIA SAUDITA

Un importante plan de electrificación va a ser realizado en las zonas rurales. En él se prevé la distribución de energía eléctrica en todos los municipios de 2.000 o más habitantes. Este plan supone una creciente demanda de generadores y de cables eléctricos.

### NUEVAS OPORTUNIDADES PARA EL CARBON

Las inversiones menores que requieren las centrales térmicas alimentadas con petróleo y los precios de este producto, en parte más bajos, hacen que resulte cada vez más atractivo para la producción de energía eléctrica. Técnicas más racionales van a contribuir a hacer más rentable la utilización de la hulla en la generación de energía. Uno de los proyectos más interesantes a este respecto es una central de ensayo de 170 megavatios, de la STEAG (Essen), en Lünen (Westfalia). Sometiéndolo a fuertes presiones y con la ayuda del aire y del agua, el carbón se va a transformar allí primeramente en gas de una manera integral, es decir, que no queden en absoluto residuos.

La gasificación del carbón a presiones altas fue desarrollada ya en los años 30, por una empresa de Francfort, y se utiliza también fuera de la República Federal de Alemania para la hidrogenación del carbón, por ejemplo. Con arreglo al método del gas de carbón, obtenido a

altas presiones, van a combinarse en Lünen dos procedimientos convencionales de generación de energía: el de la turbina de gas y el de la de vapor. El gas se quemará en una cámara de combustión antes de penetrar en la turbina de gas y se enfriará también en dicha cámara, ya que su temperatura no puede ser excesiva al penetrar en la turbina de gas. La refrigeración se realiza mediante un sistema de tuberías, en el que se produce vapor que pasa a una turbina. Tras el "desgaste" del gas de combustión en la turbina, el resto de calor que conserva se utiliza para precalentar el agua de alimentación que acciona la caldera de presión, es decir, la cámara de combustión que antecede a la turbina de gas.

Este triple aprovechamiento de la energía del gas a presión —en la cámara de combustión, en la turbina de gas y en el precalentador de agua de alimentación— da lugar a que el procedimiento sea tan racional que resulta más ventajoso que las centrales térmicas convencionales, que trabajan sin turbinas de gas, únicamente con la producción de vapor y las turbinas también de vapor. Es condición indispensable que las turbinas puedan ser accionadas con gases a temperaturas muy elevadas, es decir, a más de 1.000 grados centígrados. Hasta ahora no se ha podido trabajar con temperaturas superiores a los 800 grados.

Como consecuencia de la gasificación a presión, el gas de combustión se comprime a un volumen muy reducido, del que pueden eliminarse el polvo y el azufre —que se producen en forma de sulfuro de hidrógeno— con gastos inferiores al caso de las centrales térmicas alimentadas con carbón.

## HIDROCARBUROS

### ACUERDO PETROLERO DE FRANCIA CON IRAK

Se anuncia oficialmente que Irak venderá a Francia durante un período de diez años el 23,75 por 100 del crudo de petróleo producido por el yacimiento petrolífero de Kirkuk, que, antes de su nacionalización, pertenecía a la Irak Petroleum Company, con arreglo a las estipulaciones económicas y financieras que estaban en vigor antes de la ley nacionalizadora de 1-6-72. Este acuerdo señala el comienzo de un intenso período de negociaciones durante las cuales la Compagnie Française des Pétroles tendrá la ardua tarea de conciliar sus propios intereses con las obligaciones hacia los accionistas de la compañía nacionalizada.

### LA OCDE ANUNCIA QUE HABRA ESCASEZ DE PETROLEO PARA 1980

El Consejo de Ministros de la OCDE ha decidido llevar a cabo una estimación de la problemática de la ener-

gía a largo plazo. Esto es consecuencia de la advertencia urgente hecha por John Irwin, subsecretario de Estado americano, en el sentido de que los países industrializados tendrán que enfrentarse con una seria escasez de petróleo antes de que finalice la presente década; la escasez traerá consigo un sensible aumento de precios.

#### PETROLEO Y GAS, EN EL ARTICULO

En el curso de los dos últimos años se han descubierto, a lo largo de las costas y el archipiélago ártico del continente americano, seis importantes yacimientos de petróleo y cuatro grandes bolsas de gas natural. Estos yacimientos de hidrocarburos pueden ser comparados por su importancia a los de Arabia Saudita, pero su explotación presenta todavía problemas técnicos de gran envergadura, sobre todo por la zona en que se hallan, inhóspita y cubierta de hielo la mayor parte del año. El informe de los geólogos es totalmente optimista en cuanto al volumen de los yacimientos; ahora corresponde a los técnicos determinar si su explotación resultará comercial, teniendo en cuenta los costes del transporte hasta los centros de producción, principalmente los situados en las zonas de Montreal, Quebec y las ciudades del norte de los Estados Unidos.

#### SIDERURGIA

##### INVESTIGACION SOBRE LA SIDERURGIA EN BELGICA E ITALIA

La Comisión ha concedido a Bélgica e Italia un plazo de dos meses para que facilite información sobre la ayuda que el Estado concede a la industria siderúrgica en estos países. Al parecer, la Comisión estima que las respuestas facilitadas en diciembre de 1971 eran insuficientes. Si estos países no pueden aportar respuestas satisfactorias, el asunto podría plantearse en el Tribunal Europeo de Justicia.

#### PALEONTOLOGIA

##### HALLAZGO DE HUEVOS DE DINOSAURIOS CON CASCARAS DEMASIADO FINAS

Recientemente, los paleontólogos de Bonn descubrieron en Corbières (contrafuertes nororientales de los Pirineos) un nido completo de huevos de dinosaurios, extrayendo, no sin dificultad, de la roca en la que estaban incrustados tres de esos ocho restos fosilizados cretácicos y llevándoselos consigo. Estos huevos fueron estudiados y medidos con toda meticulosidad: 183×157×140 milíme-

tros y 230×180×155 los dos ejemplares completos. El tercer huevo fue seccionado ya en la roca, lo que permite reconocer perfectamente la cáscara, que se distingue con toda claridad de la arenisca rojiza de la masa. Su grosor oscila entre 1,1 y 1,4 milímetros solamente, lo que parece indicar que el citado nido procede de la época tardía de los dinosaurios.

El profesor Heinrich K. Erben considera este hallazgo como una confirmación de la tesis de que los grandes animales terrestres de todas las épocas han desaparecido porque degeneraron las cáscaras de sus huevos. A veces se formaban cáscaras dobles y triples, porque los huevos no eran puestos a su debido tiempo, lo que daba lugar a que los embriones muriesen asfixiados en el interior de los mismos. En parte, las cáscaras eran demasiado finas —como lo atestiguan los hallazgos y cálculos más recientes—, lo que daba lugar a que los huevos se rompieran o se evaporasen rápidamente cuando, como en el caso de los Corbières, permanecieron intactos. Con la ayuda del microscopio electrónico, se ha comprobado que los embriones no podían siquiera comenzar a absorber cal de la cáscara para la formación inicial de su osamenta.

Parece que los dinosaurios se vieron expuestos poco antes de su extinción a intensas situaciones, que fueron la causa de trastornos hormonales parecidos a los que produce la actual contaminación ambiental. Así, por ejemplo, pudo ocurrir que sufriesen las consecuencias de una superpoblación. La mayor parte de ellos eran vegetarianos y necesitaban agua dulce. Fósiles más antiguos de dinosaurios, hallados en Provenza y en la vertiente española de los Pirineos, coincidieron con los hallazgos de restos de plantas y caracoles de agua dulce. Pero sobre los hallazgos más recientes yacían sedimentos yesosos y arenosos, lo que permite llegar a la conclusión de que vivían en un medio desértico. Se deduce que los últimos dinosaurios estaban recluidos en una especie de oasis o, como en el caso de los Corbières, en vegas fluviales. Ambos son espacios vitales reducidos, que no pueden soportar una población masiva de animales que tenían 12 metros de altura y 20 de longitud.

#### REUNIONES CIENTIFICAS

##### VII CURSO DE HIDROGEOLOGIA PARA GRADUADOS "NOEL LLOPIS"

Organizado por el Departamento de Estratigrafía de la Facultad de Ciencias de Madrid, por el Departamento de Geología Económica del C. S. I. C. y por la Dirección General de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas, se impartirá, como en años anteriores, este VII Curso de Hidrogeología "Noel Llopis". El comienzo de dicho curso está previsto para el martes 10 de enero y su finalización para el jueves 21 de junio de 1973.

#### APARATOS DE LABORATORIO

##### EL PRIMER OSCILOSCOPIO QUE PUEDE MULTIPLICAR

Entre las importantes innovaciones aportadas por la casa Philips a su programa de Aparatos Electrónicos de Medida de tipo profesional, cabe destacar la reciente presentación de un nuevo osciloscopio que, a las características del ya conocido PM 3250, añade ahora la posibilidad de multiplicar aritmética e instantáneamente las señales aplicadas a sus dos amplificadores verticales.

El problema de multiplicación de señales no es nuevo, y ya había sido estudiado, aunque sin éxito, por numerosos fabricantes. Multiplicar en baja frecuencia, por otra parte, no es difícil, pero diseñar un circuito capaz de realizar esta operación por encima de 10 MHz no era posible con los componentes actualmente conocidos.

Después de un profundo estudio del problema, se ha diseñado y desarrollado un circuito integrado capaz de realizar la operación a 25 MHz. El nuevo osciloscopio PM 3252, de 50 MHz de banda pasante y 2 mV/div. de sensibilidad, incorpora ahora este circuito añadiendo, además, la posibilidad de visualizar el producto simultáneamente con uno de los factores y disponer, al mismo tiempo, de una salida adicional, para voltímetro o proceso digital de datos, del valor medio o instantáneo de la señal visualizada.

Las posibilidades de este nuevo equipo en el campo profesional son ilimitadas. Si multiplicamos, por ejemplo, tensión y corriente obtendremos el valor de la potencia instantánea y su forma de onda. Si multiplicamos r.p.m. por par de torsión, podemos obtener la potencia, etc.

En definitiva, toda una serie de nuevas perspectivas se abre ahora en todos los campos de la física, puesto que, utilizando los transductores adecuados, podremos visualizar muchas ecuaciones casi desconocidas, en función del tiempo.

##### OSCILOSCOPIO DE DOBLE HAZ DE ALTA SENSIBILIDAD

Dentro de su programa de osciloscopios de uso general, la casa Philips ha presentado un nuevo instrumento cuyas especificaciones permiten la utilización del aparato en una amplia gama de aplicaciones. Entre las características más destacadas podemos señalar la sensibilidad de 2 mV/cm para una banda pasante de 10 MHz, las amplias posibilidades de sus circuitos de sincronismo y la incorporación de un tubo de rayos catódicos de doble haz y gran pantalla.

La necesidad de trabajar con sensibilidades cada vez más elevadas se pone de manifiesto tanto por el hecho de requerirlo así la moderna tecnología como por la mayor conveniencia en la utilización de sondas de medida de alta impedancia. Por este motivo, y frente a las normas establecidas con carácter casi general de ofrecer

sensibilidades de 5 mV o 100 mV, según se trate de osciloscopios profesionales o de servicio, la casa Philips ha desarrollado toda una serie de instrumentos, entre 10 y 150 MHz, cuyas sensibilidades se sitúan en 1 ó 2 mV. A este grupo de instrumentos se incorporan ahora los nuevos modelos PM 3232 y PM 3233.

La elección de un tubo de doble haz ha tenido su origen en el hecho de que, tanto la exploración alternada como la conmutación electrónica de haces, pueden dar lugar a múltiples errores en la medida de tiempos, particularmente en el caso de trabajar con circuitos digitales. Por este motivo, los nuevos instrumentos encuentran una importante aplicación en técnicas tales como: ordenadores y equipos periféricos, circuitos electrónicos de conmutación, sistemas para control numérico, etc.

El circuito de sincronismo incluye todas las facilidades conocidas: sincronismo automático, nivel variable, acoplamiento AC y CC y, finalmente, se ha incorporado un sincronismo automático para TV a las frecuencias de línea y cuadro. Ello permite utilizar el aparato tanto en el campo de la enseñanza como en el servicio de radio y televisión.

Finalmente, y junto con una pantalla de 8×10 cm y 10 kV de tensión de postaceleración, se ha añadido la posibilidad X-Y por inversión de uno de los amplificadores verticales. Esta particularidad le agrega un nuevo e importante campo de aplicaciones dentro del marco de la Electricidad y la Electrónica.

#### NOVEDADES EN "INSTRUMENTALIA 72"

Con ocasión de la celebración en Madrid, durante los días 4 al 11 de diciembre, de la exposición monográfica "INSTRUMENTALIA 72", Philips dará a conocer las últimas novedades de su programa de equipos para aplicaciones científicas e industriales. Entre los aparatos más representativos cabe destacar los siguientes:

— Difractómetro de rayos X monocristal, de cuatro círculos, tipo PW 1100, controlado por ordenador. Este equipo, recientemente desarrollado, incorpora una serie de ventajas importantes con relación a los difractómetros existentes, tales como: alta estabilidad de la tensión y corriente del tubo de rayos X (0,3 por 1.000); determinación automática de la orientación del cristal por medio de un programa de búsqueda de picos; ordenador totalmente integrado al difractómetro, controlando los filtros, obturadores, contadores, etc., y elevada rigidez mecánica y estabilidad. El equipo instrumental incluye una serie de programas confeccionados por cristalógrafos en los laboratorios de la sociedad, y se suministran igualmente programas especiales para orientación automática, parámetros de la red cristalina, etc.

— Espectrómetro de rayos X, modelo PW 1450. Este instrumento inaugura la tercera generación de espec-



trómetros de rayos X. Basado en el concepto modular expansible, permite efectuar la inversión mínima al adquirir el equipo y ampliarlo a medida que se presenten nuevas exigencias. La versión básica constituye un sistema semiautomático, con preselección de hasta 25 posiciones del goniómetro; añadiendo módulos, se puede llegar a un sistema procesado con lector de alta velocidad, que permite la programación de todos los parámetros y ángulos de medida para 72 canales, en nueve programas.

- Espectrómetro-Difractómetros de rayos X. La combinación PW 1410, PW 1140, PW 1370 y PW 1050, constituye un sistema de espectrometría de rayos X, semiautomático y secuencial, para analizar elementos a partir del flúor, así como de difracción de rayos X. El sistema puede operar con tensiones de hasta 100 KV y ofrece una gran versatilidad.
- Espectrofotómetro de absorción atómica SP 1900, con las siguientes características: torreta para seis lámparas, sistema de doble haz, lectura digital en concentraciones, bajos límites de detección, alta sensibilidad, facilidad para trabajar en emisión, capacidad de automatización, etc.
- Espectrofotómetros de IR y UV, entre ellos el espectrofotómetro de infrarrojo SP 1000, instrumento económico y de fácil manejo, superior, en especificaciones, a otros equipos de alto precio, y los espectrofotómetros de UV SP 1800, SP 1700 y SP 8000. Este último es un instrumento automático, de gran resolución, propio para trabajos de investigación en espectroscopía.
- Amplia gama de medidores de pH, conductividad y autotitulares. El medidor de actividad iónica PW 9413 es la más importante novedad del programa de Electroanálisis PHILIPS, aprovechando al máximo la completa colección de electrodos selectivos de iones presentada.
- Cromatógrafo analítico automático. Funciona mediante programación en cinta perforada, y es ideal en aplicaciones que requieran un trabajo constante del aparato, evitando atención personal. Admite un sistema especial de inyección automática de hasta 100 muestras.
- Estación multicomponente para control de la contaminación atmosférica. Este sistema modular es totalmente automático, con teletransmisión de datos a una estación central. Diseñado para trabajar en redes locales, regionales, nacionales e internacionales, detecta SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, SH<sub>2</sub> y polvo.
- Microscopio electrónico de alta resolución, modelo EM 201. Se trata de una de las últimas novedades en el campo de la microscopía electrónica. Es un instrumento de muy fácil manejo, diseñado para trabajos de investigación y serie.

— Analizador automático para la medida de emisores radiactivos gamma. Puede programarse, mediante el empleo del calculador electrónico incorporado, para la medida simultánea de hasta 18 radioelementos diferentes. El programa de Física Nuclear de PHILIPS, presentado en "INSTRUMENTALIA 72", se completa con una serie de unidades modulares que permiten la formación de diferentes conjuntos para la detección y medida de radiaciones de acuerdo con cada necesidad.

Dentro de la completísima línea de aparatos electrónicos de medida presentada destacan, como realizaciones más avanzadas, los siguientes aparatos y sistemas:

- Osciloscopio de memoria, modelo PM 3251. Introduce, como novedad, la utilización de un nuevo tubo de memoria, que elimina los problemas hasta ahora existentes con los tubos "bistables".
- Contadores digitales. Se presenta una variada gama, revistiendo especial importancia el contador PM 6645, único frecuencímetro digital de diseño europeo capaz de medir hasta 500 MHz sin unidades accesorias.
- Sistema automático de medida. De especial aplicación en aquellos procesos que requieran un control continuo y constante en numerosos puntos, actúa sobre cien puntos de prueba, con indicación digital instantánea del canal, valor de la medida y tiempo y salida codificada BCD para impresor.
- Equipos profesionales para TV en color. Se presentan dos sistemas generadores de señales de prueba, así como dos equipos generadores de señales de inserción, realizados según normas E. B. U., que permiten realizar un control continuo de los canales de transmisión sin interferir el programa normal. Estos equipos están siendo ya adoptados por las más importantes cadenas de TV europeas.

El programa Philips de equipos para el control de procesos industriales está ampliamente representado, mostrándose una gran variedad de reguladores, registradores e indicadores de varios tipos (electrónicos, potenciométricos y galvanométricos), así como captadores de temperatura, presión, humedad, etc. Cabe destacar, dentro del citado programa, la gama PCS (PHILIPS CONTROL SYSTEM), que constituye por sí sola una filosofía completa de control. Se presentan, por primera vez en España, los reguladores WITRONIC Y PLASTOCOMP, este último con indicación potenciométrica circular.

Como complemento a la exposición se muestran, a través de programas registrados en el VIDEO CASSETTE RECORDER, desarrollado por Philips, diversos aspectos de las actividades de esta firma en el campo de la Instrumentación Analítica y de Medida, así como en la lucha contra la contaminación ambiental.

## ECONOMIA

### ESCALADA DEL PRECIO ORO

En el mercado de Londres el oro alcanzó el día 13 de abril su precio más alto desde el final de la segunda guerra mundial: 49,425 dólares por onza, con alza de 50 centavos sobre la cotización del día 12, y de 17,5 centavos sobre el récord anterior, de 49,25 dólares, alcanzando en febrero último. En círculos allegados a este mercado, se aventura la hipótesis de que tal vez se hayan restringido las ventas de oro soviético o sudafricano al mercado libre. Posteriormente, el precio ha seguido subiendo, hasta alcanzar el 16 de mayo 54,50 dólares la onza.

### REDUCCION DE LA PRODUCCION DE MERCURIO ITALIANA

Según el Stabilimento Minerario del Siele, desde principios de año ha reducido su producción de mercurio, debido al bajo nivel de la demanda, caída de los precios y altos "stocks". También la importante empresa Monte Amiata ha procedido de la misma forma. Sin embargo, las existencias en poder de las compañías son suficientes para atender, por lo menos durante un año, la demanda actual. El precio vigente, entre 59 y 61 libras por frasco de 34,5 Kg. CIF sobre los principales puertos del norte de Europa, no es considerado aceptable por las empresas.

### IBEROAMERICA PRODUCIRA 28 MILLONES DE TONELADAS DE ACERO

Esta es la meta para el año 1970 de la capacidad de producción instalada de todas las acerías en el continente, que se compara con una capacidad de 16 millones de toneladas en 1970. Para alcanzar este objetivo, será necesaria una inversión de cerca de 5.000 millones de dólares durante esta década, según declaró un vocal del XI Congreso Americano del Hierro y Acero, celebrado el año pasado en México. Un porcentaje elevado de esta cifra será invertido en equipos y tecnología importados.

### ITALIA Y ALEMANIA CONSTRUIRAN GASODUCTO DE 460 KM.

Comenzando en la frontera holandesa, este nuevo gasoducto atravesará Alemania hasta el linde con Suiza. La construcción está a cargo de una nueva empresa, Transeuropea Natargas Pipeline GmbH (TENP), formada conjuntamente por la SNAM de Italia y la Ruhrgas de Alemania Occidental. El gas será producido en los Países Bajos, que suministrarán a Italia 6.000 millones de metros cúbicos anualmente por un plazo de veinte años. Parte del gas será también vendido a Alemania.

## PERSONAL

### CONCESION DE LA MEDALLA DEL TRABAJO AL SR. MENENDEZ PUGET

El pasado día 17 de octubre tuvo lugar la imposición de la medalla del Trabajo, en su categoría de Plata con Hojas de Roble, al ilustre ingeniero de minas don Laureano Menéndez Puget.

Le impuso tan alta condecoración el Director General de Trabajo, estando presente en dicho acto el Director General de Minas, el Delegado de Trabajo de la provincia de Madrid, el Director del Instituto Geológico y Minero de España y numerosísimos compañeros.

En el IGME el señor Menéndez Puget, tras treinta y ocho años de trabajo ininterrumpido alcanzó su jubilación en el año 1958, a pesar de lo cual y desinteresadamente, continúa en su labor de colaboración al Laboratorio de Química Analítica del que fue su creador en el año 1920.

## VARIOS

### PLANTA PILOTO DE DESALAZACION DEL AGUA DEL MAR

Se está construyendo actualmente en Bremen una de las mayores plantas pilotos del mundo para la desalación del agua del mar. Además de la técnica de procesos se analizarán aquí cuestiones relacionadas con la termodinámica y la química de corrosión y del agua. Para poder analizar la diferente composición del agua del mar y, por consiguiente, construir la planta de desalación adecuada para cada lugar se va a construir una piscina de 1.000 metros cúbicos. Esta piscina se llenará del agua del mar en cuestión, agua que será llevada por vía marítima a Bremen.

### EL CARBON COMO FILTRO

Mientras en su mayoría las empresas de aguas municipales utilizan arena como material de purificación en filtros, la ciudad de Mt. Clemens en Michigan, EE. UU., ha venido usando desde hace cuatro años carbón granular. Un funcionario de la ciudad informa que el agua es absolutamente insípida e inodora. El carbón separa todas las materias orgánicas, detergentes y pesticidas.

El costo es inferior a medio centavo de dólar por 4.000 litros de agua filtrada. Mientras otros sistemas purificadores del agua cambian las impurezas y las hacen inofensivas, el carbón separa físicamente las impurezas absorbiéndolas en sus grietas y fisuras moleculares.

## Estadística y Economía

PRODUCTOS	1971 Diciembre	1972 Enero	1972 Abril	1972 Septiembre
<b>ALUMINIO</b>				
Nueva York (Centavos por libra) ... ..	29,—	29,—	29,—	—
Londres (Libras por Tm.) ... ..	261,80	261,80	261,80	224,50
<b>C I N C</b>				
Nueva York (Centavos por libra) ... ..	17,85	17,85	18/19	—
Londres (Libras por Tm.) ... ..	58/65	58/65	60/70	70/75
<b>C O B R E</b>				
Nueva York (Centavos por libra) ... ..	46,—	49,50	52,75	48,40
Londres (Libras por Tm.) ... ..	395/403	411/412	412,—	405,—
<b>E S T A Ñ O</b>				
Nueva York (Centavos por libra) ... ..	175,—	172,—	184,50	—
<b>MERCURIO</b>				
Nueva York (\$ el frasco de 34,5 kg.) ... ..	266,—	238,—	170/185	—
Londres (Libras por frasco de 34,5 kg.) ... ..	93/95	80/83	60/63	97/100
<b>P L O M O</b>				
Nueva York (Centavos por libra) ... ..	14,50	14,50	14,50/15,50	—
Londres (Libras por Tm.) ... ..	132,50	136,—	169,—	170,—
<b>VOLFRAMIO</b>				
Londres (Libras por Tm.) ... ..	19,75/21,50	16/17,50	15,50/16,50	14,75/15,50

## Información legislativa

### PERMISOS DE INVESTIGACION Y CONCESIONES DE EXPLOTACION

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
236	17600	2-X-72	Ind.	DECRETO adjudicando a "Arco Exploration Inc." dos permisos de investigación de hidrocarburos en Zona I (Península).
237	17649	3-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación para toda clase de sustancias minerales, exceptuados los radiactivos e hidrocarburos fluidos, en el perímetro que se indica, comprendido en las provincias de Córdoba, Sevilla y Badajoz.
237	17649	3-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando el otorgamiento de permisos de investigación, Delegación Provincial de Granada.
237	17650	3-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando la cancelación de permiso de investigación, Delegación Provincial de Madrid.

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
237	17650	3-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Madrid.
237	17650	3-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad de permisos de investigación, Delegación Provincial de Madrid.
237	17650	3-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando cancelación de permiso de investigación, Delegación Provincial de Orense.
237	17650	3-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de permisos de investigación, Delegación Provincial de Orense.
238	17727	4-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de concesión de explotación minera, Delegación Provincial de Ciudad Real.
238	17728	4-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando cancelación de permiso de investigación, Delegación Provincial de Huelva.
238	17728	4-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando cancelación de permisos de investigación, Delegación Provincial de León.
238	17728	4-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad de permiso de investigación, Delegación Provincial de Madrid.
238	17728	4-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando cancelación de permiso de investigación, Delegación Provincial de Vizcaya.
239	17766	5-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Oviedo.
239	17766	5-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando cancelación de permisos de investigación, Delegación Provincial de Gerona.
239	17766	5-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad de permiso de investigación, Delegación Provincial de Valencia.
240	17848	6-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de concesión de explotación minera, Delegación Provincial de Córdoba.
240	17849	6-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Cuenca.
240	17849	6-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad de concesión de explotación minera, Delegación Provincial de Gerona.
240	17849	6-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad de concesión de explotación minera, Delegación Provincial de León.
240	17849	6-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de concesión de explotación minera, Delegación Provincial de Madrid.
240	17848	6-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de permisos de investigación, Delegación Provincial de Alava.
240	17849	6-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad de permiso de investigación, Delegación Provincial de Guadalajara.
240	17849	6-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando cancelación de permisos de investigación, Delegación Provincial de Lugo.
241	17921	7-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de permiso de investigación, Dirección General de Minas.
241	17922	7-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de permiso de investigación, Delegación Provincial de Guadalajara.
242	18002	9-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Granada.
242	18000	9-X-72	Ind.	ORDEN concediendo primera prórroga para el permiso de investigación de hidrocarburos en Zona I (Península).



"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
242	18001	9-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando cancelación de permisos de investigación, Delegación Provincial de Ciudad Real.
242	18001	9-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad de permiso de investigación, Delegación Provincial de Cuenca.
242	18002	9-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad de permiso de investigación, Delegación Provincial de León.
242	18002	9-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de permisos de investigación, Delegación Provincial de Orense.
242	18003	9-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad de permisos de investigación, Delegación Provincial de Segovia.
247	18335	14-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de permiso de investigación.
250	18542	18-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación de minerales radiactivos en el perímetro comprendido en la provincia de Segovia.
251	18613	19-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de permiso de investigación.
251	18613	19-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad de permiso de investigación, Delegación Provincial de Teruel.
251	18613	19-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de permiso de investigación, Delegación Provincial de Valencia.
252	18684	20-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de permisos de investigación, Delegación Provincial de Córdoba.
252	18684	20-X-72	Ind.	RESOLUCIONES publicando la caducidad de permisos de investigación, Delegación Provincial de Jaén.
255	18945	24-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Madrid.
255	18944	24-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Granada.
256	19038	25-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad de concesión de explotación minera citada.
256	19044	25-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Huelva.
256	19045	25-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de concesión de explotación minera, Delegación Provincial de Oviedo.
256	19038	25-X-72	Ind.	RESOLUCIONES publicando otorgamiento de permisos de investigación minera.
256	19043	25-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Burgos.
256	19045	25-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de permisos de investigación, Delegación Provincial de Salamanca.
256	19036	25-X-72	Ind.	ORDEN aprobando el convenio de colaboración y operaciones entre Empasa-Enpensa-Ciepsa y Apez para el permiso de investigación "Orduña Zuazo".
256	19036	25-X-72	Ind.	ORDEN levantando la suspensión del derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación para minerales de cobre en el perímetro denominado "Subsector IV, Area I", comprendido en las provincias de Lérida y Huesca.
258	19216	27-X-72	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad de las concesiones de explotación minera citadas, Delegación Provincial de Segovia.

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
268	19889	8-XI-72	Ind.	ORDEN levantando la suspensión del derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación para toda clase de sustancias minerales, exceptuados radiactivos, carbón e hidrocarburos, en el perímetro denominado "Subsectores VIII y IX, Area 1) (Salamanca).
268	19890	8-XI-72	Ind.	ORDEN levantando la suspensión del derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación para toda clase de sustancias minerales, exceptuados radiactivos, carbón e hidrocarburos, en el perímetro denominado "Subsector III, Area 1", comprendido en la provincia de Badajoz.
268	19890	8-XI-72	Ind.	ORDEN levantando la suspensión del derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación para toda clase de sustancias minerales, exceptuados los radiactivos, carbón e hidrocarburos, en el perímetro denominado "Subsector V, Area 1", comprendido en las provincias de Orense y Zamora.
270	20039	10-XI-72	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de León.
270	20039	10-XI-72	Ind.	RESOLUCION publicando cancelación de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Avila.
270	20039	10-XI-72	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de permisos de investigación, Delegación Provincial de Madrid.
270	20040	10-XI-72	Ind.	RESOLUCION publicando cancelación de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Salamanca.
270	20040	10-XI-72	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de permisos de investigación, Delegación Provincial de Zamora.
271	20116	11-XI-72	Ind.	RESOLUCION publicando el otorgamiento de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Almería.
271	20116	11-XI-72	Ind.	RESOLUCION publicando cancelación de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Córdoba.
271	20117	11-XI-72	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad de permisos de investigación minero, Delegación Provincial de Salamanca.
271	20117	11-XI-72	Ind.	RESOLUCION publicando cancelación de permiso de investigación minera, Delegación Provincial de Zamora.
272	20201	13-XI-72	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Guadalajara.
272	20202	13-XI-72	Ind.	RESOLUCION otorgando concesión de explotación minera, Delegación Provincial de Murcia.
272	20201	13-XI-72	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de permiso de investigación, Delegación Provincial de Castellón.
272	20201	13-XI-72	Ind.	RESOLUCION publicando cancelación de permiso de investigación, Delegación Provincial de Málaga.
272	20202	13-XI-72	Ind.	RESOLUCION publicando cancelación de permiso de investigación, Delegación Provincial de Santander.
272	20202	13-XI-72	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Valencia.
273	20276	14-XI-72	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Avila.
274	20369	15-XI-72	Ind.	RESOLUCION publicando cancelación de permisos de investigación, Delegación Provincial de Zamora.

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
276	20519	17-XI-72	Ind.	ORDEN levantando la suspensión del derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación para toda clase de sustancias minerales, exceptuados los radiactivos, carbón e hidrocarburos, en el perímetro denominado "Subsector VIII, Area 1", comprendido en las provincias de Teruel y Castellón.
276	20520	17-XI-72	Ind.	ORDEN levantando la suspensión del derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación para minerales de plomo-cinc, en el perímetro denominado "Subsector I, Area 1", comprendido en la provincia de Toledo.
285	21178	28-XI-72		RESOLUCION publicando la caducidad de permisos de investigación citados, Delegación Provincial de Cádiz.
285	21178	28-XI-72	Ind.	RESOLUCION otorgando permiso de investigación citado, Delegación Provincial de Guadalajara.
285	21178	28-XI-72	Ind.	RESOLUCION cancelando permiso de investigación citado, Delegación Provincial de Madrid.
285	21178	28-XI-72	Ind.	RESOLUCION otorgando permisos de investigación, Delegación Provincial de Sevilla.
<b>HIDROCARBUROS</b>				
225	16958	19-IX-72	Ind.	DECRETO resolviendo los expedientes de solicitudes en competencia para la adjudicación de varios permisos de investigación de hidrocarburos sobre áreas marinas de la Zona I, en la provincia de Tarragona.
225	16959	19-IX-72	Ind.	DECRETO otorgando a "Shell España, N. V." y "Compañía Arrendataria del Monopolio de Petróleos, S. A.", dos permisos de investigación de hidrocarburos en áreas marinas de las islas Columbretes.
250	18534	18-X-72	Ind.	ORDEN concediendo una primera prórroga de tres años para el período de vigencia de quince permisos de investigación de hidrocarburos denominados "Costellón: A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K y L" y "Golfo de Cádiz: B, C, D y E", en la Zona I (Península), de los que son titulares la "Compañía Arrendataria del Monopolio de Petróleos, S. A." (CAMPSA), y "Shell España, N. V."
254	18882	23-X-72	Ind.	DECRETO otorgando prórroga excepcional para dos permisos de investigación de hidrocarburos en Zona I (Península) de los que es titular la "Compañía Petrolífera Ibérica, S. A.", y se deniegan otros tres.
270	20039	10-XI-72	Ind.	ORDEN aprobando el Convenio de Colaboración y Operaciones "Ciepsa" y "Sepe", para cinco permisos de investigación de hidrocarburos de Zona I.
274	20364	15-XI-72	Ind.	DECRETO por el que se adjudica un permiso de investigación de hidrocarburos a la Sociedad "Tenneco España INC" en zona I (Península).
274	20365	15-XI-72	Ind.	DECRETO por el que se adjudica a "Hesperia-Mosbacher" diez permisos de investigación de hidrocarburos en la zona I (Península).
279	20765	21-XI-72	Ind.	DECRETO aprobando el contrato de cesión por "Shell Española, N.V.", a CAMPSA, de una participación del 25 por 100 en siete permisos de investigación de hidrocarburos en zona I.



"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
VARIOS				
235	17537	30-IX-72	P. G.	DECRETO por el que se rectifica el 3239/1971, de 23 de diciembre, que regula la lucha contra la contaminación de los ríos guizpuzcoanos.
249	18474	17-X-72	Gob.	ORDEN declarando de utilidad pública "El Chaparral", manantial emergente en el término municipal de Marmolejo (Jaén).
258	19195	27-X-72	O. P.	RESOLUCION publicando autorización concedida a la Comunidad de Aguas "Chofillo" para continuar labores de alumbramiento de aguas subterráneas en monte de propios del Ayuntamiento de la Victoria de Acentejo (Santa Cruz de Tenerife).
258	19196	27-X-72	O. P.	RESOLUCION concediendo autorización a don Juan Solé Esplugas y doña Irene Cunillera Cardó para aprovechar aguas subálveas del torrente Valencia, en término municipal de Aiguamurcia (Tarragona), con destino a usos domésticos y atenciones de una granja.
258	19196	27-X-72	O. P.	RESOLUCION concediendo autorización a la Comunidad "Mina y Aguas de la Salud, S. A.", para aprovechar aguas subálveas del río Noya, en término municipal de San Sadurn de Noya (Barcelona), con destino al abastecimiento de esta población.
258	19197	27-X-72	O. P.	RESOLUCION concediendo autorización para aprovechar aguas subálveas de un torrente innominado en el término municipal de Salomó (Tarragona) a favor de don Filiberto Dalmau Boronat.
258	19197	27-X-72	O. P.	RESOLUCION concediendo autorización al Ayuntamiento de Moyá para aprovechar aguas superficiales y subálveas de la riera de La Tosca, en término municipal de Castelloir (Barcelona), con destino a completar el abastecimiento de la población.
258	19198	27-X-72	O. P.	RESOLUCION concediendo autorización al Ayuntamiento de Jubrique (Málaga) para aprovechar aguas subálveas del torrente Rigerta u Hondo, en su término municipal, para abastecimiento de la población.
258	19199	27-X-72	O. P.	RESOLUCION concediendo autorización para aprovechar aguas subálveas del río Llobregat de Muga, en términos municipales de Campmany y Agullana (Gerona), con destino al abastecimiento de la población, a favor del Ayuntamiento de La Junquera (Gerona).
258	19201	27-X-72	O. P.	RESOLUCION concediendo autorización al Ayuntamiento de Jimena de la Frontera (Cádiz) para aprovechar aguas subálveas del río Hozgargante, en su término municipal, con destino al abastecimiento de la barriada de La Estación.
261	19416	31-X-72	Com.	ORDEN aprobando las normas reguladoras de la calidad comercial de las pizarras para cubiertas, objeto de comercio exterior.
268	19848	8-XI-72	P. G.	DECRETO por el que se regulan las aguas de bebida envasadas.
272	20217	13-XI-72	Ind.	Dirección General de Minas. Concurso para investigación de bloques de sustancias minerales.
270	20040	10-XI-72	Ind.	RESOLUCION publicando la declaración de minero-medicinal de las aguas del manantial que se cita, Delegación Provincial de Salamanca.
274	20367	15-XI-72	Ind.	RESOLUCIONES por las que se autoriza y declara la utilidad pública en concreto de las instalaciones eléctricas que se citan, Delegación Provincial de Barcelona.



274	20367	15-XI-72	Ind.	RESOLUCIONES por las que se autoriza y se declara de utilidad pública las líneas eléctricas que se citan, Delegación Provincial de Ciudad Real.
274	20368	15-XI-72	Ind.	RESOLUCIONES por las que se autoriza el establecimiento de las instalaciones eléctricas que se citan, Delegación Provincial de Granada.
275	20435	16-XI-72	O. P.	RESOLUCION concediendo al Ayuntamiento de Abrera (Barcelona) un aprovechamiento de aguas subálveas de la riera del Morral, en término municipal de Abrera, con destino al abastecimiento del barrio de Santa María de Villalba.
276	20510	17-XI-72	O. P.	RESOLUCION rehabilitando la concesión otorgada a don Joaquín Vielmetter Scharck por Orden de 19 de diciembre de 1966 y convalidada por Orden 27 de marzo de 1969 de aguas subálveas del río Guadalmina, en término municipal de Benahavis (Málaga) con destino a riegos.
276	20511	17-XI-72	O. P.	RESOLUCION concediendo autorización al Ayuntamiento de Pallejá para aprovechar aguas subálveas del río Llobregat, en su término municipal, con destino a la ampliación del abastecimiento.

## Notas bibliográficas

### GEOLOGIA

C. W. LANGENBERG: *Polyphase deformation in the eastern Sierra de los Filabres north of Lubrin, SE Spain*. "Gua Papers of Geology", series 1. No. 2, 82 págs. y 3 láminas. University of Amsterdam, 1972.

El área objeto de este estudio, situada en la parte oriental de la Sierra de los Filabres, forma parte de las Cordilleras Béticas. En ella afloran rocas metamórficas, de origen ígneo y sedimentario, representadas en tres unidades superpuestas tectónicamente (en orden ascendente): la unidad Nevado-Lubrin y la unidad de Macael, pertenecientes ambas al complejo Nevado Filabride; y la unidad de Ballabona, perteneciente al complejo de Ballabona-Cucharón.

La parte basal de la unidad de Nevado-Lubrin está constituida por los esquistos de Tahal, de edad, en gran parte, permo-triásica. Sobre estos descansan rocas triásicas (¿y posteriores?) de la zona de mármoles brechificados, de Huertecica, las cuales, a su vez, están cubiertas por anfibolitas y esquistos anfibólico-micáceos. Los mármoles y esquistos de Las Casas, a los que se atribuye una edad triásica (¿y posteriores?), constituyen la parte superior de esta unidad.

La unidad de Macael comprende una secuencia basal de

rocas paleozoicas (¿y anteriores?), pertenecientes al complejo de esquistos grafitosos y gneiss con turmalina. Sobre dicho complejo basal se sitúa una secuencia formada por los mármoles y esquistos de Las Casas, de edad triásica (¿y posterior?).

La unidad de Ballabona está representada principalmente por brechas de edad triásica (¿y posterior?), ricas en carbonato (rauhwackes).

En las rocas de edad permo-triásica y más moderna, han sido reconocidas cinco fases sucesivas de deformación alpina.

La primera fase (D<sub>1</sub>) se caracteriza por pliegues de muy apretados e isoclinales, con esquistosidad de plano axial y transposición de la estratificación. Según se supone, esta fase ha sido activa en general, durante la individualización y corrimiento de las unidades tectónicas. La deformación fue acompañada por metamorfismo, en condiciones de facies esquistos glaucofánicos.

La segunda fase de deformación (D<sub>2</sub>), se caracteriza por pliegues que varían de abiertos a muy apretados, con un crucero de crenulación paralelo al plano axial. La compresión mayor se produjo en dirección N-S. Esta fase de deformación fue acompañada por metamorfismo, en condiciones de transición entre las facies de esquistos verdes y de anfibolitas.

La tercera fase de deformación (D<sub>3</sub>), se caracteriza por

pliegues que varían de abiertos a apretados, con un crucero de crenulación paralelo al plano axial. Estos pliegues se formaron bajo la influencia de una compresión principal de dirección NE-SW. Esta fase parece haber afectado especialmente a la parte superior de los esquistos de Tahal y se le atribuye la brechificación de las rocas suprayacentes de la zona de mármoles brechificados de Huertecica. Es parcialmente para-cristalina con respecto al antedicho metamorfismo de facies de transición esquistos verdes-anfibolitas.

La cuarta fase de deformación (D<sub>4</sub>) se caracteriza por pliegues abiertos, en algunos casos apretados, con un crucero de crenulación paralelo al plano axial. La compresión principal se produjo en dirección ESE-WNW. También puede ser causante de parte de la brechificación de la zona de mármoles brechificados de Huertecica. La deformación tuvo lugar en gran parte, después del metamorfismo mencionado de facies de transición esquistos verdes-anfibolitas y antes del metamorfismo de facies esquistos verdes.

La quinta fase de deformación (D<sub>5</sub>), originó pliegues de tipo Kink-bands. Posteriormente se produjo la elevación de la Sierra de los Filabres, dando lugar a un deslizamiento gravitatorio y también, probablemente, a la deformación de fallas y diaclasas.

No se han encontrado, en las rocas paleozoicas (¿y más antiguas?), estructuras que se puedan atribuir a deformación pre-Alpina.

Completan la publicación un mapa geológico de la zona a escala 1:25.000, otro de detalle a 1:5.000 y una lámina de cortes.—L. DE A.

*Jurásico de España*: Cuadernos de Geología Ibérica, año 1971, núm. 2.

Esta obra de 650 páginas y dos mapas es un compendio de los trabajos expuestos durante el I Coloquio sobre Estratigrafía y Paleogeografía del Jurásico de la Península Ibérica, celebrado en Pamplona en octubre de 1970.

Comprende 33 trabajos distribuidos de la siguiente forma: Conferencia inaugural, de Pierre Mauleuge; Conferencia sobre "Esquisse de l'évolution biostratigraphique de la Peninsule Ibérique au Jurassique, de Pené Mouterde; El Jurásico, por S. Reguant.

Las comunicaciones están agrupadas de la siguiente forma:

I. Jurásico de las Béticas: J. M. González-Donoso, A. Linares, A. C. López-Garrido, J. A. Vera: "Bosquejo estratigráfico del Jurásico de las Cordilleras Béticas". J. Azema, Y. Champetier, A. Foucault, E. Fourcade, J. Paquet: "Le Jurassique dans la partie orientale des zones externes des Cordilleres Betiques". J. Azema: "Le Jurassique dans la partie orientale des zones externes des Cordilleres Bétiques: Le prebetique de Cieza a Alicante". Y. Champetier: "Le Jurassique dans la partie orientale des zones

externes des Cordilleres Betiques: Description et corrélation des facies du Jurassique au l'est du Rio Albaida". A. Foucault: "Le Jurassique dans la partie orientale des zones externes des Cordilleres Betiques: Le prebetique et le subbetique de Cazorla a Huéscar". E. Foucarde: "Le Jurassique dans la partie orientale des zones externes des Cordilleres Betiques: Les confins du Prebetique et des Chaines iberiques entre le Rio Mundo et le Rio Jucar (Stratigraphie, zones a Foraminiferes et Paleographie)". A. Linares, P. Rivas: "Metacronía del "ammonitico rosso" en la zona Subbética (Sector Central)". J. M. González-Donoso, P. Rivas, J. A. Vera: "La serie Liásica de Sierra Pelada (Zona Subbética, N. de Granada)". A. Linares, R. Mouterde, P. Rivas: "El Lias del Sector Central de la zona Subbética". R. Mouterde, R. Busnardo, A. Linares: "Le Domerien Superieur dans le Subbetique Central (Andalousie)". B. García Rodrigo, F. Pendás: "Consideraciones sobre el Jurásico inferior y medio de Albacete". R. Busnardo, R. Enay, J. Geysant: "Le Jurassique de la Fuente de los Frailes (Cabra, Andalousie), Biostratigraphie sommaire". G. Leal, E. Moreno de Castro, E. Perconig: "Sobre la presencia de afloramientos jurásicos en la Serrata de Níjar (Almería)".

II. Jurásico de la Ibérica y Cadenas Costero-Catalanas: L. Sánchez de la Torre, J. A. Agueda, A. Goy: "El Jurásico en el Sector Central de la Cordillera Ibérica". J. Canerot: "Le Jurassique dans la Partie Meridionale de Maestrazgo (Province de Castellon): Stratigraphie et Paleogeographie". P. F. Bulard, J. Canerot, F. Gautier, P. Viallard: "Le Jurassique de la Partie Orientale des Chaines Iberiques". R. Mouterde: "Un coupe du Lias a Obon aux confins des provinces de Teruel et de Saragosse", J. Villena, J. Ramírez del Pozo, A. Linares, O. Riba: "Características Estratigráficas del Jurásico de la región de Molina de Aragón". A. Fernández Montero, J. L. García Acedo, R. Torcal: "Contribución al conocimiento del Jurásico de Montanejos (Castellón de la Plana)". M. Martel: "El Jurásico de la región de Contreras-Sierra de Bicuercas". J. J. Gómez Fernández, L. Sánchez de la Torre, P. Rivas: "El Jurásico calcáreo de Sot de Chera (Valencia)". P. F. Bulard: "La discontinuité entre le Callovien at L'Oxfordien sur la bordure Nord-Est des Chaines Iberiques". C. Felgueroso, J. Ramírez del Pozo: "Estratigrafía del Jurásico en la zona de Teruel-Morella (Maestrazgo)". S. Calzada, L. Via: "Sobre el supuesto Jurásico del Macizo de Garraf (Barcelona)".

III. Jurásico Cantábrico. J. Ramírez del Pozo: "Algunas observaciones sobre el Jurásico de Alava, Burgos y Santander". R. Soler: "El Jurásico Marino de la Sierra de Aralar (Cuenca Cantábrica occidental): Los problemas poskinméricos". J. Assens: "El Jurásico de Sierra de Cantabria-Montes Obarenes". L. Villalobos, J. Ramírez del Pozo: "Estratigrafía del Jurásico del NW de Navarra".

IV. Jurásico de Asturias. G. Dubar, R. Mouterde, C. Virgili, L. C. Suárez Vega: "El Jurásico de Asturias (Norte de España)". L. C. Suárez Vega: "Bibliografía parcialmente comentada del Jurásico de Asturias".

V. Jurásico de los Pirineos. M. Delmas, A. Garrido, L. Ríos: "Contribución al estudio del Jurásico de la Cuenca Graus-Tremp". L. Via "Crustáceos decápodos del Jurásico Superior de Montsech (Lérida)".

VI. Jurásico de Portugal. M. M. Ramalho: "Observation Micropaleontologiques sur le Malm a l'Ouest de Sezimbra (Portugal)".

Al final de la obra se publican unos trabajos relacionados con las excursiones, que son los siguientes: L. Villalobos: "Corte de Dos Hermanos y sección del nacederos de Iribas". J. Assens: "Sección de Montoria". J. Assens: "Notas sobre el Jurásico de la zona de Cameros".

La obra consta de 642 páginas, varias láminas y un mapa.—L. DE A.

ALBERTO GARRIDO-MEGÍAS: *Precisiones sobre la "mise en place" del Manto de Gavarnie, en el borde Norte del Valle del Ebro (Región de Barbastro, provincia de Huesca)*, Acta Geológica Hispánica, t. VII, núm. 2, páginas 50-52, 1972.

La presencia de una ruptura sedimentaria materializada por una brecha poligénica entre la formación de Peraltilla y los yesos de Barbastro, unido al contexto general de los conocimientos regionales actuales, ubican el manto de Gabarnie (o fase Pirenaica mayor), como posterior a la deposición de los yesos y anterior a la formación de Peraltilla. En consecuencia, según el autor, los yesos de Barbastro no serían oligocenos, sino de una edad comparable, al menos en parte, a las sales potásicas de Cataluña, es decir, Eoceno superior.—L. DE A.

## MINERIA

*Minería de Minerale no metálicos*. Plan Nacional de la Minería, núm. 23. Madrid, 1972, 422 págs.

Pertenece este tomo a la parte del "Plan Nacional de la Minería", denominado "Programa Nacional de Explotación Minera", editado por la Dirección General de Minas, del Ministerio de Industria.

Agrupan esta memoria, una serie de estudios de minerales y sustancias minerales diferentes desde todos los puntos de vista, motivo por el que se publican ordenadas alfabéticamente y son: Arcillas especiales, con los subcapítulos de attalugita, bentonita, sepiolita, Asbestos. Azufre. Barita, Bauxita. Caolín. Cuarzo. Espato fluor. Estroncio. Feldespato. Fosfatos. Grafito. Kieselguhr. Magnesita. Mica. Sales potásicas. Sales sódicas dividido en, sal común, sulfato sódico. Talco, Vermiculita.—L. DE A.

*Minería de rocas industriales*. Plan Nacional de la Minería, núm. 24. Madrid, 1972, 215 págs.

Este tomo se integra en la parte titulada "Programa Nacional de Explotación Minera". Están incluidas en la memoria, aquellas sustancias que según la legislación actualizada se agrupan como "rocas industriales de la sección "A" de la ley de Minas. Por sus aplicaciones, aparecen agrupadas en: Destinadas a la fabricación de cementos artificiales, yesos y cales para la construcción: calizas, margas, yesos, arcillas. Utilizadas para la obtención de áridos; pórfidos, gravas, arenas silíceas, cuarcitas, areniscas, calizas, Fabricación de cementos puzolánicos: puzolonas, lapilli o picón, piedra pómez. Para piedras en bloque con destino a la construcción ornamental: granito, pizarras, basalto, caliza marmórea, mármoles. Para refractarios abrasivos y vidrio: arenas magnesianas, tierras aluminosas, arenas refractarias, escombreras, dolomia. Para materiales cerámicos: arcilla.—L. DE A.

*Minería de Piratas y Minerale Complejos*. Plan Nacional de la Minería, núm. 19, págs. 226, Madrid, 1972.

Este tomo, XIX, del Plan Nacional de la Minería, en su parte correspondiente al "Programa Nacional de Explotación Minera", editado por la Dirección General de Minas del Ministerio de Industria. El informe comentado se ocupa de las monografías de la minería de pirita y de los minerales complejos y cobrizos.

Considera como complejos aquellos minerales cuyo contenido en otros metales, fundamentalmente cobre, plomo y cinc, los hacen económicamente rentables y de los que se obtiene una cantidad apreciable de pirita flotada. Incluye los cobrizos, explotados para la obtención de cobre, que dan concentrados de pirita flotada.

Agrupar los minerales, por su procedencia, en tres zonas: Huelva-Sevilla, Santander y Cartagena.

El estudio de la zona Huelva-Sevilla está dividido en los capítulos siguientes: Situación del sector en su conjunto, Yacimientos de la Compañía Española de Minas de Río Tinto, de la Compañía de Azufre y Cobre de Tharsis, de Minas de Herrerías, S. A., San Telmo Ibérica, S. A. (Santa Bárbara), Sociedad Francesa de Piratas de Huelva (mina Lomero Poyatos), Electrólisis del Cobre, S. A. (Mina Concepción), Asturiana del Zinc, Sociedad Anónima (Mina Romerita), Hijos de Vázquez López y Cía. (Minas de La Joya), Minas de Paymogo, S. A., Piratas Españolas, S. A., Andaluza de Piratas, S. A. (Minas de Aznalcolla), Río Tinto Patiño, S. A. (Cerro Colorado), Hidro Nitro Española, S. A. (Mina María Luisa), Recomendaciones sobre los sistemas a emplear en las explotaciones de yacimientos de piratas de la provincia de Huelva, Problemas con los que se enfrenta el sector.

Los capítulos de la zona de Santander son: Piratas de la Provincia de Santander, Estudio de los yacimientos de

la Real Compañía Asturiana de Minas, S. A. (Mina de Reocín), de la Sociedad Minera de los Picos de Europa, S. A. (Mina de Puente Arce), Descripción de la Minería existente.

Los de Cartagena son: Estudio de la minería de piratas en la Sierra de Cartagena, Recomendaciones sobre los sistemas a emplear en los yacimientos de piratas de la zona de Cartagena, Situación actual de la minería de piratas de la zona.

La parte titulada Comercialización de la Pirita está dividida en Producción y mercados, Condiciones actuales en que se desenvuelve la fabricación del ácido sulfúrico, Previsión de la demanda interior y exterior de piratas durante el período 1970-80.

JEAN FAURÉ: *Recherches sur les effets géologiques d'explosions nucléaires souterraines dans un massif de granite Saharien*. Rapport CEA-R-4257, 275 págs. 1972.

Se trata de un informe dividido en tres partes: Estudio geológico del campo de voladuras de Hoggar (macizo de granito del Taoururt Tan Affela y esquistos cristalinos encajados); Análisis de los efectos geológicos de las explosiones nucleares subterráneas en el macizo (condiciones generales del estudio-desprendimientos de superficie-análisis de la fracturación-permeabilidad de las zonas de los afectados-transformaciones petrográficas y mineralógicas); Implicaciones geológicas de los estudios sobre las explosiones nucleares subterráneas, comparación con los impactos, precisión sobre el metamorfismo producido por el choque.—L. DE A.

## MINERALOGIA

ALICIA MASRIERA GONZÁLEZ: *Sobre la composición mineralógica y génesis de las arcillas interestratificadas en las evaporitas de los yacimientos de Sallent y Balsareny (Barcelona)*, Instituto de Investigaciones Geológicas, Vol. XXVI, diciembre 1971, págs. 35-42.

Se trata de un estudio mineralógico de las arcillas que forman parte de las secuencias evaporíticas de sales sódicas y potásicas de la cuenca potásica catalana. Las muestras proceden de las minas de Sallent y Balsareny, Describe su composición mineral obtenida por difracción de rayos X, discute la posible génesis. Concluye que la fase mineral arcillosa está formada por illita y clorita, la cual es común en otros ambientes deposicionales de salinidad elevada.

El trabajo está dividido en las partes siguientes: I, Introducción; II, Técnica de estudio empleada; III, Composición mineralógica; IV, Discusión de los resultados y conclusiones; V, Bibliografía.—L. DE A.

RAMÓN VAQUER NAVARRO y JOAQUÍN MONTORIOL-POUS: *Nota sobre una localidad con pirita (Santa Creu d'Olorde, Barcelona)*, Acta Geológica Hispánica, t. VII, número 2, págs. 53-58, 1972.

Investigan la situación geológica y las características de yacimiento de una localidad con pirita (Santa Creu d'Olorde, Barcelona). Las muestras mineralógicas y petrográficas las estudian mediante las técnicas de luz reflejada, difracción y espectrografía por fluorescencia de rayos X.—L. DE A.

## PALEONTOLOGIA

M. CRUSAFONT-PAIRÓ y J. M.<sup>a</sup> GOLPE-POSSE: *Algunos nuevos yacimientos de vertebrados del Vallesense inferior de los alrededores de Sabadell*. Acta Geológica Hispani, t. VII, núm. 2, págs. 69-70, 1972.

Los autores señalan, por primera vez, cuatro yacimientos de mamíferos fósiles, situados en las cercanías de Sabadell, atribuibles al Vallesense inferior y del nivel aproximado del de Can Llobateres ("Pontense" inferior).

SEBASTIÁN CALZADA BADÍ: *Cyrtothyris Middlemissi*, n. sp. *Del Aptense de Garraf (Barcelona)*, Acta Geológica Hispánica, t. VII, núm. 2, págs. 66-68, 1972.

Describe un terebratulido del Aptense superior del macizo de Garraf (Barcelona), que fue confundido frecuentemente con el "Terebratula dutempleana" d'Orbigny, 1847.—L. DE A.

JUAN BAUZÁ RULLAN: *Contribuciones al conocimiento de la fauna ictiológica fósil de España (III)*, Acta Geológica Hispánica, t. VII, núm. 2, págs. 62-65, 1972.

El autor da a conocer en este trabajo algunas novedades para la fauna ictiológica fósil de España, tales como el hallazgo del Glyptaspis en el Devónico de la provincia de León.

Describe convenientemente del Mioceno de Banyeres (Cataluña), el Diplodus annularis especie que en la actualidad es abundante en los mares que rodean la península Ibérica. Los otolitos recogidos en el Mioceno de Es Monjos (Cataluña) permiten constatar la presencia de Pristipoma prebennetti, Fierasfer nuntius, Cepola prerubescens, Dentex gregarius, Dentex latior, Dentex lozanoi, Box insignis, Solea latior, Bregmaceros catulus, Arnoglossus bauzai, Myctophum debile.



Ciata el género *Trachinus*, hallado en el Mioceno de Montjuich y estudia los otolitos hallados en el tramo medio de la serie de Pinos-Genil (Beas), Granada, pertenecientes al género *Myctophum*.—L. DE A.

J. RAMÍREZ DEL POZO: *Observaciones sobre la estratigrafía y micropaleontología del Paleoceno de la zona de Bielba-Labarces (provincia de Santander)*. Acta Geológica Hispánica, t. VII, núm. 2, págs. 37-43, 1972.

Estudia la microfauna, principalmente Foraminíferos, de dos secciones estratigráficas. Distingue un Paleoceno inferior, difícilmente divisible por presentarse muy domilitizado, y un Paleoceno superior, que comprende el Thanetiense e Ilerdiense. Hace algunas indicaciones sobre las bio y Hitofacies observadas y da un cuadro con la distribución de los principales microfósiles determinados.—L. DE A.

LAURENCE L. BELTAN: *La faune ichthyologique du Muschelkalk de la Catalogne*. Memoria de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, tercera época, número 760, Vol. XLI, núm. 10.

En los alrededores de Montral y Alcover, al SW de Barcelona, afloran niveles calizos tabulares correspondientes al Muschelkalk superior. Se trata de un yacimiento de origen marino, en el cual se ha recogido una abundante fauna de *invertebrados* (ammonites, lamelibranquios, artrópodos, decápodos, etc) y *vertebrados* (reptiles y peces). La ictiofauna es de gran interés, tanto desde el punto de vista paleoanatómico como paleogeográfico, y ofrece una diversidad genérica a la par que interesantísimas novedades.

Además de los nuevos géneros *Alcoveria* (*Coelacanthidae*), *Previsaurichthys*, *Systolichthys* (*Saurichthyidae*) son de destacar otros ya conocidos, tales como *Colobodius*, *Peltopleurus*, *Saurichthys*, *Eosemionotus*, *Semionotus*, *Perleoidus*, que se encuentran en las cuencas triásicas de Alemania, Austria y Lombardía.

Esta afinidad faunística que presentan los vertebrados parece corroborar la opinión de Gignoux (1950), que admite la continuidad del mar del Muschelkalk, en el SW de Europa, opinión que también confirman las migraciones de los bivalvos y cefalópodos. El estudio de la ictiofauna del Trias catalán permite también establecer un nexo de unión entre las faunas del Trias superior y medio de Alemania y Austria y la cuenca triásica de Lombardía.

Desde el punto de vista evolutivo, se trata de una fauna medianamente evolucionada, con paso progresivo del estado condrosteo al estado holosteo.

Hasta el presente, la fauna ictiológica del Triásico español era muy poco conocida, por ello el extraordinario interés de este hallazgo.—L. DE A.

## PETROLOGIA

A. SAN MIGUEL ARRIBAS y J. J. PUEYO MUR: *Observaciones petrológicas y petroestructurales de los yacimientos salinos de Sallent y Balsarany (Barcelona)*, Instituto de Investigaciones Geológicas, Vol. XXVI, diciembre 1971, págs. 5-20.

Exponen el resultado de los estudios petrológicos realizados en los depósitos salinos catalanes desde el punto de vista de su comportamiento, frente a los empujes tectónicos.

Describen los accidentes tectónicos del área, así como las características petrográficas de los diversos tipos de sales.

El objeto principal del trabajo es el estudio de los procesos de recristalización desarrollados en las denominadas "zonas de esterilización", interpretadas como el resultado de los esfuerzos tectónicos.

El trabajo está dividido en los capítulos siguientes: I, Introducción; II, Geología estructural; II 1, Tectónica general; II 2, Tectónica detallada de la masa salina; III, Petrología de las sales; III 1, Introducción; III 2, Estudio microscópico de la sal estratificada; III 3, Estudio microscópico de las zonas de esterilización; IV, Bibliografía.—L. DE A.

MATEO ESTEBAN y A. SAN MIGUEL: *Comentarios sobre algunos términos utilizados en la clasificación de las calizas*, Instituto de Investigaciones Geológicas, volumen XXVI, diciembre 1971, págs. 43-56.

Comentan algunos aspectos de la clasificación de las rocas carbonatadas, intentando aclarar el significado petrológico de la terminología empleada corrientemente. Revisan el uso de los términos intraclasto, dismicrita, microsparita, oncolito y pisolito a la luz de bibliografía moderna y con muestras del Cretácico de los Catalanides. Proponen el uso del término "grano" en vez de intraclasto por ser más real y práctico. Dentro de las dismicritas, recomiendan distinguir toda una serie de diferentes tipos genéticos. Citan criterios que permiten reconocer los términos microparita, oncólito y pisólito.

Las partes esenciales del trabajo son: I, Introducción; II, La utilidad de las clasificaciones; III, El intraclasto; IV, La dismicrita; V, La microsparita; VI, Los términos oncólito-pisólito; VII, Bibliografía.—L. DE A.

M. MONTOTO y J. ORDAZ: *Características petroestructurales de significado mecánico en el mármol de Gualba (Barcelona)*, Instituto de Investigaciones Geológicas, Vol. XXVI, diciembre 1971, págs. 57-76.

Estudian los aspectos petroestructurales del mármol granoblástico equigranular y monomineralítico de Gual-

ba (Barcelona), a fin de sentar las bases con que poder interpretar su comportamiento mecánico bajo carga.

Investigan las variaciones en el estado de recristalización del material y la distribución de zonas microgranuladas y cizalladas, prestando especial atención a las mediciones sobre tamaño y orientación de los granos minerales.

Determinan en estas calcitas las diversas frecuencias del número de maclas por grano y la orientación de las mismas. Determinando cuantitativamente la densidad de huecos y microfisuras en el seno de la roca, así como sus diversas naturalezas, con el propósito de analizar la evolución de su red microfisural.

Los aspectos tratados son: I, Situación geográfica y generalidades geológicas; II, Composición mineralógica; III, Petroestructura; IV, Grano mineral; V, Microfisuración; VI, Huecos; VII, Bibliografía.—L. DE A.

VLADIMIR KUDELASEK y VITEZSLAV ZAMARSKY: *Las rocas ultrabásicas en condiciones de meteorización laterítica*, Instituto de Investigaciones Geológicas, Vol. XXVI, diciembre 1971, págs. 77-92.

A partir de un estudio comparativo de varias localidades significativas, caracterizan zonas individuales de perfil de meteorización desde el punto de vista geológico y morfológico. Discuten interpretaciones genéticas respecto a los horizontes meteorizados, su composición química y mineralógica, así como el reflejo de los factores geoquímicos del ambiente en el cual fueron originados.

Constan de las partes siguientes: I, La meteorización laterítica de rocas ultrabásicas en dependencia de los factores geológicos y morfológicos; I. 1, Prototectónica del macizo; I. 2, Los contactos de las masas ultrabásicas con las rocas adyacentes; I. 3, El relieve inicial de las rocas básicas subyacentes; I. 4, La presencia de las rocas (sedimentarias) sobreyacentes; I. 5, El tipo original de la roca madre; II, La zonalidad de los productos de meteorización laterítica; III, Observaciones geoquímicas respecto a la génesis de meteorización laterítica de las rocas ultrabásicas; IV, Conclusiones; V, Bibliografía.—L. DE A.

A. SAN MIGUEL y J. CARRERAS: *Relaciones entre metamorfismo y emplazamiento del granito en el área del Cap Gros de Palamós (Gerona)*, Instituto de Investigaciones Geológicas, Vol. XXVI, diciembre 1971, págs. 93-117.

Del estudio de la reducida área de los acantilados del Cap Gros (Palamós), en donde afloran materiales paleozoicos, metamórficos, granitizados localmente, y asociados a granitos movilizados de carácter intrusivo, puede obtenerse una interpretación de los procesos de metamorfismo e intrusión de estos granitos posttectónicos. Deducen la anterioridad del metamorfismo al emplazamiento del granito

en los niveles elevados. Intentan explicar la intrusión no como resultado de un proceso que consta de distintas fases, sino como un proceso continuo con características peculiares variables en función del espacio y del tiempo; el comportamiento del granito respecto a la roca metamórfica es función del nivel estructural de intrusión, aumentando su rigidez hacia los niveles elevados. Observan una rigidez progresiva con el transcurso del tiempo.

Sus capítulos son: I, Situación geológica; II, Sinopsis petrológica de las unidades cartografiadas; III, Sinopsis estructural; IV, Fases de deformación; V, Facies y condiciones del metamorfismo; VI, Génesis y proceso de movilización de las rocas graníticas; VII, Conclusiones; VIII, Bibliografía.—L. DE A.

PETTIOHNS, F. J.; POTTER, P. E.; SIEVER, R.: *Arena y areniscas*, 258 figs. XVI, 618 págs., 1972, Springer-Verlag, Berlín, Heidelberg, Nueva York, 26×17 cm. Con 258 figuras.

Este libro, redactado por los infatigables Pettiohns y Potter, esta vez acompañados por Siever, está dedicado al estudio de la arena y de las areniscas.

Se halla dividido en cuatro partes: la primera está destinada a describir "las propiedades fundamentales de las areniscas", en la cual se hace una síntesis de los caracteres de la composición, textura y estructura de las areniscas.

La parte segunda se dedica a la "Petrografía de las Areniscas", en donde se detiene en el problema de la clasificación de estas rocas. Acompaña a esta parte un glosario de nombres aplicados a las areniscas, al cual sigue un estudio sistemático de las especies más importantes de estas rocas. Se ha dedicado un estudio especial destinado a las arenas volcánicas. Abundantes microfotografías completan las definiciones del glosario.

La parte tercera lleva el título "Procesos en la formación de la arena y de las areniscas", que trata por extenso las fases que llevan a la formación de la arena desde la roca de la cual deriva; el transporte del material granular por un medio fluido, las deformaciones que experimentan los depósitos de la arena y las propiedades químicas de la diagénesis. La sección final describe los distintos aspectos que toma la sedimentación de la arena, la forma geométrica de las masas arenosas, el medio ambiente en que se constituyen y la distribución de las areniscas en el espacio y en el tiempo. La parte cuarta comprende los aspectos generales de la sedimentación de las arenas.

Resulta así esta obra, "Sand and Sandstone", un compendio condensado, pero completo, de todos los hechos más importantes sobre las areniscas, resultantes de los procesos genéticos que llevan a la acumulación de la arena.

La obra comprende 12 capítulos.

El primero es de introducción a la materia. Sigue la parte primera, en la que se comprenden los capítulos 2 a 4. El segundo trata de la composición mineral y química; el tercero, de la textura; el cuarto, de las estructuras sedimentarias y de la estratificación. La parte segunda comprende los capítulos 5 a 7. En el quinto se expone la clasificación petrográfica y el glosario correspondiente; en el capítulo sexto describe las arenas y areniscas más corrientes (arenas y arcosas feldespáticas), arenitas líticas, grauvacas, ortocuarcitas, arenas y areniscas híbridas), petrogénesis de las areniscas. El capítulo 7 trata de los materiales volcánicos clásticos.

La parte tercera comprende los capítulos 8 a 12. El octavo trata de la producción y procedencia de la arena; el capítulo 9 trata del transporte, deposición y deformación de la arena; el capítulo 10 dedica largos subcapítulos a la diagénesis.

La parte cuarta comprende los capítulos 11 y 12. El 11 trata de los cuerpos formados por arena y su lugar de formación; el capítulo 12 describe las relaciones que existen entre las areniscas, las cuencas sedimentarias y la evolución continental.

Las 258 figuras, repartidas en los distintos capítulos, indican la riqueza ilustrativa de esta obra, tan interesante y sugestiva.

En la detallada bibliografía final vemos citados Riba, Oriol, Villena, J., y Quirantes, José. Nota preliminar sobre la sedimentación en paleocanales terciarios de la zona de Caspe-Chiprana (provincia de Zaragoza). A. Edafología Agrobiología, 26, 617-634 (1967).—J. G. DE LI.

## TECTONICA

P. E. SANTANACH PRAT: *Estudio tectónico del Paleozoico inferior del Pirineo, entre Cerdeña y el río Ter* (Resumen), Acta Geológica Hispánica, t. VII, núm. 2, páginas 44-49, 1972.

El análisis estructural del domo del río Freser (Pirineos Orientales, España) permite poner de manifiesto una sucesión de tres fases de plegamiento hercinianas. Describe las características de las mismas y compara con las consideradas por otros autores en regiones vecinas.

L. de A.

## SEDIMENTOLOGIA

MANUEL DE MIRÓ ORELL y MONTSERRAT D. DE MIRÓ: *Sedimentos relictos de la plataforma continental*. Acta Geológica Hispánica, año VII, núm. 2, págs. 33-36, 1972.

Las partes externas de las plataformas continentales del mundo presentan unos sedimentos con abundantes elementos de deposición pretérita. Discuten los autores

el origen de estos elementos y la causa de que no sean recubiertos por la deposición actual. Dan ejemplos de la facies trasgresiva basal en el NE de Venezuela y de su extensión en el NE de Sudamérica. Interpretan la plataforma externa con sedimentos relictos como área no deposicional intermedia entre el miogeosinclinal y el eugeosinclinal.—L. DE A.

## CARTOGRAFIA

*Coloquio sobre toponimia cartográfica*. Madrid, 21 al 23 de mayo de 1969. Madrid, 1972, 160 págs.

El fin de esta publicación es la divulgación de las comunicaciones presentadas en el coloquio, así como las conclusiones preparadas después de una amplia e interesante discusión de los diversos puntos.

Los trabajos reproducidos son: La toponimia como herencia histórica y lingüística, de Lapesa. La toponimia en las cartas antiguas, de Guillén. La toponimia en el Mapa Topográfico Nacional, de Vázquez Maura. La toponimia en los mapas militares, de García Baquero. La toponimia en las cartas de navegación, de la Hera. Toponimia regional bilingüe en Cataluña, de Badia. Toponimia regional bilingüe en Galicia, de Filgueira Valverde. Organismos responsables de la toponimia en otros países, de Núñez de las Cuevas. Criterios regionales para la recogida de datos toponímicos, de Casas Torres. Cartografía y toponimia, de Breu, y La transcripción en cartografía, de Breu.—L. DE A.

## GEOFISICA

ERNESTO ORELLANA: *Prospección Geoelectrica (en corriente continua)*, Editorial Paraninfo, Madrid, 1972.

El libro que ahora comentamos es el primer volumen de la obra "Prospección Geoelectrica", dedicado a los métodos de campo constante; es decir, corriente continua. Posteriormente, ahora en avanzado estado de preparación, saldrá el segundo volumen de esta obra, en donde se tratarán métodos de campo variable.

El origen de la obra son las explicaciones dadas en clase por el autor, profesor de Prospección Geofísica en la Universidad Complutense de Madrid, que, recogiendo lo más notable de la literatura especializada junto con su propia experiencia de más de veinte años en prospección geofísica, casi siempre geoelectrica, ha desembocado en este texto o manual, que será de gran utilidad, tanto para aquellos alumnos de esta especialidad en las Facultades de Ciencias y Escuelas Técnicas Superiores de Ingeniería como para los profesionales de la Prospección Geoelectrica.

El autor divide la obra en nueve capítulos, el primero

de los cuales tiene carácter introductorio. El segundo se ocupa de las propiedades electromagnéticas de minerales y rocas. El tercero expone los conceptos fundamentales, tanto físicos como operativos. Los capítulos cuarto y quinto se dedican a la teoría del sondeo eléctrico vertical y a la práctica del mismo, respectivamente. El sexto trata de los sondeos bipolares. El séptimo estudia las calcatas eléctricas. El octavo expone el método de las líneas equipotenciales. Finalmente, el noveno trata del método del potencial espontáneo.

Se cierra la obra con una amplia bibliografía e índices alfabéticos de autores y materias.—A. L. DE G.

## GEOQUIMICA

JUAN J. PUEYO MUR: *Estudio geoquímico preliminar de diversas muestras salinas de Sallent y Balsareny (Barcelona, España)*, Acta Geológica Hispánica, t. VII, número 2, págs. 59-61, 1972.

Expone las técnicas, acaso demasiado clásicas, salvo para el caso de valoración del Ca y Mg, que lo hace por a.a. Parece lo natural que con la misma técnica de a.a., seguidas en el estudio espectral de muestras de sales pertenecientes a la Cuenca Potásica del Llobregat, se valorasen el K y el Na.

Dice que la relación ClNa/ClK es del 15 al 20 por 100, y que en algunos casos llega al 100 por 100, circunstancia conocida, por haberse explotado en muchas ocasiones los estériles con otros fines, los cuales son de ClNa.

Destaca el aumento del SO<sub>4</sub>Ca en las zonas de esterilización de un 1 por 100, que da como normal, al 10 por 100, la mayor parte en forma de polihalita, así como la acumulación de Cl<sub>2</sub>Mg, que en una de las muestras pasa del 11 por 100.

Sería interesante completar este trabajo con un estudio por difracción de rayos X o con microsonda, para poder establecer las conclusiones con rigor científico. L. DE A.

## VULCANOLOGIA

F. ORTI CABO y T. SANFELIÚ MONTOLIO: *Estudio del vulcanismo jurásico de Caudiel (Castellón) en relación con procesos de lateritización, condensación y salificación de la serie calcárea*, Instituto de Investigaciones Geológicas, Vol. XXVI, diciembre de 1971, págs. 21-34.

En este trabajo se dan a conocer los resultados de los primeros estudios realizados sobre unas tobas volcánicas interstratificadas en la serie calcárea de edad jurásica, que afloran al NE de Caudiel (Castellón), en el sector oriental de la Cordillera Ibérica. Se incluye la cartografía de estos materiales piroclásticos, su posición estratigráfica, y dedica especial atención a los procesos de la-

teritización de los mismos, así como a la presencia de un horizonte de condensación y a los fenómenos de silificación en los niveles calcáreos suprayacentes.

Los capítulos del trabajo son: I, Introducción; II, Serie estratigráfica; III, Procesos de lateritización; IV, Procesos de silificación; V, Ambito regional de las manifestaciones volcánicas y de los fenómenos asociados; VI, Conclusiones; VII, Bibliografía.—L. DE A.

## GEONUCLEONICA

FRANCIS VAN KOTE y FRANÇOIS BALARD: *Distribution de la radioactivité dans l'environnement d'une explosion nucléaire soiteraine. Essai de synthese des resultats d'analyses radiochimiques relatifs aux experiences du Hoggar*. Rapport CEA-R-4287, 33 págs., 1972.

Intentan los autores hacer los análisis radioquímicos asociados a las voladuras francesas de Hoggar, desde el aspecto de un estudio experimental y teórico de distribución de la radiactividad alrededor de las explosiones nucleares subterráneas. Parten de la definición de un índice de volatilidad relativo al Cerio 144, considerado como perfectamente refractario, y proponen una clasificación de los productos de escisión, así como una valoración de su nivel de retención por las lavas. Dan algunas indicaciones sobre los comportamientos de los productos de activación. Cuando reposan sobre un modo de interpretación, pueden ser generalizadas, las conclusiones obtenidas concernientes únicamente a la cavidad y a los bordes inmediatos en medio granítico.—L. DE A.

## ESPELEOLOGIA

JOSÉ MIGUEL DE BARANDIARAN: *Huellas del hombre de neardental en Vizcaya*. Kobie. Grupo Espeleológico Vizcaíno. Diputación de Vizcaya. Bol. 4, págs. 14-15. Bilbao, 1972.

Axlor o Axleor es un hueco o refugio natural abierto en la vertiente septentrional del monte Urrestei (Dima), estuvo habitado durante miles de años, se han dedicado a sus yacimientos prehistóricos varias campañas de excavaciones. Parecen ser muy extensos, se realiza con método su excavación, y han acopiado datos numerosos que facilitarán el conocimiento del hombre prehistórico en Vizcaya.—L. DE A.

CECILIO MÁRQUEZ SALAMANCA: *El proceso de disolución*. Kobie. Grupo Espeleológico Vizcaíno. Diputación de Vizcaya. Bol. 4, págs. 5-12. Bilbao, 1972.

Con vistas a su aplicación espeleológica se analizan de una manera global las leyes más generales del proceso



de disolución. En estas leyes se observa la interrelación de las dinámicas, estáticas y de los fenómenos objetivos fortuitos, analizando los vínculos internos (esenciales) y externos (inesenciales) que existen entre ellos, para poder extraer de esta forma sus conclusiones más generales. L. DE A.

## BIOGRAFIA

*Dictionary of Scientific Biography*. Vol. V (Fisher a Haberlandt), "American Council of Learned Societies". Editor Charles Scribners Sons, New York, 1972.

Nueva aportación al magnífico diccionario de biografías de hombres de ciencia es este quinto tomo, que comentamos. Reiteramos las observaciones de tomos anteriores del reducido número de citas de científicos españoles, en este tomo sólo figura la de un filósofo especialista de árabe y hebreo, que fue arcediano de Segovia y miembro de la escuela de traductores árabes de Toledo, Domingo Gundisalvo, que vivió durante el siglo XII.

Entre los científicos, con actividades relacionadas con este Boletín destacan.

Fitton, William Henry (Dublín, 1780-1861), geólogo con importantes aportaciones en el campo de la estratigrafía, principalmente en la sucesión del cretácico inferior y jurásico superior del sur de Inglaterra.

Fleming, John (Kirkroads, 1785-1857), geólogo y primer descubridor de restos de peces en las areniscas rojas.

Flett, Jhon Smith (Kikwall, 1869-1947), geólogo que aportó su valer al mejor conocimiento de la geología de Cornwall, especialmente a los sedimentos, rocas metamórficas y masas ígneas del Lizard.

Foerest, August Federick (Dayton, 1862-1936), como paleontólogo reestudió, redescubrió e ilustró cientos de especies de invertebrados fósiles, estudiados inadecuadamente por científicos anteriores.

Forbes, Edward (Douglas, 1815-1854), como paleontólogo, fue uno de los últimos defensores de las ideas de centros de creación, siendo su publicación más acreditada "The Natural History of European Seas".

Forchhammer, Johan George (Husum, 1794-1865). Como geólogo, fue el autor del primer trabajo sobre la estructura geológica de Dinamarca.

Foster, Henry (Wood Plumton, 1797-1831). Trabajó en el campo de la geofísica, en la determinación de  $g$  y su relación con la elipticidad de la tierra. También se ocupó de las variaciones de la intensidad del campo magnético terrestre.

Fouqué, Ferdinand André (Mortain, 1828-1904). Considerado en Francia como el fundador de la petrografía moderna, basada en la Composición mineralógica, la estructura y la composición química, principalmente en cuanto se refiere a las rocas volcánicas.

Fraipont, Julien (Liège, 1857-1910). Destacan entre sus

descubrimientos paleontológicos los fósiles humanos de Spy, cerca de Namur.

Freiesleben Johann (Freiberg, 1774-1846). Considerado como el primer profesor de geología de Europa en su época, puso las bases para el mejor conocimiento del Pérmico y del Triásico sedimentario en Sajonia y Thuringia.

Frenzel, Friedrich August (Freiberg, 1842-1902). Apasionante coleccionista de minerales, descubrió los siguientes: pucherita, mariquidita, heterogenita, lautita, rezbanyita, amarantita, cilindrita y homannita.

Friedel, Georges (Mulhouse, 1865-1933). Destacado en la obtención de minerales sintéticos, dejó una obra magistral titulada (*Leçons de cristallographie*).

Fuchs, Johann Nepomukvon (Mattenzell (1774-1856). Destacó la importancia de la química en el estudio de la mineralogía, después de la determinación de la composición química de muchos minerales. Pretendió aclarar el misterio de la estructura de los minerales y confirmación de las leyes estequiométricas.

Füchsel, Georg Christian (Ilmenau, 1722-1773). Sus obras consideradas de riguroso actualismo, destacan el fructífero concepto de formación, así como el de región geológica, desde el punto de vista histórico.

Fuhlrott, Johann Karl (Leinefelde, 1804-1877). Al estudiar unos huesos humanos de la cueva Feldhofer del Valle del Neander, los asigna un carácter de hombre primitivo, lo que da lugar a enconadas discusiones, sobre un auténtico "homo neanderthalensis".

Fyodorov, Evgraf Stepanovich (Urenburg, 1853-1919). Fundador de la mineralogía geométrica, puso las bases para el conocimiento de la estructura atómica de los minerales. Siendo el inventor de la platina universal conocida por su apellido.

Gabb, William More (Philadelphia, 1839-1878). Se le consideró como una autoridad en los invertebrados cretácicos fósiles del Nuevo Mundo.

Gadolín, Johan (Abo, 1760-1852). En los análisis realizados en un mineral negro nuevo (denominado posteriormente gadolinita) de Itterby, descubre en él una nueva tierra, el itrio, posteriormente identificado como integrado por varios elementos del grupo denominado de las tierras raras. En 1886, cuando Marignac descubre una tierra rara nueva, la denomina gadolinio, primer elemento con nombre de una persona.

Gagnebin, Elile (Liège, 1891-1949). Autor de dos obras discutidas: "Le transformisme et l'origine de l'homme" y la "Histoire de la terre et des êtres vivants".

Gahn, Johan Gottlieb (Ovanaker, 1745-1818). Dio las bases para la fertilización artificial, así como para la extracción del fósforo de los restos de huesos animales.

Gaudry, Albert Jean (St. Germain en Laye, 1827-1908). Defensor de las ideas del perfeccionamiento de las familias con el tiempo, concluye en el concepto de que la vida es una inmensa progresión y que sólo la paleontología puede probar que la evolución es una realidad tangible.

Geer, Gerhard Jakob de (Stockholm, 1858-1943). Especialista en geocronología, su interés estuvo siempre en

demostrar las telecorrelaciones o correlaciones con distancias grandes.

Geikie, Archibald (Edinburgh, 1835-1924). Dentro del diverso campo geológico en que investigó, destacan dos preocupaciones: la parte denominada actualmente geomorfología y la geología glacial. Sostuvo que el relieve actual de la tierra es consecuencia de una erosión subaérea.

Genth, Frederick Augustus (Wächtesbach, 1820-1893). Describió, con su contribución analítica, 215 especies minerales, descubriendo 24 minerales nuevos.

Gessner, Johannes (Zurich, 1709-1790). Estudió la geología de las cadenas montañosas principales del continente europeo, defensor del principio de geocronológica extrapolación. Estudió detenidamente los manantiales minerales de los Alpes.

Gilbert, Grove Karl (Rochester, 1843-1918). Fue el primero en establecer que un cuerpo intrusivo puede deformar la roca donde se aloja.

Godwin-Austen, Robert Afred Cloyne (Guildford, 1808-1884). Dio una importante contribución al conocimiento de la estratigrafía del sur de Inglaterra y fue uno de los primeros paleogeógrafos.

Goepert, Heinrich Robert (Sprottau, 1800-1884). Como paleobotánico, hizo los primeros estudios sistemáticos sobre los helechos del carbonífero. Tuvo una predilección especial por la flora del terciario.

Goethe, Joahann Wolfgang von (Frankfurt am Main, 1749-1832). Sostuvo que las cadenas montañosas, como las de Harz, Thuringia y Alpes, tienen un corazón o parte central de granito, con precipitaciones posteriores procedentes del océano universal.

Goldschmidt, Víctor (Mainz, 1853-1933). Considerado como el fundador de la cristalografía moderna y descubridor de las propiedades armónicas de los cristales.

Goldchmidt, Víctor Moritz (Zurich, 1888-1947). Su trabajo fundamental fue el establecimiento de las leyes que gobiernan la distribución de los diversos elementos en la Naturaleza.

Golitsyn, Boris Borisovich (St. Petersburg, 1862-1916). Proyectó aparatos perfeccionados para el estudio de los seísmos y vibraciones mecánicas, así como equipos de cateadura sísmica.

Goodrich, Edwin Stephen (Weston-super-Mare, 1868-1946). Con un profundo estudio sobre peces vivos y fósiles, establece la posibilidad de identificar estratos contemporáneos. También trabajó en la teoría de la selección natural.

Gosselet, Jules-Auguste (Cambrai, 1832-1916). Reveló la evolución de una línea tectónica grande a lo largo de la corteza terrestre contraída de una manera periódica y persistente desde el principio de los tiempos.

Grabau, Madeus William (Cedarburg, 1870-1946). Importante avance de la ciencia, representó su aportación de los principios de paleoecología y de los aspectos genéticos de la petrología sedimentaria.

Grand'eury, Cyrille (Houdreville, 1839-1917). Trabajó fundamentalmente en paleobotánica de cuencas hulleras.

Estableció que los órganos vegetativos varían menos que los reproductores. Indicó la conveniencia de usar nombres genéricos especiales para los varios órganos de cada planta.

Granger, Walter Willis (Middletown, 1872-1941). En el desierto de Gobi de Mongolia descubrió el pequeño protoceratops con sus huevos y el gigante baluchitherium.

Greenough, George Bellas (London, 1778-1855). Inició la publicación de los mapas geológicos de Inglaterra y Gales.

Gressly, Amanz (Bärschwyl, 1814-1865). Destacó la importancia en la definición e identificación del concepto de facies y estableció una serie de reglas paleoecológicas derivadas de sus observaciones.

Griffith, Richard John (Dublin, 1784-1878). Publicó el primer mapa geológico de Irlanda, en 1815. Aportó sus valiosos conocimientos al estudio de los fósiles de las calizas del carbonífero.

Groddeck, Albrecht von (Danzing, 1937-1887). Contribuyó al conocimiento paleontológico de la región del Harz. Programó una clasificación de los criaderos minerales, basada en las relaciones entre las formaciones minerales y las rocas de caja.

Groth, Paul Heinrich von (Magdeburg, 1843-1927). Descubrió, en 1866, la grothita. Su labor fundamental son las investigaciones entre composición química y estructura cristalina.

Grubenmann, Johann Ulrich (Trogen, 1850-1924). Trabajó en las rocas volcánicas de Hegau y de los Alpes. Fundó la sociedad suiza de Geotécnica, para el estudio de los materiales naturales.

Gua de Malves, Jean Paul de (Carcassonne, 1712-1786). Especializado en mineralogía y conchología, destacó por sus trabajos de cateadura de oro en Languedoc.

Guettard, Jean-Etienne (Etampes, 1715-1786). Por estudios de la sedimentación y erosión estableció para la duración de los tiempos bíblicos, seis mil años. Comenzó en 1746 el mapa mineralógico de Francia.

Gutenberg, Beno (Darmstadt, 1889-1960). Su tópico de trabajo fue el origen de los microseísmos. Demostró la existencia de un canal de velocidad baja de las ondas sísmicas entre 100 y 200 kilómetros de profundidad.

Guyot, Arnold Henri (Boudevilliers, 1807-1884). Autor de nuevos conceptos de edades glaciares.

Haast, Johann Franz Julius von (Bonn, 1822-1887). Encontró restos de un mono gigantesco y un águila gigante extinguida, que denominó Harpagornis. Confeccionó la cartografía geológica de la provincia de Canterbury y se especializó en rocas del paleozoico.

Se omiten muchos científicos españoles, que tuvieron un renombre internacional muy destacado, como son: los químicos Gómez Pardo, Hauser y Moles, el entomólogo García Mercet, el médico García Gimeno, el bioquímico Gregorio de Rocasolano, el malacólogo García Hidalgo, el ingeniero de Caminos González Quijano, el hirólogo Gómez de Bedolla, el paleontólogo Gómez Lluca, los geólogos Garza, Gil y Maestre, y González Tarin. Esperamos que en los apéndices se subsanen estas omisiones.—L. DE A.

# INDICE DE MATERIAS



	Página
<b>GEOLOGIA</b>	
Síntesis geológica del Secundario y Terciario entre los ríos Cinca y Segre (Pirineo Central de la vertiente sur pirenaica, provincias de Huesca y Lérida), por A. GARRIDO-MEGÍAS y L. M. <sup>a</sup> RÍOS ARAGÜES ... ..	1
Contexto geológico de los yacimientos de fluorita de Múzquiz, Estado de Coahuila, México, por H. MAGLIOLA MUNDET ... ..	48
Investigación experimental sobre la influencia de la viscosidad del medio en la longitud de onda de los pliegues generados en una capa elástica sometida a cizallamiento puro en un medio viscoso, por F. GÓMEZ-PALLETE RIVAS ...	113
Algunas precisiones sobre la bioestratigrafía, paleogeografía y micropaleontología del cretácico asturiano (Zona de Oviedo-Infiesto-Villaviciosa-Gijón), por J. RAMÍREZ DEL POZO ... ..	122
Tectónica global, por W. R. DICKINSON ... ..	167
El sinclinal Cretácico de "Alto Tajo-Valdecabriel" (Serranía de Cuenca), por F. MELÉNDEZ HEVIA ... ..	211
Las series jurásicas y el "purbeckiense" neocomiense de Guernica, por R. SOLER y JOSÉ ... ..	221
Consideraciones sobre las unidades estructurales características del Norte de España, por J. A. MARTÍNEZ ALVAREZ ... ..	231
Síntesis Paleogeográfica y Estratigráfica del Paleoceno del Norte de Navarra. Paso al Eoceno, por L. LEÓN GONZÁLEZ ... ..	234
Sobre la colocación del manto de Pedraforca y sus consecuencias: una nueva unidad tectónica independiente, "el manto del Montsec" (vertiente surpirenaica, provincias de Huesca y Lérida), por A. GARRIDO MEGÍAS ... ..	242
El Jurásico de la Serranía de Cuenca, por F. MELÉNDEZ HEVIA y J. RAMÍREZ DEL POZO ... ..	313
Presencia de calizas del Cretáceo superior en el extremo suroeste de la Sierra Norte de Mallorca (Baleares), por A. BATLLE, C. FELGUEROSO y J. FUSTER... ..	343
Sondeos de mar profundo en el Atlántico meridional, por A. E. MAXWELL, R. P. VON HERZEN, K. J. SHÜ, J. F. ANDREWS, T. SAITO, S. E. PERCIVAL JR., E. D. MILLOW y R. E. BOYCE ... ..	351
Historia geológica del Pacífico nord-occidental, por A. G. FISCHER, B. C. HEENZEN, R. E. BOYCE, D. BUKRY, R. G. DOUGLAS, R. E. GARRISON, S. A. KLING, V. KRASHENINIKOV, A. P. LISITZIN y A. C. PIMM ... ..	371
Nuevos datos sobre el Cretácico superior-Eoceno de la Serranía de Cuenca, por J. RAMÍREZ DEL POZO y F. MELÉNDEZ HEVIA ... ..	443
Estudio Geológico del Borde Axial pirenaico entre Rocabruna y el Riutort (Gerona), por J. ABRIL HURTADO ... ..	457
Nuevos datos sobre el Cretácico inferior en facies "Weald" de la Serranía de Cuenca, por J. RAMÍREZ DEL POZO y F. MELÉNDEZ HEVIA ... ..	569
El Jurásico y Cretáceo inferior de Leiza y Tolosa (Cuenca Cantábrica Oriental), por R. SOLER y JOSÉ ... ..	582

Etapas de Plegamiento en los Alpujarrides al NW de Sierra Nevada. Cordilleras Béticas, por J. A. GALLEGOS ... ..	595
Aspectos geológicos de una zona del alto río Pampas. Huancavelica-Ayacucho (Perú), por F. FERNÁNDEZ RUBIO ... ..	611

## MINERIA

Estructura de la masa de pirita de la mina de Herrerías, Puebla de Guzmán (Huelva), por T. FEBREL DEL MOLINERO ... ..	81
La reserva del Valle de Alcuía y su contexto geológico minero en Sierra Morena central, por V. CRESPO LARA ... ..	174
Comercio exterior de productos minerales 1964-1970, por E. FERNÁNDEZ MARINA ... ..	249
Génesis de la mina "María Luisa", La Nava (Huelva, España). Una mineralización zonada, por F. VÁZQUEZ GUZMÁN ... ..	377
Características y aplicaciones de los Perspectógrafos en Geología y Minería, por J. PÉREZ-SÁEZ, I. BLÁZQUEZ y A. PÉREZ-GONZÁLEZ ... ..	497

## AGUAS SUBTERRANEAS

Características hidrogeológicas del sector del Jabalcón (provincia de Granada), por J. CRUZ-SANJULIÁN y L. GARCÍA ROSELL ... ..	68
Aguas termales de la provincia de Granada, por J. CRUZ-SANJULIÁN, L. GARCÍA-ROSELL y J. GARRIDO-BLASCO ... ..	266
Bombeo de ensayo a caudal crítico en un pozo, por C. BENCOMO ... ..	387
Formulario-Resumen sobre hidráulica de pozos, por J. PORRAS MARTÍN ... ..	517
La simulación digital del flujo subterráneo a través de sistemas acuíferos multicapa, por C. LUCENA BONNY ... ..	623

## GEOBIOLOGIA, GEOFISICA, GEONUCLEONICA, GEOQUIMICA Y GEOTECNIA

Yacimientos de mineral de hierro de sierra Menera, edad de su formación y experiencias de laboratorio que reproducen su génesis, por F. CAÑADA GUERRERO ... ..	181
Los métodos geofísicos en cartografía geológica, por F. FERNÁNDEZ ALONSO ... ..	276
Investigation of meteorites fallen on the territory of Bulgaria by Laser microspectral analyser, by D. DIMON, A. PETRAKIEV, G. DIMITROV and A. IVANOVA. ... ..	637
Resumen del "Estudio geotécnico general de la zona central de Asturias, por M. TORRES ALONSO ... ..	631

## ESTUDIO DE MINERALES Y ROCAS

Estudio de la Häüyna presente en las rocas volcánicas de Arucas (Gran Canaria). (Optica, quimismo, constantes reticulares y naturaleza de la roca encajante), por P. ARÉVALO ... ..	187
Estabilidad mineralógica de los fosfatos de uranilo, por L. SANTOMA ... ..	283
Petrogénesis de las rocas básicas del SW de España (Sierra Morena Occidental), por V. SÁNCHEZ CELA y A. APARICIO YAGÜE ... ..	402
Nuevas consideraciones petrogenéticas sobre las rocas gneísicas y "porfiroides" localizadas en la alineación estructural "AlmendralejoAzuaga" (Badajoz) ... ..	407



## INDICE DE AUTORES

	Página
ABRIL HURTADO, J.: Estudio Geológico del Borde Axial pirenaico entre Rocabruna y el Riutort (Gerona) ... ..	457
ANDREWS, J. F.; MAXWELL, A. E.; HERZEN, R. P.; SHÜ, K. J.; SAITO, T.; PERCIVAL JR., S. E.; MILLW, E. D., y BOYCE, R. E.: Sondeos de mar profundo en el Atlántico meridional ... ..	351
APARICIO YAGÜE, A., y SÁNCHEZ CELA, V.: Petrogénesis de las rocas básicas del SW de España (Sierra Morena Occidental) ... ..	402
APARICIO YAGÜE, A., y SÁNCHEZ CELA, V.: Nuevas consideraciones petrogenéticas sobre las rocas gneísicas y "porfíroides" localizadas en la alineación estructural "Almendralejo-Azuaga" (Badajoz) ... ..	407
ARÉVALO, P.: Estudio de la haüyna presente en las rocas volcánicas de Arucas (Gan Canaria). (Optica, quimismo, constantes reticulares y naturaleza de la roca encajante) ... ..	187
BATLLE, A.; FELGUEROSO, C., y FUSTER, J.: Presencia de calizas del Cretáceo superior en el extremo suroeste de la Sierra Norte de Mallorca (Balears) ...	343
BENCOMO, C.: Bombeo de ensayo a caudal crítico en un pozo ... ..	387
BLÁZQUEZ, I.; PÉREZ-SÁEZ, J.; PÉREZ-GONZÁLEZ, A.: Características y aplicaciones de los Perspectógrafos en Geología y Minería ... ..	497
BOYCE R. E.; MAXWELL, A. E.; HERZEN, R. P.; SHÜ, K. J.; ANDREW, J. F.; SAITO, T.; PERCIVAL JR., S. E., y MILLOW, E. D.: Sondeos de mar profundo en el Atlántico meridional ... ..	351
BOYCE, R. E.; FISCHER, A. G.; HEEZEN, B. C.; BURKY, D.; DOUGLAS, R. G.; GARRISON, R. E.; KLING, S. A.; KRASHENINIKOV, V.; LISITZIN, A. P., y PIMM, A. C.: Historia geológica del Pacífico nord-occidental ... ..	371
BURKY, D.; FISCHER, A. G.; HEEZEN, G. C.; BOYCE, R. E.; DOUGLAS, R. G.; GARRISON, R. E.; KLING, S. A.; KRASHENINIKOV, V.; LISITZIN, A. P., y PIMM, A. C.: Historia geológica del Pacífico nord-occidental ... ..	371
CAÑADA GUERRERO, F.: Yacimientos de mineral de hierro de Sierra Menera, edad de su formación y experiencias de laboratorio que reproducen su génesis ... ..	181
CRESPO LARA, V.: La reserva del Valle de Alcudia y contexto geológico en Sierra Morena central ... ..	174
CRUZ-SANJULIÁN, J., y GARCÍA ROSSELL, L.: Características hidrogeológicas del sector del Jabalcón (provincia de Granada) ... ..	68
CRUZ-SANJULIÁN, J.,; GARCÍA ROSSELL, L., y GARRIDO BLASCO, J.: Aguas termales de la provincia de Granada ... ..	266
DICKINSON, W. R.: Tectónica global ... ..	167

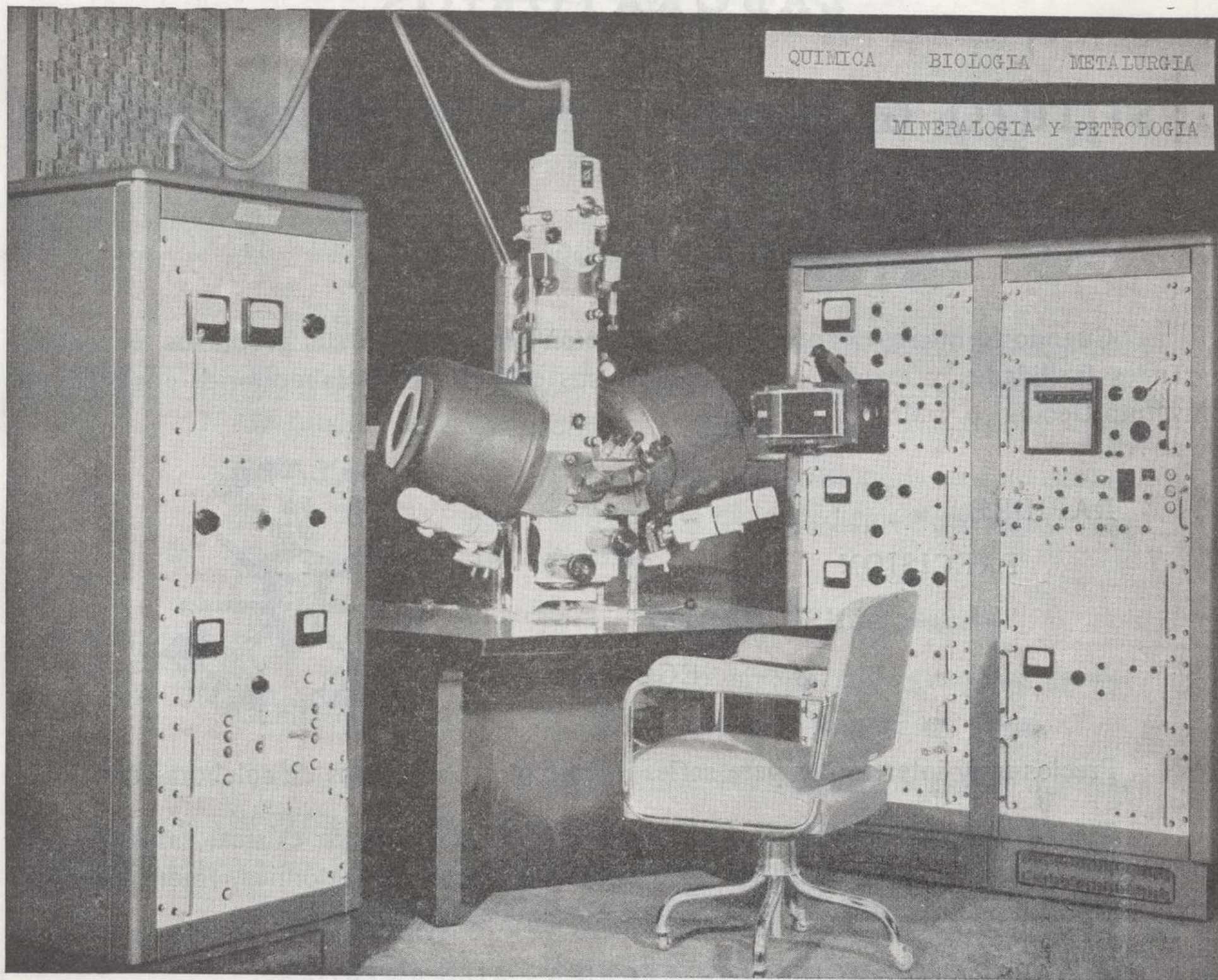
	Página
DIMITROV, G.; IVANOVA, A.; DIMOV, A., and PETRAKIEV, G.: Investigation of meteorites fallen on the territory Bulgaria by Laser microspectral analiser.	637
DIMOV, A.; PETRAKIEV, A.; DIMITROV, G., and IVANOVA, A.: Investigation of meteorites fallen on the territory Bulgaria by Laser microspectral analiser.	637
DOUGLAS, R. G.; FISCHER, A. G.; HEEZEN, B. C.; BOYCE, R. E.; BURKY, D.; GARRISON, R. E.; KLING, S. A.; KRASHENINIKOV, V.; LISITZIN, A. P., y PIMM, A. C.: Historia geológica del Pacífico nord-occidental ... ..	371
FEBREL MOLINERO, T.: Estructura de la masa de pirita de la mina de Herre-rías, Puebla de Guzmán (Huelva) ... ..	81
FELGUEROSO, C.; BATLLE, A., y FUSTER, J.: Presencia de calizas del Cretáceo superior en el extremo suroeste de la Sierra Norte de Mallorca (Balears)...	343
FERNÁNDEZ ALONSO, F.: Los métodos geofísicos en cartografía geológica ... ..	276
FERNÁNDEZ MARINA, E.: Comercio exterior de productos minerales 1964-1970.	249
FERNÁNDEZ RUBIO, F.: Aspectos geológicos de una zona del alto río Pampas. Huancavelica-Ayacucho (Perú) ... ..	611
FISCHER, A. G.; HEEZEN, B. C.; BOYCE, R. E.; BURKY, D.; DOUGLAS, R. G.; GARRISON, R. E.; KLING, S. A.; KRASHENINIKOV, V.; LISITZIN, A. P., y PIMM, A. C.: Historia geológica del Pacífico nord-occidental ... ..	371
FUSTER, J.; BATLLE, A., y FELGUEROSO, C.: Presencia de calizas del Cretáceo superior en el extremo suroeste de la Sierra Norte de Mallorca (Balears)...	343
GALLEGOS, J. A.: Etapas de Plegamiento en los Alpujarrides al NW de Sierra Nevada. Cortilleras Béticas ... ..	595
GARCÍA ROSSELL, L., y CRUZ-SANJULIÁN, J.: Características hidrogeológicas del sector del Jabalcón (provincia de Granada) ... ..	68
GARCÍA ROSELL, L.; CRUZ-SANJULIÁN, J., y GARRIDO BLASCO, J.: Aguas termales de la provincia de Granada ... ..	266
GARRIDO BLASCO, J.; CRUZ-SANJULIÁN, J., y GARCÍA ROSSELL, L.: Aguas termales de la provincia de Granada ... ..	266
GARRIDO-MEGÍAS, A., y RÍOS ARANGÜES, L. M. <sup>a</sup> : Síntesis geológica del Secundario y Terciario entre los ríos Cinca y Segre (Pirineo Central de la vertiente sur pirenaica, provincias de Huesca y Lérida) ... ..	1
GARRIDO-MEGÍAS, A.: Sobre la colocación del manto de Pedraforca y sus consecuencias: una nueva unidad tectónica independiente, "el manto del Montsec" (vertiente sur pirenaica, provincias de Huesca y Lérida) ... ..	242
GARRISON, R. E.; FISCHER, A. G.; HEEZEN, B. C.; BOYCE, R. E.; BURKY, D.; DOUGLAS, R. G.; KLING, S. A.; KRASHENINIKOV, V.; LISITZIN, A. P., y PIMM, A. C.: Historia geológica del Pacífico nord-occidental ... ..	371
GÓMEZ-PALLETE RIVAS, F.: Investigación experimental sobre la influencia de la viscosidad del medio en la longitud de onda de los pliegues generados en una capa elástica sometida a cizallamiento puro en un medio viscoso ... ..	113
HEEZEN, B. C.; FISCHER, A. G.; BOYCE, R. E.; BURKY, D.; DOUGLAS, R. G.; GARRISON, R. E.; KLING, S. A.; KRASHENINIKOV, V.; LISITZIN, A. P., y PIMM, A. C.: Historia geológica del Pacífico nord-occidental ... ..	371

	Página
HERZEN, R. P.; MAXWELL, A. E.; SHÜ, K. J.; ANDREWS, J. F.; SAITO, T.; PERCIVAL JR., S. E.; MILLOW, E. D., y BOYCE, R. E.: Sondeos de mar profundo en el Atlántico meridional ... ..	351
IVANOVA, A.; DIMOV, A.; PETRAKIEV, A., and DIMITROV, G.: Investigation of meteorites fallen on the territory Bulgaria by Laser microspectral analyser.	637
KLING, S. A.; FISCHER, A. G.; HEEZEN, B. C.; BOYCE, R. E.; BURKY, D.; DOUGLAS, R. G.; GARRISON, R. E.; KRASHENINIKOV, V.; LISITZIN, A. P., y PIMM, A. C.: Historia geológica del Pacífico nord-occidental ... ..	371
KRASHENINIKOV, V.; FISCHER, A. G.; HEEZEN, B. C.; BOYCE, R. E.; BURKY, D.; DOUGLAS, R. G.; GARRISON, R. E.; KLING, S. A.; LISITZIN, A. P., y PIMM, A. C.: Historia geológica del Pacífico nord-occidental ... ..	371
LEÓN GONZÁLEZ, L.: Síntesis Paleogeográfica y Estratigráfica del Paleoceno del Norte de Navarra. Paso al Eoceno ... ..	234
LISITZIN, A. P.; FISCHER, A. G.; HEEZEN, B. C.; BOYCE, R. E.; BURKY, D.; DOUGLAS, R. G.; GARRISON, R. E.; KLING, S. A.; KRASHENINIKOV, V., y PIMM, A. C.: Historia geológica del Pacífico nord-occidental ... ..	371
LUCENA BONNY, C.: La simulación digital del flujo subterráneo a través de sistemas acuíferos multicapa ... ..	623
MACLIOLA MUNDET, H.: Contexto geológico de los yacimientos de fluorita de Múzquiz, Estado de Coahuila, México ... ..	48
MARTÍNEZ ALVAREZ, J. A.: Consideraciones sobre las unidades estructurales características del Norte de España ... ..	231
MAXWELL, A. E.; HERZEN, R. P.; SHÜ, K. J.; ANDREWS, J. F.; SAITO, T.; PERCIVAL JR., S. E.; MILLOW, E. D., y BOYCE, R. E.: Sondeos de mar profundo en el Atlántico meridional ... ..	351
MELÉNDEZ HEVIA, F.: El sinclinal Cretácico de "Alto Tajo-Valdecabriel" (Serranía de Cuenca) ... ..	211
MELÉNDEZ HEVIA, F., y RAMÍREZ DEL POZO, J.: El Jurásico de la Serranía de Cuenca ... ..	313
MELÉNDEZ HEVIA, F., y RAMÍREZ DEL POZO, J.: Nuevos datos sobre el Cretácico superior-Eoceno de la Serranía de Cuenca ... ..	443
MELÉNDEZ HEVIA, F., y RAMÍREZ DEL POZO, J.: Nuevos datos sobre el Cretácico inferior en facies "Weald" de la Serranía de Cuenca ... ..	569
MILLOW, E. D.; MAXWELL, A. E.; HERZEN, R. P.; SHÜ, K. J.; ANDREWS, F. F.; SAITO, T.; PERCIVAL, JR., S. E., y BOYCE, R. E.: Sondeos de mar profundo en el Atlántico meridional ... ..	351
PERCIVAL JR., S. E.; MAXWELL, A. E.; HERZEN, R. P.; SHÜ, K. J.; ANDREWS, J. F.; SAITO, T.; MILLOW, E. D., y BOYCE, R. E.: Sondeos de mar profundo en el Atlántico meridional ... ..	351
PÉREZ-GONZÁLEZ, A.; PÉREZ SÁEZ, J., y BLÁZQUEZ, I.: Características y aplicaciones de los Perspectógrafos en Geología y Minería ... ..	497
PÉREZ-SÁEZ, J.; BLÁZQUEZ, I., y PÉREZ-GONZÁLEZ, A.: Características y aplicaciones de los Perspectógrafos en Geología y Minería ... ..	497

	Página
PETRAKIEV, A.; DIMITROV, G.; IVANOVA, A., and DIMOV, A.: Investigation of meteorites fallen on the territory Bulgaria by Laser microspectral analyser.	637
PIMM, A. C.; FISCHER, A. G.; HEEZEN, B. C.; BOYCE, R. E.; BURKY, D.; DOUGLAS, R. G.; GARRISON, R. E.; KLING, S. A.; KRASHENINIKOV, V., y LISITZIN, A. P.: Historia geológica del Pacífico nord-occidental ... ..	371
PORRAS MARTÍN, J.: Formulario-Resumen sobre hidráulica de pozas ... ..	517
RAMÍREZ DEL POZO, J.: Algunas precisiones sobre la bioestratigrafía y micropaleontología del cretácico asturiano. (Zona de Oviedo-Infiesto-Villaviciosa-Gijón) ... ..	122
RAMÍREZ DEL POZO, J., y MELÉNDEZ HEVIA, F.: El Jurásico de la Serranía de Cuenca ... ..	313
RAMÍREZ DEL POZO, J., y MELÉNDEZ HEVIA, F.: Nuevos datos sobre el Cretácico Superior-Eoceno de la Serranía de Cuenca ... ..	443
RAMÍREZ DEL POZO, J., y MELÉNDEZ HEVIA, F.: Nuevos datos sobre el Cretácico inferior en facies "Weald" de la Serranía de Cuenca ... ..	569
RÍOS ARAGÜES, L. M. <sup>a</sup> , y GARRIDO-MEGÍAS, A.: Síntesis geológica del Secundario y Terciario entre los ríos Cinca y Segre (Pirineo Central de la vertiente sur pirenaica, provincias de Huesca y Lérida) ... ..	1
SAITO, T.; MAXWELL, A. E.; HERZEN, R. P.; SHÜ, K. J.; ANDREWS, J. F.; PERCIVAL JR., S. E.; MILLOW, E. D., y BOYCE, R. E.: Sondeos de mar profundo en el Atlántico meridional ... ..	351
SÁNCHEZ CELA, V., y APARICIO YAGÜE, A.: Petrogénesis de las rocas básicas del SW de España (Sierra Morena occidental) ... ..	402
SÁNCHEZ CELA, V., y APARICIO YAGÜE, A.: Nuevas consideraciones petrogenéticas sobre las rocas gneísicas y "porfiroides" localizadas en la alineación estructural "Almendralejo-Azuaga" (Badajoz) ... ..	407
SANTOMA, L.: Estabilidad mineralógica de los fosfatos de uranilo ... ..	283
SHÜ, K. J.; MAXWELL, A. E.; HERZEN, R. P.; ANDREWS, J. E.; SAITO, T.; PERCIVAL, JR., S. E.; MILLOW, E. D., y BOYCE, R. E.: Sondeos de mar profundo en el Atlántico meridional ... ..	351
SOLER y JOSÉ, R.: Las series jurásicas y el "purbeckiense" neocomiense de Guernica ... ..	221
SOLER y JOSÉ, R.: El Jurásico y Cretáceo inferior de Leiza y Tolosa (Cuenca Cantábrica Oriental) ... ..	582
TORRES ALONSO, M.: Resumen del "Estudio geotécnico general de la zona central de Asturias" ... ..	631
VÁZQUEZ GUZMÁN, F.: Génesis de la mina "María Luisa", La Nava (Huelva, España). Una mineralización zonada ... ..	377



# LABORATORIO DE MICROSONDA ELECTRONICA



- ❖ Realiza análisis cualitativos y cuantitativos de zonas inferiores a 2 micrones.
- ❖ Especialmente indicada en Metalurgia para la determinación de gradientes de concentración, segregación, etc., así como en Mineralogía y Petrología.

---

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

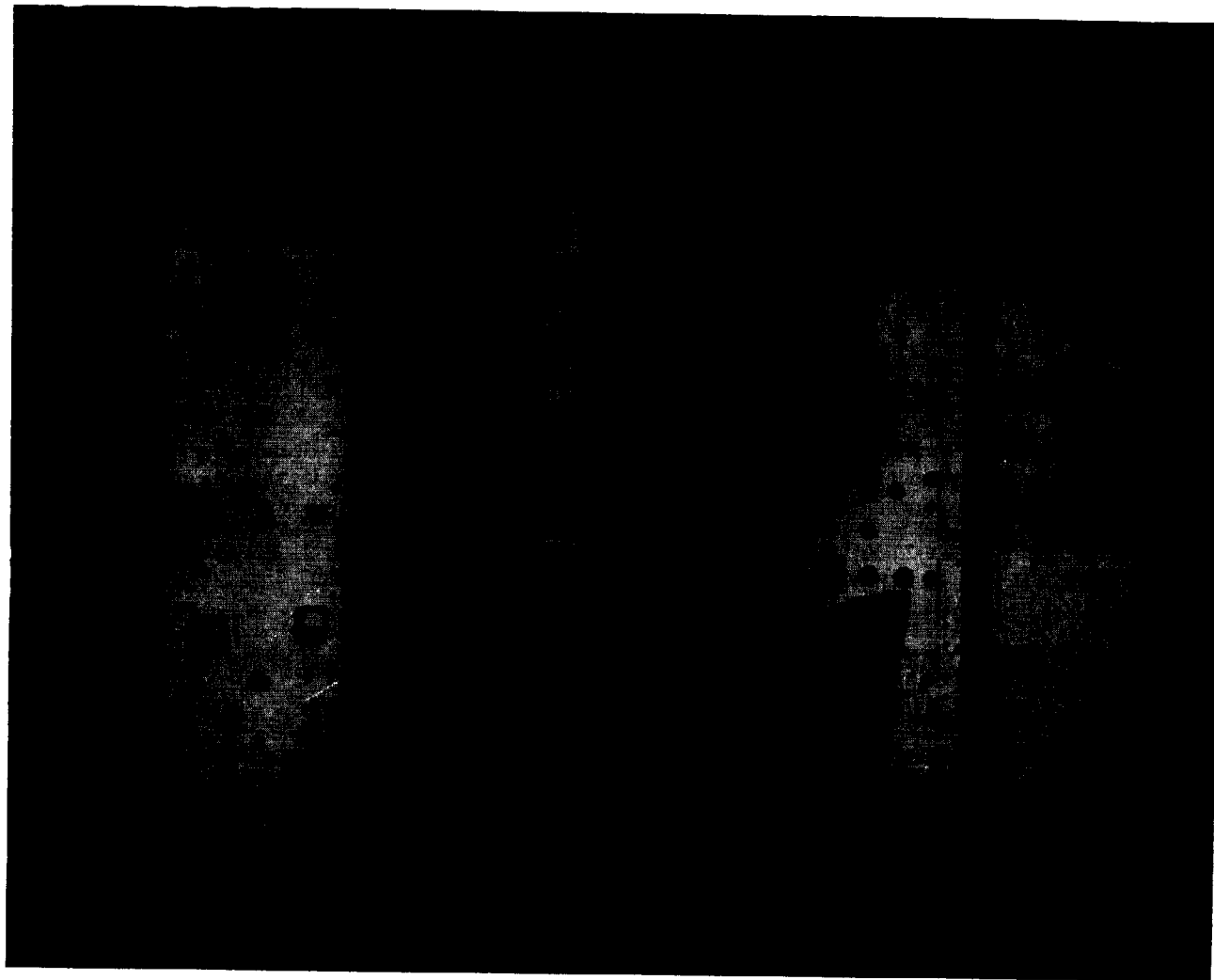
Ríos Rosas, 23

Teléf. 254 22 00

Madrid-3



# LABORATORIO DE MICROSONDA ELECTRONICA



- ★ Realiza análisis cualitativos y cuantitativos de zonas inferiores a 2 micras.
- ★ Especialmente indicada en la resolución de problemas de Mineralogía y Petrología, así como en Metalurgia para la determinación de gradientes de concentración, segregación, etc.

---

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23

Teléf. 254 22 00

Madrid - 3

## 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.



# 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

TELEF. 254 22 00

MADRID - 3