

En este número:

- Contribución al conocimiento de las Oolitas del Mar Menor (Murcia, España).
- Mineralogía y Mineralogénesis de los depósitos de talco de la Serranía de Ronda (Málaga).
- Bosquejo morfológico de la cuenca del río Bullaque (Ciudad Real).
- Yacimientos caoliníticos de Andalucía occidental. Estudio tecnológico de los materiales de interés cerámico.
- Determinación de microcantidades de uranio en ampelitas.
- El afloramiento granodiorítico-tonalítico de Ventosilla (Guadarrama central).
- Petrografía y medios sedimentarios de la caliza del páramo (prov. de Madrid).

REVISTA BIMESTRAL DEL IGME FUNDADA EN 1874

T. XCI - Tercer Fascículo. Mayo - Junio 1980

boletín geológico y minero

geología • minería • aguas subterráneas • estudios de minerales • mineralurgia





**exploración, investigación e
ingeniería de desarrollo de recursos
del subsuelo y plataforma continental**



**geológicos
minerales
hidrogeológicos
geotérmicos
geotécnicos**

domicilio social y gerencia:
serrano, 116. madrid-6
☎ 262 41 10*

centro de investigación "juan gavala"
carretera de andalucía, km. 12
getafe (madrid)
☎ 797 34 00*

**protección del medio ambiente
y tratamiento de residuos
urbanos e industriales**

**ordenación geológica
de la infraestructura para el
desarrollo regional**



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

M A D R I D - 1 6

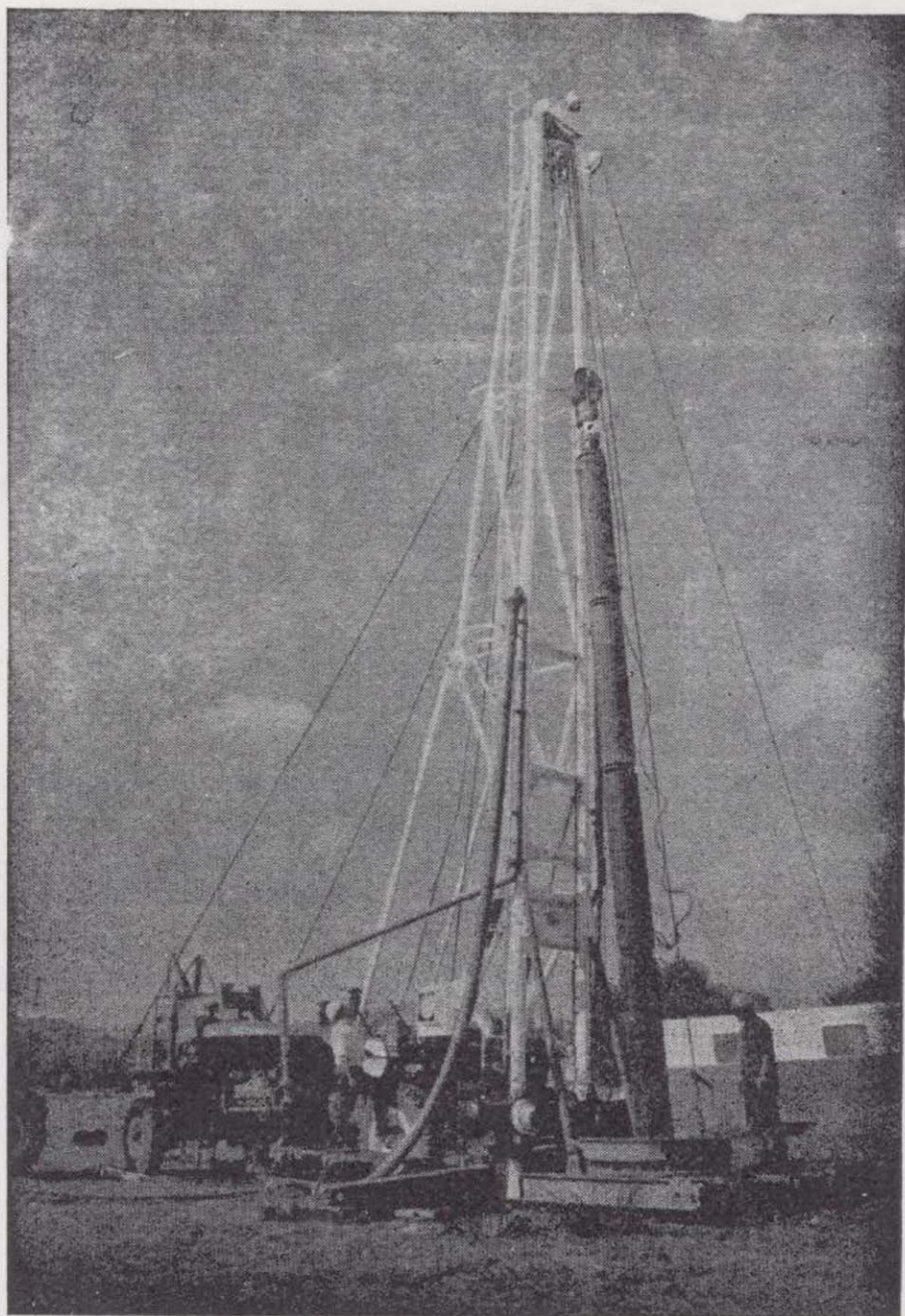
SONDEOS DE RECONOCIMIENTO

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

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

Sacamuestras especiales a percusión.

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



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

M A D R I D - 1 6

SONDEOS DE RECONOCIMIENTO

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

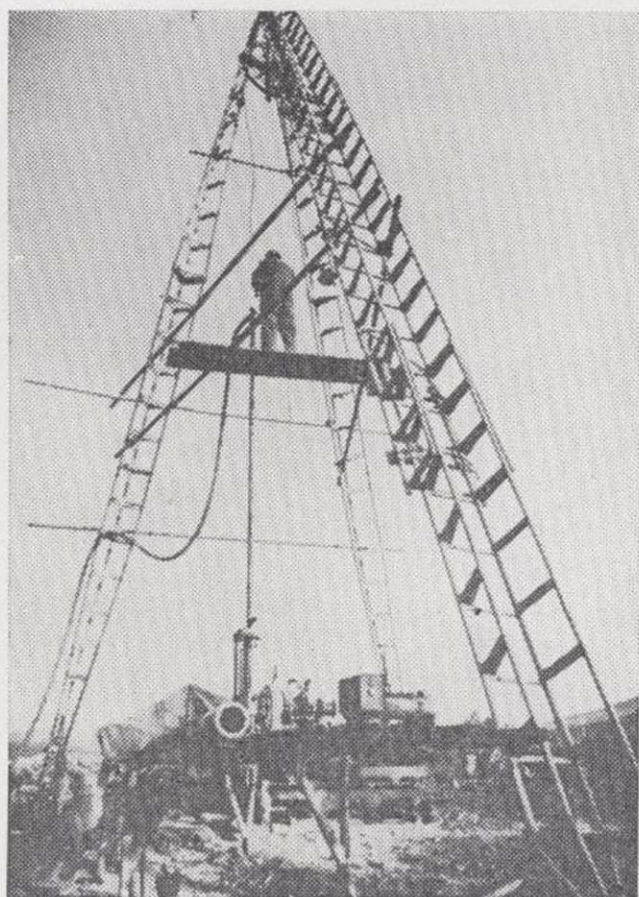
Testiguo continuo en diámetros de 36 mm. a 143 mm. Sacamuestras especiales a percusión.

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

IBÉRICA DE SONDEOS, S. A.

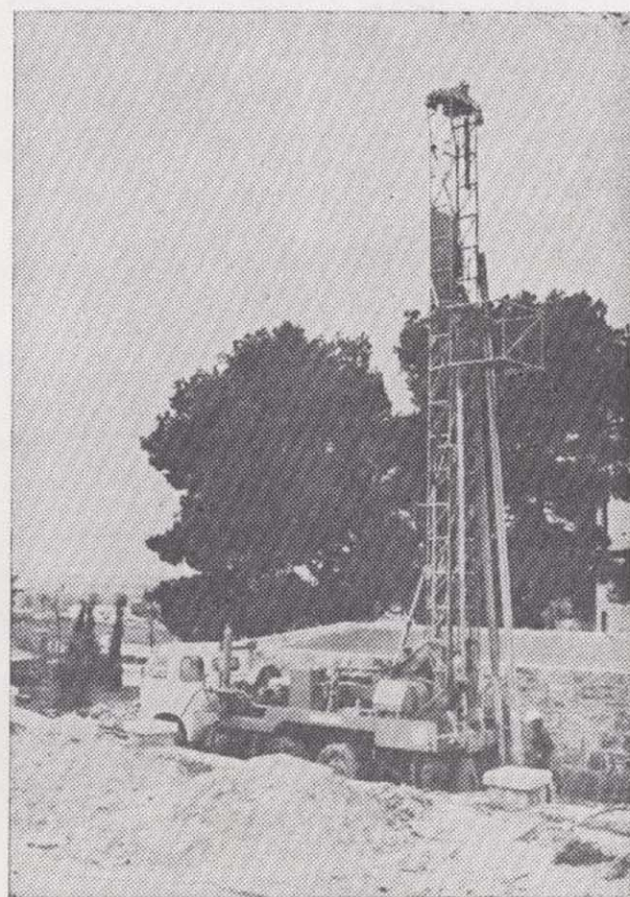
Al servicio de la Perforación desde 1954

Le resuelve cualquier
problema de perforación.



MINERIA.
ALUMBRAMIENTO DE AGUA.
ESTRATIGRAFICOS.
EVACUACION DE AGUAS RESIDUALES.
ESPECIALES, ETC.

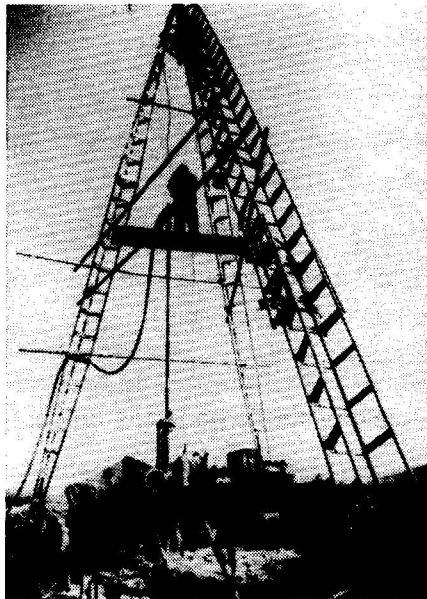
- Personal altamente experimentado.
- Profundidades hasta 2.500 m.
- Sondeos de gran diámetro.
- Wireline y sistemas especiales para recuperación de testigo.
- Medición de inclinación orientada.
- Rotopercusión a alta presión.
- Lodos especiales.
- Acidificaciones.
- Cementaciones.
- Desarrollo de acuíferos.
- Filtros adecuados a cada sondeo.
- Sondeos de investigación de 0° a 360°.
- Perforación con aire comprimido.
- Técnicas especiales, etc., etc.



LOPEZ DE HOYOS, 13, 1.º
TELF. 261 08 07-MADRID-6

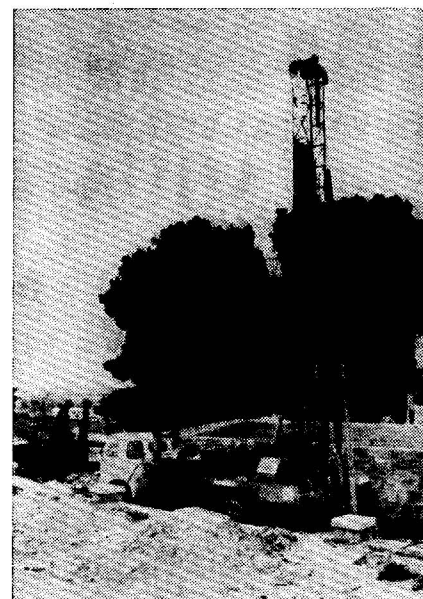
IBÉRICA DE SONDEOS, S. A.

Al servicio de la Perforación desde 1954



Le resuelve cualquier
problema de perforación

MINERIA.
ALUMBRAMIENTO DE AGUA.
ESTRATIGRAFICOS.
EVACUACION DE AGUAS RESIDUALES.
ESPECIALES, ETC.



- Personal altamente experimentado.
- Profundidades hasta 2.500 m.
- Sondeos de gran diámetro.
- Wireline y sistemas especiales para recuperación de testigo.
- Medición de inclinación orientada.
- Rotopercusión a alta presión.
- Lodos especiales.
- Acidificaciones.
- Cementaciones.
- Desarrollo de acuíferos.
- Filtros adecuados a cada sondeo.
- Sondeos de investigación de 0° a 360°.
- Perforación con aire comprimido.
- Técnicas especiales, etc., etc.

LOPEZ DE HOYOS, 13, 1.º
TELF. 261 08 07 - MADRID-6

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 250 18 03 - 45 — MADRID-2

TODA LA RIQUEZA MINERA EN SUS MANOS MAPA METALOGENETICO DE ESPAÑA

Serie de 93 hojas con memoria descriptiva



El más completo catálogo de nuestras posibilidades mineras, realizado por el

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

EDITADO Y DISTRIBUIDO POR

**SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA**

Doctor Fleming, 7, Madrid-16

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

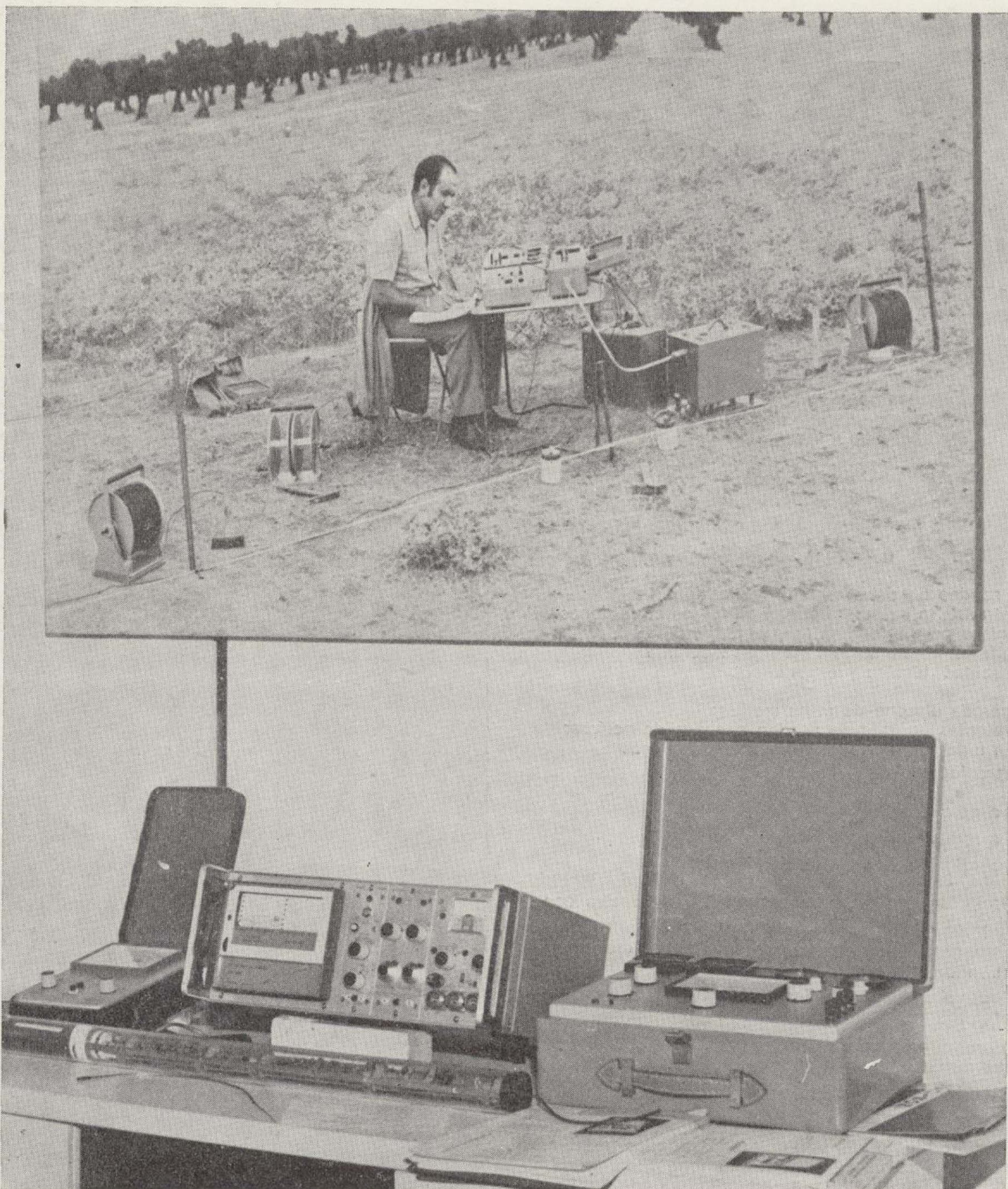
Ríos Rosas, 23, Madrid-3



GEOTRON, S. A.

INSTRUMENTAL DE GEOFISICA

Virgen del Val, 28 - MADRID-27 - Teléfono 404 85 34



EQUIPOS PARA RESISTIVIDAD EN
A.C. Y D.C.

POLARIZACION ESPONTANEA

POLARIZACION INDUCIDA

MEDIDORES DE CONDUCTIVIDAD

HIDRONIVELES ELECTRICOS

CONTROL AVANCE DE SONDEOS

TESTIFICADORES ELECTRICOS
(potencial - resistividad y rayos gamma)

MAGNETOMETROS

ECONOMIA INDUSTRIAL

Revista mensual, editada por el Servicio
de Publicaciones de la Secretaría General
Técnica del Ministerio de Industria

- *llega a todos los industriales españoles*
- *interesa a todos los industriales españoles*

Si tiene algo que decir a los industriales
españoles, dígalo a través de las páginas de

ECONOMIA INDUSTRIAL

Servicio de Publicaciones: Doctor Fleming, 7 - Madrid (16)
Teléfs. 250 02 01 - 02 - 03 - 04

RODES-SONDEOS, S. L.



SONDEOS PARA

CAPTACION DE AGUAS SUBTERRANEAS, INVESTIGACIONES GEOLOGICAS Y ELIMINACION DE AGUAS RESIDUALES.

ESTUDIOS HIDROGEOLOGICOS.

ACIDIFICACIONES Y CIMENTACIONES DE SONDEOS.

EQUIPOS DE PERFORACION A PERCUSION Y ROTACION PARA PROFUNDIDADES HASTA 1.400 METROS.



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

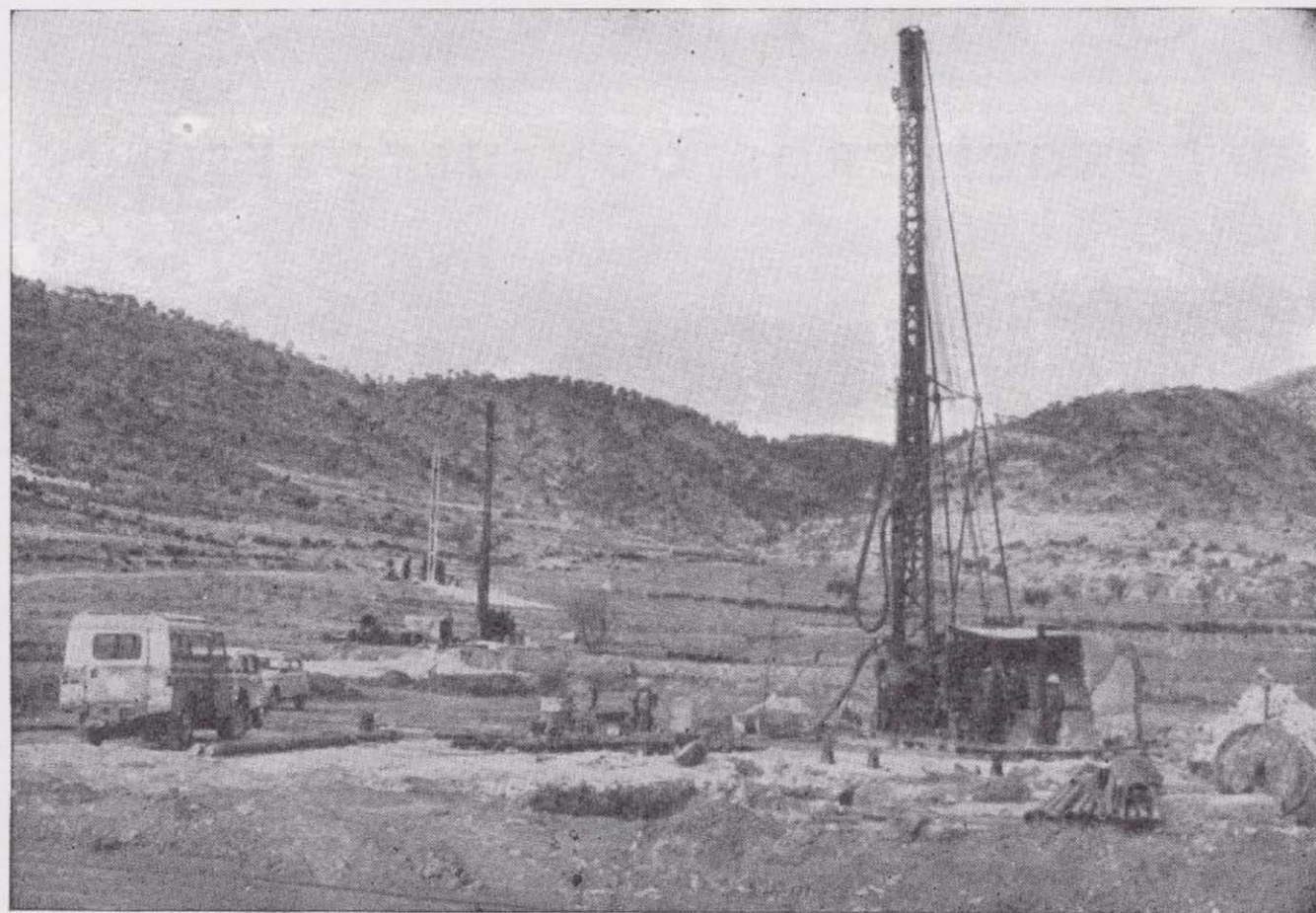


RODES-SONDEOS, S. L.

Avda. José Antonio, 21 - Apartado 180 - Teléfono 80 09 83

VILLENA (Alicante)

S O N D E O S R O D E S



SONDEOS PARA

CAPTACION DE AGUAS SUBTERRANEAS, INVESTIGACIONES GEOLOGICAS Y ELIMINACION DE AGUAS RESIDUALES.

ESTUDIOS HIDROGEOLOGICOS.

ACIDIFICACIONES Y CIMENTACIONES DE SONDEOS.

EQUIPOS DE PERFORACION A PERCUSION Y ROTACION PARA PROFUNDIDADES HASTA 1.400 METROS.

★ ★ ★

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

★ ★ ★

E R N E S T O R O D E S M A R T I

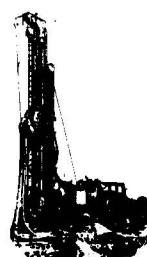
Avda. José Antonio, 21 - Apartado 180 - Teléfono 359

VILLENA (Alicante)



Vegarada profundiza en su problema de agua y lo soluciona.

Dondequiera que esté en la geografía española, cualquiera que sea su problema de agua, recurra al asesoramiento de Vegarada. Poseemos la técnica y experiencia necesarias para proporcionarle toda el agua que necesite. Desde los trabajos de proyección y alumbramiento, hasta la realización de obras de conducción, puesta en riego o depósito, abastecimiento y distribución de caudales. Solicite información sin compromiso.



Vegarada

Guzmán el Bueno, 133
Tels. 233 71 00-253 42 00 MADRID-3



Pb-10

Tomo 91

Fascículo III

Mayo - Junio 1980

Boletín Geológico y Minero

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

SUMARIO

Geología

G. MATEU y R. FONTARNAU: Contribución al conocimiento de las Oolitas del Mar Menor (Murcia, España) ... 11

M. RODAS, E. GALÁN y A. LA IGLESIA: Mineralogía y Mineralogénesis de los depósitos de talco de la Serranía de Ronda (Málaga) ... 18

E. REDONDO y E. MOLINA: Bosquejo morfológico de la cuenca del río Bullaque (Ciudad Real) ... 32

Minería

J. POYATO, G. GARCÍA, A. BERNAL, A. JUSTO y F. GONZÁLEZ: Yacimientos caoliniticos de Andalucía occidental. Estudio tecnológico de los materiales de interés cerámico ... 41

Geoquímica

M. A. MOYANO, M. A. GUERRERO, M. TOBIAS, R. COY-YLL y M. GARCÍA-VARGAS: Determinación de microcantidades de uranio en ampelitas ... 50

Estudio de minerales y rocas

J. M.ª FUSTER y J. I. RUBIO: El afloramiento granodiorítico-tonalítico de Ventosilla (Guadarrama central) ... 54

M.ª A. BUSTILLO: Petrografía y medios sedimentarios de la caliza del páramo (prov. de Madrid) ... 63

Información

Noticias.—Información Legislativa.—Notas bibliográficas ... 75

DIRECCION Y REDACCION

Ríos Rosas, n.º 23 - Madrid-3

Teléfono 441 70 67

ADMINISTRACION

Doctor Fleming, 7 - Madrid-16

Teléfono 250 02 03

IGME

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



SERVICIO DE PUBLICACIONES — MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

**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
Repliegues de fase 2 en el Carbonífero de La Carolina
(Inmediaciones Mina Araceli).
Por S. Ríos Aragües

Contribución al conocimiento de las Oolitas del Mar Menor (Murcia, España)

Por G. MATEU (*) y R. FONTARNAU (**)

RESUMEN

Se estudian unas oolitas de «Cabezo de Calnegre» (Calnegre IV) del Mar Menor (Murcia, España), como tipo de sedimentación detrítica con unos procesos mecánicos y energéticos que condicionan la deposición de limos lito-clastos y restos orgánicos (algas, foraminíferos, etc.), integrantes de unas estructuras de tipo peloide, de carbonato criptocristalino, que son fotomicrografiadas y descritas en este trabajo.

El papel de las algas epilíticas (*Codiaceae*, *Corallinaceae*, etc.) es importante en estas formaciones oolíticas del Mar Menor y su calcificación aragonítica ha dejado bien conservados gran cantidad de filamentos, utrículos y paredes, con ausencia de algas *Charophitae* y microfauna dulceacuícola, lo que nos confirma la carencia de aportes continentales importantes en tales oolitas, cuya cementación calcítica (low-Mg-calcite) procedería de la redistribución del CO_3Ca del aragonito inicial parcialmente conservado (20 %, Conf. difractograma) en las estructuras algales y peloides estudiadas en este trabajo.

En estas masas de arena carbonatada de carácter oolítico (oolitic and grapestone) están incluidos caparazones de Foraminíferos planctónicos y bentónicos cuyas características paleoecológicas y cronológicas nos sitúan en un nivel mio-pliocénico que llegó a recubrir toda aquella zona posteriormente sujeta a remodelación por sucesivas transgresiones y regresiones marinas. Tales elementos oolíticos y micropaleontológicos pueden ayudarnos a conocer mejor el origen, naturaleza y evolución de este soporte neogénico que aflora en superficie sobre el sustrato volcánico premiocénico de la región litoral del Mar Menor.

SUMMARY

Some oolites of «Cabezo de Calnegre» (Calnegre IV) of the Mar Menor (Murcia, Spain) are studied as a detritic type of sedimentation with some mechanical and energetic processes which condition the deposition of lithoclastic muds and organic remains (algae, foraminifera, etc.) which integrate some pelloid structures of cryptocrystalline carbonate which are microphotographed and described in this paper.

The role of the epilithic algae (*Codiaceae*, *Corallinaceae*, etc.) is important in these oolitic formations of the Mar Menor and its aragonitic calcification has left a great quantity of filaments, utricles and walls well conserved, in the absence of *Charophitae* algae and freshwater microfauna, which confirms the lack of important continental supplies in such oolites, whose calcitic cementation (low-Mg-calcite) would originate from the redistribution of the CaCO_3 of the initial aragonite partially conserved (20 % conf. diffractogram) in the algal structures and peloids studied in this paper.

In these masses of carbonate sand of oolitic character (oolitic and grapestone), shells of planctonic and benthonic foraminifera are included, whose paleoecological and chronological characteristics situate us at a miopliocenic level that covered all the area posteriorly subject to remodelling by successive marine transgressions and regressions. Such oolitic and micropaleontological elements can help us to know better the origin, nature and evolution of this neogenic support which appears on the surface above the premiocenic volcanic substrate of the lithoral region of the Mar Menor.

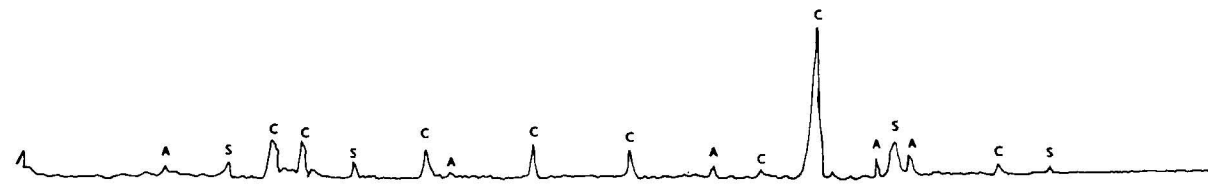
1. INTRODUCCION

Partiendo de recientes estudios geomorfológicos del Mar Menor (LILLO CARPIO, M.; SAUTIER-CA-

SASECA, G.; MATEU, G., y LILLO CARPIO, P. A. En prensa), hemos podido observar que el nivel E de «Calnegre IV», entre los cerros volcánicos de Cabezo de Calnegre (43 m) y la Isla del Ciervo (46 m), está formado por masas de arena carbonatada (grapestone), de carácter oolítico que, tanto por su matriz o masa microcristalina envolvente como por los núcleos orgánicos e inorgá-

(*) Instituto Español de Oceanografía. Laboratorio Oceanográfico de Baleares.

(**) Servicio de Microscopia Electrónica. Universidad de Barcelona.



Difractograma de la oolita de «Calnegre IV»

C. = Calcita. Porcentaje: 65,33
 A. = Aragonito. Porcentaje: 20,00
 S. = Cuarzo. Porcentaje: 14,66

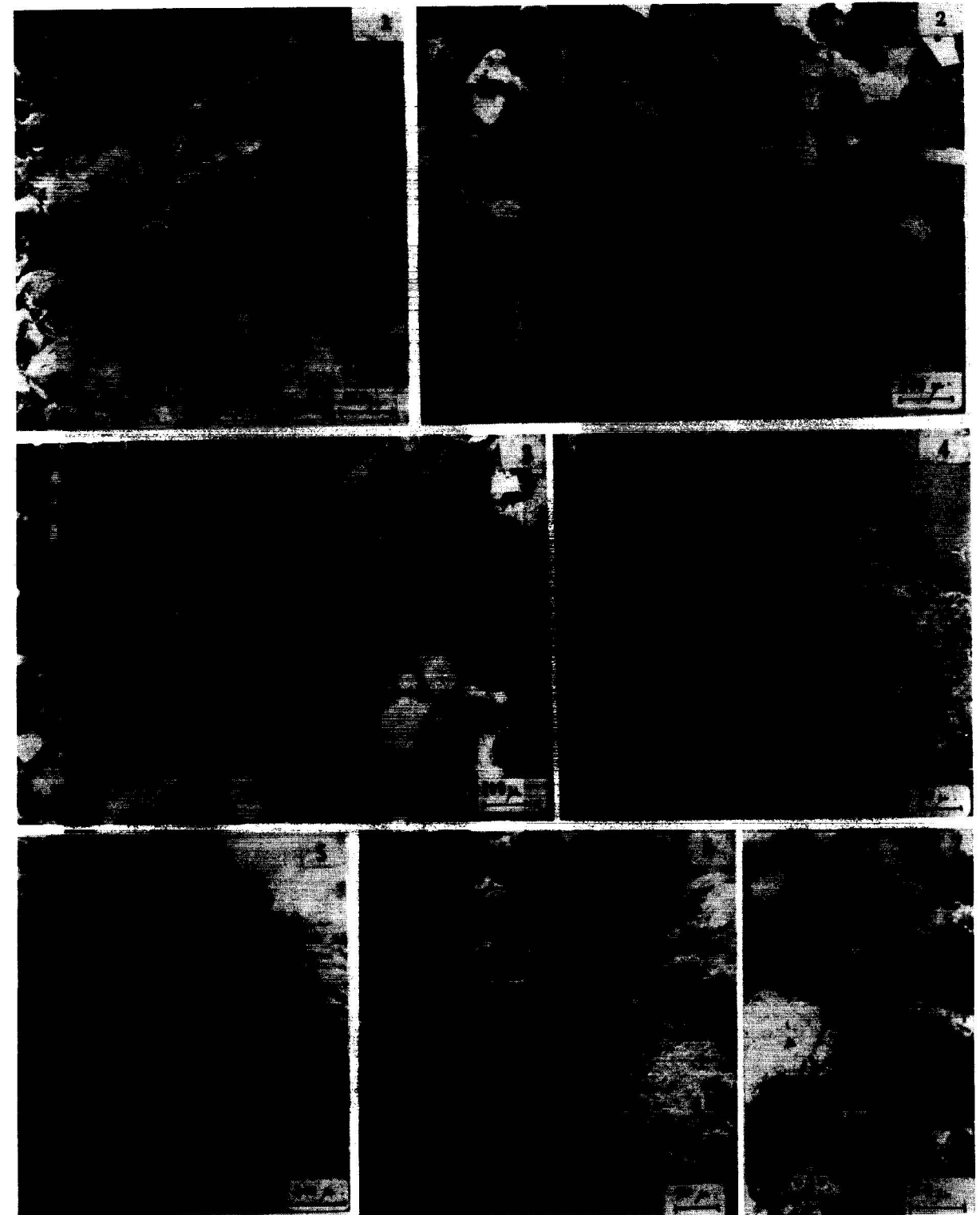
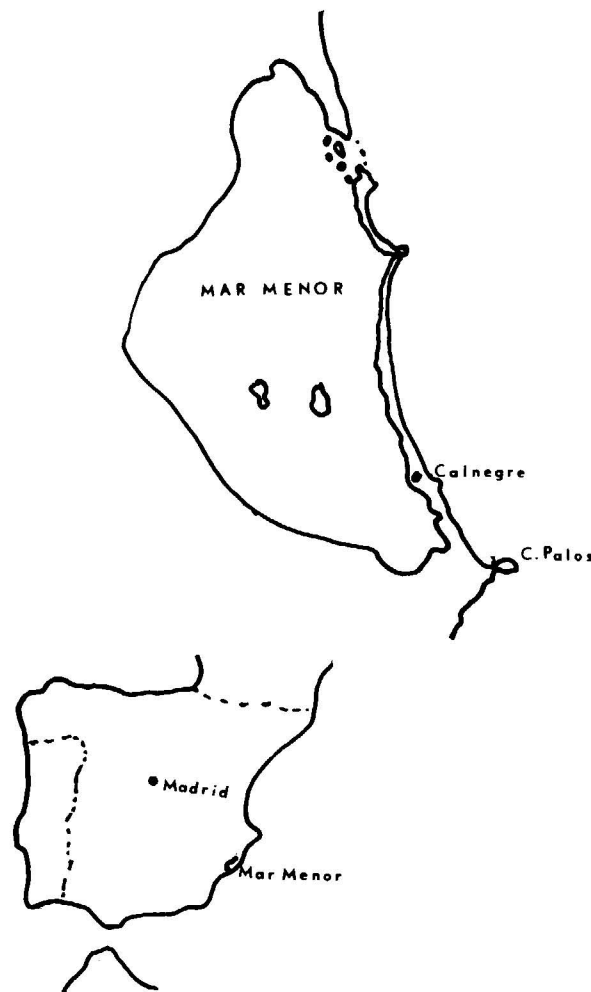
nicos incluidos en ella, como también por estar situados en zona umbral de restinga con doble carácter lagunar y marino, su estudio podría ayudar a interpretar las características cronológicas y paleoecológicas de aquellas antiguas formaciones sedimentarias de la Manga del Mar Menor de las que, en la zona de Calnegre, actualmente

sólo encontramos parte de los niveles más profundos, ya que después de sucesivas transgresiones y regresiones quedaron sujetos a la deposición marina y a la erosión continental, respectivamente.

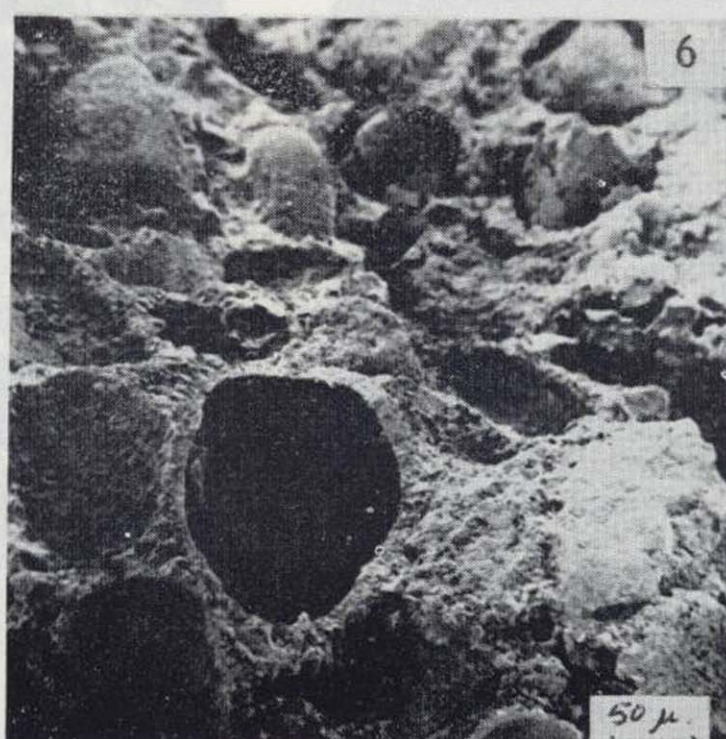
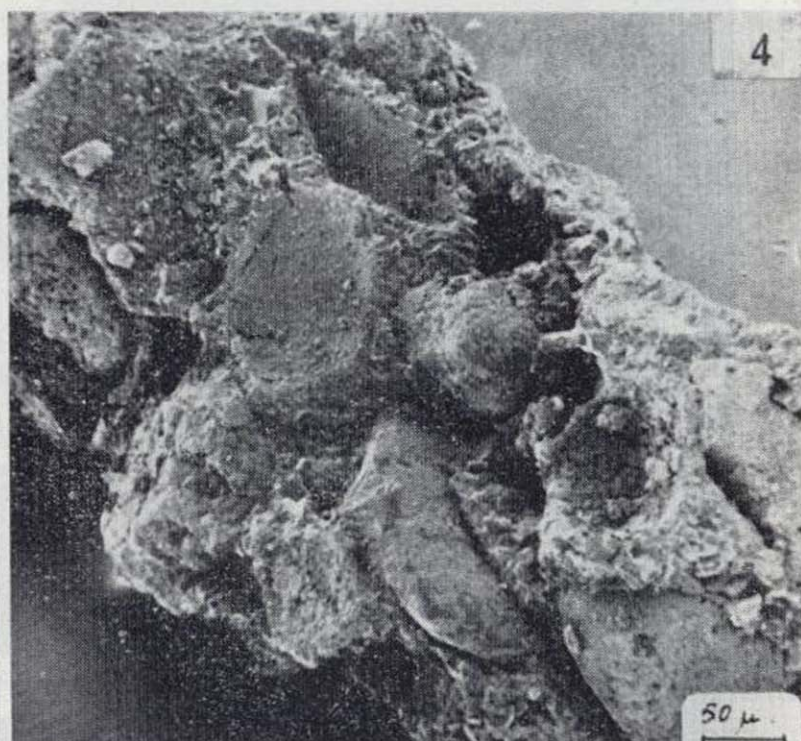
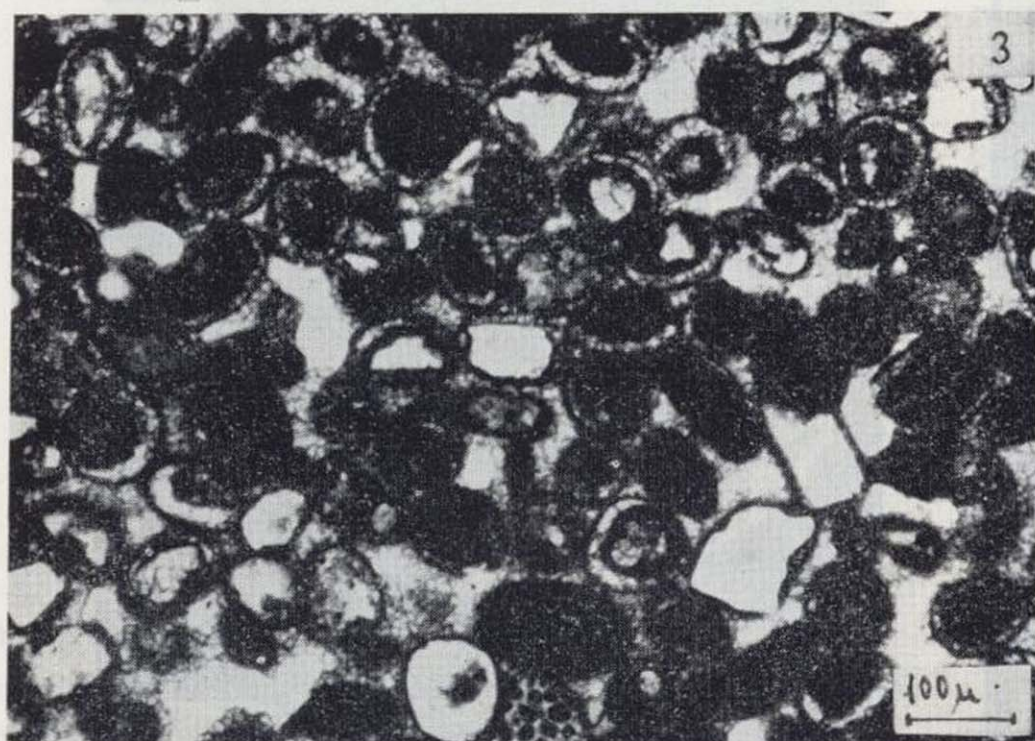
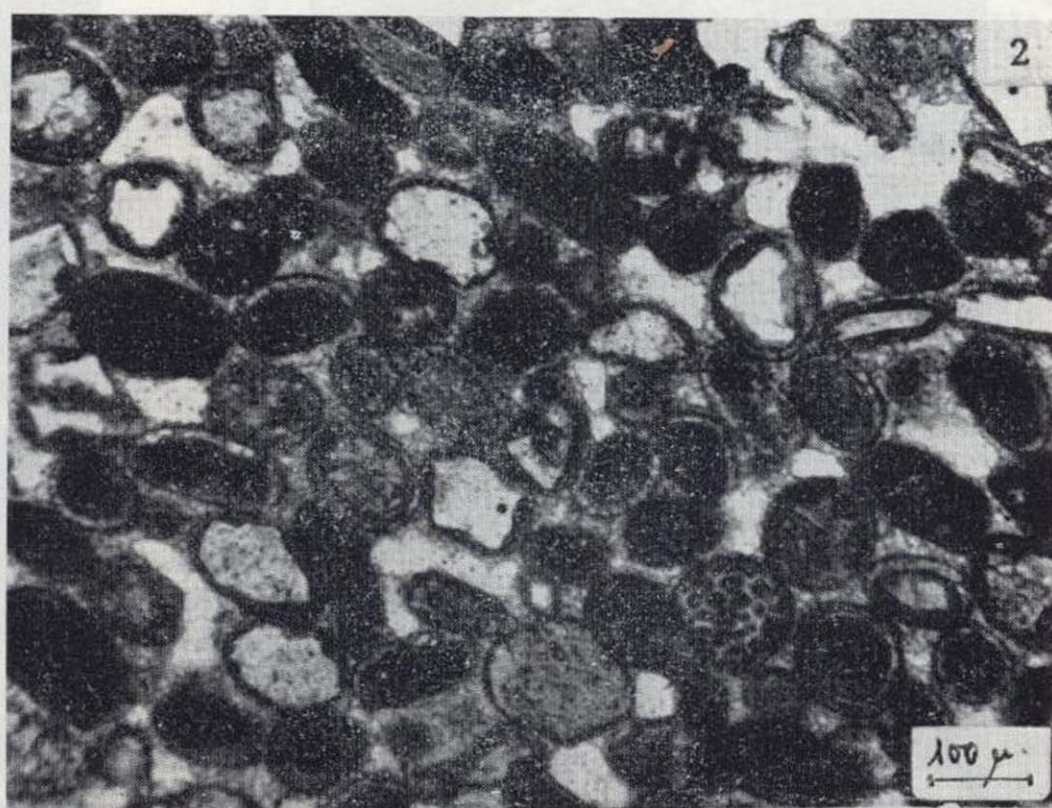
Este tipo de sedimentación oolítica, en regiones lagunares y costeras, en aguas poco profundas, de origen marino y carácter hipersalino, es el resultado de unos procesos mecánicos y energéticos (fuerza de los vientos y su dirección, movimiento de las aguas, viscosidad del medio, etc.) que condicionan la deposición, por suspensión o rodadura, de limos, detritus, restos orgánicos, etc., autóctonos y/o alóctonos, contemporáneos y/o fósiles, cuya forma y diámetro registra el grado de energía cinética a que han estado sujetos.

Recientes estudios referidos sobre todo a lagunas costeras del Continente Americano y del Golfo Pérsico (LUCAS, 1955; SASS *et alii*, 1972; SANDBERG, 1975; BATHURST, 1976, etc.), pueden ayudarnos a interpretar estos materiales oolíticos del Mar Menor, haciendo lo siguiente: 1) Estudiar la morfología, estructura y ultraestructura de los ooides, particularmente de las formas pelloides. 2) Describir el núcleo orgánico (animal o vegetal) o inorgánico de los mismos. Y 3) Establecer la biofacies y la cronología de tales formaciones.

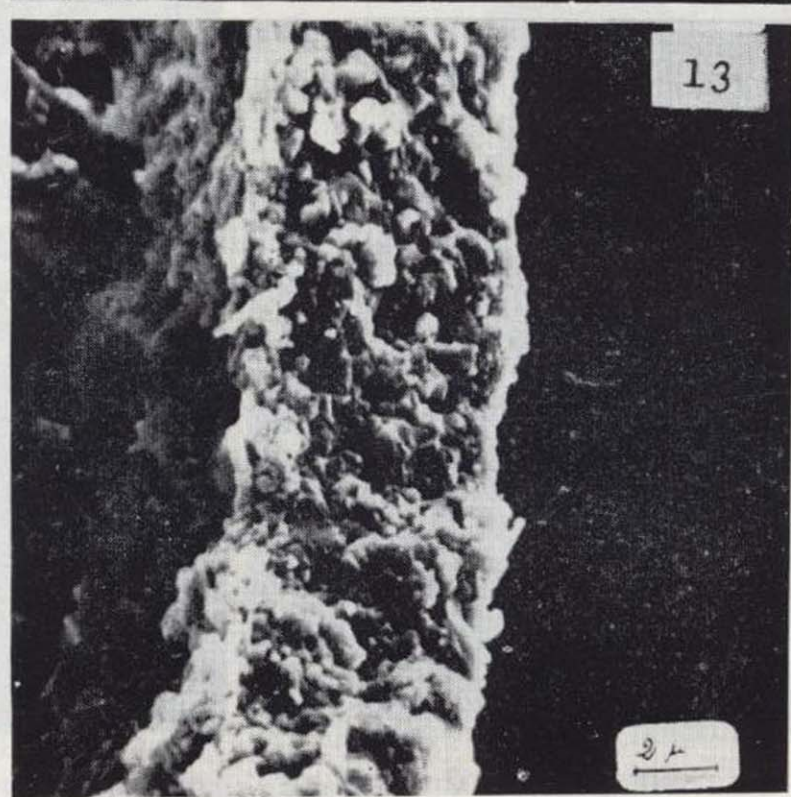
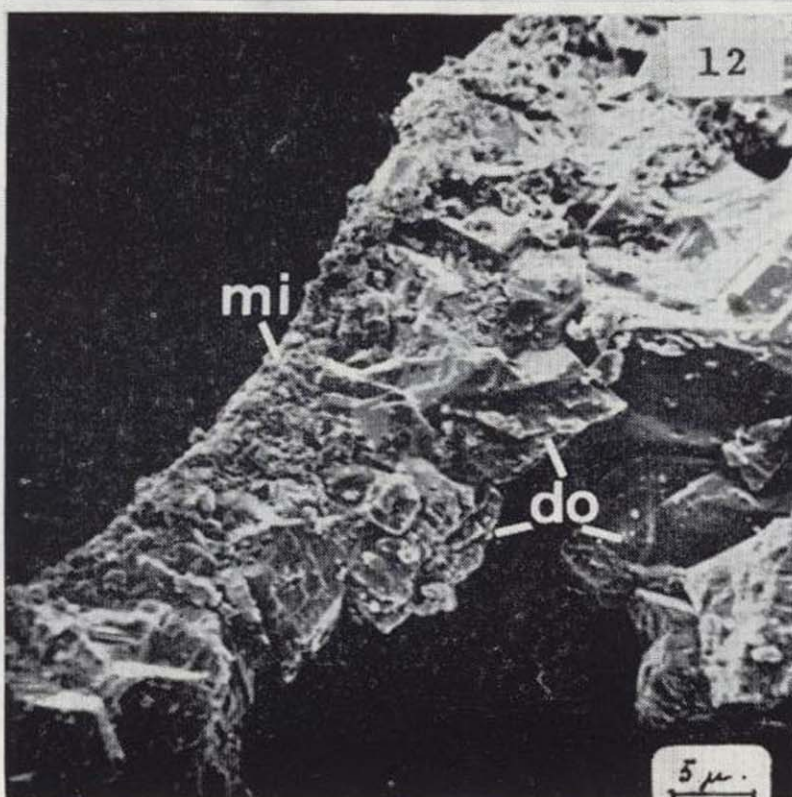
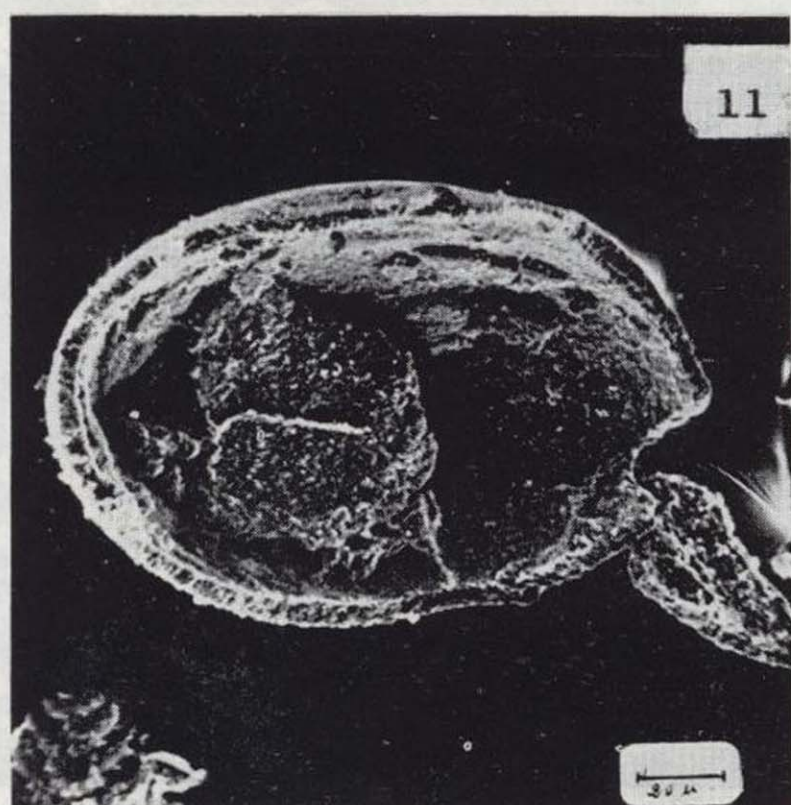
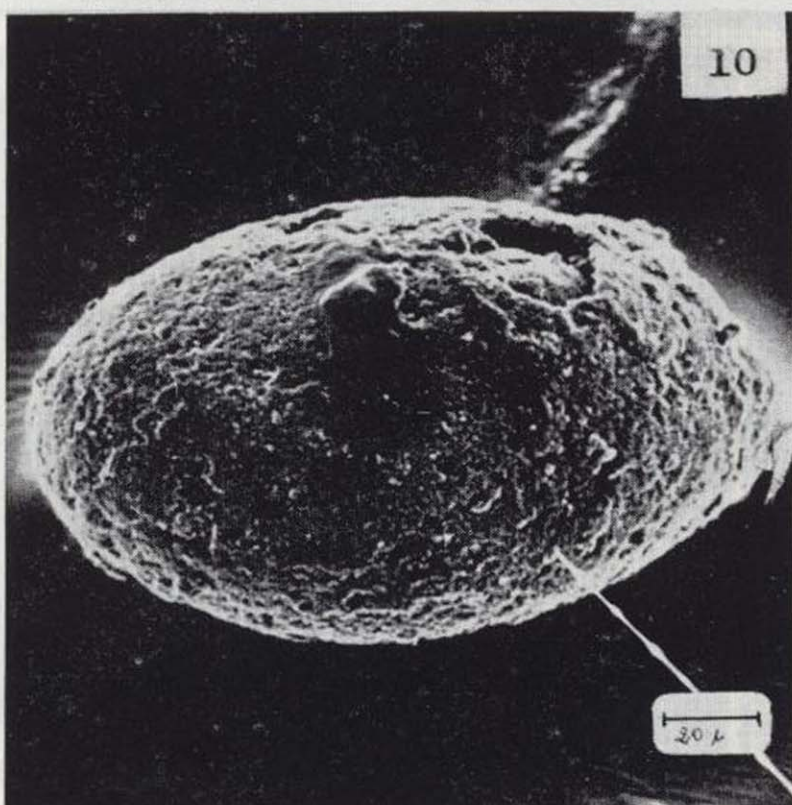
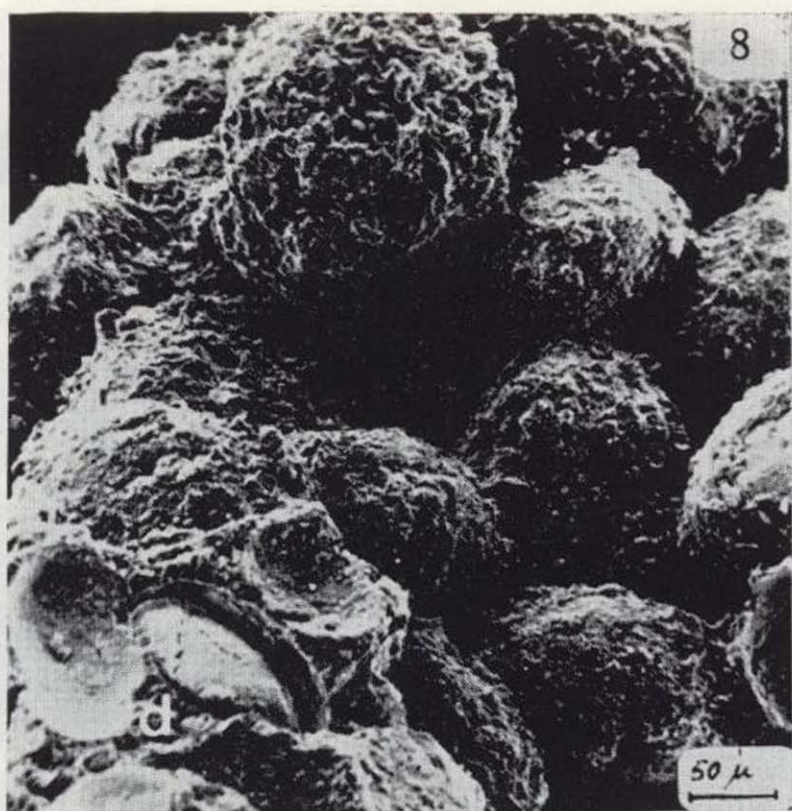
Esto, sin duda, podrá ayudarnos a conocer mejor el origen, naturaleza y evolución de este soporte neogénico que aflora en superficie sobre el sustrato volcánico premiocénico y que, según LILLO CARPIO y otros (en prensa), sufrió varios episodios de transgresión y regresión marinos que afectaron aquel litoral neogénico del brazo de mar que unía el Atlántico con el antiguo Mediterráneo atravesando el sureste español y bordeando esta zona de Murcia (PERCONIG, 1973; VAN COUVERING y otros, 1976).



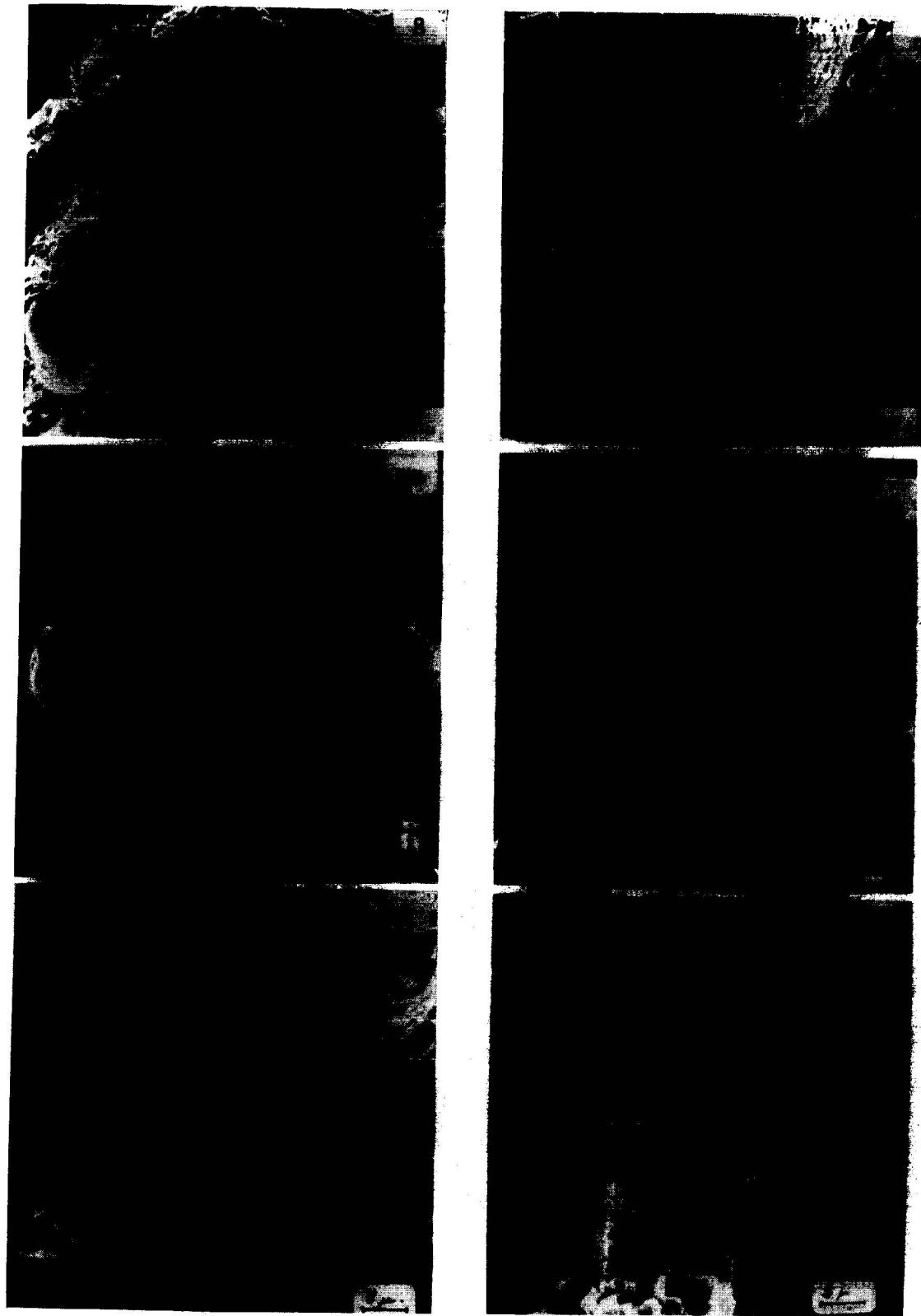
- 1.—Oolitas de «Calnegre IV» (Mar Menor, Murcia, España) al microscopio electrónico de barrido (SEM).
- 2 y 3.—Secciones finas de los mismos materiales al microscopio óptico. Abundantes peloides, litoclastos y restos algales.
- 4.—Calcarenitas integradas por oolitas en abundante cemento microcristalino (SEM).
- 5.—Material calcilutítico con abundantes granos recubiertos de elementos «mucilaginosos» (SEM).
- 6.—Detalle de una cámara o lóculo libre de ooide. Pared micrítica con cementación tipo «drusy» (SEM).
- 7.—Oolita cuyos ooides contienen núcleos tipo peloide (op) o con elementos litoclásticos (og).



- 1.—Oolitas de «Calnegre IV» (Mar Menor, Murcia, España) al microscopio electrónico de barrido (SEM).
- 2 y 3.—Secciones finas de los mismos materiales al microscopio óptico. Abundantes peloides, litoclastos y restos algales.
- 4.—Calcarenitas integradas por oolitas en abundante cemento microcristalino (SEM).
- 5.—Material calcilutítico con abundantes granos recubiertos de elementos «mucilaginosos» (SEM).
- 6.—Detalle de una cámara o lóculo libre de ooides. Pared micrítica con cementación tipo «drusy» (SEM).
- 7.—Oolita cuyos ooides contienen núcleos tipo peloide (op) o con elementos litoclásticos (og).



- 8.—Aspecto mucilaginoso de la superficie de las cápsulas (d) que contienen ooides (SEM).
- 9.—Detalle de la pared plurilaminar de los ooides (o) en lóculos micríticos (mi) con cementación interlocular de tendencia esparítica (bk) (SEM).
- 10 y 11.—Ooide tipo peloide con su morfología externa (10) y su estructura interna (11) (SEM).
- 12.—Detalle de la electromicrografía 9. La pared micrítica (mi) del lóculo se prolonga distalmente mediante microcristales rombohédricos con tendencia a matriz tipo «drusy».
- 13.—Detalle de la electromicrografía 11. Pared de un ooide cuyo grosor no supera las 10 micras y está formada por aragonito (SEM).



8.—Aspecto mucilaginoso de la superficie de las cápsulas (d) que contienen ooides (SEM).

9.—Detalle de la pared plurilaminar de los ooides (o) en lóculos micríticos (mi) con cementación interlocular de tendencia esparítica (bk) (SEM).

10 y 11.—Ooide tipo peloides con su morfología externa (10) y su estructura interna (11) (SEM).

12.—Detalle de la electromicrografía 9. La pared micrítica (mi) del lóculo se prolonga distalmente mediante microcristales rombohédricos con tendencia a matriz tipo «drusy».

13.—Detalle de la electromicrografía 11. Pared de un ooide cuyo grosor no supera las 10 micras y está formada por aragonito (SEM).

2. MATERIALES Y METODOS DE TRABAJO

- 1) Hemos analizado los cortes litológicos de estas oolitas de «Calnegre IV» utilizando el microscopio óptico para la obtención de fotomicrografías que acompañan este estudio.
- 2) Parte del material lo hemos montado en «stubs», metalizándolos en oro después, para ser analizados y fotografiados con el microscopio electrónico de barrido, modelo Stereoscan SA-10, perteneciente a la Universidad de Barcelona.
- 3) Con el difractómetro Philips tubo CO, KV 40, pA 20, del Departamento de Cristalografía de la Universidad de Barcelona, hemos obtenido el correspondiente difractograma de dichos materiales.

3. RESULTADOS

Estas rocas carbonatadas presentan dificultad en su clasificación. A los fenómenos de transporte, desgaste y distribución, propios de las formaciones detríticas, hay que añadir la acción de organismos y los procesos físico-químicos, diagenéticos y metamórficos, tan importantes en el origen y evolución de este tipo de rocas.

Una clasificación ideal estaría basada sobre criterios descriptivos que tuvieran un marcado significado genético. Y precisamente la clasificación de FOLK (1962) tiene por esto una notable aceptación, pudiéndonos orientar, junto con los clásicos trabajos de BATHURST (Edic. 1976); BLATT, MIDDLETON and MURRAY (1972), en el estudio de estas calcarenitas biodetríticas del Mar Menor, cuyos componentes, según su origen, dividiremos así:

- 1) Elementos carbonatados o granos de origen:
 - a) desconocido (peloides)
 - b) orgánico (fósiles)
 - c) inorgánico (litoclastos).
- 2) Elementos de carbonatación y litificación.

3.1. ELEMENTOS CARBONATADOS DE TIPO OOIDE

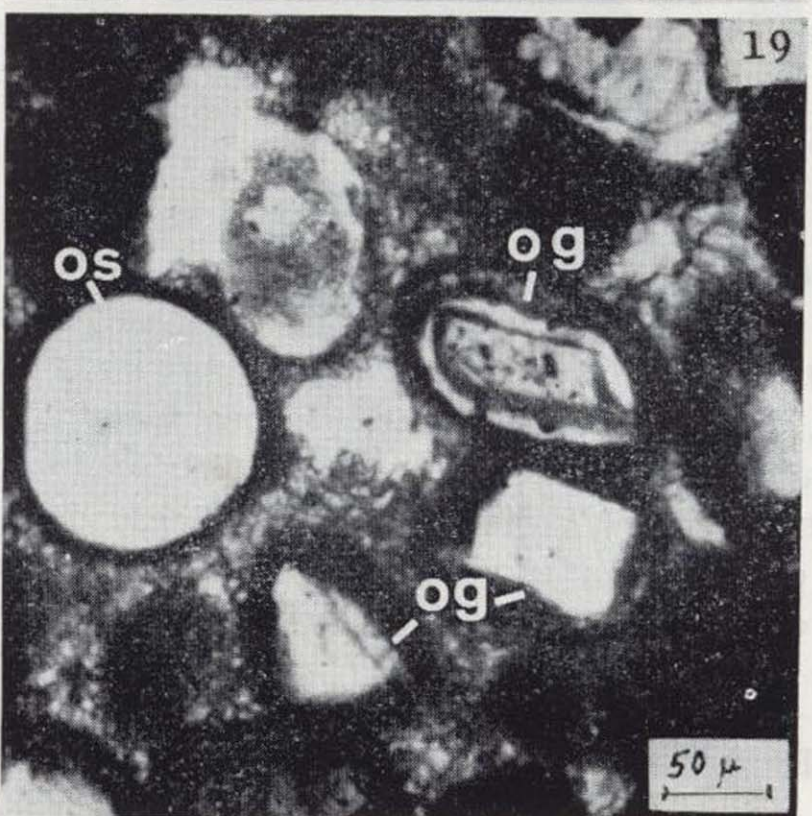
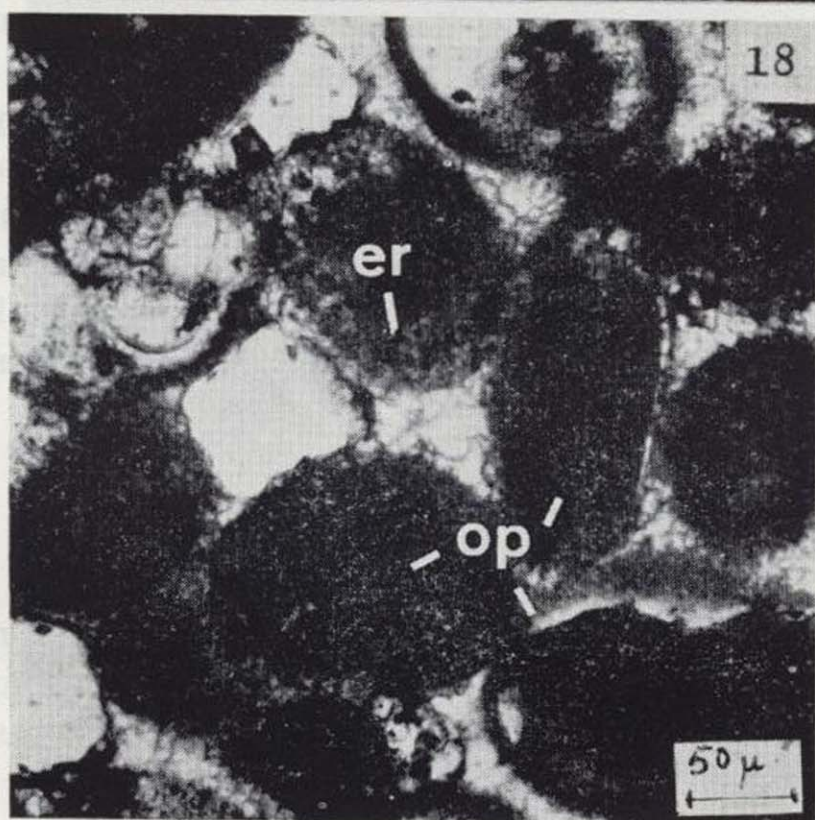
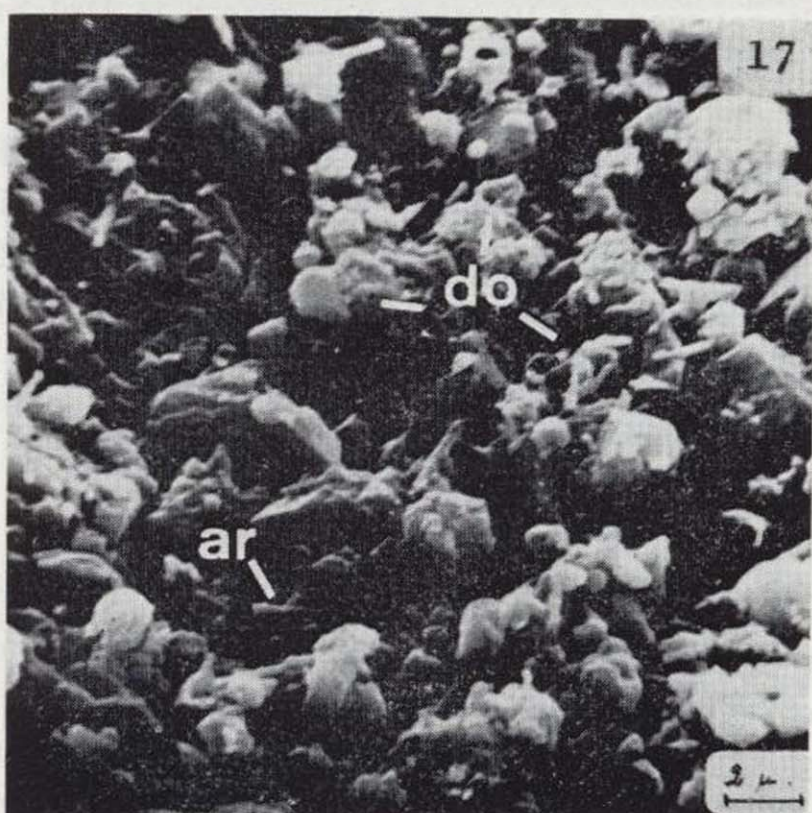
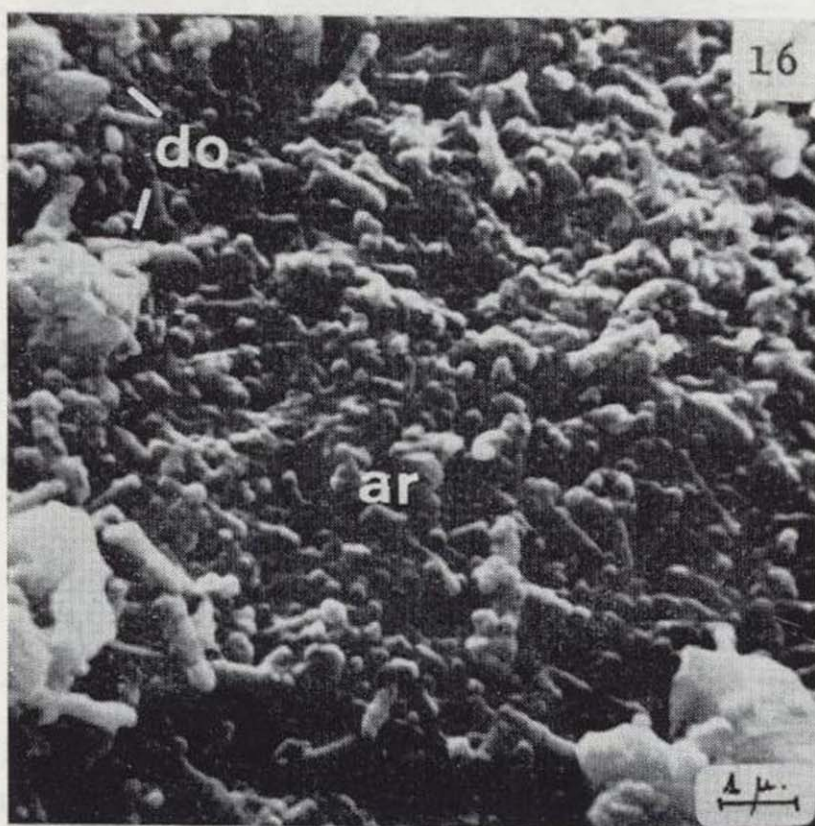
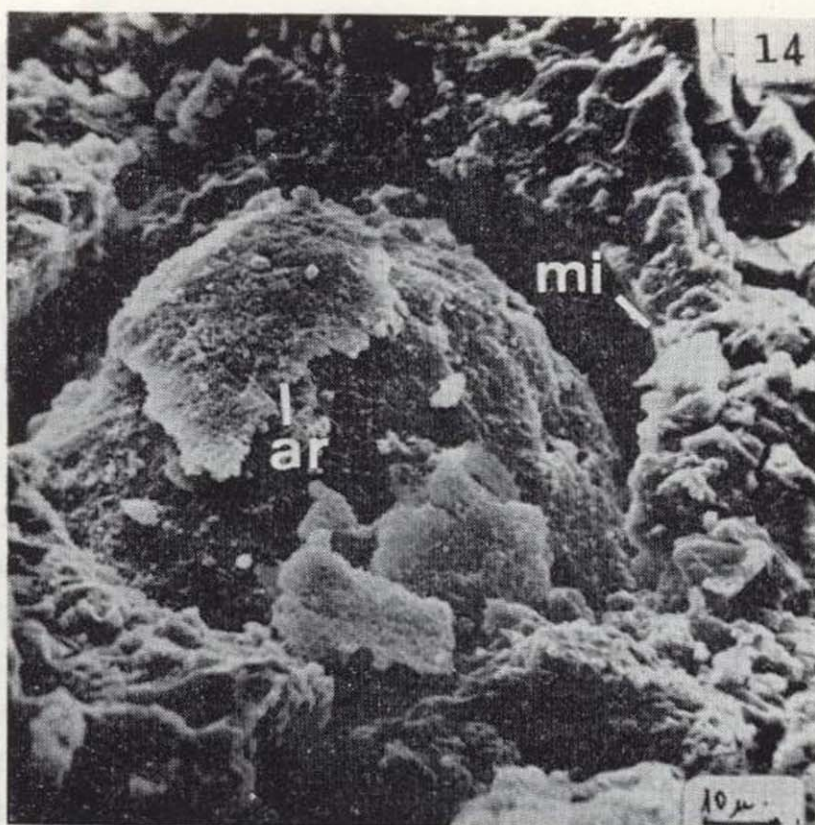
La naturaleza ooide de nuestros materiales (figuras 1 a 6) de origen marino, integrado por diminutos gránulos esferoidales inferiores a los 2 mm se pone de manifiesto en la forma y estructura interna de los mismos. Un núcleo interno, de origen y naturaleza diversos, y una envoltura plurilaminar, generalmente de aragonito, cuyo grosor puede oscilar entre los 2/3 y 1/2 del diámetro total del ooide (figs. 50 a 52) y cuya disposición concéntrica de las láminas puede ser atravesada, sobre todo en las formas fósiles, por una estructura radial de fibras de calcita que en nuestros materiales (figs. 50 a 53) aparecen con tonalidades más claras en las láminas más externas (figura 50). Tanto la estructura laminar concéntrica como la radial están formadas respectivamente por bastones tangenciales de aragonito que oscilan entre las 0,5 y las 2 micras (fig. 16 ar.) y por microcristales de naturaleza calcítica, en forma de mosaico (fig. 17 ar.). Mientras que los núcleos de tales envolturas plurilaminares pueden ser de los siguientes tipos:

- 1) peloides (figs. 18, 27, 33, 47, 50 a 53)
- 2) fósil (figs. 22 a 25 y 38 a 46)
- 3) litoclasto (figs. 7, 19, 33, 47, 49, etc.).

Teniendo presente que el diámetro medio de estos ooides oscila entre las 100 y las 200 micras y que casi la mitad de los mismos corresponden a la envoltura, ésto nos induce a pensar en la importancia del ambiente energético («Energy environment» de SASS *et. alt.*, 1972) propicio para el óptimo desarrollo de los ooides en bancos y barras, y que en esta zona neogénica murciana la restinga del Mar Menor es un caso particular en la diagénesis de los fangos y arenas carbonatadas.

3.1.1 Peloides

Aquí nos referimos a estas estructuras más o menos ovoides, de 3 a 150 micras de diámetro (figs. 8 a 11 y 14), que se encuentran en los sedimentos carbonatados rellenando los huecos de la matriz microcristalina (fig. 9 a 11), cuya naturaleza estudiaremos más adelante. Son granos o bolitas formadas por un agregado criptocristalino de carbonato (BATHURST, 1976, y MCKEE & GUTSCHICK, 1969), de origen desconocido (FAHRAEUS,



- 14.—Peloide en su lóculo. La envoltura laminar aragonítica del mismo (ar) aparece netamente separada de la pared micrítica (mi) del lóculo correspondiente (SEM).
- 15 y 16.—Detalles de la electromicrografía 14. Láminas de la pared del oóide integradas por agujas de aragonito más o menos tangenciales a la superficie del mismo (SEM).
- 17.—Detalle de la electromicrografía 16. Las agujas de aragonito parcialmente enmascaradas por cristales de micrita (do) que mantienen la cohesión de las láminas que forman la envoltura ooidal (SEM).
- 18.—Sección de una oolita con abundantes núcleos peloides (op), en alguno de los cuales (er) se observa la distribución radial de fibras calcíticas.
- 19.—Sección de ooides cuyo núcleo litoclástico primitivo (og), en algunos (os), fue reemplazado por material recristalizado («oolimoulding»),

SLATT y NOWLAN, 1974), mientras que los «foecals pellets», parecidos a ellos, son de origen orgánico y presentan un tamaño variable (MOORE, 1955; FAHRAEUS *et. alt.*, 1974), caracteres que en nuestros materiales son difíciles de precisar y que, por ahora, nos limita a darlos por simples pelloides.

Respecto a nuestros pelloides observamos lo siguiente:

a) Son formaciones más o menos ovaladas, de naturaleza microcristalina, de diámetro no superior a las 150 micras, con superficie más o menos lisa, libres (fig. 10) u ocupando huecos (figs. 9 y 14) en la matriz o cemento, o sirviendo de núcleo a diversos ooides (figs. 18 op., 27 op. y 49 a 53 op), que aparecen elípticos o circulares según la sección sea longitudinal o transversal.

b) Las formas huecas (fig. 11) están limitadas por una pared de unas 10 micras de espesor (figs. 11 y 13), formada por varillas de aragonito con los ejes tangenciales a la superficie (figs. 14 a 16), parcialmente enmascaradas por micrita (figura 17 do) que nos recuerda aquellos «miocene micrite envelopes» de BUCHLINGER and FRIEDMAN (1970) y que nosotros aplicamos a estos cristales más o menos euhedrales que aparecen en el molde (fig. 12 do) o en las láminas de crecimiento de los peloides (figs. 16 y 17 do).

c) La forma y el tamaño de las partículas depende de un proceso de carbonatación todavía desconocido y que tanto para pelloides como para «foecals pellet», según BLATT *et. alt.* (1972), supondría una masa uniforme y homogénea de carbonato microcristalino que llegaría a hacerles indistinguibles y que además por la holgura del pelloide en su cavidad (figs. 9 y 14), se habría compactado en un proceso anterior a la consolidación de la roca, que habría facilitado el desmoronamiento laminar (fig. 14) acaso favorecido por acrecencia de cianofíceas o por efectos diagenéticos de otros microorganismos endolíticos. (Conf. SCHNEIDER, 1976).

d) Los nichos o cámaras que contienen a los pelloides (figs. 9, 12 y 14) forman parte de una cementación corriente en las oolitas que aquí es tipo «drusy» (fig. 9) y cuya textura micrítica (figura 12 mi) corresponde a cristales más o menos perpendiculares a la superficie de los peloides, que aparecen en dichos lóculos unidos entre sí

mediante elementos de neoformación a partir de dicha micrita (fig. 9 bk).

3.1.2. Fósiles

Los microorganismos fósiles de estas rocas sedimentarias nos permiten descifrar su origen y evolución, ya que los procesos acumulativos y diagenéticos actuales, en fondos oceánicos y formaciones lagunares, reflejan la dinámica y ambiente biológicos de aquellas formaciones más antiguas. Así, en las calcarenitas oolíticas de «Calnegre IV» hemos podido observar los siguientes microfósiles, que nos ayudarán a interpretar su interesante biofacies.

3.1.2.1. Foraminíferos

Laterostomella sp. (?) (fig. 20 y 21).
Conf. MOORE, p. 553, fig. 437.

Globorotalia aff. *acostaensis* BLOW, 1959 (fig. 22).
Conf. BLOW, In: BRONNIMAN and REUSS, 1967, páginas 192 y 248.
BIZÓN & BIZÓN, 1972, p. 12, figs. 1 a 10.
MARTÍNEZ DÍAZ, 1969, p. 168.
PÓSTUMA, 1971, p. 314.

Globigerinoides aff. *trilobus* (REUSS), 1850 (figura 23).
Conf. BIZÓN & BIZÓN, 1972, p. 251.
MARTÍNEZ DÍAZ, 1969, págs. 164 y 271 (fig. 24).

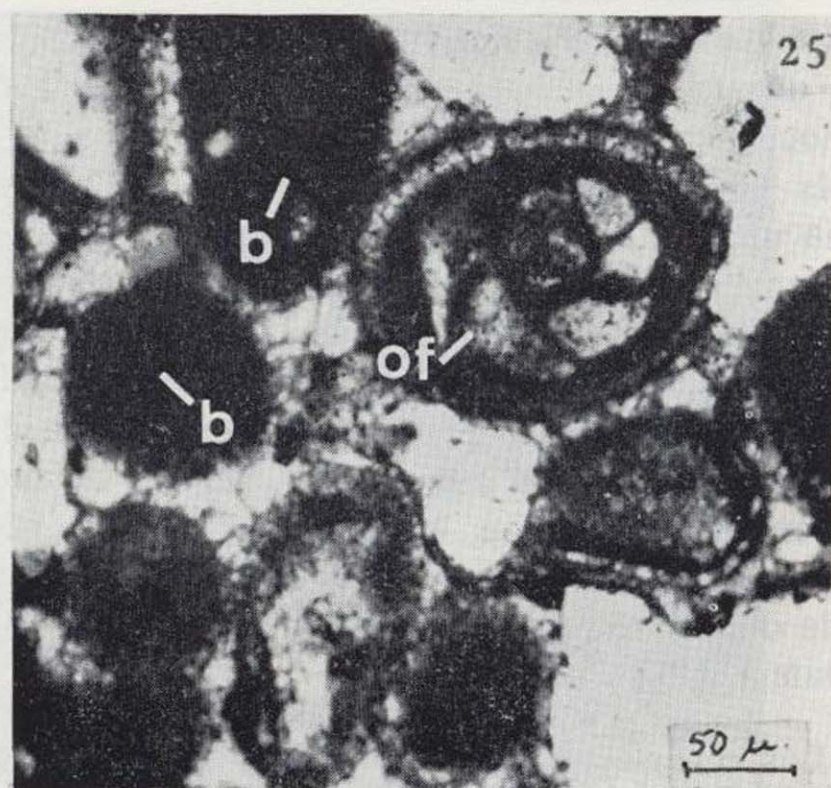
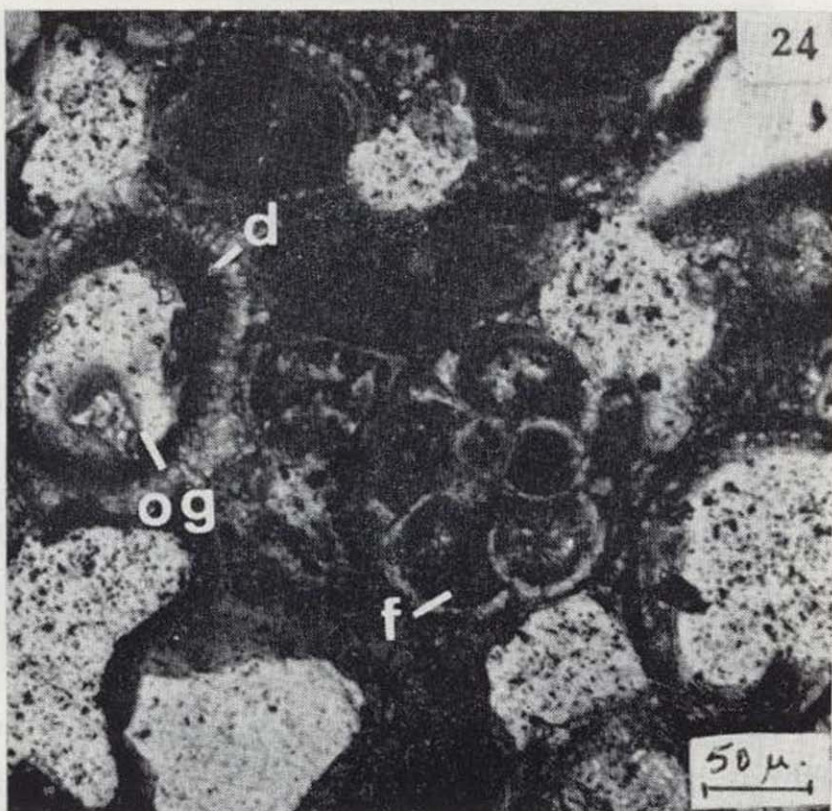
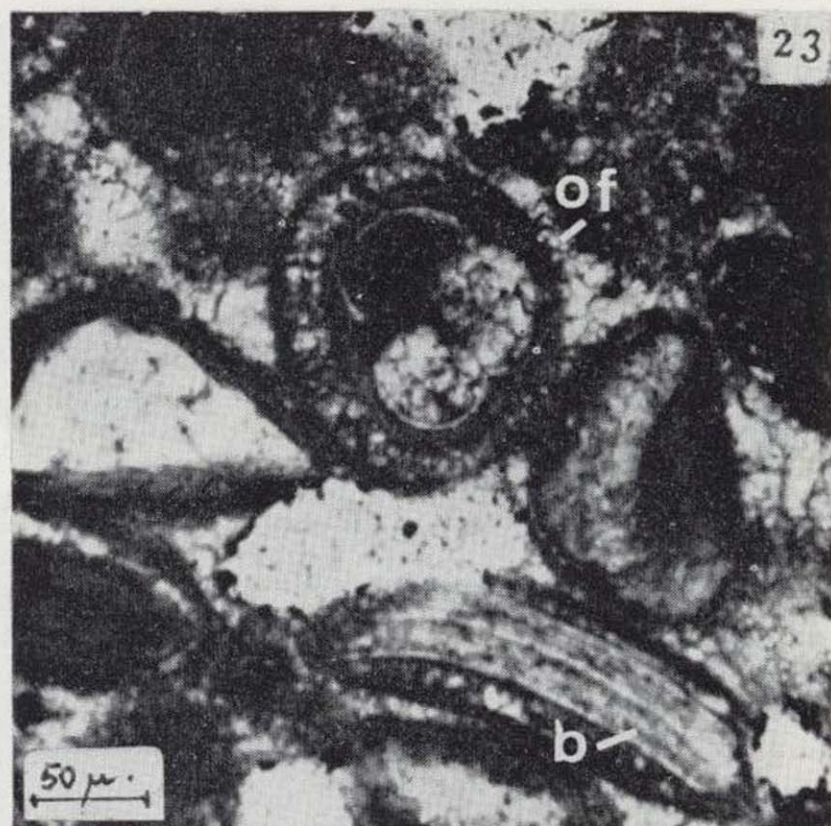
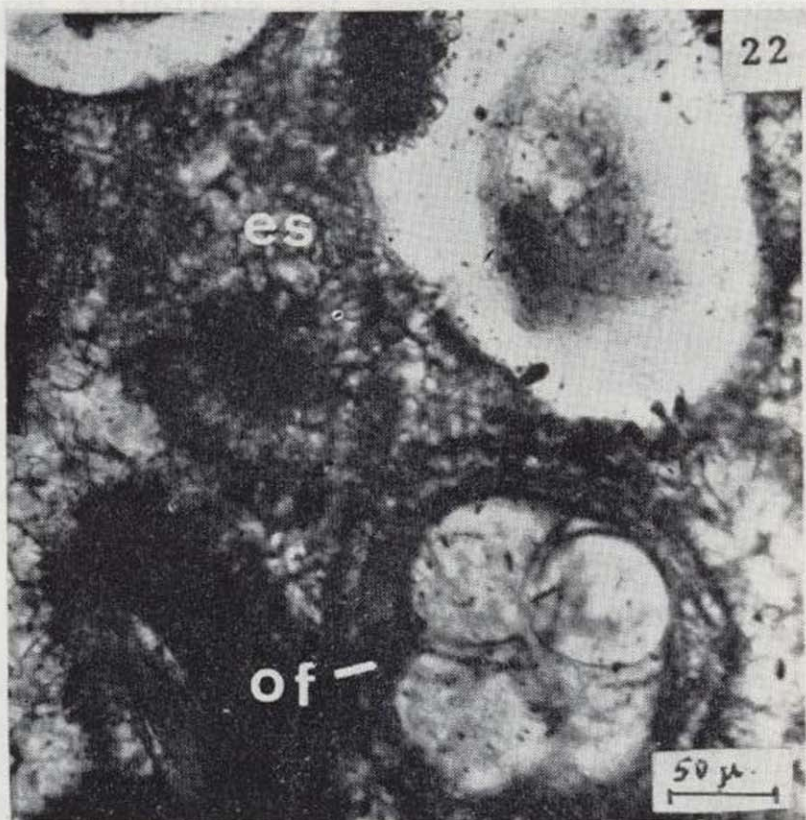
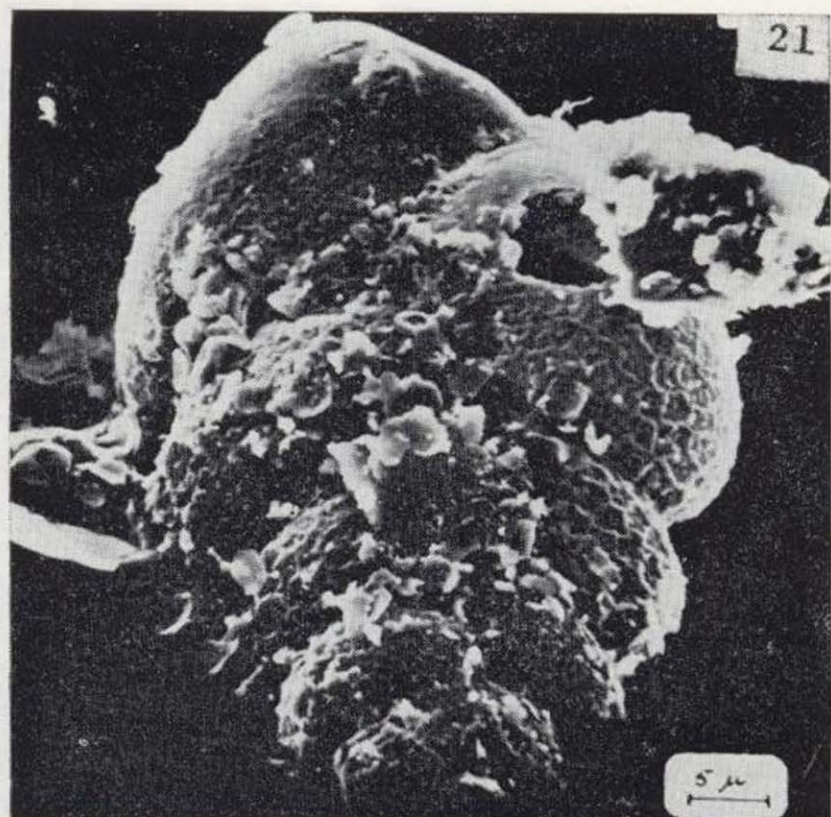
Globorotalia dutertrei (D'ORB.), 1839, et *humerosa* TAKAYANAGI & SAITO, 1962 (fig. 24).
Conf.: BIZÓN & BIZÓN, 1972, p. 31.
SRINIVASAN & KENNET, in: TAKAYANAGI & SAITO, 1970, p. 329-355.

Rosalina globularis bradyi (Cushman) (fig. 25).
Conf.: MARTÍNEZ DÍAZ, 1969, lámina VIII.
FORAMINIFERI PADANI, Tav. XXXVIII.

Trátase aquí de unas pocas especies de Foraminíferos mioceno-terminales, restringidos a latitudes tropicales (SRINIVASAN and KENNET, 1976, página 346), al parecer pertenecientes al nivel *Globigerina dutertrei-humerosa* de BIZÓN y MONTENAT (1971) (Conf.: MARTÍNEZ DÍAZ, 1969 y 1973; PERCONIG, 1961 y 1973), que nos situaría frente a unas formaciones litorales y poco profundas de aquel



- 14.—Peloide en su lóculo. La envoltura laminar aragonítica del mismo (ar) aparece netamente separada de la pared micrítica (mi) del lóculo correspondiente (SEM).
15 y 16.—Detalles de la electromicrografía 14. Láminas de la pared del oide integradas por agujas de aragonito más o menos tangenciales a la superficie del mismo (SEM).
17.—Detalle de la electromicrografía 16. Las agujas de aragonito parcialmente enmascaradas por cristales de micrita (do) que mantienen la cohesión de las láminas que forman la envoltura ooidal (SEM).
18.—Sección de una oolita con abundantes núcleos peloides (op), en alguno de los cuales (er) se observa la distribución radial de fibras calcíticas.
19.—Sección de ooides cuyo núcleo litoclástico primitivo (og), en algunos (os), fue reemplazado por material recristalizado («oolimoulding»),



20 y 21.—*Bolivinitidae* pertenecientes, al parecer, al género *Laterostomella*.

22.—*Globorotalia acostaensis* BLOW. Esta forma (of) típica del Mio-Plioceno de Murcia aparece aquí con sus cámaras rellenas de calcita y su caparazón envuelto por láminas ooidales aragonito-micríticas, propias de tales núcleos orgánicos.

23.—*Globigerinoides* aff. *trilobus* (REUSS). Esta forma planctónica (of) nos recuerda también al *G. ruber* (D'ORBIGNY) y a la *G. subquadratus* BRONIMANN, de origen miocénico.

24.—*Globorotalia dutertrei* (D'ORBIGNY) y *humerosa* TAKAYANAKY y SAITO. Esta forma (f), al parecer, levógira y macrosclérica, pertenece a este grupo mioceno-terminal, o sea, correspondería a la base del Andaluciense de PERCONIG.

25.—*Rosalina globularis bradyi* (CUSHMAN). Esta forma (of) es típica del Mioceno de Murcia y sirve aquí de núcleo de un perfecto ooide cuya envoltura calcítica ha ayudado a la buena conservación del Foraminífero.



20 y 21.—*Bolivinitidae* pertenecientes, al parecer, al género *Laterostomella*.

22.—*Globorotalia acostaensis* BLOW. Esta forma (of) típica del Mio-Plioceno de Murcia aparece aquí con sus cámaras rellenas de calcita y su caparazón envuelto por láminas ooidales aragonito-micriticas, propias de tales núcleos orgánicos.

23.—*Globigerinoides* aff. *trilobus* (REUSS). Esta forma planctónica (of) nos recuerda también al *G. ruber* (D'ORBIGNY) y a la *G. subquadratus* BRONIMANN, de origen miocénico.

24.—*Globorotalia dutertrei* (D'ORBIGNY) y *humerosa* TAKAYANAKY y SAITO. Esta forma (f), al parecer, levógira y macrosclérica, pertenece a este grupo mioceno-terminal, o sea, correspondería a la base del Andaluciense de PERCONIG.

25.—*Rosalina globularis bradyi* (CUSHMAN). Esta forma (of) es típica del Mioceno de Murcia y sirve aquí de núcleo de un perfecto ooides cuya envoltura calcítica ha ayudado a la buena conservación del Foraminífero.

Mediterráneo mio-pliocénico, en cuya zona nerítica abundaban los depósitos de tipo pelloide, con elementos orgánicos (foraminíferos, algas, ostrácodos, cocolitofóridos, etc.) acumulados por la energía propia de resacas litorales.

3.1.2.2. Algas

La relativa abundancia de flora eurihalina queda reflejada en este nivel oolítico de «Calnegre IV» por los fragmentos fosilizados de las siguientes algas:

Halimeda sp. (figs. 38 a 46).

Estas algas clorofíceas (*Codiaceae*) de talo segmentado y más o menos aplanado, con ramificación flabeliforme, abunda en arrecifes coralinos del Terciario y del Reciente. Y vemos que tanto en los cortes longitudinales (figs. 38, 39, 41, 42, 43 y 45) como en los transversales (figs. 44 y 46) aparecen sus verticilos progresivamente más estrechos, alargados y reducidos.

La calcificación de estas algas es predominantemente de tipo aragonítico (Conf. BLATT *et. alt.*, 1972, p. 418), con formas aciculares en las zonas tubulares, formando paredes cilíndricas de algunas micras de espesor (fig. 46).

Corallinaceae (figs. 26, 28, 29, 30 y 31).

Son rodofíceas afines a los géneros *Jania* y *Corallina*, abundantes en el Neógeno y cuya estructura celular carbonatada aparece tanto en cortes longitudinales (fig. 28) como en los transversales (figs. 26 a 31).

Quiste algal (fig. 36) (?) Aff. a *Pseudoschizozoa* sp.

Conf. CHRISTOPHER, R. A., Micropaleontology, vol. 22, n. 2, pp. 143-150, pl. 1, abril, 1976.

Coccolitaceae (fig. 47).

Coccolitus huxley (LOHMANN) KAMPTNER.

Conf.: BARTOLINI ET PIRINI, 1969, pl. IV.

SUSUNU HONJO, 1976.

3.1.2.3. Ostrácodos (fig. 48).

3.1.2.4. Equínidos

Brisus sp. Corte de espícula (fig. 34).

Conf.: VERNICORY, lám. XXVII.

3.1.3. Litoclastos

En las calcarenitas de «Calnegre IV» abundan los intraclastos oolíticos (figs. 7, 19, 27, 33 y 49) formados por granos poco rodados cuyas secciones (fig. 19 og) pueden presentar una envoltura de láminas concéntricas y formaciones radiales (fig. 7 og), que aparecen más o menos nítidas según la orientación de la sección. Además, en ciertos ooides (Conf. fig. 19 os) parece que el intraclasto primitivo ha sido reemplazado por relleno de material recristalizado («Colimoulding»).

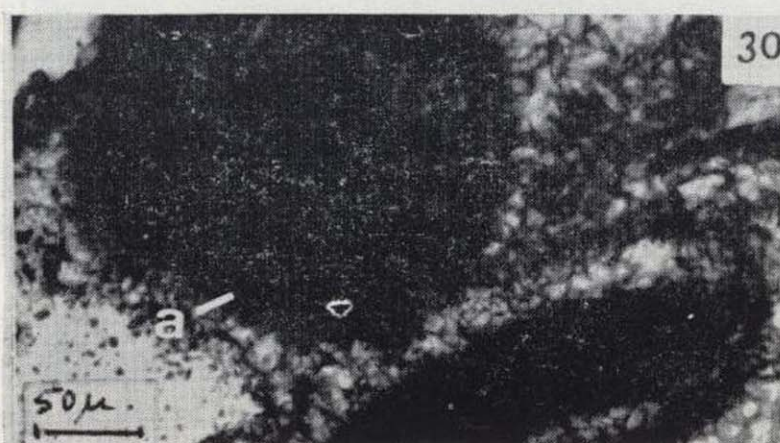
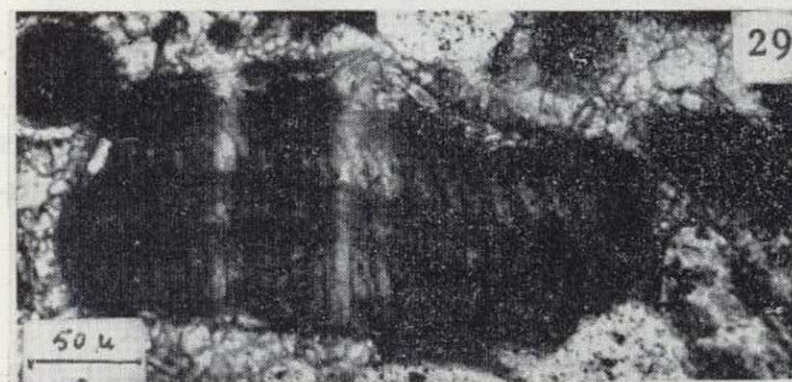
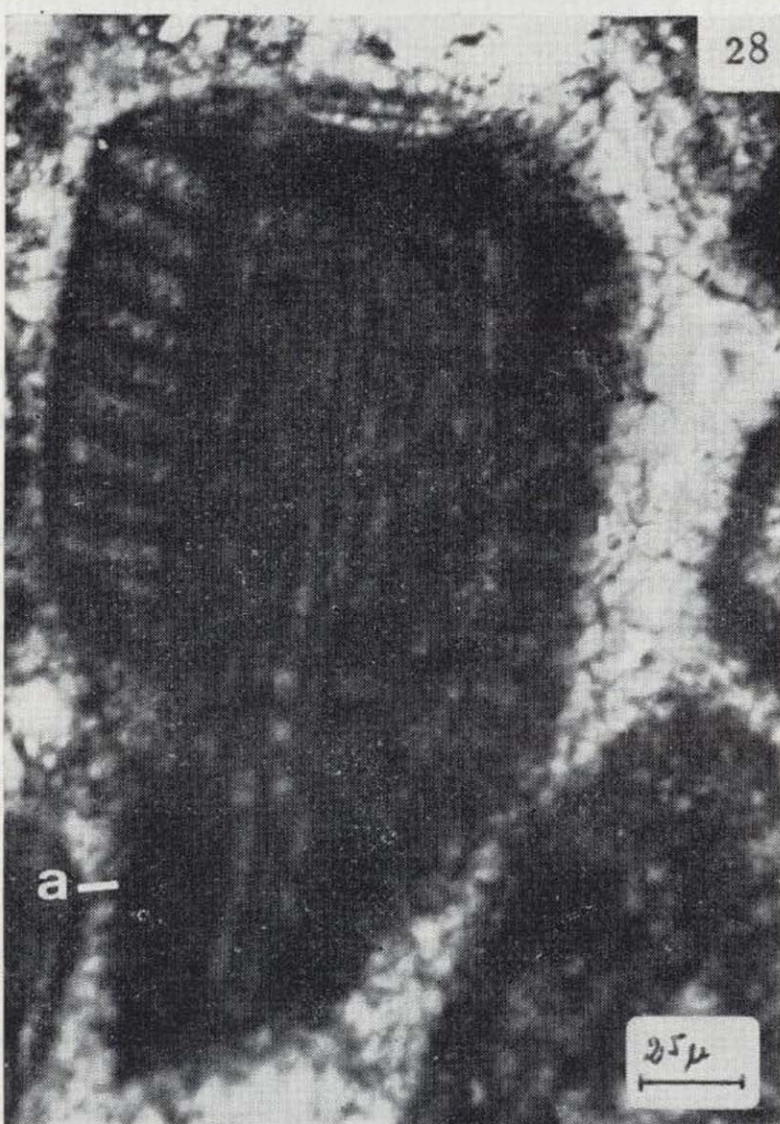
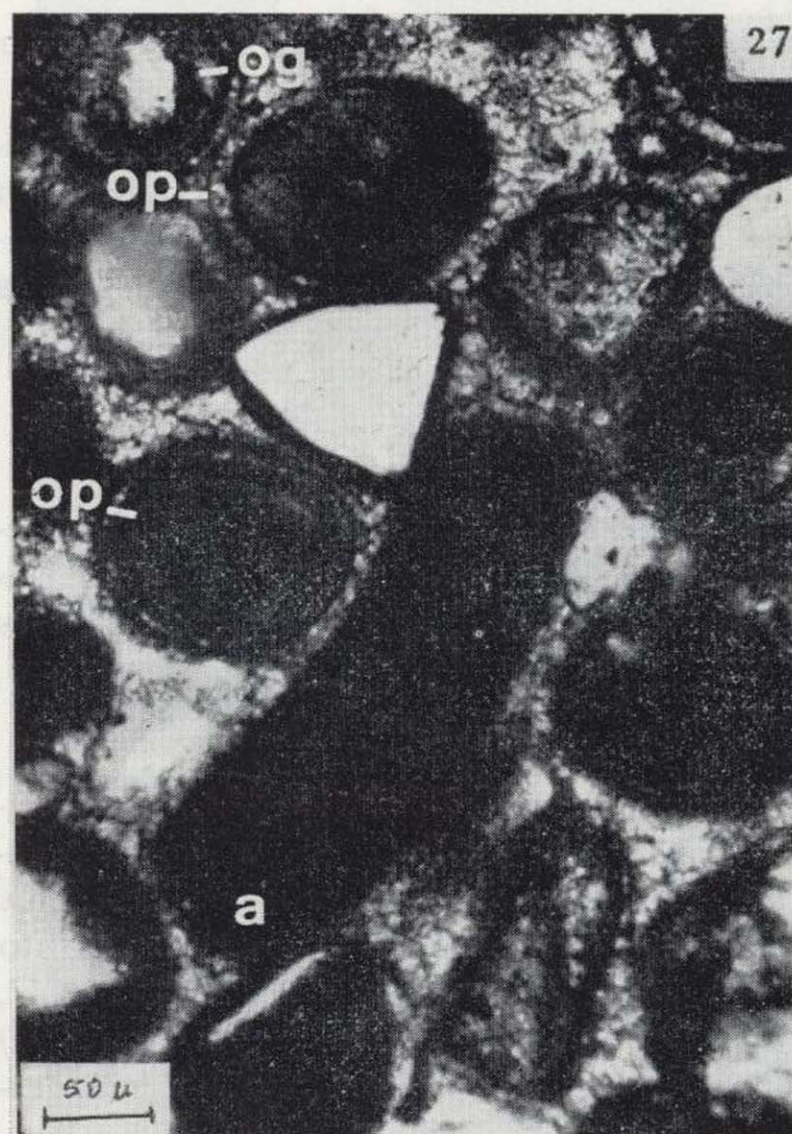
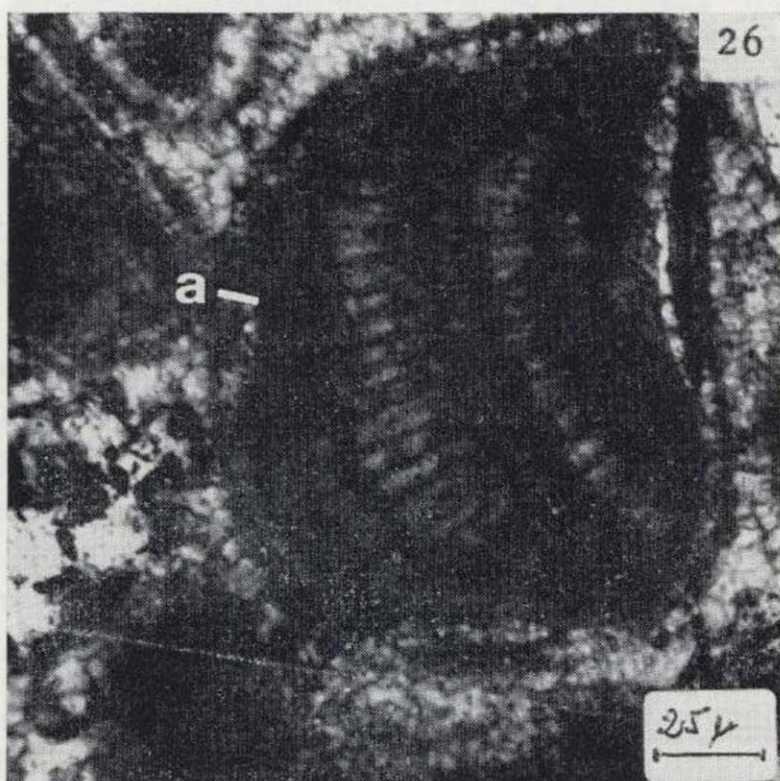
Estos litoclastos serían en su mayor parte detritus autóctonos y penecontemporáneos del depósito y equivaldrían a los «detrital grains» de LEIGHTON PENDEXTER (1962) a diferencia de los alóctonos o «litoclastos carbonatados de FOLK (1962) o «derived grains» de ILLING (1954).

3.1.4. Consideraciones y discusión

La precedente descripción de nuestros materiales oolíticos del Mar Menor (figs. 1 a 26) nos induce a pensar en lo siguiente:

a) Teniendo presentes el origen y la naturaleza de la microfauna y microflora de los núcleos de los ooides, éstos se formaron en zona intertidal y circalitoral con notable «energy environment» que hizo posible el acúmulo de organismos bentónicos y planotónicos que eran removidos del fondo por las fuertes corrientes de salida y entrada entre la laguna costera y el mar abierto (BLATT *et. alt.*, 1972, y SASS *et. alt.*, 1972), como también la distribución polimodal de materiales (figs. 1 a 3), por suspensión (de 70 a 120 micras de diámetro) o deslizamiento (de 230 a 700 micras), formaron estas calcarenitas que recubren el relieve volcánico de Calnegre y sobre las que descansan las dunas tirrenienses entrecruzadas, estudiadas por LILLO CARPIO *et. alt.* (en prensa).

b) La abundancia de algas calcáreas (figs. 26 a 31) nos ofrece ejemplos de carbonatación de filamentos (figs. 38 a 45), paredes (figs. 26 a 31) y órganos reproductores (fig. 36) que nos ayudan a interpretar las condiciones paleoecológicas de esta zona neogénica, en donde la falta de *Charophita* y la abundancia de *Chlorophita* y *Rhodophita* confirma la ausencia de aportes de agua dulce y la influencia de los organismos algales en el origen de los ooides (NESTEROV, 1960) sobre



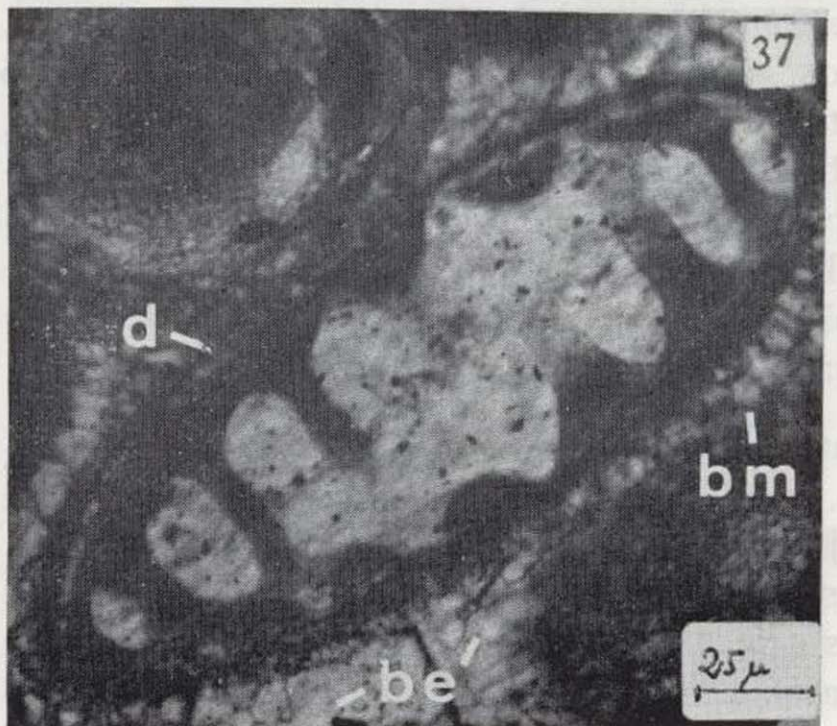
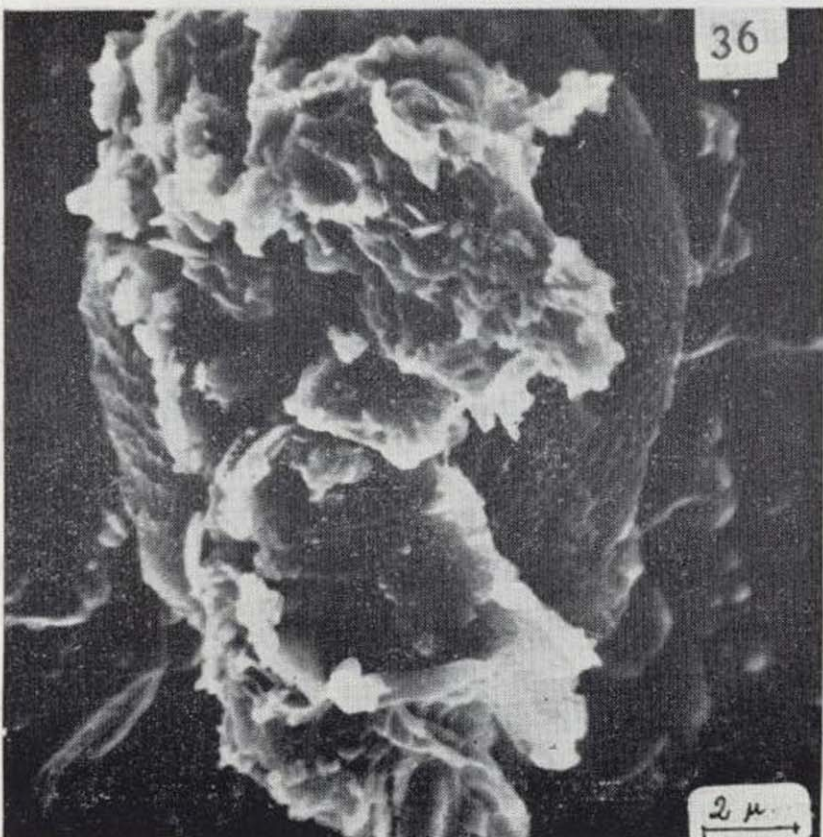
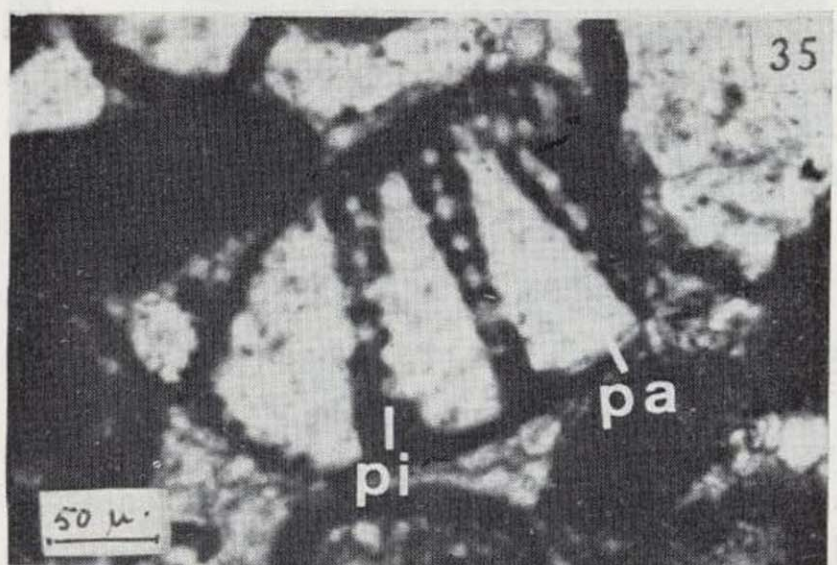
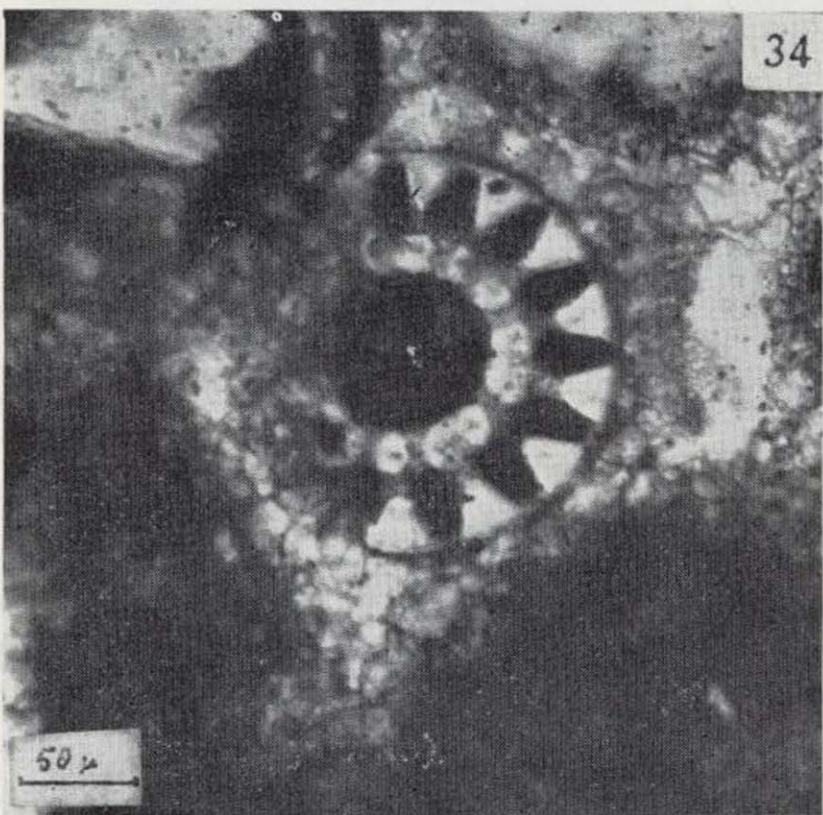
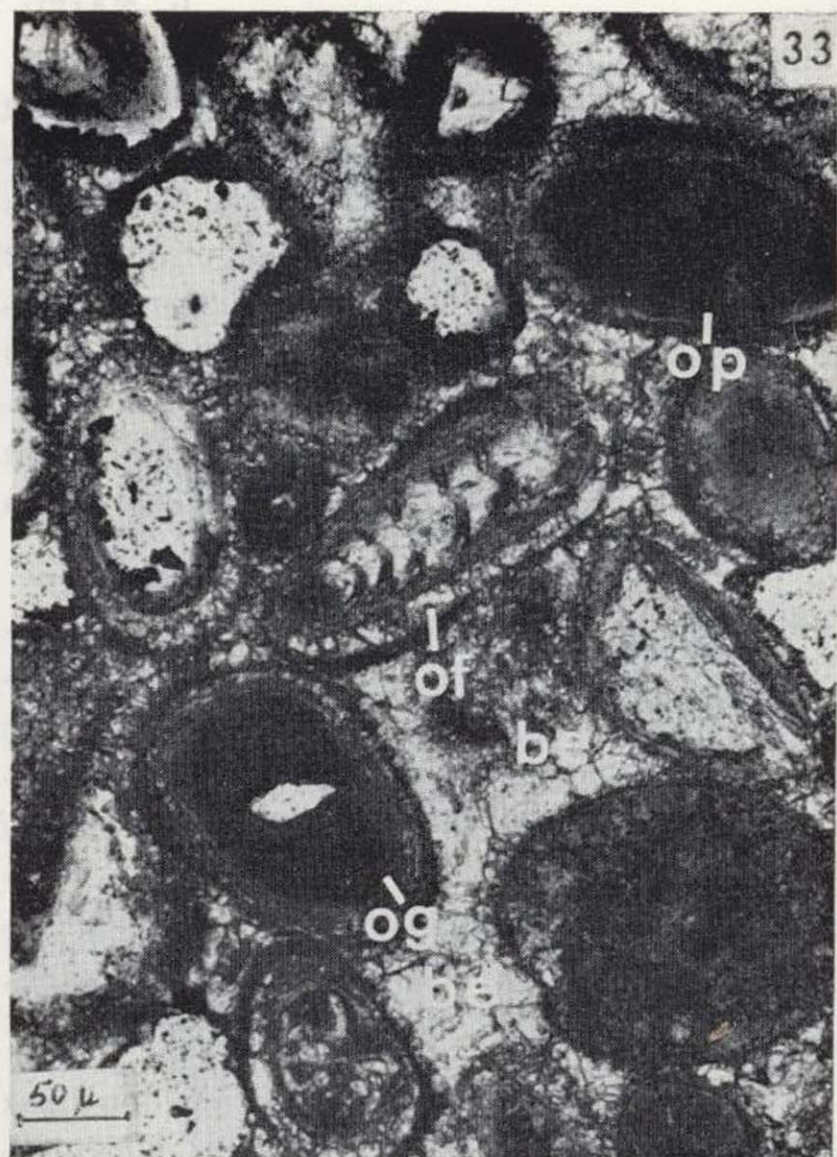
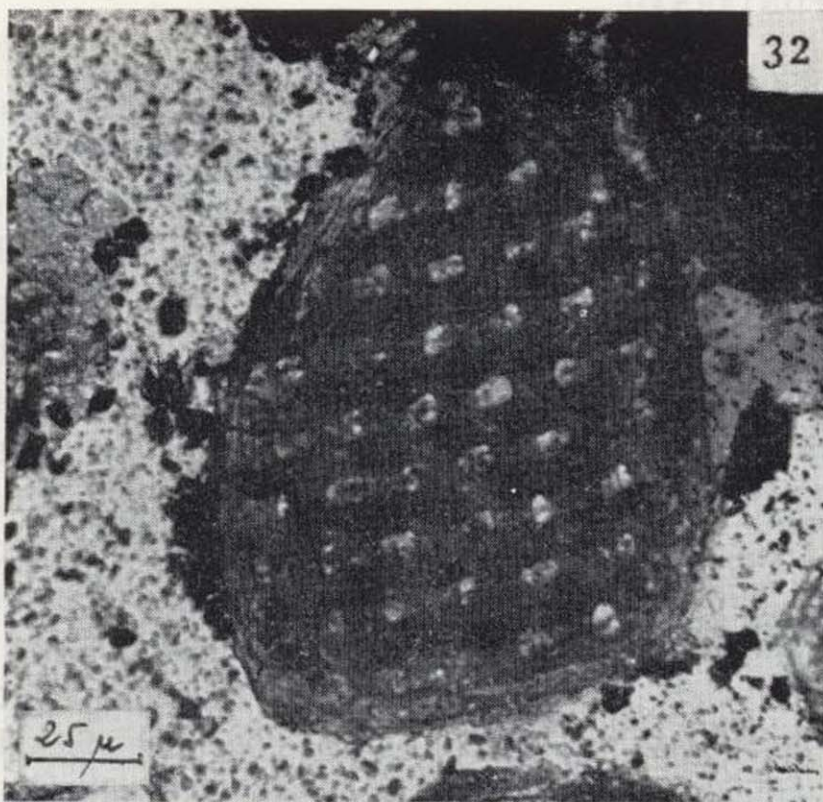
26.—Corte transversal de una alga coralina (a) afín a *Jania* o *Corallina* (?), con cementación de tipo esparítico.

27.—Sección de una oolita con abundancia de rodofíceas (a), ooides tipo peloide (op) y con núcleos clásticos (og), todo cementado por relleno intragranular esparítico.

28.—Sección longitudinal de una coralinacea (*Jania*?) (a) cuya cementación bioesparítica parece estar condicionada por la disolución del aragonito algal.

29 y 30.—Secciones de fragmentos algales intraoolíticos, con células rectangulares típicas de *Corallinaceae*.

31.—Sección transversal, a nivel nodular, de un fragmento algal en donde aparece la estructura celular de la misma.



- 32.—Fragmento orgánico (¿Briozoo?) incluido en cemento de neoformación.
- 33.—Sección fina en donde aparecen unidos por un mismo cemento esparítico (be) peloides típicos (op), intraclastos (og) y foraminíferos (of, ¿Siphouvigerina?), que sirven de núcleo a determinados ooides.
- 34.—Sección transversal de una radiola, posiblemente del equínido *Brissus*, en matriz bioesparítica.
- 35 y 37.—Secciones de foraminíferos bentónicos (*Ammobaculites*?) con las cámaras rellenas de cemento calcítico.
- 36.—Quiste algal perteneciente a *Pseudosquidzoa* (?), cuyo tamaño no supera las 20 micras.

todo con la abundancia de utrículos de *Halimeda* (figs. 38 a 46), además de la posible acción bacteriana (THORD, 1975) sobre sustratos orgánicos fuentes de CO_2 que favorece el incremento de carbonatos en la progresiva estructuración de los peloides (BLATT *et. alt.*, 1972, p. 420; WRIGHT, in COLWELL and MORITA, 1972), ya que, según KINSMAN (1964), es muy posible que la precipitación inorgánica del aragonito marino esté modificada por la actividad biológica.

c) En cuanto a los núcleos oolíticos integrados por Foraminíferos, excepto la posible *Lateros-tomella* que hemos encontrado libre, se trata de fauna planctónica y propia de aguas templado-cálidas. Tan sólo la *Rosalina globularis bradyi* (Cush.) es bentónica, epífita y frecuente actualmente en su especie *globularis* en el medio alguícola y posidonícola del Mediterráneo (MATEU, 1970).

Bioestratigráficamente esta formación oolítica quedaría caracterizada por el complejo *Globorotalia dutertrei-humerosa*, perteneciente al nivel mio-pliocénico, en donde las formas dextrógiras (Conf. fig. 24) en más de un 90 por 100 de la forma *dutertrei* poblaron los mares tropicales neogénicos (BANDY, in: BRONNIMANN and RIZZ, 1969).

3.2. CEMENTACION Y LITIFICACION

Los precedentes datos micropaleontológicos sitúan estas oolitas en aguas litorales de carácter tropical, cuyo sedimento inicial estaba integrado principalmente por algas coralinas, foraminíferos, moluscos, ostrácodos, equinodermos y sobre todo litoclastos. A esta acumulación de granos libres, no carbonatados, siguieron procesos de disolución y precipitación mineral, migraciones de iones (Mg^{2+} , Fe^{2+} , etc.), aplastamiento gravitacional de materiales y posterior compactación y reajuste de los mismos.

Tomando modelos actuales de litificación de este tipo, vemos que los sedimentos forman un complejo metaestable, sobresaturado de CO_3Ca en sus tres formas y que, en un primer momento, el exceso de Mg^{2+} puede inhibir la precipitación de la calcita, favoreciendo la conservación de envolturas mucilaginosas en los granos más superficiales. Además, los granos, en sus puntos de contacto, van uniéndose paulatinamente por cemento de «low-Mg-calcite», mientras las estructuras hue-

cas de foraminíferos, equinodermos y otros van rellenándose de calcita. Todavía los materiales son muy viables, y sobre todo por la existencia de granos primarios de aragonito y de «high-Mg-calcite» fácilmente separables hasta que la posterior pérdida de Mg^{2+} de la «high-Mg-calcite» y la ulterior disolución del aragonito permiten la precipitación de un cemento calcítico (micrítico o esparítico) que hace más dura la roca en formación. De ahí que el grado de consolidación de dicha masa sedimentaria depende en grandes líneas de la relación: disolución (aragonito), precipitación (calcita) y de la precipitación de la esparita, hasta llegar a la perfecta litificación en «low-Mg-calcite» de dicha masa cuyo aragonito inicial ha dado lugar a una nueva redistribución de cemento de CO_3Ca (Conf. BATHURST, 1976).

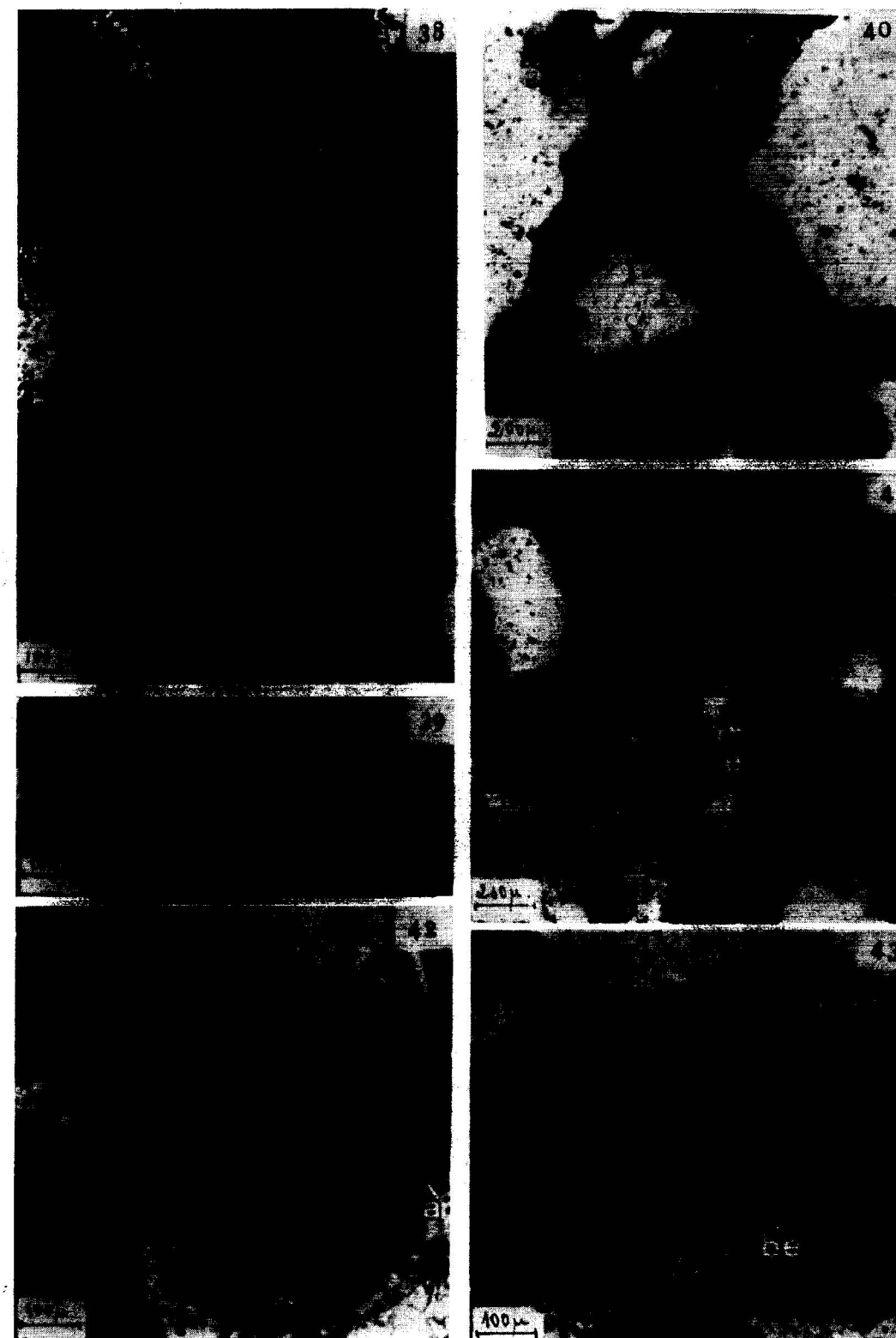
3.2.1. Consideraciones y discusión

Teniendo presente el tipo de litificación anterior podríamos pensar que se ajusta a nuestras calcarenitas, entre otras, por las siguientes razones:

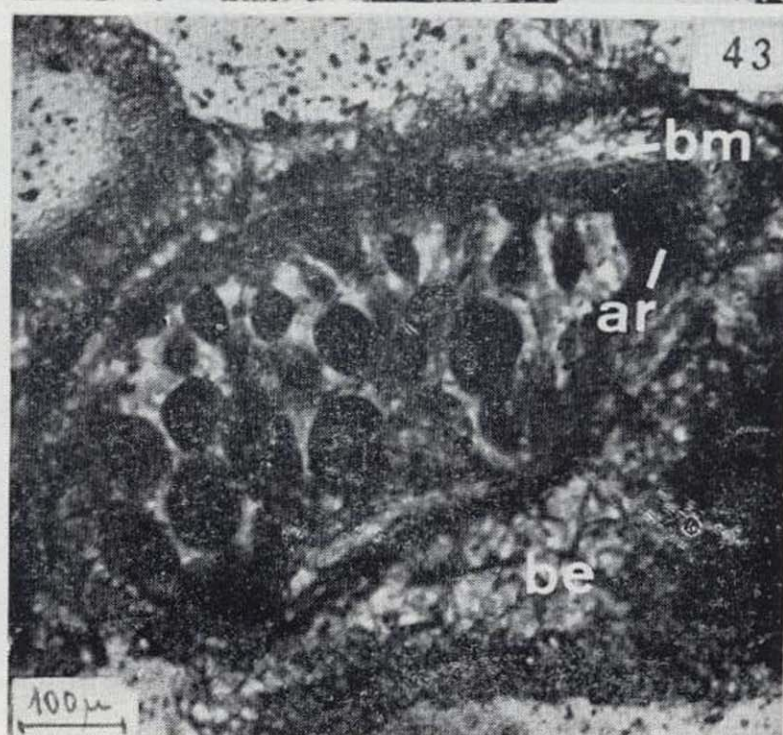
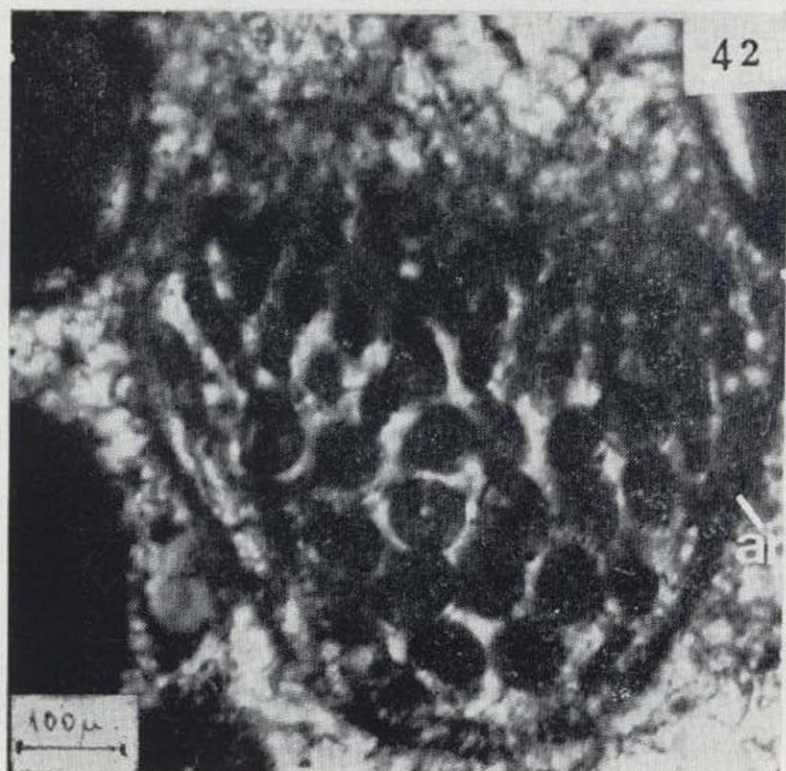
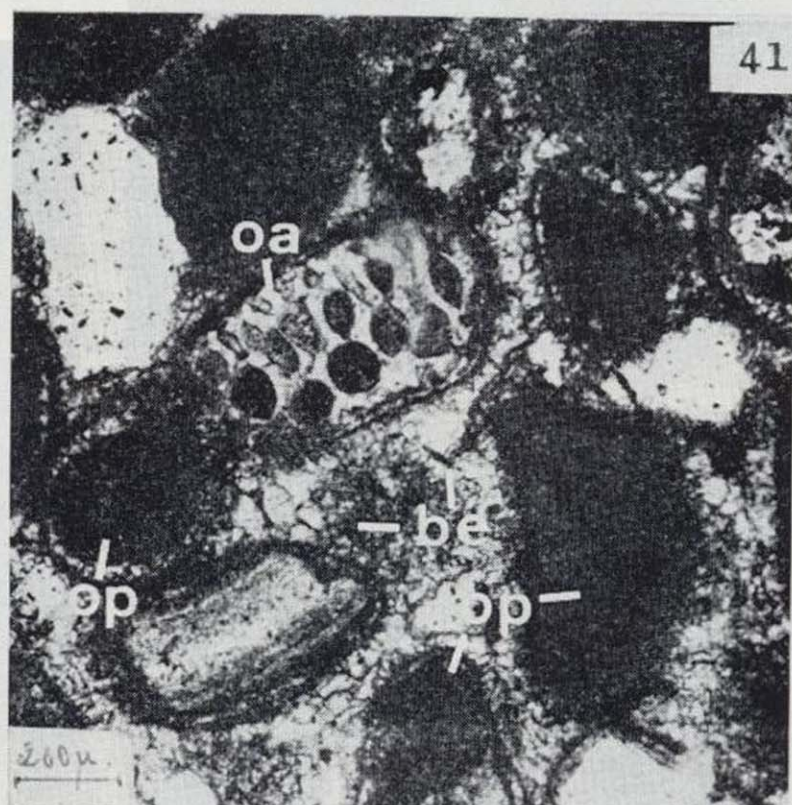
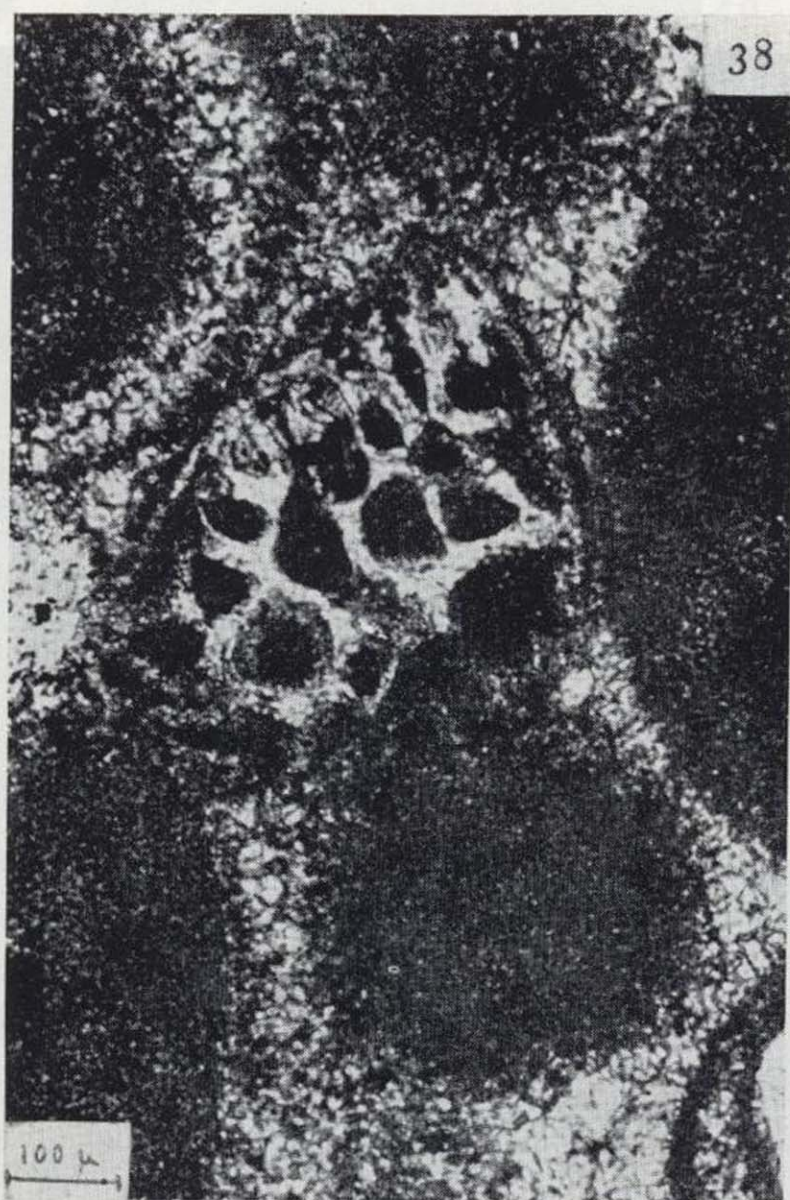
1) Por ser una mezcla de sedimentos iniciales con abundancia de restos algales, foraminíferos (planctónicos y bentónicos), litoclastos, equinodermos, etc., que en su origen formaron un complejo metaestable de CO_3Ca que se consolidó en sus formas de aragonito (20 por 100) y de «low-Mg-calcite» (65,33 por 100) (Conf. Difractograma).

2) Porque los granos originariamente recubiertos en la capa superficial por materia orgánica mucilaginosa (fig. 8), en sus puntos de contacto formaron un cemento micrítico (fig. 9 mi) de «low-Mg-calcite», propio de zonas vadosas, con interfase cemento/poro, y en donde la pérdida de Mg^{2+} explicaría la ausencia de «high-Mg-calcite» y la progresiva disolución del aragonito en zonas no defendidas por recubierta micrítica (fig. 12 mi). Tal proceso aumentaría la cementación calcítico-esparítica entre granos formados por Foraminíferos (figs. 22, 23 y 25), algas (figs. 25 a 31) y la formación de calcita ópticamente continua sobre todo rellenando huecos de equínidos (figs. 34 y 35), y el interior de las cámaras de foraminíferos (figuras 22 a 25).

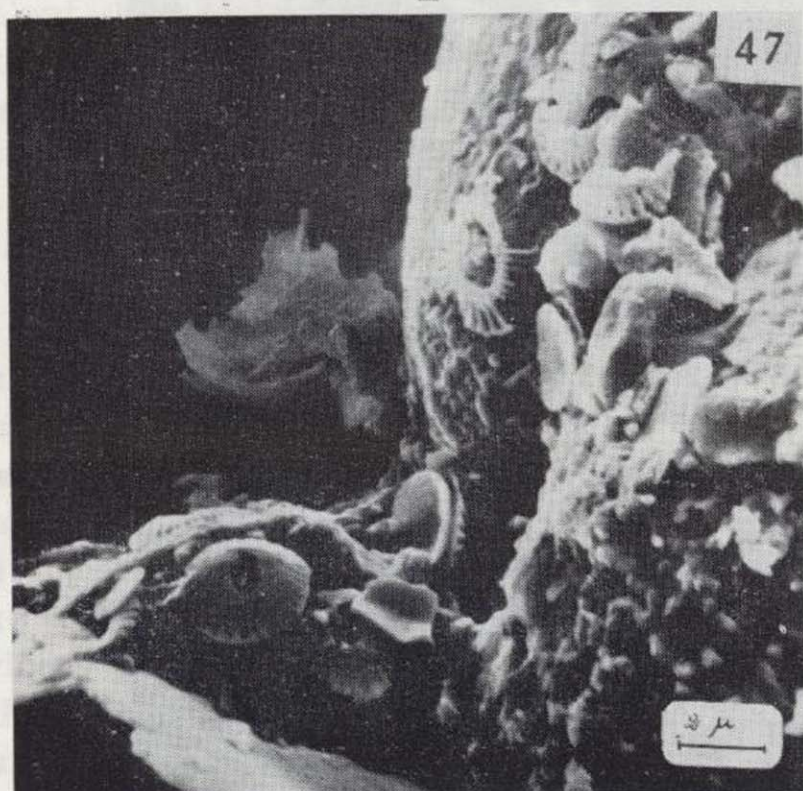
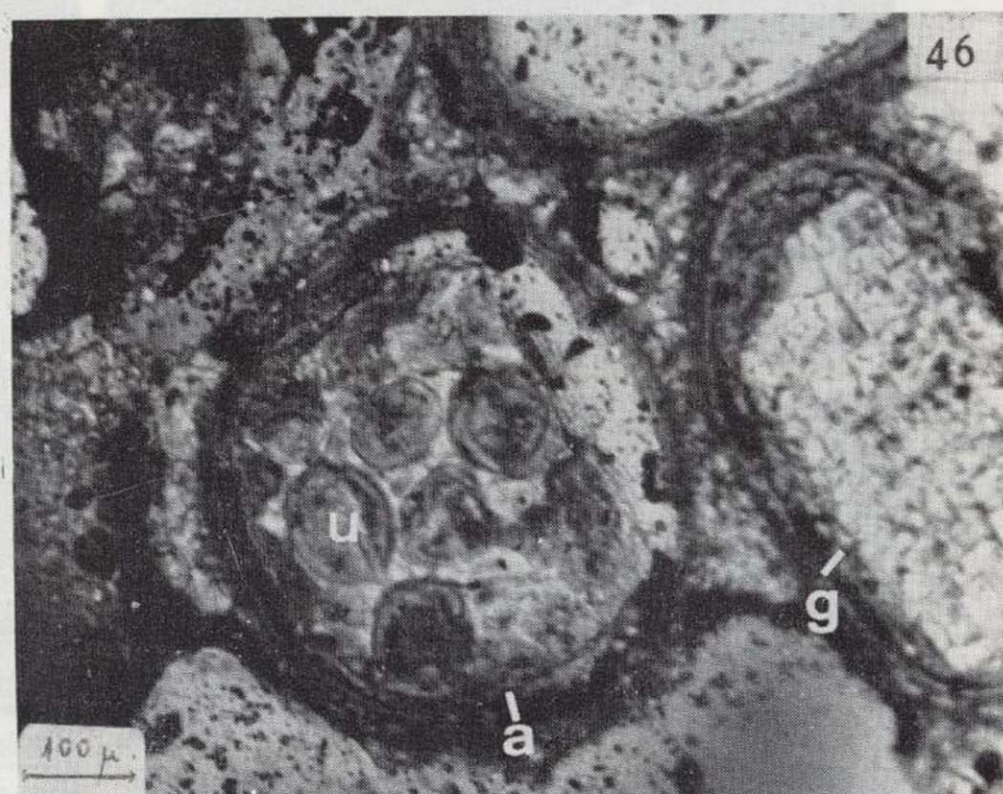
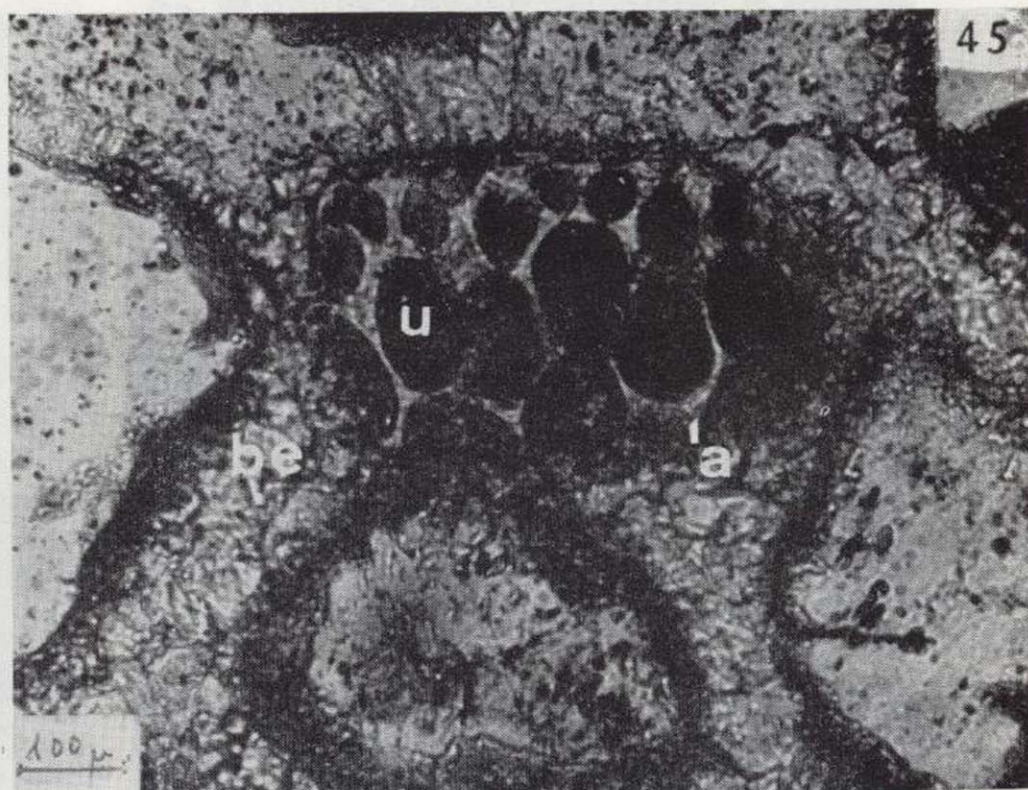
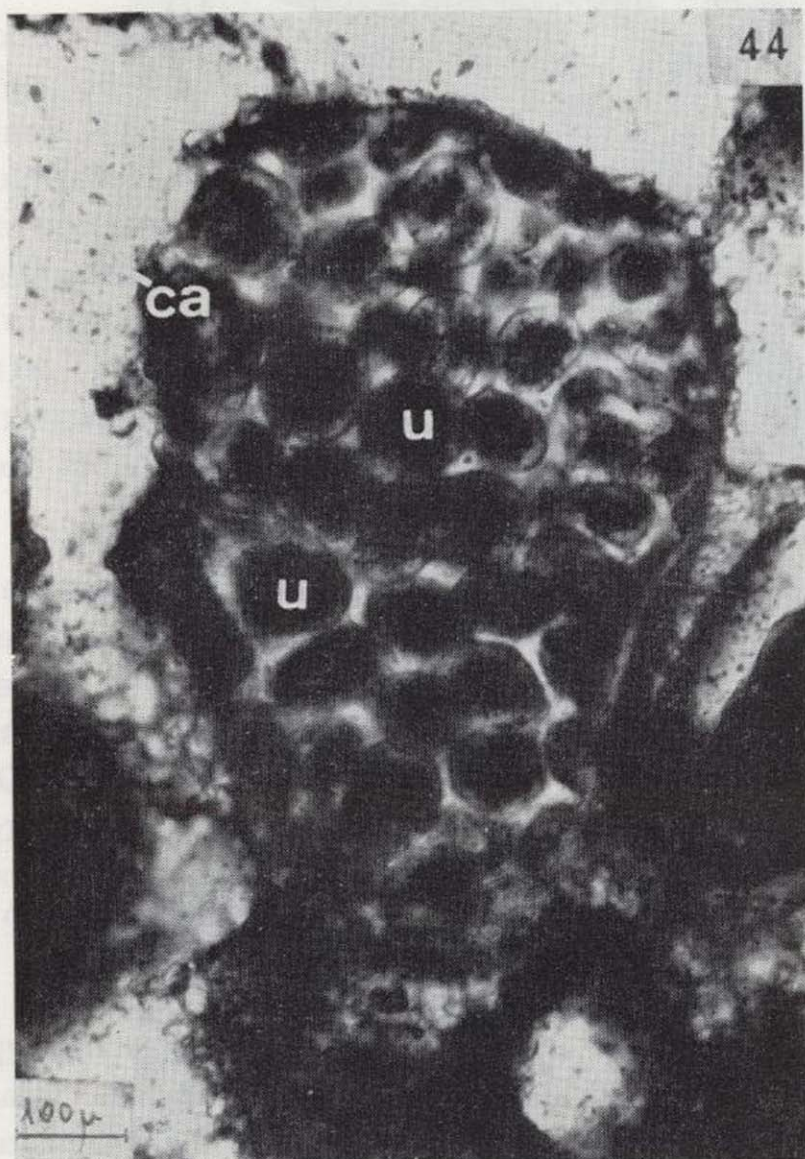
3) Porque la naturaleza aragonítica de tantos granos de tipo peloide (figs. 1, 2, 5, 8, 18, etc.)



38 a 43.—Secciones de oolitos con restos algales afines al género *Halimeda*. Unas veces (fig. 38) la pared aragonítica del ooide algal influye, por disolución, en la redistribución del cemento bioesparítico de las áreas intergranulares y otras (figs. 39, 42 y 43), además de esto, dicha disolución del aragonito algal (ar) y su precipitación en cemento calcítico, micrítico (mi) o/y esparítico (be) determinan la extraordinaria conservación de verticilos y utrículos.



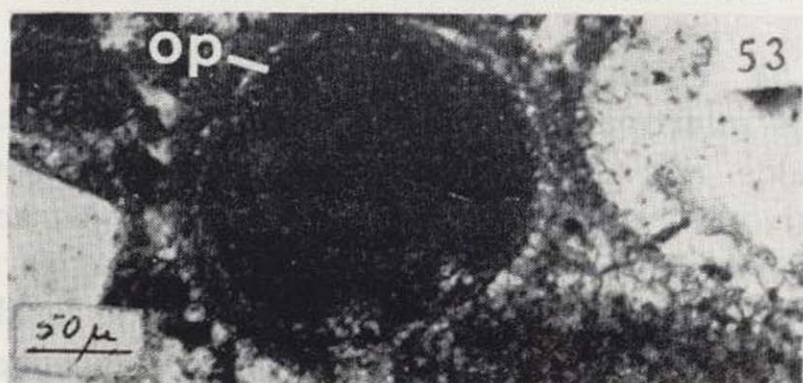
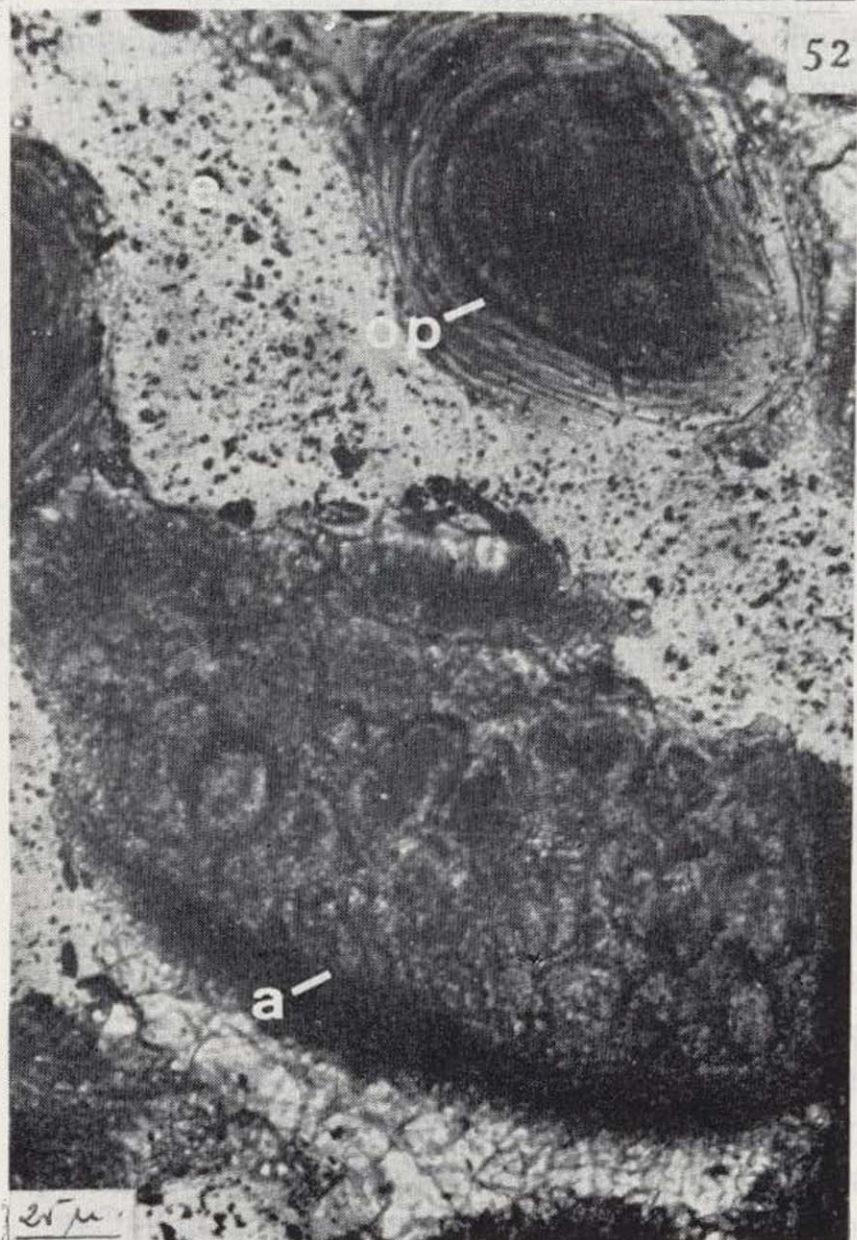
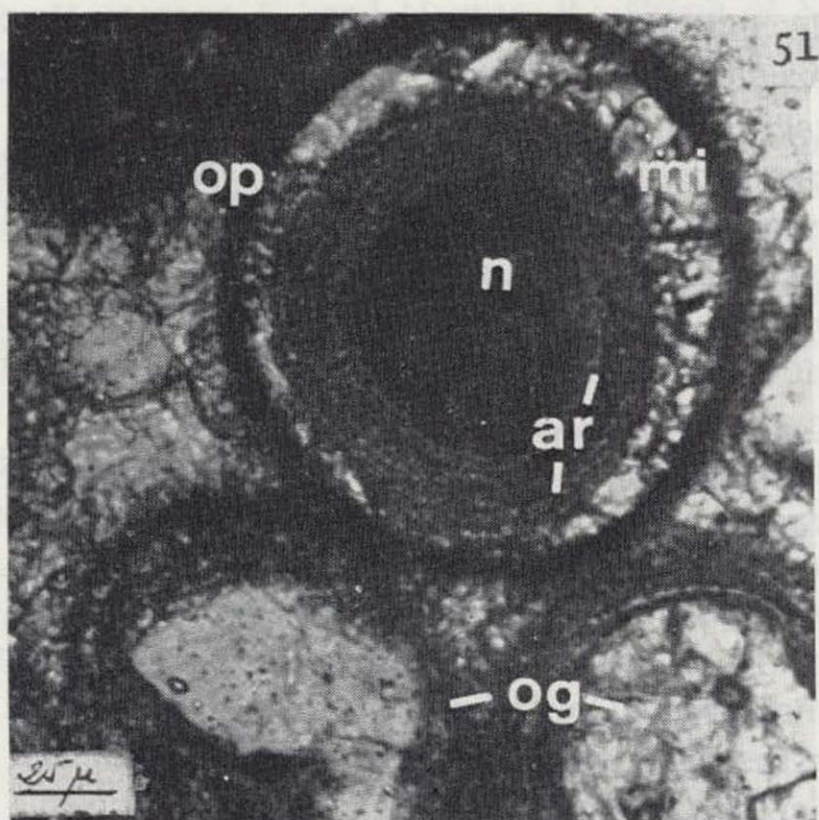
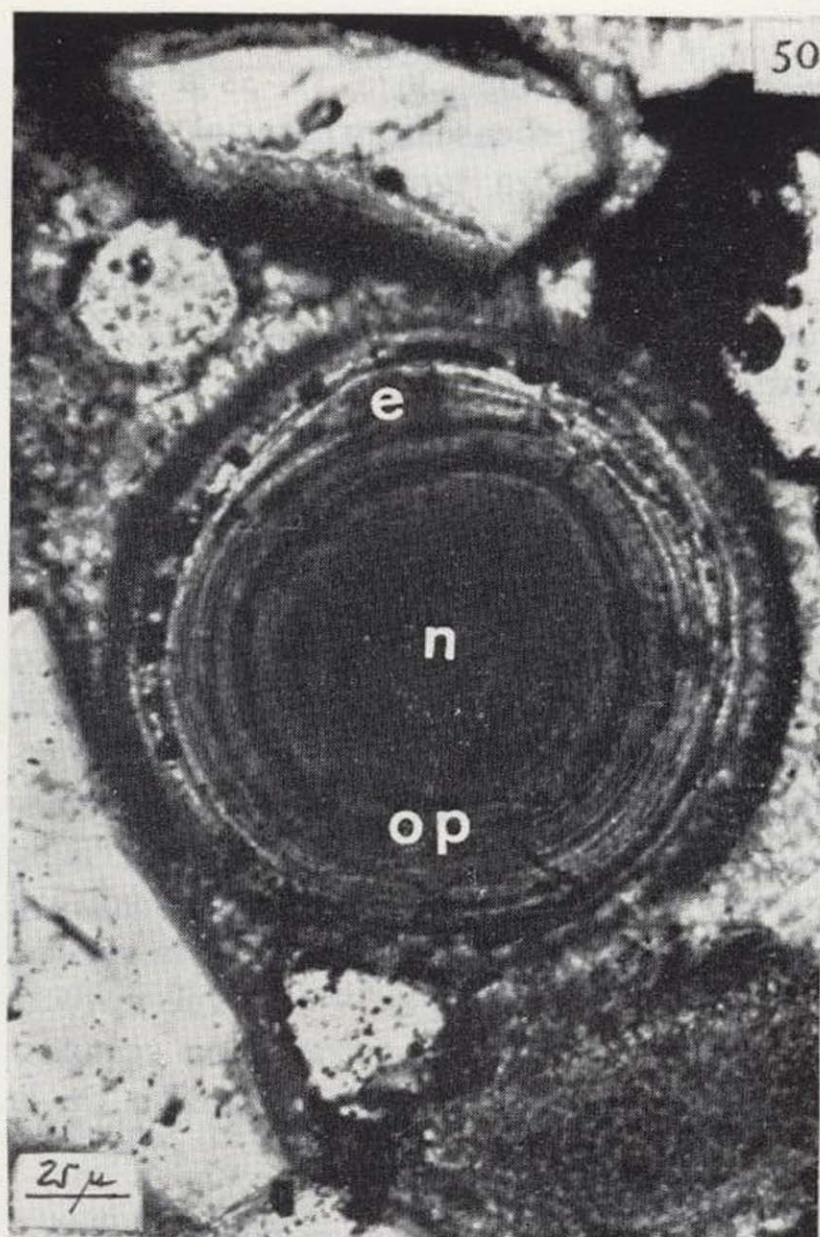
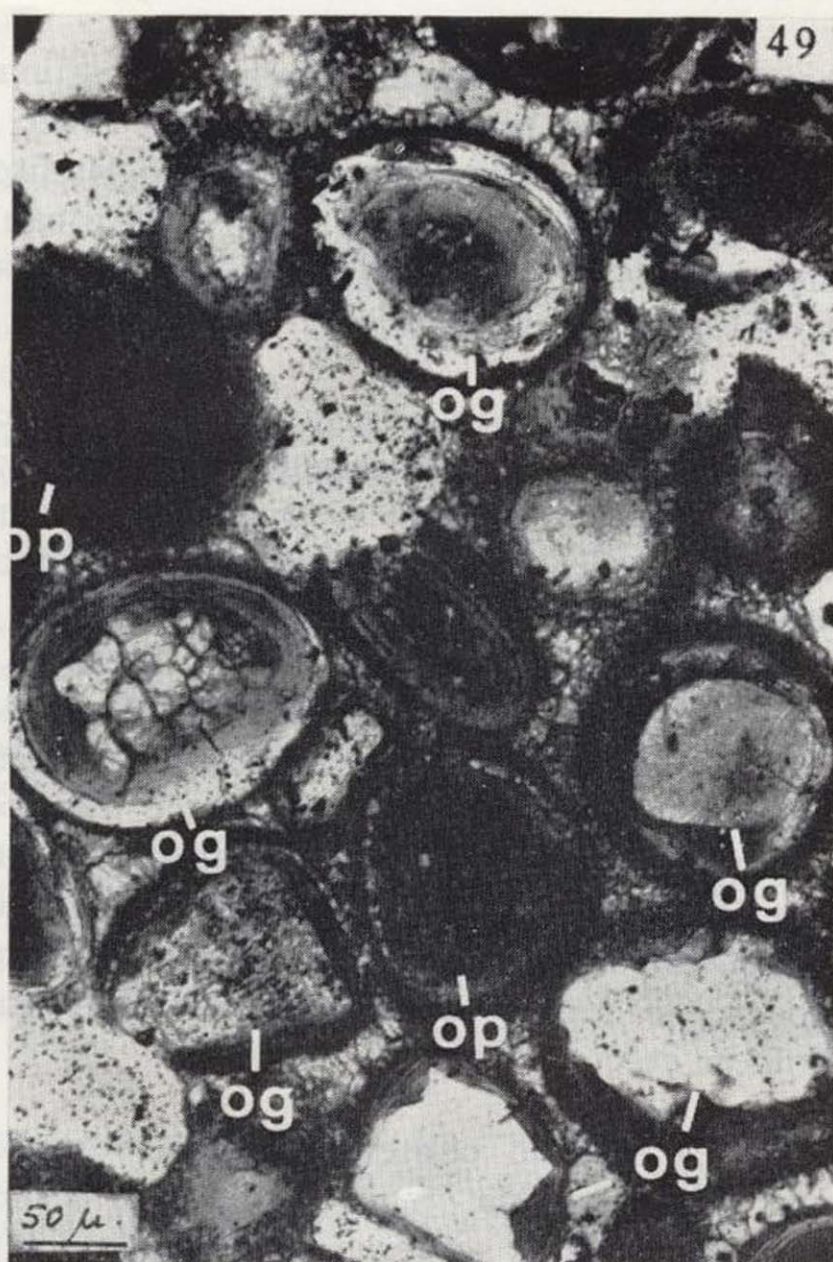
38 a 43.—Secciones de oolitos con restos algales afines al género *Halimeda*. Unas veces (fig. 38) la pared aragonítica del ooide algal influye, por disolución, en la redistribución del cemento bioesparítico de las áreas intergranulares y otras (figs. 39, 42 y 43), además de esto, dicha disolución del aragonito algal (ar) y su precipitación en cemento calcítico, micrítico (mi) o/y esparítico (be) determinan la extraordinaria conservación de verticilos y utrículos.



44, 45 y 46.—Cortes longitudinales (figs. 44 y 45) y transversal (46) de *Chlorophyceae* (*Halimeda*) con utrículos (u) más o menos circulares en disposición pluriverticilada.

47.—Cocolitofóridos afines a *Emiliana huxley* (LOHMAN) HAY & MOHLER, 1967. Aparecen recubriendo la *Laterostomella* (?) de las figs. 20 y 21.

48.—Ostrácodos que sirven de núcleo oolítico.



49 a 52.—Secciones con peloides (pp), intraclastos (og) y cementación micrítica (mi), esparítica (be) y de neoformación. En la fig. 50 la sección transversal de un peloide (op) con envoltura plurilaminar y núcleo (n) formado por masa homogénea de carbonato microcristalino envuelto por láminas circuncéntricas (e), a veces discontinuas por desmoronamiento (conf. figs. 15 y 16), pero que conservan aquí la estructura típica de los ooclastos.

y de estructura algal (figs. 26 a 31, 38 a 43 y 44 a 46) hace de estas rocas un material relativamente friable, pero goza también de cierta consistencia gracias al relleno de poros primarios y secundarios por cemento calcítico («low-Mg-calcite») procedente de la redistribución del CO₂Ca del aragonito inicial.

4) Porque la «low-Mg-calcite» es un carbonato casi universal en las rocas carbonatadas antiguas (Conf. BLATT *et. alt.*, 1972, p. 463) que, en nuestros materiales, se presenta cementando granos diversos (pelloides, fósiles, litoclastos) en unos lóculos o cavidades de textura micrítica (figs. 9 y 12 mi) y que tales granos han servido de sustrato al proceso de deposición mecánica de tales micritas y que éstas se han formado posteriormente a la formación del ooide, ya que entre la envoltura aragonítica del ooide (figs. 13 y 14 ar) y la misma pared micrítica del lóculo (figs. 9 a 14) se aprecia una neta separación, consecuencia de la compactación del ooide anterior a la cementación de la roca.

5) Y, finalmente, porque así como los pelloides (figs. 10, 11, 14, 15, 16 y 17) y los restos algales (figs. 20 a 31 y 31 a 34) son, en su mayor parte, de naturaleza aragonítica y los foraminíferos (figuras 22 a 25) y restos de equínidos (figs. 34 y 35), etc., son de naturaleza generalmente calcítica, sus envolturas microcristalinas (tipo: «drusy», «fringe», etcétera) son de low-Mg-calcite en el primer grupo y de calcita en el segundo (ALEXANDERSON, 1972), sin que esto obstaculice el relleno interocular por cemento calcítico y esparítico de origen postdeposicional (figs. 22 es y 33 be) y que tanto ayuda a la conservación de la forma original de los elementos micropaleontológicos.

4. CONCLUSIONES GENERALES

1) Sobre el cerro volcánico de Calnegre (Mar Menor) encontramos en la actualidad unas oolitas que ocupan los niveles más profundos de una sedimentación mio-pliocénica que probablemente llegó a recubrir totalmente dicho cerro, posteriormente sujeto a la remodelación por sucesivas transgresiones y regresiones marinas (LILLO CARPIO *et. alt.*, en prensa). Dicha formación, situada actualmente a nivel supradidal, por su contenido micropaleontológico, la situaríamos en un antiguo

medio laguno-costero de aguas hipersalinas, y reductoras en el litoral neogénico del brazo de mar que unía el Atlántico con el antiguo Mediterráneo, atravesando el sureste español y bordeando esta zona de Murcia (PERCONIG, 1973; COUVERING *et. alt.*, 1976).

2) Trátase de una formación en donde el elevado porcentaje de elementos oolíticos y pellíticos se han conservado a través de procesos tan diversos como la colomorfización, la micritación y la esparitización de unos fangos ricos en elementos orgánicos y fragmentos minerales, depositados según unos gradientes de densidad y en donde la materia orgánica mucilaginoso tuvo un importante papel («role of organic mater») en la preservación de las finas estructuras de tales ooides (SANDBERG, 1975, p. 516), cuyos núcleos, contemporáneos o penecontemporáneos, son sobre todo restos algales foraminíferos, estructuras pelloides, etc.

3) El elevado contenido en carbonatos (85,33 por 100) nos sitúa en un medio más o menos cerrado y en aguas someras relativamente separadas de mar abierto. Es una cementación tanto por precipitación directa como por simple recristalización y que se realiza a partir de calcita marina inorgánica, con influencia de tipo biológico, y que hoy día, según ALEXANDERSON (1972), se da sobre todo en los siguientes casos: a) en los «beach-rocks» submarinos, llenando intersticios intergranulares de arenas calcáreas; b) cementando formaciones algales y coralino-algales, y c) formando carbonatos intragranulares en granos calcáreos vacíos.

4) Dudamos de la existencia de «pellets focals» en nuestros materiales, aunque ciertas formaciones (Conf. fig. 18 op) podrían serlo, ya que estos agregados de tipo orgánico también pueden servir de núcleo a los ooides.

5) Finalmente, la existencia de unos elementos micropaleontológicos propios de mares tropicales nos ofrecen una biofacies mio-pliocénica, cuyo complejo *Globorotalia dutertrei-humerosa*, es típico sobre todo en su forma dextrógira (fig. 24) de aguas templado-cálidas y en donde la abundancia de *Chlorophita* y *Rhodophita* y la ausencia de *Charophita* confirman la ausencia de aportaciones de agua dulce y la influencia de los organismos algales en el origen y diagénesis de tales oolitas.

BIBLIOGRAFIA

AGIP MINERARIA: *Foraminiferi Padani*. Milano (1957).

ALEXANDERSSON, T.: *Intragranular Growth of Marine Aragonite and Mg-calcite: evidence of precipitation from supersaturated seawater*. Journal of Sedimentary Petrology, vol. 42 (1972).

ALEXANDERSSON, T.: *Mediterranean Beachrock Cementation: Marine Precipitation of Mg-Calcite*. In: STANLEY, D. J. (1972): *The Mediterranean Sea: A Natural Sedimentation Laboratory*. Dowden Hutchinson & Ross (1971).

BARTOLINI, C., y PIRINI, C.: *Decouverte de nannoplancton calacire dans le grés de Ponsano, Miocene Moyen, Toscana, Italie*. In: BRONNIMAN, P., and RENZ, H. (1969): *Oroceeding of the first Internat. Confer. on planktonic microfossils*. Leiden.

BATHURST, R. G.-C.: *Carbonate sediments and their diagenesis* (2.^a edic.). Elsevier Scient. Publ. Cie (1976).

BIANCA CITA, M.: *Planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Mediterranean Neogene*. In: TAKAYANAGI, Y. and SAITO, Ts.: *Progress in Micropaleontology*. New York (1976).

BIZON, G., et BIZON, J. J.: *Atlas des principaux foraminifères planctoniques du bassin méditerranéen oligocène à quaternaire*. Edit. Technip. Paris (1972).

BLATT, H.; MIDDLETON, G., and MURRAY, R.: *Origin of Sedimentary Rocks*. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliff. New Jersey (1972).

BRONNIMAN, P., and RENZ, H. H.: *Proceeding of the first international conference on planktonic microfossils*. Leiden (vol. I, págs. 422, pl. 54; Vol. II, pág. 745) (1969).

COLWELL, R. R., and MORITA, R. Y.: *Effect of the ocean environment on microbial activities*. University Park Press. Baltimore (1974).

FOLK, R. L.: *Spectral subdivision of limestone classification*. In: *Classification of carbonate rocks*. Mem. Amer. Ass. Petrol. Geologist, 1, págs. 20-32 (1962).

HONJO, S.: *Coccoliths: Production, transportation and sedimentation*. Marine Micropaleontology, núm. 1, págs. 65-79 (1976).

LILLO CARPIO, M.; SAUTIER-CASECA, G.; MATEU, G., y LILLO CARPIO, P. A.: *Contribución al estudio geomorfológico del Mar Menor*. «El Cabezo de Calnegre» (En prensa).

MARTÍNEZ DÍAZ, C.: *Estudio micropaleontológico de cuatro cortes del Mioceno de Murcia*. Rev. Esp. Micropaleontología, vol. 1, núm. 2, págs. 147-180 (1969).

MATEU, G.: *Estudio sistemático y bioecológico de los foraminíferos vivientes de los litorales de Cataluña y Baleares*. Trabajos Instit. Esp. Oceanogr., núm. 38, pág. 84, lám. 28 (1970).

OBRADOR, A.; GILI I FOLCH, E.; PERMANYER, y CALVET ROVIRA, F.: *Components dels sediments carbonatats*. Inst. Cat. Hist. Nat. Barna. (1975).

PERCONIG, G.: *El Andaluciense*. XIII Coloquio Europeo de Micropaleontología, págs. 201-220 (1973).

POSTUMA, J. A.: *Manual of Planktonic Foraminifera*. Elsevier Publ. C. (1971).

SANDBERG, Ph.: *New interpretation of Great Salt Lake ooids and of ancient nonskeletal carbonate mineralogy*. Sedimentology, n. 22, págs. 497-537 (1975).

SASS, E.; WEILER, Y., and KATZ, A.: *Recent sedimentation and oolite formation in the Ras Matarma Lagoon, Gulf of Suez*. In: STANDLEY *et al.* (1972): *The Mediterranean Sea. A Natural Sedimentation Laboratory*. Dowden, Hutchinson & Ross. Inc. Strousburg. Pensilvania (1972).

SCHNEIDER, J.: *Biological and Inorganic Factors in the Destruction of Limestone Coats*. Contr. Sedimentology, 6, oct. 1976, págs. 1-112 (1976).

SVINIVASAN, M. S., and KENNET, J. P.: *Evolution and phenotypic variation in the Late Cenozoic Neoglobobulimina dutertrei plexus*. In: Takayanagi, Y., and Saito (1976), págs. 329-355 (1976).

TAKAYANAGI, Y., and SAITO, T.: *Progress in Micropaleontology*. Micropal. Press. New York (1976).

VAN COUVERING, J. A.; BERGGREN, W. A.; DRAKE, R. E.; AGUIRRE, E., and CURTIS, G. R.: *The terminal Miocene Event*. Marine Micropaleontology, núm. 1, págs. 263-286 (1976).

VERNIORY, R.: *Atlas de Paleontologie des Invertébrés*. Genève (1969).

Recibido: Enero 1979

Mineralogía y Mineralogénesis de los depósitos de talco de la serranía de Ronda (Málaga)

Parte I: Geología

Por M. RODAS (*), E. GALAN (**) y A. LA IGLESIA (***)

RESUMEN

En la primera parte de este estudio se presentan algunos aspectos económicos de los talcos, así como la distribución y geología de los indicios y explotaciones de la provincia de Málaga. Los depósitos de talco se encuentran asociados íntimamente a las intrusiones peridotíticas serpentinizadas de la Serranía de Ronda, tanto si aparecen en plena masa plutónica como si se presentan en los contactos con las rocas encajantes. Las mineralizaciones de talco siempre se concentran en zonas de fracturas fuertemente milonitizadas, en forma filoniana, mezcladas con serpentina. La potencia de estos filones oscila entre 2 y 15 m y la corrida puede llegar hasta los 600 m.

ABSTRACT

Some economical aspects of talc in Spain as well as the distribution and geology of the occurrences and mines of Malaga province are shown. Talc deposits are closely associate to the serpentized ultrabasic intrusions of the Serrania de Ronda (Betic Cordilleras). They occur inside of the plutonic rocks or at the border zone in contact with the host rock. Talc is concentrated in strongly mylonitized fracture zones, where appears mixed with serpentine. The thickness of these veins deposits varies between 2 and 15 m and they can reach up to 600 m long.

1. INTRODUCCION

Los yacimientos españoles de talco actualmente en explotación se encuentran distribuidos por las provincias de León (Puebla de Lillo), Almería (Lúcar, Somontin y Tíjola), Málaga (Serranía de Ronda) y Gerona (La Bajol y Massanet de Cabrenys). A nivel de indicio, o en todo caso carente de interés económico, ha sido citado en diversos puntos de la Sierra de Guadarrama, como en San Bartolomé y Pinares (Avila) y Colmenar del Arroyo, Horcajuelos y Puerto de la Cruz Verde (Madrid); también en Meaño (Pontevedra), Villamor (Lugo), Mallecina (Oviedo), Peña Prieta (Santander), Sondica (Vizcaya), Sallent (Huesca), Argentona y Cabrera de Mataró (Barcelona), Argentera (Tarrago-

na), Santa Olalla (Huelva), Orgiva y otros puntos de Sierra Nevada (Granada), Hellín (Albacete), Valdelacasa (Cáceres), Calera de León (Badajoz), etcétera (fig. 1a).

La producción española actual (1977) es del orden de las 60.000 Tm, lo que supone menos del 1 por 100 de la producción mundial, que en 1973 fue ya de 5,5 millones de Tm. El valor de la producción es de unos 168 millones de pesetas, habiendo sido suministrado el 50 por 100 de la producción por los depósitos de Puebla de Lillo (León).

En los yacimientos malagueños la producción vendible fue de 8.555 en 1976. En la tabla I, se recogen algunos datos estadísticos sobre la producción total de talcos en España y en la provincia de Málaga. Del estudio de dicha tabla se pueden deducir algunas conclusiones:

- Aumento de la producción total en el trienio 74-76, respecto del trienio anterior.
- Estacionamiento actual de la producción nacional y en la de Málaga.

(*) Departamento de Cristalografía y Mineralogía. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid.

(**) Departamento de Cristalografía y Mineralogía. Facultad de Ciencias. Universidad de Zaragoza.

(***) Grupo de Físico-Química Mineral del C. S. I. C. Madrid.

TABLA I

DATOS ECONOMICOS SOBRE TALCO (1)

Año	Produc. nacional (Tm.)	Produc. en Málaga (Tm.)	%total de la produc. de Málaga sobre el total nacional	Precio Produc. total x10 ³ ptas.	Precio Produc. de Málaga. x10 ³ ptas.	%del valor de la produc. de Málaga sobre el total
1.971	40.743	6.861	16,84	25.567	5.140	20.10
1.972	40.328	6.682	16,56	34.817	5.345	15.35
1.973	40.134	5.599	13,95	42.521	5.544	13.04
1.974	54.988	8.099	14,73	75.796	7.265	9.58
1.975	47.318	8.571	18.11	96.833	7.537	7.78
1.976	47.617	8.555	17.96	118.205	9.531	8.06

(1) (Elaborados a partir de la Estadística Minera de España 1.971-1.976).

- Progresivo aumento del precio total de la producción nacional, lo que habría que conectarlo con la evolución del índice de precios, que se eleva en este período.
- En contraposición con lo anterior, se produce una progresiva disminución del valor total de la producción de Málaga en relación con el resto del país. La contracción llega a suponer el 38 por 100 respecto a 1971. Se pone de relieve así el descenso de calidad del talco que se ha venido produciendo en esta provincia.

En efecto, el talco que se obtiene de los yacimientos de Málaga es de baja calidad, debido a la gran cantidad de clorita que contiene, lo que hace además que adopte tonalidades verdosas, dando índices de blancura relativamente bajos.

Sin embargo, aunque no aporten grandes volúmenes a la producción española, su estudio desde el punto de vista geológico es de gran interés, ya que su génesis a partir de rocas ultrabásicas es muy diferente a la de los yacimientos de León, Almería y Gerona.

El talco ha sido objeto en España de varios trabajos de investigación, tanto desde el punto de vista geológico y mineralógico como del tecnológico. Caben destacar entre estos estudios los de MENDIZÁBAL (1941), HERNÁNDEZ SAMPELAYO (1941), y RODAS y GALÁN (1973), sobre los criaderos de talco de Puebla de Lillo (León); los de Hoyos y

AHUMADA (1951) y ACOSTA et al. (1974), sobre la mineralogía y génesis del talco de Somontin y Lúcar (Almería), el de HOYOS y DELGADO (1958), que trata de la mineralogía del talco formado en las serpentinas del Barranco de San Juan, Sierra Nevada (Granada); el de ESTÉVEZ (1973), que describe algunas mineralizaciones del Pirineo gerundense; el de HERNÁNDEZ PACHECO (1967), que al estudiar el macizo ultramáfico de Ojén (Málaga) señala las mineralizaciones de talco existentes en la zona y su relación con la tectónica; los de GALÁN (Ed.) (1972) y LÓPEZ AGUAYO et al. (1974), con estudios concretos sobre algunos depósitos de la Serranía de Ronda, y por último los de ALVAREZ-ESTRADA (1952) y ALEIXANDRE y SÁNCHEZ CONDE (1970), que han estudiado diversas muestras de talcos españoles en relación con sus propiedades dieléctricas y cerámicas.

2. PLAN DE TRABAJO

La parte I de este estudio se dedica al estado actual de las explotaciones malagueñas de talco, localización geográfica y descripción geológica de los yacimientos.

En la parte II se discute la metodología de estudio y se presentan los resultados mineralógicos y químicos de los nueve yacimientos estudiados.

Finalmente, en la parte III, y valiéndonos de los resultados obtenidos, se establece la mineralogénesis de estos yacimientos.

3. ENCUADRE GEOLOGICO GENERAL DE LOS YACIMIENTOS DE TALCO

Los yacimientos estudiados se encuentran situados en la Serranía de Ronda, íntimamente relacionados con las manifestaciones peridotíticas de este sector de las cordilleras Béticas (fig. 1b).

Como encuadre geológico de los macizos peridotíticos se han empleado básicamente los trabajos de ORUETA (1917), FALLOT (1948), HOEPENER et al. (1964), CHAUVE (1967) y EGELER y SIMON (1969), así como las síntesis de datos recopilados por MAUTHE (1971) y la Hoja núm. 87 del mapa geológico de España a escala 1:200.000, redactada por FONTBOTE, ESTÉVEZ, NAVARRO-VILLA, OROZCO y SANZ DE GALDEANO (1972).

Los yacimientos de talco se encuentran en general siguiendo una dirección SO.-NE., normalmente en contacto con afloramientos peridotíticos. Estas rocas ultrabásicas se extienden por la provincia de Málaga, desde Estepona hasta las inmediaciones de Carratraca.

Los afloramientos peridotíticos, que están en relación directa con los yacimientos de talco estudiados en este trabajo, han hecho intrusión a través de las formaciones metamórficas del «Bético de Málaga», tanto en su tramo inferior (gneis) como en el intermedio (dolomías). Aparecen en conjunto cuatro grandes afloramientos peridotíticos y varios más pequeños.

En la Serranía de Ronda, este complejo ultrabásico está constituido fundamentalmente por hercólitas y harzburgitas. En menores proporciones se hallan también dunitas, piroxenitas de varios tipos, websteritas, noritas y gabros. Las rocas de este complejo han sido afectadas por procesos de serpentización de gran importancia, variables según las localidades. En algunos sectores la serpentización ha llegado a ser prácticamente total, como se observa en varios puntos de la Sierra de Mijas.

El primer trabajo que cita la presencia de rocas ultrabásicas en la Serranía de Ronda es de MAESTRE (1846), mencionando además la acción de un

metamorfismo de contacto de las peridotitas sobre las calizas, transformándolas en dolomías.

Posteriormente, EZQUERRA DEL BAYO (1859), ALVAREZ DE LINERA (1851) y especialmente MACPHERSON (1874, 1875, 1881) describen los principales afloramientos y su petrografía.

TARAMELLI y MERCALLI (1886) delimitan las masas peridotíticas y dan una hipótesis sobre la formación de la serpentina. Los trabajos de LEVY y BERGESON (1889) y de DUPARC y GROSSET (1916) aportan nuevos datos parciales.

El trabajo más significativo y completo, considerado ya como clásico, es el de ORUETA (1917), que contiene un estudio detallado de las intrusiones ultramáficas y de las demás rocas aflorantes. Según este autor, y como BUNTFUS (1967) y MOLLAT (1968) han confirmado después, existe, al menos en el afloramiento principal (Sierra Bermeja), una cierta distribución regular de las principales especies petrográficas referidas. Supone además que el magma ultrabásico cristalizó a grandes profundidades, formando un batolito que posteriormente se elevó hasta la superficie.

BLUMENTHAL (1949) considera los fenómenos de metamorfismo como poco acusados o inexistentes y cree que la intrusión se llevó a cabo por todos los puntos en que las masas marmóreas eran poco potentes, débiles y fracturadas, o no existían.

Sin embargo, TERMIER y TERMIER (1956) consideran estas peridotitas de origen metasomático, por transformación de rocas dolomíticas.

Más recientemente hay que reseñar sobre esta zona dos trabajos fundamentales de tipo petrográfico, uno de HERNÁNDEZ PACHECO (1967) sobre el macizo de Ojén y otro de AGUILAR et al. (1973) sobre los macizos de Carratraca, Ojén y Ronda, en orden a investigar el níquel existente en estas rocas.

El trabajo de recopilación de MAUTHE (1971), basado en su tesis, y en los de KOCKEL (1963), DURR (1967), MOLLAT (1968) y BUNTFUSS (1967), aporta nuevas ideas relativas a la genética de estos plutones, pero no incluye nuevos datos petrográficos.

Los trabajos de AGUILAR y otros (1973) y los de LOOMIS (1972 a y b y 1975) han aclarado una serie de dudas sobre el origen y condiciones de cristalización del magma ultrabásico, relación con otras

unidades, edad, zonaciones petrográficas, metamorfismo de contacto y relación con la tectónica de placas.

En síntesis, y basándonos en los trabajos ya citados y sobre todo en los datos aportados por LOOMIS (1975), las manifestaciones peridotíticas de la Serranía de Ronda proceden del manto y han intruido a alta temperatura en forma de diapiro en la serie pelítico-gneísica de la cobertera, como parte de un sistema de umbrales ultrabásicos que se extienden al O del mar de Alborán en las costas españolas y de Marruecos. La edad, según análisis de la relación K-Ar realizados en biotita y moscovita y roca total de la aureola de contacto, se sitúa entre el final del Oligoceno y el comienzo del Mioceno. Las paragénesis encontradas indican que estas rocas eran estables a presiones superiores a los 8 Kb en ambiente sólido, es decir, para temperaturas de 1.200°C a 1.300°C.

Respecto a la serpentina, se formó en parte durante el enfriamiento del magma ultrabásico (a temperaturas inferiores a los 500°C) y en parte por alteración supergénica. Las características texturales de algunas de las serpentinas indican que parte de ella se ha formado durante el proceso de ascenso.

Las serpentinas de origen autometamórfico están en íntima relación con zonas de dislocación tectónica y de borde, mientras la serpentización meteórica alcanza gran desarrollo, afectando a casi la totalidad de los afloramientos.

Las peridotitas aparecen con estructuras bandeadas planares (layering) que recuerdan la disposición de las rocas sedimentarias. Alternan las capas con predominio de olivino con otras con plagioclasas y piroxenos. El espesor varía entre 2 y 15 cm. La medida detallada de este layering ha servido para conocer la existencia de megaestructuras.

Los contactos de las rocas ultrabásicas con las rocas de caja son de dos tipos, magmáticos y tectónicos. El contacto con los gneises suele ser concordante y con los materiales paleozoicos del Bético de Málaga es tectónico. Asimismo, los contactos con los materiales no metamórficos, Eoceno-Oligoceno, son tectónicos o discordantes transgresivos.

Por último, son frecuentes, dentro de las masas peridotíticas, diques ácidos de pegmatitas y apli-

tas en fracturas posteriores a la red principal y por tanto sin relación genética con las peridotitas. Estos diques existen también en las rocas de caja.

4. LOCALIZACION DE LOS YACIMIENTOS ESTUDIADOS

Los depósitos de talco aparecen en grandes masas en todas las zonas de fractura del plutón peridotítico. También se encuentra de forma generalizada, pero a nivel de indicio, en los materiales de alteración de toda la masa ultrabásica.

Los yacimientos de talco seleccionados para este estudio están relacionados directamente con los dos afloramientos ultrabásicos más importantes de la Serranía de Ronda, que son la Sierra de Alpujata y la Sierra Bermeja (fig. 1b). En los de-

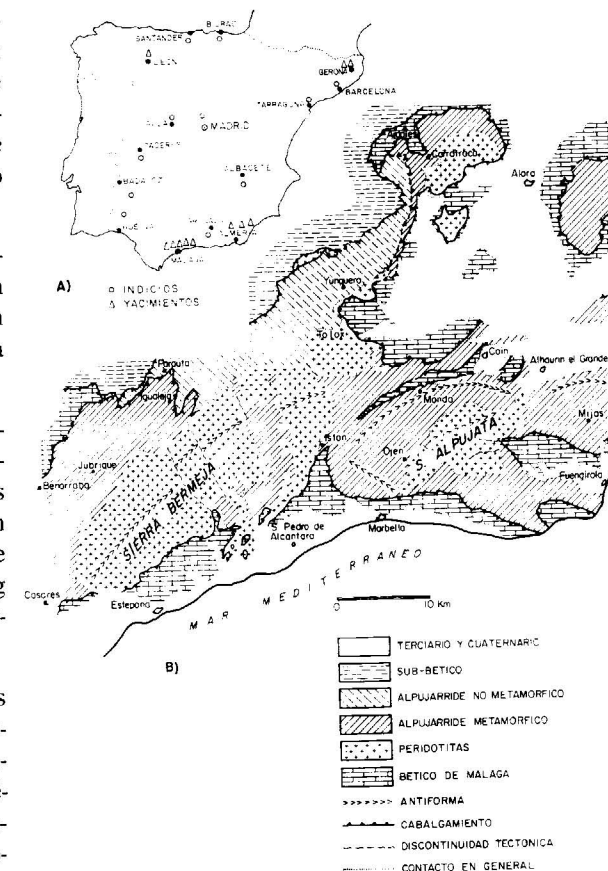


Figura 1.—(a) Distribución e indicio de talco en España. (b) Mapa geológico general de los macizos peridotíticos de la Serranía de Ronda (según CRESPO y REYES, 1973).

M-32: Roca carbonática, color amarillo arena, cogida en uno de los filoncillos que aparecen en el contacto con la roca caja.

Yacimiento MARINA

Descripción y materiales estudiados.

Se encuentra localizado el yacimiento en el cuadrante SO de la Hoja 1.066 a escala 1:50.000 (Coin) del M. T. N., al NO del cerro Chamorro. La zona mineralizada sigue una fractura de dirección NS, prácticamente vertical, que pone en contacto serpentinas muy trituradas con gneises granatíferos ricos en cuarzo y micas negra y blanca, la primera mucho más abundante. A veces se encuentran finos niveles de carbonatos incluidos en los gneises. El talco se presenta mezclado con fragmentos de serpentina irregularmente transformados. La potencia de la zona mineralizada es de unos 3 m y se explotaron aproximadamente 100 m en longitud. Hacia el E, dentro de los gneises, hay otra serie de fallas aproximadamente

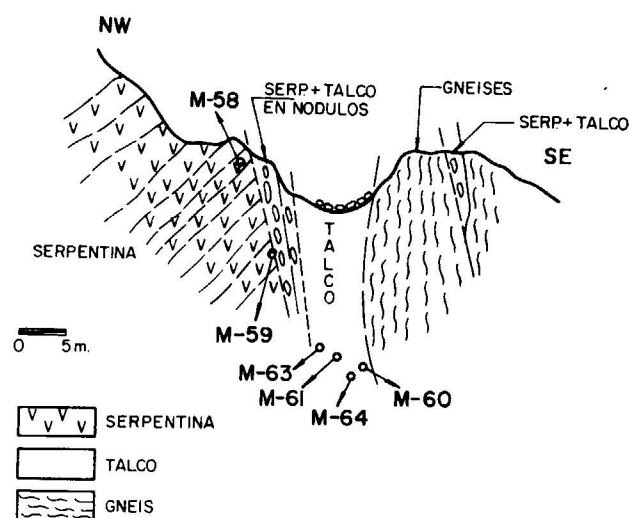


Figura 5.—Esquema geológico del yacimiento Marina. Las siglas M-58 a M-64 indican la situación de las muestras recogidas para su estudio.

paralelas a la descrita que repiten el contacto entre serpentinas y gneises, pero en ellos la transformación es mucho menor, observándose sólo algunas veces indicios de talco (fig. 5).

Descripción de las muestras.

M-58: serpentina masiva, atravesada por microfisuras de carbonatos que no tienen una dirección preferente.

M-59: Muestra tomada en el contacto con el hastial del yacimiento en la que se observan cristales de cuarzo de tamaños medios.

M-63, M-61, M-64, M-60: Rocas talcosas con serpentina de coloración verde clara. A medida que se aproximan al hastial SE aumentan las microfisuras rellenas de carbonatos.

M-62: Muestra tomada a unos metros del yacimiento, compuesta por serpentina con filoncillos rellenos de plagioclasas y menas metálicas.

B) Yacimientos asociados a fracturas en el exterior de las masas serpentínicas

Yacimiento INESPERADA

Descripción y materiales estudiados.

El yacimiento se encuentra al SO del arroyo del Laurel, al O del cerrillo del Abuelo (casa forestal), en el cuadrante SO de la Hoja 1.066 del M. T. N. a escala 1:50.000 (Coin). La mineralización está rellenando una fractura de dirección E-O que buza aproximadamente 30° N. La zona mineralizada tiene una potencia de 5 a 6 m (fig. 6).

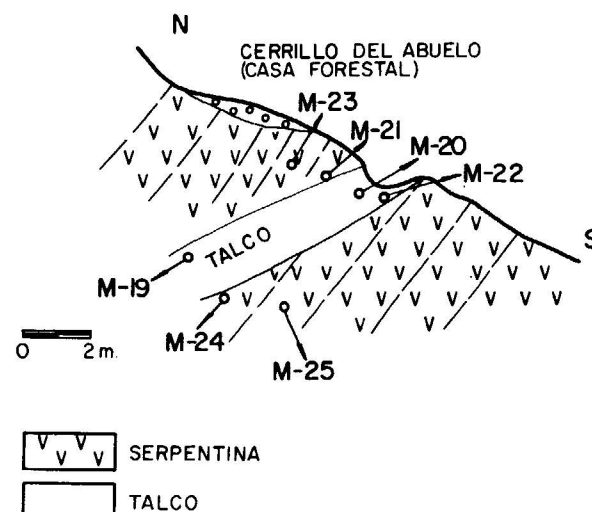


Figura 6.—Esquema geológico del yacimiento Inesperada. Las siglas M-19 a M-25 indican la situación de las muestras recogidas para su estudio.

El talco está asociado a fragmentos de serpentina en diversos estados de transformación, constituyendo una brecha de origen tectónico. Asociados a esta mineralización, se puede observar minerales fibrosos de tipo serpentínico, que se sitúan preferentemente en los bordes de la serpentina no fibrosa y el talco presenta la misma textura. Se explotó en galerías durante un cierto tiempo y actualmente se encuentra abandonada.

Descripción de las muestras.

M-23, M-21: Serpentina verde oscura, compacta, con pátina de alteración superficial y restos de menas metálicas.

M-19, M-20, M-22: Talco blanco verdoso, deleznable, con brillo sedoso y gran suavidad. Cuanto más próximo a los hastiales aparecen bloques de serpentina dentro de la masa talquizada, en fase de transformación y con tamaños que oscilan de 2-10 cm.

M-24: Serpentina verde oliva masiva, compacta, atravesada por pequeñas venillas más claras de talco.

M-25. Serpentina masiva, con multitud de venillas de minerales claros.

Yacimiento PEREZ-BRIAN

Descripción y materiales estudiados.

El yacimiento se encuentra localizado al N del arroyo del Tejar, en el cuadrante SO de la Hoja 1.066 del M. T. N. a escala 1:50.000 (Coin). La zona mineralizada arma en una fractura de dirección N 160° E, dentro de la serpentina, pero muy cerca del contacto, también por fractura, de dichos materiales con gneises y mármoles asociados. La mineralización tiene de 6 a 8 m de potencia y la zona explotada (actualmente abandonada) tiene unos 150 m de longitud (fig. 7). La mineralización está asociada a una zona muy fracturada.

El desarrollo del talco es irregular, nunca masivo, y aparece envolviendo fragmentos de serpentina. A veces, las zonas más ricas en talco se encuentran sobre los hastiales, dejando hacia el interior un material compuesto por talco con numerosos nódulos de serpentina. Sin embargo, en otras fracturas, la zona más rica en talco es la central.

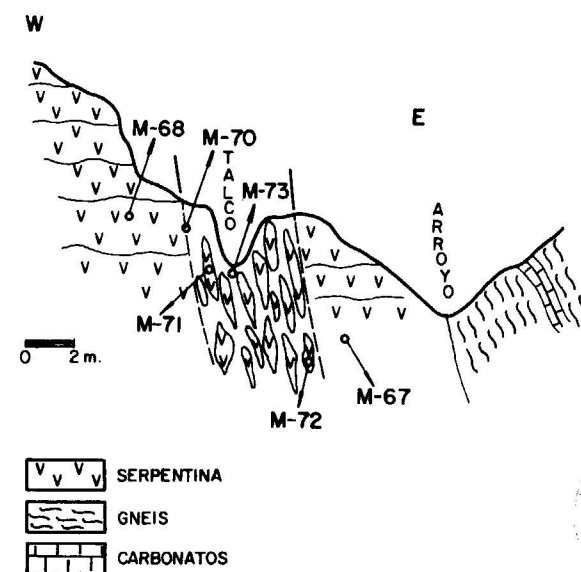


Figura 7.—Esquema geológico del yacimiento Pérez-Brian. Las siglas M-67 a M-73 indican la situación de las muestras recogidas para su estudio.

La serpentina asociada al talco presenta una textura fibrosa, asbestiforme en algunos casos, que podría tratarse de un anfíbol tipo tremolita o de un crisotilo. La poca fragilidad que presentan las fibras parece indicar que sean anfíboles.

Descripción de las muestras.

M-68, M-67: Serpentina, verde oscura, compacta, con tamaño de grano heterogéneo.

M-70: Roca compuesta por agregados cristalinos fibrosos de tipo asbestiforme.

M-71, M-73: Talco blanco verdoso, fibroso, mezclado con nódulos de serpentina parcialmente transformada.

M-72: Serpentina talquizada, masiva, con gran pátina de alteración superficial. Esta muestra ha sido tomada en los nódulos que aparecen dentro de la masa talquizada.

M-67: Serpentina verde oscura, masiva, tomada a unos metros del yacimiento.

Yacimiento RAFAELA

Descripción y materiales estudiados.

Al NO del cerro de los Linarejos se encuentra emplazado el yacimiento, en el cuadrante SO de

la Hoja 1.066 del M. T. N. a escala 1:50.000 (Coin). La mineralización ocupa una fractura de dirección EO y buzamiento 50° N, cuya potencia varía entre 2 y 4 m. La fractura está dentro de la masa serpentínica. La mineralización no es masiva, sino que presenta el mismo sistema de mezcla de fragmentos con talco, descrito en MARINA Y PEREZ-BRIAN.

El yacimiento se explotó en galerías, y actualmente se encuentra abandonado por dificultades en el transporte del mineral. Fue explotado en una corrida de 500 m (fig. 8).

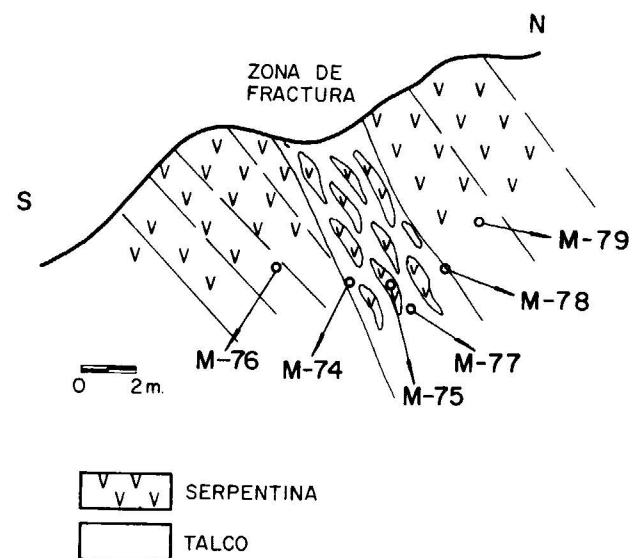


Figura 8.—Esquema geológico del yacimiento Rafaela. Las siglas M-74 a M-79 indican la situación de las muestras recogidas para su estudio.

Descripción de las muestras.

M-76, M-78, M-79: Serpentinillas verde claro, masivas, compactas, con tamaño de grano irregular. Hacia la masa central talquizada, aumenta la frecuencia de nódulos de serpentina en fase de transformación.

M-74, M-75, M-77: Rocas talcosas blanco verdosas con aspecto deleznable, y con nódulos de serpentina muy alterados.

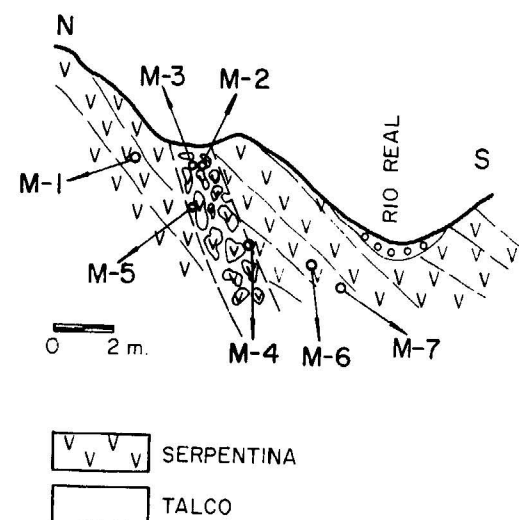


Figura 9.—Esquema geológico del yacimiento M.ª del Pilar. Las siglas M-1 a M-7 indican la situación de las muestras recogidas para su estudio.

Yacimiento MARIA DEL PILAR

Descripción y materiales estudiados.

El yacimiento se localiza al SO de la Hoja Topográfica núm. 1.066 (Coin) del M. T. N. a escala 1:50.000, al NO del cerro Granizo. La zona mineralizada aparece a lo largo de una fractura de dirección N 100° E, inclinada al S, dentro de la masa serpentínica, aunque cerca del contacto con los gneises y mármoles del complejo Maláguide (fig. 9). El talco se presenta asociado a fragmentos de serpentina en fase de alteración muy avanzada, aunque aún claramente visible. La potencia de la zona mineralizada con talco es de 2 ó 3 m y unos 50 m de corrida. Actualmente la explotación se encuentra abandonada.

Descripción de las muestras.

M-1, M-5, M-6, M-7: Serpentina recubierta de una pátina de alteración superficial que le hace adoptar una coloración parda. A veces, la roca está atravesada por venillas con materiales fibrosos. También se observan relictos de ferromagnesianos y menas metálicas.

M-3, M-2, M-4: Rocas talcosas de colores blanco-verdosos muy deleznales, con existencia de zonas más duras dentro de la misma masa en forma de nódulos. La frecuencia de los nódulos de serpentina talquizada aumenta hacia el hastial sur del yacimiento.

5.2. AREA SIERRA BERMEJA

A) Yacimientos asociados a fracturas dentro de la serpentina

Yacimiento COSTA DEL SOL

Descripción y materiales estudiados.

El yacimiento está próximo al pantano de Canceleda, situado en el cuadrante NO de la Hoja número 1.072 del M. T. N. a escala 1:50.000 (Estepona). La mineralización se encuentra a lo largo de un sistema de fallas de dirección N 20° E, la principal, y N 120° E y N 70° E las secundarias. El depósito más importante se encuentra a lo largo de la primera, pero las otras también están mineralizadas. Los hastiales están formados por serpentinas de aspecto brechoide sin orientación visible. La mineralización se desarrolla irregularmente; en la parte norte de la zona explotada hay grandes lentejones de talco, mientras que hacia el sur se encuentran fragmentos fibrosos de tamaños variables, englobados en una masa talcosa y en diversos estadios de transformación (fig. 10). En los fragmentos que se encuentran en la masa talquizada se observa una estructura concéntrica compuesta de fuera a dentro por las

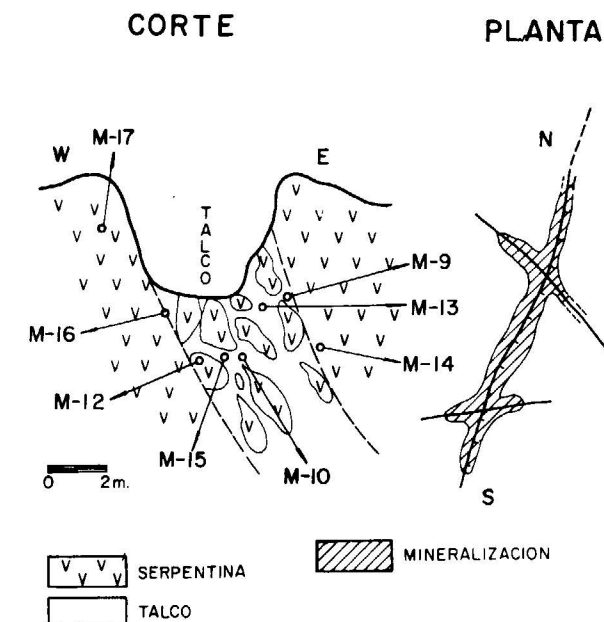


Figura 10.—Esquema geológico del yacimiento Costa del Sol. Las siglas M-9 a M-17 indican la situación de las muestras recogidas para su estudio.

siguientes capas: talco con textura fibrosa, a veces asociado a anfíboles asbestíferos, serpentina muy alterada con óxidos de hierro libres y talco diseminado, y serpentina alterada de color verde oliva, que conserva su textura original.

Descripción de las muestras.

M-17: Serpentina verde oscura, masiva, compacta, cristalina, con tamaño de grano microscópico. Tiene fractura concoidea y es muy dura.

M-16: Serpentina muy alterada. En las zonas donde la talquización es más acusada, el tacto es más suave y la dureza disminuye. También se observan microvenillas de minerales claros atravesando la serpentina.

M-12: Serpentina en fase de transformación a talco. Esta muestra está cogida en uno de los grandes bloques que aparecen dentro de la masa talquizada.

M-15, M-10, M-13, M-9: Talco blanco verdoso, muy deleznable, suave al tacto. Forma un conjunto con los minerales fibrosos, alternando zonas más duras con otras más blandas. Se pueden observar dos tipos de texturas: una fibrosa, correspondiente a los minerales fibrosos, y otra laminar, deleznable, con brillo sedoso que corresponde a talco.

M-14: Roca del hastial. Se trata de una serpentina con minerales fibrosos asbestíferos, de colores claros y muy deleznales.

Yacimiento MAJESTUOSA

Descripción y materiales estudiados.

El yacimiento está situado hacia el Km 3 de la desviación de la carretera general Cádiz-Málaga a Benahavis, en el cuadrante SO de la Hoja 1.065 del M. T. N. a escala 1:50.000 (Marbella). La mineralización arma en una fractura de dirección N 50° E y plano de falla inclinado 60° NO. Hay una serie de diaclasas ortogonales a esta fractura principal que también están mineralizadas. El depósito principal tiene de 4 a 5 m de potencia y 100 m, aproximadamente, de corrida, aunque en realidad sólo los 2 m centrales poseen talco en abundancia. El talco rodea fragmentos de serpentina de diversos tamaños. La serpentina en que arma el filón de talco tiene un color verde muy

oscuro y aspecto brechoide (fig. 11). La observación de este yacimiento es más difícil que la de los anteriormente descritos, debido a que ha sido abandonada su explotación hace ya muchos años y a la especial textura brechoide de la roca encajante.

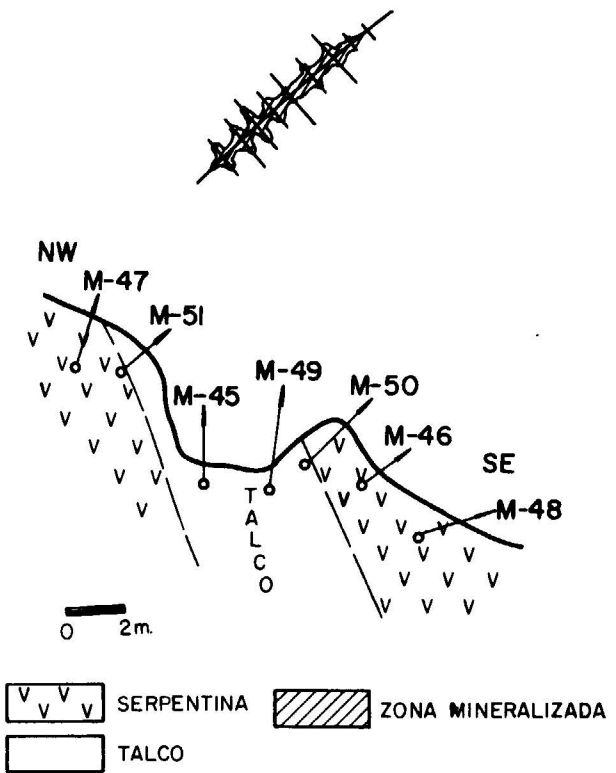


Figura 11.—Esquema geológico del yacimiento Majestuosa. Las siglas M-45 a M-51 indican la situación de las muestras recogidas para su estudio.

Descripción de las muestras.

M-47, M-51, M-46, M-48: Serpentina compacta, cristalina, con tamaño de grano microscópico y gran alteración superficial. En las inmediaciones del filón, el talco aparece rellenando fracturas que atraviesan la serpentina. Las rocas de los hastiales presentan la textura típica en piel de serpiente de la serpentina con menas metálicas y relictos de ferromagnesianos.

M-45, M-49, M-50: Talco verde claro, deleznable, con nódulos más duros de serpentina talquizada, que aparecen, como en anteriores yaci-

mientos, rodeadas de talco. Toda la roca está cubierta de una pátina de alteración superficial, dándole un color pardo amarillento y una gran suavidad. A pequeña escala, se observan espejos de falla típicos del contacto, así como pequeñas fracturillas secundarias que atraviesan las muestras.

B) Yacimientos asociados a fracturas en contacto con mármoles

Yacimiento Km 5,2 DE LA CARRETERA A BENAHAVIS

Descripción y materiales estudiados.

El yacimiento se encuentra localizado en el Km 5,2 de la carretera que va de San Pedro de Alcántara a Benahavis. Está emplazado en el cuadrante SO de la Hoja 1.065 del M. T. N. a escala 1:50.000 (Marbella). La mineralización se encuentra asociada a una fractura de dirección N

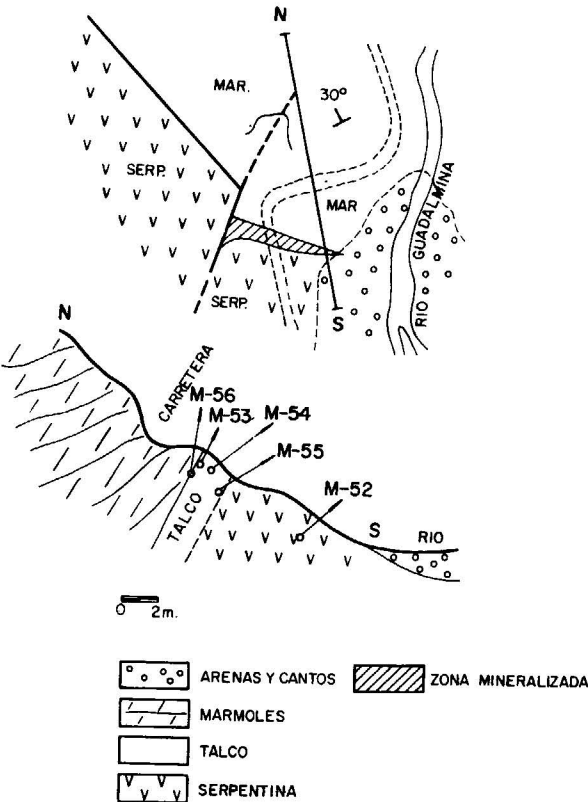


Figura 12.—Esquema geológico del yacimiento Km 5,2. Las siglas M-52 a M-56 indican la situación de las muestras recogidas para su estudio.

100° E, que pone en contacto la roca serpentini-
zada con formaciones marmóreas (fig. 12). El
talco se presenta en pequeñas fracturillas que
atraviesan la masa serpentínica, formando, en al-
gunos casos, una auténtica mezcla. La alteración
meteórica sufrida, así como los derrumbes, hacen
difícil la observación del contacto.

Este yacimiento no ha sido explotado anterior-
mente, ni tampoco está descrito ni denunciado.
Se ha creído conveniente su estudio, porque, aun-
que económicamente carece de importancia, es
interesante la localización del talco en fracturas
que ponen en contacto las serpentinas con una
potente formación de mármoles, caso poco fre-
cuente en la Serranía de Ronda, donde como se
ha visto suele presentarse asociado a gneises
o en medio de la masa peridotítica serpentini-
zada.

Descripción de las muestras.

M-52: Serpentina verde muy oscura, compacta,
cristalina, con tamaño de grano variable y al-
teración superficial.

M-55, M-53: Material deleznable de dureza media,
con restos de serpentina y venas rellenas de
talco que atraviesan las muestras. En ciertas
zonas se observa la existencia de carbonatos,
que corresponden a un material milonítico.

M-54: Material muy deleznable y dureza media,
con multitud de venas rellenas de talco que
atraviesan la muestra. Se pueden observar ade-
más nódulos de serpentina muy transformados.

M-56: Muestra recogida en el contacto con los
materiales carbonáticos. Color blanco grisáceo
y textura criptocristalina. En varias zonas se
pueden observar cristales de hasta 3 mm de
diámetro, muy angulosos, englobados en una
matriz calcárea.

TABLA II

RELACION, SITUACION E INTERES ECONOMICO DE LOS DEPOSITOS ESTUDIADOS

	Nombre	Localidad y paraje	Coordenadas geográficas	Estado actual de la explotación	Interés económico
SIERRA DE ALPUJATA	POR FIN	Mijas. S del arroyo de los Toros	4° 44' 19,8" Long. 36° 35' 15" Latit.	Activo	grande
	MARINA	Mijas. NO del Cerro Camorro.	4° 44' 19,8" Long. 36° 33' 41,4" Latit.	En paro	ninguno
	INESPERADA	Mijas. SO del arroyo del Laurel.	4° 44' 30" Long. 36° 33' 54" Latit.	En paro	pequeño
	PEREZ-BRIAN	Ojen. N del arroyo del Tejar.	4° 50' 06" Long. 36° 33' 54" Latit.	En paro	medio
	RAFAELA	Mijas. NE del cerro de los Linarejos.	4° 46' 3,6" Long. 36° 33' 54" Latit.	En paro	medio
	M.ª DEL PILAR	Ojen. NO del cerro Granizo.	4° 60' 0,83" Long. 36° 33' 28,2" Latit.	En paro	pequeño
SIERRA BERMEJA	COSTA DEL SOL	Estepona. E del embalse de Cancelada.	5° 2' 24" Long. 36° 28' 13,8" Latit.	En paro	medio
	MAJESTUOSA	Benahavis. O Km 3 carretera a Benahavis	5° 2' 7,8" Long. 36° 30,31' 16,2" Latit.	En paro	ninguno
	Km. 5,2 a BENAHAVIS	Benahavis. O Km. 5,2 carretera a Benahavis	5° 2' 7,8" Long. 36° 30,50' 27,6" Latit.	Sin explotarse	ninguno

6. CONCLUSIONES

Los depósitos de talco de la Serranía de Ronda se encuentran asociados íntimamente con las intrusiones ultrabásicas serpentinizadas, tanto si arman en el interior de la masa plutónica como si se presentan en los contactos con las rocas encajantes de las serpentinas.

De los diferentes macizos peridotíticos que forman el conjunto ultrabásico de la Serranía de Ronda, el talco se halla prácticamente concentrado en el macizo de Ojén, ampliamente serpentizado.

El talco aparece exclusivamente asociado a fracturas, tanto si está en el interior de la masa plutónica, como si aparece en el contacto con las rocas encajantes (gneises, pizarras, mármoles) o aparecen en la propia masa plutónica.

No se ha observado mineralizaciones preferentes a lo largo de ninguno de los sistemas de fallas determinados en los diferentes macizos.

El relleno de talco oscila entre 2 y 15 m en los filones estudiados y la corrida puede llegar hasta los 600 m.

BIBLIOGRAFIA

- ACOSTA, A.; RODRÍGUEZ GALLEGU, M., y GARCÍA-CERVIGON, A.: *Estudio mineralógico de los yacimientos de talco de Somontín y Lucar (Almería)*. Estudios Geol., 30, 459-462 (1974).
- AGUILAR, M. J.; CRESPO, V.; REYES, J. L.; APARICIO, A.; FUSTER, J. M.; MUÑOZ, M., y SAGREDO, J.: *Investigaciones de níquel en los macizos ultrabásicos de Málaga. Nuevos datos sobre la geología y petrogénesis*. Bol. Geol. y Min., 84, 447-472 (1973).
- ALEXANDRE, V., y SÁNCHEZ CONDE, C.: *Curvas dilatométricas de talcos granulares y de talcos laminares*. Bol. Soc. Esp. Ceram., 9, 741-794 (1970).
- ALVAREZ ESTRADA, D.: *Estudios sobre talcos españoles y sus aplicaciones en dieléctricos para alta frecuencia*. Tesis doctoral. Public. de la Fac. de Ciencias. Universidad de Madrid (1952).
- ALVAREZ DE LINERA, A.: *Reseña geognóstica y minera de la provincia de Málaga*. Soc. Malagueña de Ciencias. Bol. marzo-septiembre, 161 (1851 a).
- ALVAREZ DE LINERA, A.: *Descripción del criadero de níquel de Carratraca*. Málaga. Rev. Minera, t. II, 125-250 (1851 b).

- BLUMENTAL, M. M.: *Estudio geológico de las cadenas costeras al O de Málaga entre el río Guadalhorce y el río Verde*. Bol. IGME, 62, 11-189 (1949).
- BUNTFUS, J.: *Die geologie der kustenketten zwischen em Rio Verde und dem Campo de Gibraltar (westliche Betische Kordillere, Sudspanien)*. Geol. Jb., t. 88, 373-420 (1967).
- CHAUVE, P.: *Tectonique du subbetique dans le Nord de la province de Cadix (Espagne Meridionale)*. Bull. Soc. Geol. France, 7, 235-247 (1967).
- DUCARÇ, C. L., et GROSSET, A.: *Etude comparée des gites platiníferos de la Serranía de Ronda et de l'Oural*. Mem. Soc. Phy. et Hist. Nat., 38, 5, Gèneve (1916).
- DURR, St.: *Geologie der Serranía de Ronda und ihrer südwestlichen züsläufer (Andalusien)*. Geol. Romana, VI, 1-73 (2 mapas E. 1:60.000) (1967).
- EGELER, C. G., and SIMON, O. J.: *Orogenic evolution of the Betic zone (Betic cordilleras. Spain) with emphasis on the nappe structures*. Geol. Mijnb., 43, 296-305 (1969).
- EZQUERRA DEL BAYO, J.: *Ensayo de una descripción general de la estructura geológica del terreno de España*. Mem. R. Acad. Cienc., 1 (2) (1850).
- ESTÉVEZ, A.: *La variante meridional del Pirineo catalán al norte del curso medio del río Eluvia*. Tesis doctoral núm. 44. Universidad de Granada (1973).
- FALLOT, P.: *Les Cordilleres Betiques*. Estudios Geol., 8, 83-172 (1948).
- FONTBOTÉ, J. M.; ESTÉVEZ, F.; NAVARRO-VILA, M.; OROZCO, y C. SANZ DE GALDEANO: *Hoja núm. 87. Algeciras (Málaga)*. IGME, Madrid (1972).
- GALÁN, E. (Ed.): *Field-Trips Guide of the 1972 International Clay Conference*. Soc. Esp. Arc. Madrid (1972).
- HERNÁNDEZ PACHECO, A.: *Estudio petrográfico y geoquímico del macizo ultramáfico de Ojén (Málaga)*. Estudios Geol., 23, 85-143 (1967).
- HERNÁNDEZ SAMPELAYO, A.: *Los criaderos de talco de Puebla de Lillo (León)*. Not. y Com. IGME, 8, 3-48 (1941).
- HOEPPENER, R.; HOPPE, P.; DURR, S., et MOLLAT, M.: *Ein querschnitt durch die Betischen Kordilleren bei Ronda (SW Spanien)*. Geol. Mijnb., 43, 282-298 (1964).
- HOYOS, A., y AHUMADA, M.: *Análisis de un talco blanco de Lucar (Almería)*. Génesis de un talco de Lucar (Almería). Anal. Edaf. y Fisiol. Veg., 10, 117-124 y 125-133 (1951).
- HOYOS, A., y DELGADO, M.: *Estudio mineralógico de un talco*. Anal. Edaf. y Fisiol. Veg., 17, 163-172 (1958).
- KOCKEL, F.: *Die Geologie des Gebietes zwischen dem Guadalhorce und dem Plateau von Ronda (Südspanien)*. Geol. Jb., 81, 413-480 (1 mapa E. 1:50.000 y 1 mapa E. 1:75.000, aprox.) (1963).
- LEVY, M., et BERGESON, J.: *Mission d'Andalousie. Etudes relatives au tréblement de terre du 25 Décembre 1884*

- et á la Constitution Geologique du sol ébranlé par les recourses. Mem. Acad. Sci., 25, 2 París. Traducción española: Bol. Map. Geol. Esp. 1890, 1891, 1892 (1889).
- LOOMIS, T. P.: *Contact metamorphism of pelitic rock by the Ronda ultramafic intrusion, Southern Spain*. Geol. Soc. Amer. Bull., 83, 2449-2472 (1972 a).
- LOOMIS, T. P.: *Diapiric emplacement of the Ronda high temperature ultramafic intrusion, Southern Spain*. Geol. Soc. Amer. Bull., 83, 2475-2496 (1972 b).
- LOOMIS, T. P.: *Tertiary mantle diapirism, orogeny and plate tectonics East of the strait of Gibraltar*. Amer. J. Sc., 275, 1-29 (1975).
- LÓPEZ AGUAYO, F.; CABALLERO, M. A.; LA IGLESIA, A., y MARTÍN VIVALDI, J. L. Jr.: *Estudio mineralógico del talco de Cancelada (Málaga)*. Estudios Geol., 30, 463-470 (1974).
- MAUTHE, F.: *La Geología de la Serranía de Ronda (Cordillera Bética Occidental)*. Bull. Geol. Min., 82, 1-36 (1971).
- McPHERSON, J.: *Memoria sobre la estructura de la Serranía de Ronda a la izquierda del río Guadiaro*. Imprenta Médica, Cádiz, 91 págs. (1874).

- McPHERSON, J.: *Breves apuntes sobre el origen peridotítico de la Serranía de Ronda*. An. Soc. Esp. Hist. Nat., 4 (1) (1875).
- McPHERSON, J.: *Descripción de algunas rocas que se encuentran en la Serranía de Ronda*. An. Soc. Esp. Hist. Nat., 8 (1881).
- MENDIZÁBAL, J.: *Estudio industrial del caolín en la España Nacional*. Not. y Com. IGME, 8, 49-80 (1941).
- MOLLAT, H.: *Schichtenfolge und tecktonischer Bau der Sierra Blanca und ihrer Umgebung*. Geol. Jb., 86, 471-532 (1968).
- ORUETA, D.: *Estudio geológico y petrológico de la Serranía de Ronda*. Mem. IGME, 28 (1917).
- RODAS, M., y GALÁN, E.: *Contribución al estudio mineralógico de los depósitos de talco de Puebla de Lillo (León, España)*. Bol. Geol. y Min., 84, 347-365 (1973).
- TARAMELLI, T., e MERCALLI, G.: *Il terremoto andalusi cominciati il 25 dicembre 1884*. Real Accad. Lincei, Roma (1886).
- TERMIER, H., et TERMIER, G.: *L'evolution de la lithosphere. I. Petrogénesis*. Masson et Cie. París, 525-530 (1956).

Recibido: Enero 1979

GEOLOGIA

Bosquejo morfológico de la cuenca del río Bullaque (Ciudad Real)

Por E. REDONDO (*) y E. MOLINA (**)

RESUMEN

El río Bullaque, afluente del Guadiana por su margen derecha, presenta una cuenca fluvial formada por una sucesión de depresiones estructurales y umbrales paleozoicos que las separan. Estas cubetas están rellenas por depósitos de abanicos aluviales muy bien conservados, los cuales se encajan por debajo de los restos de una superficie morfológica que queda adosada a la vertiente sur de los Montes de Toledo.

Por otro lado, en esta zona se encuentran varios tipos de acumulaciones de óxidos de Fe y Mn de diferentes edades y situadas a distintas alturas.

El presente trabajo ofrece una interpretación genética de la morfología actual de la región, señalando la importancia de una fase tectónica de edad Pliocena en los Montes de Toledo.

ABSTRACT

MORPHOLOGICAL SKETCH OF THE BASIN OF RIVER BULLAQUE (CENTRAL SPAIN).

The basin of river Bullaque, tributary of Guadiana by the right side, is a succession of structural depressions and shoulders. These depressions have been filled up by deposits of alluvial fans which lie below the remnants of a morphological surface starting the southern watershed of Montes de Toledo.

Furthermore, different types of accumulations of Fe and Mn oxides have been found in this area. They belong to different ages and occur in several morphological positions.

This paper offers a genetic interpretation of the present morphology of the basin, emphasising the importance of a tectonic phase in Montes de Toledo during the Pliocene epoch.

1. INTRODUCCION

El río Bullaque es un afluente del Guadiana por su margen derecha, y la razón fundamental por la que se ha elegido esta cuenca para el presente trabajo es el hecho de que, por sus características de drenaje, una gran parte de su morfología actual es heredada y únicamente los procesos recientes han originado pequeños retoques dentro del contexto morfológico general.

Por otro lado, existen una serie de corazas y acumulaciones ferruginosas cuya interpretación está estrechamente relacionada con condiciones

morfológicas pasadas y cuya presencia es un hecho indicativo a nivel regional.

La cuenca del río Bullaque se encuentra situada entre los Montes de Toledo, que la limitan al N, y el río Guadiana, al S. La confluencia entre ambos ríos se localiza en las proximidades de Luciana, al O de Ciudad Real (fig. 1). Sus coordenadas geográficas aproximadas son 39° 00' y 39° 30' latitud N, 4° 00' y 4° 30' longitud O (Meridiano de Greenwich), ocupando una extensión de 2.066 Km². Por tanto, forma parte de la superficie cubierta por las Hojas números 710, 711, 735, 736, 758, 759 y 783 del M. T. N. a escala 1:50.000.

De los diferentes trabajos consultados que se ocupan del estudio geológico y morfológico de la región (HERNÁNDEZ-PACHECO, 1932 a, b.; IGME, 1971; MUÑOZ, 1974; FISCHER, 1977; etc.) merecen especial atención los de HERNÁNDEZ-PACHECO. Se-

gún este autor, el Bullaque actual es un río originado por captura del Bullaque alto por el Bullaque inferior. Supone que el tramo alto desembocaba en el Bañuelos, situado al E de la zona estudiada en las proximidades de Malagón, al N de Ciudad Real. El Bullaque inferior capturó al superior al final del Plioceno y la zona de captura se debió localizar al O de Porzuna.

Recientemente, MOLINA (1975), ha mostrado la existencia de una superficie morfológica pliocena a una cota de unos 640-645 m. Esta superficie tiene una gran importancia, como veremos, para la discusión de la evolución morfológica de la región.

nicas en dicho basamento. Por fin la de «Piedrabuena» es debida al hundimiento del borde periclinal de un nuevo sinclinal encajado entre varias fallas que lo aislan.

Todas estas depresiones aparecen rellenas por depósitos detríticos de diversas edades y litologías. Además, existen materiales volcánicos de tipo básico que pueden ocupar grandes extensiones dentro de ellas (volcanes de Porzuna y Piedrabuena).

Refiriéndose exclusivamente a los depósitos detríticos que rellenan las depresiones anteriormente señaladas, se pueden distinguir cuatro tipos fundamentales:

2. GEOLOGIA REGIONAL

El área estudiada se sitúa en el borde E del Macizo Hespérico, en la zona de contacto entre dicho macizo y la cuenca terciaria de la Mancha. Se presenta formada por un basamento cámbrico y ordovícico de pizarras y cuarcitas intensamente plegadas y fracturadas, siendo la dirección fundamental de las estructuras ONO-ESÉ (IGME, 1971).

El Macizo Hespérico se hunde progresivamente hacia el E bajo las series miocenas y pliocenas de la Mancha, cuyo extremo más occidental se localiza para la zona estudiada en el valle del arroyo Becea, en las proximidades de Las Peras, entre Porzuna y Malagón. Al O de dicho contacto, el Macizo Hespérico presenta cuatro depresiones que son drenadas por el río Bullaque y que de N a S son las siguientes:

- Depresión de «El Molinillo».
- Depresión de «Retuerta del Bullaque».
- Depresión de «El Robledo».
- Depresión de «Piedrabuena».

La depresión de «El Molinillo» está drenada por el río Milagro, afluente del Bullaque por su margen izquierda. Esta depresión se debe a la terminación periclinal de un gran sinclinal de dirección E-O y cuyos flancos originan la sierra del Castañar y de los Torneros.

La segunda de estas depresiones se debe a otro nuevo sinclinal en el basamento, de dirección armoricana. La depresión de «El Robledo» es consecuencia de la alternancia de horst y fosas tectó-

1. Coraza ferralítica marginal

Se localiza sobre los bordes paleozoicos a una altura entre los 600 m y los 620 m. Se presenta en bancos subhorizontales y puede tener una potencia de 1 m a 4-5 m. Está constituida por fragmentos más o menos angulosos de cuarzos y cuarcitas cementadas por óxidos de Fe y Mn, formando una brecha muy dura. Localmente los bancos brechoides alternan con otros más arenosos, pero siempre muy cementados.

2. Arenas y arcillas arenosas

Se encuentran en la depresión de «El Robledo» y a lo largo de la carretera que une Alcoba con Piedrabuena, al O del Bullaque. Presentan varios tipos de estructuras sedimentarias y pueden estar más o menos cementadas por óxidos de Fe y Mn, pudiendo tener dichas cementaciones una alternancia rítmica y en conjunto dar varios metros de grosor. Estas cementaciones son debidas a fenómenos de encharcamiento bastante generalizados.

No se han encontrado estas arenas por encima de los restos de la coraza marginal, lo que podría indicar que dicha coraza fuera el límite superior marginal de una posible cuenca de sedimentación antigua. Hasta el momento presente es un problema no resuelto.

Otro problema sin resolver es la edad de estos depósitos arenosos. Según HERNÁNDEZ PACHECO

(*) Departamento de Cristalografía y Mineralogía Universidad Complutense de Madrid (C. U. C. R.).

(**) Departamento de Geomorfología y Geotectónica Universidad de Salamanca.

(1932, a) estas arenas podrían ser de una edad miocena, aunque no precisa la suposición de esta edad.

3. Depósitos de abanicos aluviales

Constituyen el relleno superficial más importante de las depresiones indicadas. Aunque este punto se estudia con mayor detalle en el apartado de Morfología, aquí conviene señalar que se pueden distinguir dos tipos de materiales:

- Depósitos de cantos subangulosos y desgastados. Suelen corresponder a los abanicos más antiguos, que son además los que ocupan las mayores extensiones.
- Depósitos de cantos no desgastados. Se corresponden con los canchales actuales y abanicos más recientes que se encajan en los anteriores y presentan un menor desarrollo.

4. Depósitos de terrazas

Forman enormes extensiones planas en la depresión de «El Robledo», pero presentan un pequeño desarrollo en potencia (apenas 1-2 m de espesor). La mayor parte de sus materiales son directamente heredados de los abanicos aluviales y se diferencian de ellos por su mayor homogeneidad.

En algunos casos ha sido posible localizar tres niveles de terrazas por encima de la llanura de inundación de los ríos actuales en unos 15-18 m de encajamiento de la red, siendo un rasgo muy indicativo la cementación de estos materiales por óxidos de Fe y Mn debidos a procesos de encharcamiento, los cuales se siguen produciendo actualmente.

3. DESCRIPCION MORFOLOGICA GENERAL DE LA CUENCA

Como ya se ha señalado, la cuenca del Bullaque es una sucesión de cuatro depresiones estructurales rellenas por materiales detríticos (fig. 1). Estas depresiones se comunican entre sí por una serie de pasos y gargantas que el río ha conse-

guido abrir en los umbrales paleozoicos que los separan.

El primero de estos umbrales separa la depresión de «El Molinillo» de la de «Retuerta del Bullaque», a una cota de unos 720 m, en las proximidades del kilómetro 71 de la carretera que une Piedrabuena con Torrijos.

El segundo paso se localiza en la Torre de Abraham, junto al km 85 de la citada carretera, a una altura de unos 645 m, y está originado por una serie de cuarcitas armoricanas de dirección E-O que buzcan hacia el N. Actualmente en esta zona se localiza la presa del pantano de la Torre de Abraham.

El paso de la depresión de «El Robledo» a la de «Piedrabuena» se hace atravesando una serie de umbrales sucesivos. El primero de ellos está situado a O de Porzuna, junto a las Casas del Río, a unos 570-575 m de altura. En este umbral y sobre los materiales paleozoicos, se localizan los restos de la coraza a una cota de 600 m. Un segundo umbral se sitúa al NO de Piedrabuena y consiste en un tramo muy angosto de unos 7 Km de longitud, en donde el río desciende desde los 555-558 m. hasta los 540 m. aproximadamente. A la salida de esta zona se vuelven a encontrar restos de la coraza ferralítica a cotas similares a la anterior.

El último umbral paleozoico se encuentra en las proximidades de Luciana, a los 535 m de altura y a unos 3 Km de la desembocadura del Bullaque en el Guadiana. En esta región existen restos de arenas y arcillas arenosas cementadas por óxidos de Fe y Mn. La unión entre ambos ríos se hace alrededor de los 530 m.

El resumen de lo expuesto aparece representado esquemáticamente en el perfil de la figura 2, en donde se ha exagerado la escala vertical para destacar el efecto de los umbrales en dicho perfil.

Tramos del río Bullaque

Pendiente media de los tramos

Depresión de «Retuerta» ...	Zona de cabecera ...	25 %
Depresión de «El Robledo» ...	Centro de depresión ...	4 %
Tramo angosto	2 %
Depresión de «Piedrabuena»	1,5 %
...	1 %

A continuación se estudia con cierto detalle la

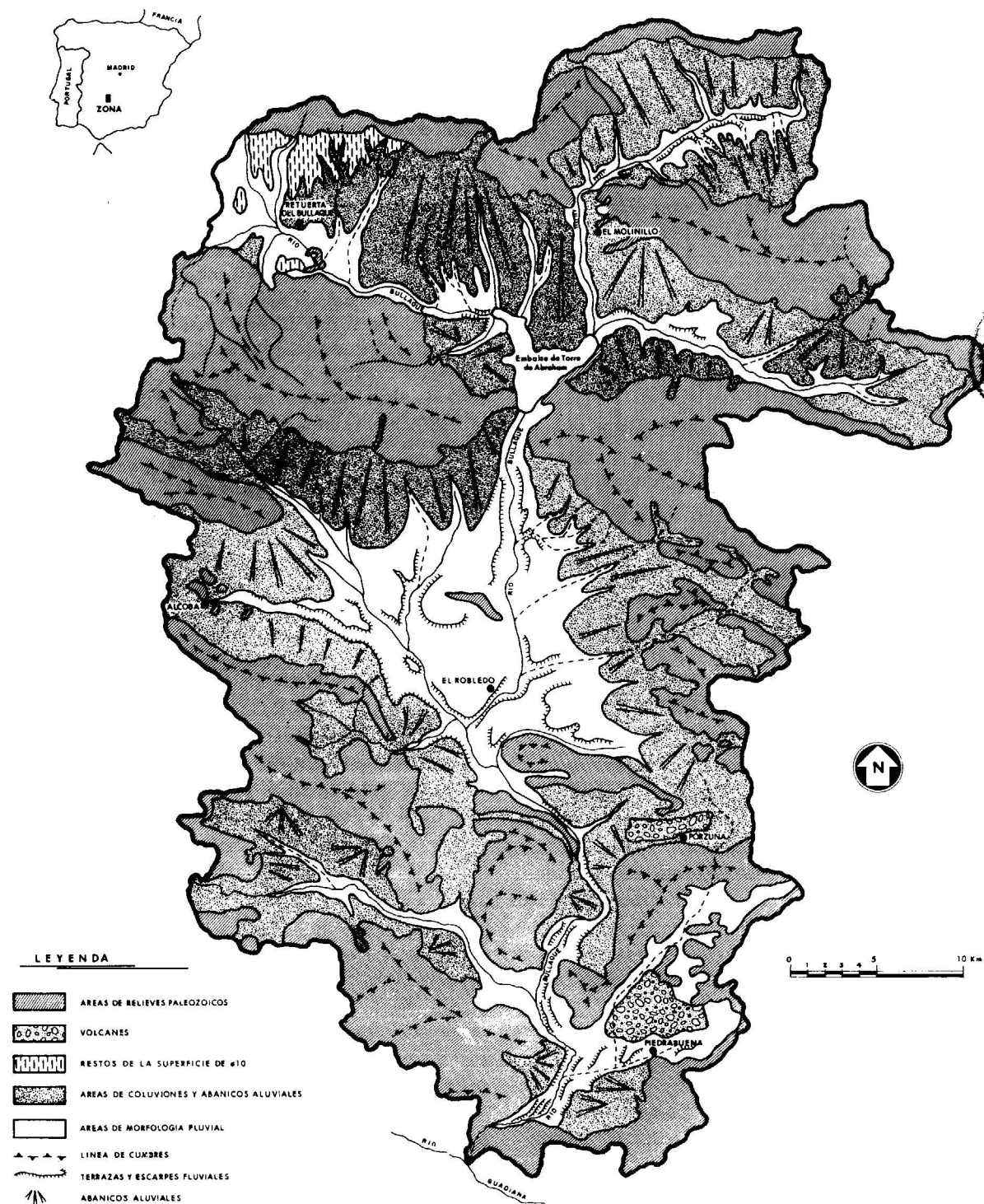


Fig. 1.—Esquema morfológico de la cuenca del Bullaque.

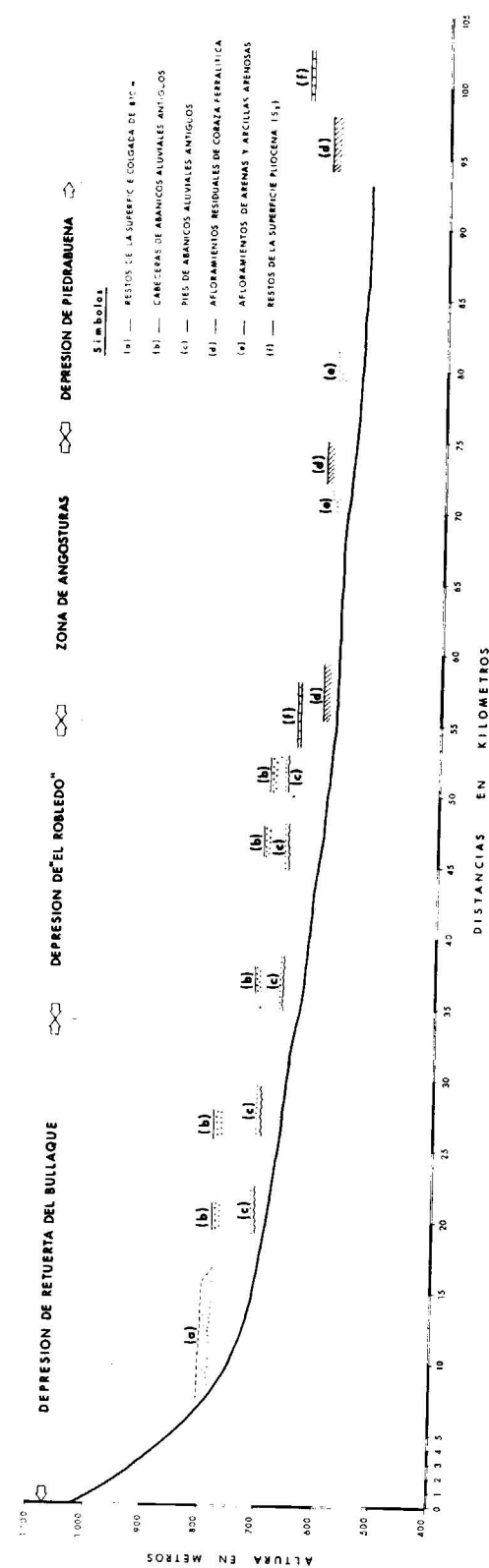


Fig. 2.—Perfil longitudinal del río Bullaque.

morfología de cada una de estas depresiones con objeto de explicar el esquema morfológico regional (fig. 1) y sacar las consecuencias oportunas.

3.1 DEPRESION DE «EL MOLINILLO»

a) *Frentes de Sierra.* Constituidos por cuarcitas y pizarras ordovícicas con dirección dominante E-O. Su base se localiza a los 820 m aproximadamente, pudiendo alcanzar los 1.350 m en sus cimas. En este frente se localizan abundantes canchales actuales.

b) *Superficies glacis de los abanicos aluviales.* Ocupan grandes extensiones con pendientes del 6 al 8 por 1.000. Estos abanicos se corresponden con salidas de arroyos actuales que, naciendo en las sierras, desembocan en el río Milagro y se encajan bajo estas superficies.

c) *Terrazas.* Existen algunos resaltes de terrazas localizados principalmente en la margen izquierda del río Milagro. Hasta ahora hemos localizado con claridad un solo resalte de terrazas entre los abanicos aluviales de ambos lados del río y la llanura actual de inundación.

3.2 DEPRESION DE «RETUERTA DEL BULLAQUE»

a) *Frentes de Sierra:* Formados por pizarras y cuarcitas en sentido amplio. Su base puede encontrarse por encima de los 750 m y sobrepasar los 1.200 m en sus cimas. Pendientes variables que dan lugar a rampas que son rotas por torrentes y arroyos activos estacionalmente.

b) *Restos de una superficie morfológica antigua.* Se localizan al O y S de Retuerta entre los 810 m y 830 m de altura. Parece descender suavemente desde la sierra hacia el centro de la depresión y hacia el E (?). Se ha encontrado en unos materiales detríticos de cantos y gravas de cuarcitas y cuarzos con potencias de 3-4 m, apoyados sobre unas pizarras arrasadas más o menos alteradas. Dicha superficie queda en cerros aislados formando mesetas y sólo se hallan en la cabecera del Bullaque.

c) *Superficies glacis de los abanicos aluviales.* Los abanicos ocupan la mayor parte de la superficie de esta depresión, teniendo un mayor desarrollo en la margen izquierda del río, lo que hace que

el valle fluvial sea claramente asimétrico. Todas sus cabeceras se corresponden con salidas de valles actuales, estando los arroyos encajados varios metros bajo la superficie de estos abanicos.

Existen varias fases de formación de abanicos, estando las bases de los más recientes encajadas por debajo de las superficies de los abanicos más antiguos. Siempre el abanico más antiguo presenta un mayor desarrollo superficial y una pendiente menor que la del abanico más reciente.

Refiriéndonos a los abanicos antiguos, su cabecera se localiza hacia los 780 m en el borde N de la depresión y a unos 750 m en su borde S, siendo la base de ambos sistemas de abanicos los 690-700 m. La pendiente de la superficie glacis de estos abanicos es de 6-8 por mil.

Es importante señalar que las cabeceras de los abanicos antiguos se sitúan más altas en el borde N de la depresión que en el borde S, existiendo una marcada simetría en su perfil transversal. Esta asimetría se pone de manifiesto por el desigual desarrollo de ambos sistemas de abanicos y la atribuimos a procesos tectónicos recientes.

d) *Terrazas.* En esta depresión la existencia de terrazas es bastante problemática, aunque posiblemente la zona final de algunos abanicos aluviales que quedan colgados por el sistema fluvial podrían corresponder a este tipo de depósitos. Donde este hecho se hace más visible es al E de Retuerta y en zonas próximas al embalse de la Torre de Abraham, en donde pueden estar sumergidas bajo las aguas del pantano.

3.3 DEPRESION DE «EL ROBLEDO»

a) *Frentes de Sierra:* Con las mismas características señaladas anteriormente, pero aquí la base de estos frentes de sierra comienzan a partir de los 600 m y sus partes más altas no alcanzan los 1.100 m.

b) *Restos de la superficie morfológica pliocena.* Esta superficie no ha sido representada en el mapa de la figura 1 por encontrarse fuera de la cuenca del Bullaque, aunque muy próxima a su borde E, en las inmediaciones de Porzuna. No obstante, por su importancia morfológica, la debemos considerar en este trabajo.

Dicha superficie se localiza en unos 645 m de

altura y se desarrolla sobre una serie de margas y calizas que se apoyan discordantemente sobre las series paleozoicas del basamento. En la cuenca del Bullaque los depósitos calcomargosos terciarios han sido casi totalmente eliminados, quedando en algunos casos restos de acumulaciones de carbonatos en forma de costras y cementaciones calcáreas.

c) *Superficies glacis de los abanicos aluviales.* Como sucedía anteriormente, las cabeceras de los abanicos antiguos del borde N son más altas que las correspondientes a los abanicos del borde S, estando las primeras a unos 700 m y las segundas a unos 660 m. El final de todos ellos se sitúa entre los 615-620 m, dando una pendiente en su superficie del orden del 6-8 por 1.000, como en el caso anterior.

En el borde S de esta depresión, y por debajo del nivel de los 620 m, aparecen encajados restos de abanicos más recientes cuya base se localiza a unos 600 m, encontrándose ya relacionados con el sistema de terrazas fluviales.

d) *Terrazas fluviales.* Ocupan una gran extensión en los alrededores de Robledo. Se localizan entre los 580 y los 600 m y hemos encontrado al menos tres niveles, incluida la llanura de inundación, en donde los fenómenos de encharcamiento son muy frecuentes.

En esta depresión el Bullaque presenta un cauce anastomosado y el nivel freático se localiza muy próximo a la superficie durante todo el año. Todas las terrazas presentan en mayor o menor grado cementaciones por óxidos de Fe y Mn, originando una especie de *losas* de conglomerados que dan resalte en el paisaje.

3.4 DEPRESION DE «PIEDRABUENA»

Es la de menor extensión de todas ellas, presentando sus sierras marginales cotas inferiores a los 920 m y teniendo sus bases a unos 580 m. Se encuentra rellena por coladas basálticas en su extremo N y por los depósitos aluviales del Bullaque en su parte central. Estos depósitos fosilizan a las arenas y arcillas arenosas que pueden ser observadas próximas a los bordes paleozoicos.

En esta depresión se encuentran además restos de la coraza ferralítica marginal adosados a los

bordes paleozoicos, quedando colgados y dando una serie de resaltes en las laderas a unos 610 m de altura.

Tanto los depósitos aluviales cuaternarios como los niveles arenosos infrayacentes se encuentran cementados por óxidos, lo que nos hace suponer un difícil desagüe de esta depresión durante largos periodos de tiempo.

4. DISCUSION Y CONCLUSIONES

En los estudios llevados a cabo recientemente por distintos autores en el borde oriental del Macizo Hespérico (CORROCHANO, 1977; JIMÉNEZ, 1974; RIEDEL et al., 1978) se destaca la importancia de una (o varias) alteración(es) que afecta(n) a dicho Macizo en época(s) aún no bien definida(s). No obstante, se puede afirmar que, al menos la más antigua, parece ser pre-cretácica y post-hercínica (MOLINA, en prensa).

En la zona estudiada, restos de esta(s) alteración(es) se encuentra(n) en la depresión de «Retuerta» sobre pizarras y en áreas protegidas por la coraza ferralítica o por la raña.

Por otro lado, se da el hecho de que justamente al N de la depresión de «El Molinillo», al otro lado de la sierra del Castañar y en la fosa del Tajo, existen restos de una superficie morfológica cuya cabecera se localiza a unos 820 m y desciende suavemente hacia el centro de la cuenca fosilizando una profunda alteración en el basamento granítico (MOLINA, en prensa). Dicha superficie presenta características litológicas y morfológicas semejantes a las descritas en este trabajo en la superficie que se sitúa en la cabecera del río Bullaque, estando en ambos casos cortadas por los abanicos aluviales de la raña, que se encajan por debajo de ellas.

Esto nos hace suponer, en una primera aproximación, que se puede tratar de los restos de una misma superficie que se extendía a ambos lados de los Montes de Toledo, y que posiblemente estaba ya ligeramente inclinada hacia los centros de cuenca de los ríos Tajo y Guadiana. De acuerdo con esta hipótesis, la edad de la superficie sería un Plioceno Medio, pues en la cuenca del Tajo es posterior a la caliza del «páramo» y anterior a la raña.

Por otra parte, entre los pueblos de Porzuna y

Malagón existen restos de una superficie sobre los depósitos mio-pliocenos del valle de Becea, localizándose a una altura aproximada de 645 m y de edad anterior a la raña, como ya hemos expuesto.

El problema que se plantea es saber si se puede establecer una correspondencia entre los restos de la superficie de los 830-810 m de la cabecera del Bullaque con los de la superficie de 645 m, hipótesis que aparece gráficamente expresada en la figura 3. Si esto fuera así, nos llevaría a suponer una pendiente de descenso de dicha superficie hacia el SE del orden de 3-4 por 1.000.

Otro punto a considerar es la asimetría morfológica de las depresiones de «El Robledo» y de «Retuerta» pues, como se ha señalado, los abanicos aluviales de los bordes N de ambas depresiones están siempre más desarrollados que los del borde S, presentando por tanto una notable diferencia de altura en su cabecera (fig. 3).

La existencia de estos inmensos abanicos aluviales se puede atribuir a una fase tectónica de la región al final del Plioceno, pero anterior a los tres millones de años (AGUIRRE et al., 1976). La asimetría de su distribución se debe posiblemente al propio proceso tectónico, el cual hizo que el levantamiento de los Montes de Toledo fuera más rápido y acusado en su borde N que en su borde S, por lo que la cabecera de los abanicos progresaba más en los frentes de sierra orientados hacia el S (BULL, 1968). Esta misma fase tectónica finipliocena debió hacer bascular la superficie pliocena, por lo que la hipótesis de la figura 3 puede ser aceptable. Esto explicaría el origen de algunas capturas en el extremo N de la cuenca del Bullaque (depresión de «El Molinillo»). De acuerdo con esta hipótesis debió existir un río que naciendo en la terminación periclinal del sinclinal de esta depresión, vertía sus aguas en dirección al actual río Algodor, situado más al Este.

La red fluvial actual va progresivamente encajándose en los abanicos aluviales antiguos hasta llegar al Guadiana en donde, aguas abajo de Luciana, este encajamiento es de unos 60 m. No obstante, antes de atravesar el Bullaque el tramo angosto, dicho encajamiento es apenas de 18 m, lo que permite que sus terrazas más antiguas puedan apoyarse sobre los materiales de aquellos abanicos. La presencia de umbrales explica además la

proximidad de nivel freático a la superficie y los fenómenos de cementación por óxidos.

Un problema diferente es el significado de la coraza ferralítica marginal, cuya situación morfológica siempre se localiza en cotas muy semejantes, entre los 600-620 m. Su edad es pre-miocena y post-hercínica, ya que más al Este de la zona estudiada puede encontrarse bajo el Mioceno (MOLINA, 1975). El estudio de estas formaciones ferruginosas y las alteraciones que afectan al basamento son objeto de la Tesis doctoral de uno de nosotros (E. REDONDO).

Como conclusiones generales de este esquema morfológico regional, se pueden considerar las siguientes:

1.º Sobre los bordes paleozoicos de la cuenca del Bullaque se localizan restos de una coraza ferralítica de tipo brechoide y de potencia variable, pero que puede sobrepasar los 4 m, situándose a una altura que oscila entre los 600 y los 620 m. La edad de esta coraza es post-hercínica y pre-miocena.

2.º En la cabecera del río Bullaque se encuentran restos de una superficie de edad pre-raña a una altura de unos 830-810 m.

3.º Una superficie de edad pliocena y anterior a la raña, situada a unos 645 m, penetra desde La Mancha por el valle del arroyo Becea hasta las proximidades de Las Peralosas, al NE de Porzuna. Posteriormente ha sido arrasada por la cuenca fluvial del Bullaque.

4.º La cuenca del río Bullaque se encuentra definida por una sucesión de depresiones estructurales y umbrales paleozoicos que las separan. Estos umbrales dificultan el drenaje general de la cuenca, produciendo fenómenos de encharcamientos y cementaciones por óxidos de Fe y Mn.

5.º Estas depresiones se encuentran rellenas por depósitos de abanicos aluviales que se originan como consecuencia de una fase tectónica del Plioceno. Dicha fase tectónica levantó desigualmente la región, produciéndose una elevación más acusada en su extremo N con relación a su extremo S. Este levantamiento explica la inversión del drenaje para el sinclinal del borde N de la cuenca y que en la actualidad constituye la depresión de «El Molinillo».

6.º Las condiciones anteriormente expuestas

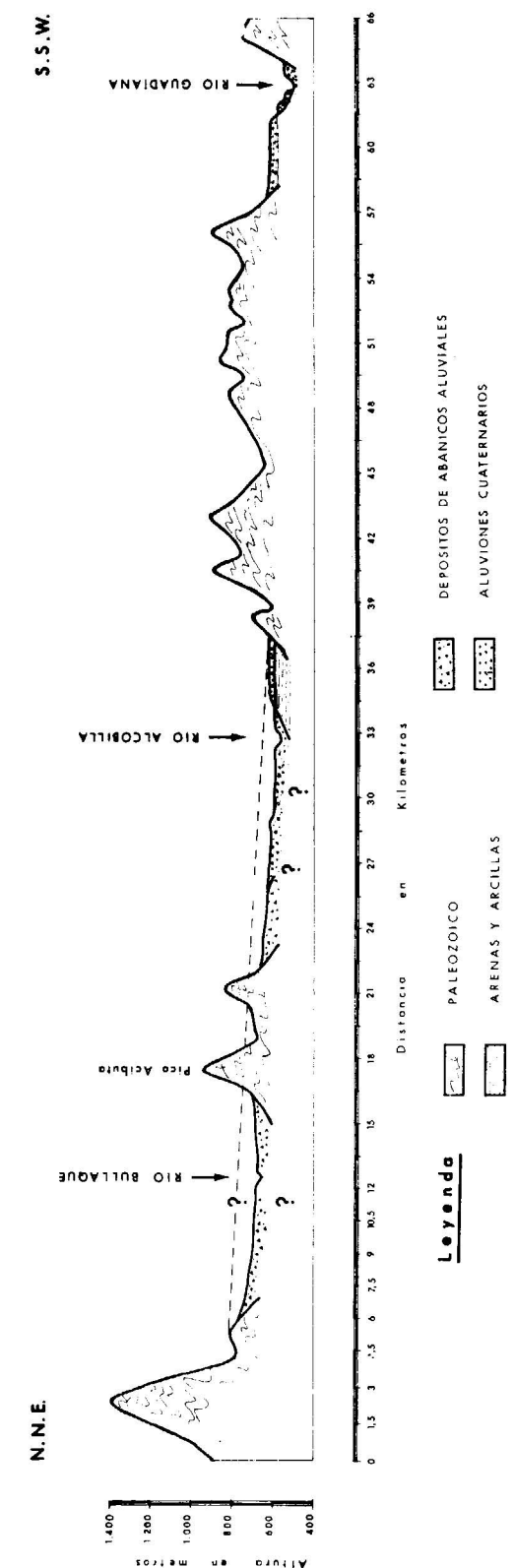


Fig. 3.—Corte transversal (esquemático).

han hecho que la morfología actual de la región esté definida fundamentalmente por rasgos heredados, originados cuando comienza a instalarse la red fluvial actual.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestra gratitud al Profesor J. L. AMORÓS por su lectura crítica del original del presente trabajo.

Agradecemos también la colaboración prestada por la Comisaría de Aguas del Guadiana y especialmente al Sr. J. J. Carrión, que dibujó los gráficos.

BIBLIOGRAFIA

- AGUIRRE, E.; DÍAZ MOLINAM, y PÉREZ GONZÁLEZ, A.: *Datos paleomastológicos y fases tectónicas en el Neógeno de la Meseta Sur española*. Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario, núm. 5, págs. 7-29 (1976).
- BULL, W. B.: *Alluvial Fan cone*. Encyclopedia of Geomorphology, Ed. R. W. Fairbridge, págs. 7-9 (1968).
- CORROCHANO, A.: *Estratigrafía y Sedimentología del Paleógeno de la provincia de Zamora*. Tesis Doctoral Fac. Ciencias, Universidad Salamanca (1977).

FISCHER, K.: *Reliefgenerationen in gebiet der Montes de Toledo. Zentralspanien*. Würzb Geogr. Arb. H. 45, páginas 69-87 (1977).

HERNÁNDEZ PACHECO, F.: *Estudio de la región volcánica central de España*. Mem. Academia de Ciencias, 235 páginas (1932 a).

HERNÁNDEZ PACHECO, F.: *La región volcánica de Ciudad Real*. Publ. Soc. Geogr. Nacional, ser. B, núm. 3, páginas 154-213 (1932 b).

IGME: *Mapa Geológico de España a escala 1:200.000. Hoja núm. 61 - Ciudad Real* (1971).

JIMÉNEZ, E.: *Iniciación al estudio de la climatología del Paleógeno de la Cuenca del Duero y su posible relación con el resto de la Península Ibérica*. Bol. Geol. y Min., t. 85-5, págs. 518-524 (1974).

MOLINA, E.: *Estudio del Terciario Superior y del Cuaternario del Campo de Calatrava (Ciudad Real)*. Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario, núm. 3, 106 págs. (1975).

MOLINA, E.: *Alteración relictiva y morfogénesis del macizo cristalino de Toledo*. Studia Geológica (en prensa).

MUÑOZ JIMÉNEZ, J.: *Los Montes de Toledo. Estudio de Geografía Física*. Tesis Doctoral Fac. Filosofía y Letras. Universidad Complutense de Madrid (1974).

RIEDEL, W., and SCHMIDT-LORENZ, R.: *Micromorphological investigation of relic soils of the Cordillera Central (Spain)*. Proceeding of the 5 th Inter. Working Meeting on Soil Micromorphology, t. II, págs. 1187-1198, Granada (1978).

Recibido: Junio 1979.

Yacimientos caoliníticos de Andalucía occidental. Estudio tecnológico de los materiales de interés cerámico.

Por J. POYATO, G. GARCIA, A. BERNAL, A. JUSTO y F. GONZALEZ (*)

RESUMEN

Se estudian las propiedades cerámicas de diez muestras de arcillas procedentes de diversos yacimientos caoliníticos localizados en las provincias de Huelva, Sevilla y Córdoba. Los materiales proceden de:

- 1) Alteración de rocas volcánicas (Cerro Colorado, Traslasierra y Castillo de las Guardas).
- 2) Erosión de rocas intrusivas (Cazalla de la Sierra, Almonaster y Conquista).
- 3) Alteración superficial de pizarras (San Telmo, Santa Bárbara, El Alamo y Aznalcóllar).

Del estudio de la fracción de $\phi < 0,2$ mm mediante análisis químico, difracción por rayos X y técnicas dilatométricas, además de otros ensayos, se concluye que las arcillas del primer grupo son apropiadas para cerámica blanca (loza) y como desgrasante en la fabricación de azulejos. Las del segundo grupo pueden utilizarse en pastas de cerámica blanca, aunque la arcilla caolinítica de Conquista, por su contenido en hierro, no es apta para este fin. Las arcillas del tercer grupo son utilizables especialmente en cerámica blanca, en técnicas de vaciado. La poca potencia de estos últimos yacimientos limita su uso a escala industrial.

ABSTRACT

The ceramic properties of ten samples of clay from several caolinitic deposits located in the provinces of Huelva, Seville and Córdoba are studied. The materials are:

- 1) Deposits derived from volcanic rocks (Cerro Colorado, Traslasierra and Castillo de las Guardas).
- 2) Deposits derived from intrusive rocks (Cazalla de la Sierra, Almonaster and Conquista).
- 3) Deposits derived by weathering of paleozoic shales (San Telmo, Santa Bárbara, El Alamo and Aznalcóllar).

From the study of the fraction smaller than 0,2 mm, by chemical analysis, X-ray diffraction and dilatometric techniques, as well as another tests, it is concluded that the clays from the first group have good properties in white ceramic bodies (glazed earthenware), and as fillers for tiles.

The second ones are useful as white ceramic pastes.

The caolinitic clay from Conquista is not suitable, because its iron content. The third group of clays is especially suitable for white ceramic ware, using casting techniques. Its industrial use is limited because of the smallness of the deposits.

I. INTRODUCCION

En trabajos anteriores (1) (2) se han caracterizado los yacimientos de caolín de Andalucía Occidental conocidos hasta ahora, estudiando su génesis y mineralogía.

Atendiendo a la roca originaria del material caolinítico, los yacimientos se clasifican en:

(*) Departamento de Química Inorgánica de la Facultad de Ciencias, Universidad de Sevilla, y Centro de Edafología y Biología Aplicada del Cuarto (Sevilla), del C.S.I.C.

1) Depósitos derivados de rocas volcánicas (Cerro Colorado, Traslasierra y Castillo de las Guardas).

2) Depósitos producidos a partir de rocas intrusivas (Cazalla de la Sierra, Almonaster y Conquista).

3) Depósitos originados por la alteración de pizarras (San Telmo, Santa Bárbara, El Alamo y Aznalcóllar).

En el presente trabajo se estudian las propieda-

des cerámicas de una serie de muestras representativas de estos materiales, con vistas a su posible aprovechamiento industrial.

II. YACIMIENTOS Y METODOS EXPERIMENTALES

En el mapa de la figura 1 se señalan los depósitos de materiales caoliniticos estudiados. Los de Riotinto, Traslasierra, Almonaster, San Telmo y Santa Bárbara están situados en la provincia de Huelva; los de Cazalla, Aznalcóllar, Castillo de las Guardas y El Alamo en la de Sevilla, y el de Conquista, en la comarca granítica de los Pedroches (Córdoba).

Los yacimientos, con la descripción de las muestras, se incluyen en la tabla I.

A partir de la muestra dispersa en agua y pasada por el tamiz de 0,2 mm, se han realizado las siguientes determinaciones: Análisis químico; difracción por rayos X; plasticidad (Rieke); contracción en crudo y por cocción a 1.100° C; pérdida de

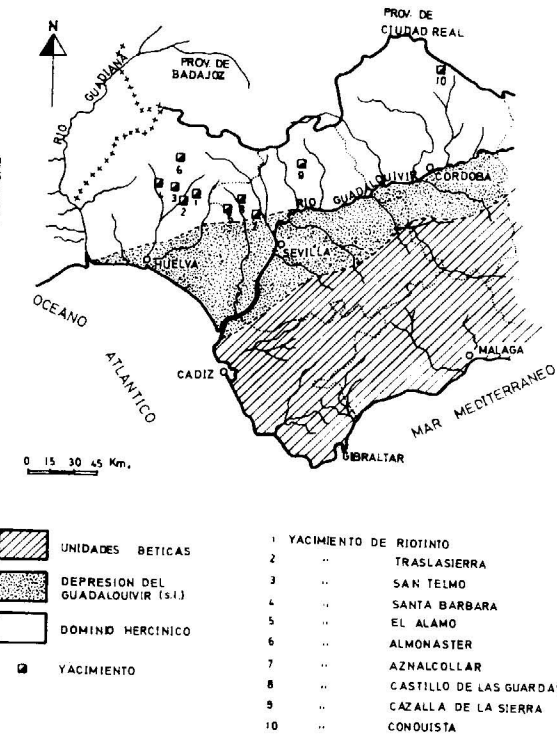


Figura 1.—Croquis del mapa geológico de la región en que se encuentran los yacimientos caoliniticos que se estudian.

peso por cocción; porosidad abierta y total; capacidad de absorción de agua en la muestra cocida; resistencia a la flexión; dilatometría en los materiales crudo y cocido y caracterización del color de cocción (3) (4) (5) (6) (7).

III. DATOS EXPERIMENTALES Y DISCUSION

Los resultados del análisis químico de estos materiales se muestran en la tabla II. Las figuras 2 y 3 incluyen los diagramas de difracción de rayos X de las fracciones de $\phi < 0,2$ mm y a título comparativo se incluyen también los de la fracción arcilla extraída de esos mismos materiales. En la tabla III se presentan los resultados de los ensayos tecnológicos y las figuras 4 a la 6 muestran las curvas de dilatación-contracción y diferencial obtenidas de estas muestras.

Los diagramas de difracción de rayos X de la fracción arcilla extraída de las muestras de Cerro Colorado, Traslasierra, Cazalla, Almonaster, Castillo de las Guardas y Aznalcóllar (figs. 2 y 3) muestran la naturaleza, fundamentalmente caolinitica de esta fracción, aunque en algún caso se trate de una mezcla de caolinita y metahalosita (*), como se indica en los diagramas. El material caolinitico presente se encuentra acompañado de impurezas de cuarzo e ilita, efecto que se destaca en el material de Castillo de las Guardas.

Los diagramas de difracción de rayos X de la fracción de $\phi < 0,2$ mm de estas muestras presentan, como rasgo más visible, un aumento en la intensidad relativa de las difracciones correspondientes al cuarzo (3,34 Å, 4,26 Å) y feldespatos (6,4 Å, 3,20 Å, 3,18 Å), cuya proporción aumenta en esta fracción, pero sin llegar a predominar sobre el material caolinitico. Es de destacar, además, la presencia en la muestra de Almonaster de vermiculita, como se demuestra por las difracciones a 15,22, 7,30 Å, etc.) y de anfíbol (difracción a 8,26 Å).

En cuanto a las muestras de San Telmo, Santa Bárbara y El Alamo, los diagramas de difracción de rayos X de la fracción arcilla muestran su naturaleza íltico-caolinitica, con predominio de la

(*) Información adicional sobre la morfología y cristalinidad de las caolinitas presentes en estos yacimientos se puede obtener de un trabajo ya publicado (2).

TABLA I

YACIMIENTOS CAOLINITICOS DE ANDALUCIA OCCIDENTAL

Situación	Descripción del yacimiento y de la muestra	Aplicaciones
Traslasierra (Huelva). 300 m al S del punto kilométrico 54,8 de la carretera de S. Juan del Puerto a Cáceres. 500 m al S de Traslasierra.	Conjunto vulcano-sedimentario, jalonando antiguas fracturas, en contacto con pizarras del Carbonífero. Roca blanca muy alterada y arenosa, tomada a 3 m de profundidad.	Industria cerámica.
Cerro Colorado, Riotinto (Huelva). Corta a cielo abierto para la explotación integral de minerales.	Rocas volcánicas, alteradas por lixiviación sulfúrica, bajo el manto de gossan. Material rosáceo, arenoso, muy alterado. Tomado en la superficie.	Experimental.
Almonaster (Huelva). Inmediaciones de la estación de F.C.	Rocas intrusivas (dioritas) alteradas, en una ladera de mediana pendiente, al S de la vía férrea. Roca muy suelta, arenosa, color marrón claro, tomada en un corte a 2 m de profundidad, correspondiente a un viejo «barrero».	Antiguo tejar, hoy abandonado.
San Telmo (Huelva). Km 2 de la carretera al Cerro de Andévalo. A unos 1.800 m al O. Zona de antiguos pozos de «tierra blanca».	Terreno ondulado al S de las Minas de San Telmo, constituido por pizarras, algo alteradas, del Carbonífero Inferior. La muestra se tomó en uno de los pozos, de 3 m de profundidad, excavados por los vendedores de «Tierra blanca». Material blanco, muy arcilloso.	Se utiliza en toda la región para el enjalbegado interior, con el nombre de «tierra blanca».
Santa Bárbara (Huelva). Km 2 de la carretera a Paymogo. Finca «El Alcornocal». A 1 km al sur de la carretera.	Zona suavemente montuosa, al SO de Santa Bárbara, donde aparecen las pizarras del Carbonífero Inferior. Con abundante vegetación (encinas). El yacimiento donde se extrae la «tierra blanca» se encuentra en la parte más baja de un pequeño barranco, sometida a un intenso lixiviado. Material arcilloso amarillento, tomado a 2 m de profundidad.	«Tierra blanca» de Santa Bárbara. Más amarilla que la anterior.
El Alamo (Sevilla). 7 km al SE del pueblo, por la carretera del Patrimonio Forestal.	Zona montuosa en los niveles pizarrosos del Devónico Superior. El yacimiento se encuentra a lo largo de una vaguada, con agua durante varios meses del año. La arcilla es muy semejante a la de San Telmo.	«Tierra blanca».
Castillo de las Guardas (Sevilla). Antigua corta de las Minas del Castillo, a unos 5 km del pueblo, por la carretera de Nerva.	Profunda corta en el contacto de las piritas con las rocas volcánicas alteradas por lixiviación sulfúrica. El material blanco, arenoso, se tomó en uno de los frentes de explotación.	Experimental.
Aznalcóllar (Sevilla). Complejo minero, próximo al pueblo.	Masa de pizarras en contacto con rocas volcánicas muy alteradas por efecto de la lixiviación sulfúrica. Se tomó la muestra en el extremo oriental de la antigua mina de piritas. Material blanco, muy arcilloso, debajo del laboratorio de análisis.	Experimental.
Cazalla de la Sierra (Sevilla). A 1 km por la carretera del pantano de «El Pintado».	Masa de sienita alterada, al oeste de Cazalla, de gran magnitud. Se tomó el material blanco caolinitizado.	Cerámica sanitaria.
Conquista (Córdoba). Instalación minera de lavado de arenas graníticas, a unos 5 km al NO del pueblo y junto al arroyo de Navalengua.	Profundo y extenso depósito de arenas y arcillas procedentes de la erosión del granito de Los Pedroches. Arcillas rojizas, muy plásticas, tomadas en el dique de decantación de las aguas de lavado.	Experimental.

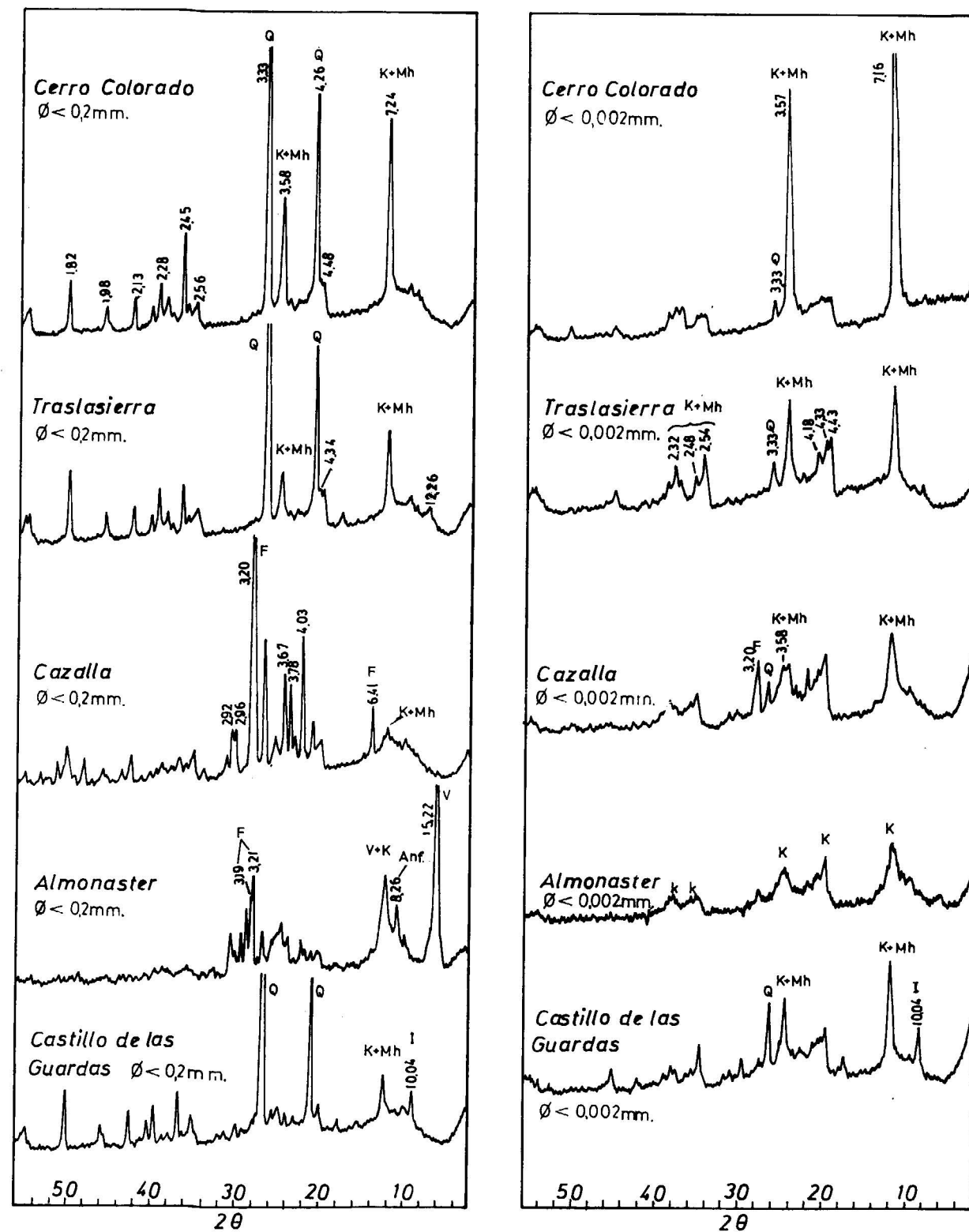


Figura 2.—Diagramas de difracción de rayos X de las muestras de Cerro Colorado, Traslasierra, Cazalla, Almonaster y Castillo de las Guardas (K = caolinita; I = ilita; Mh = metahalóisita; V = vermiculita; Q = cuarzo; Anf. = Anfíbol; F = feldespato).

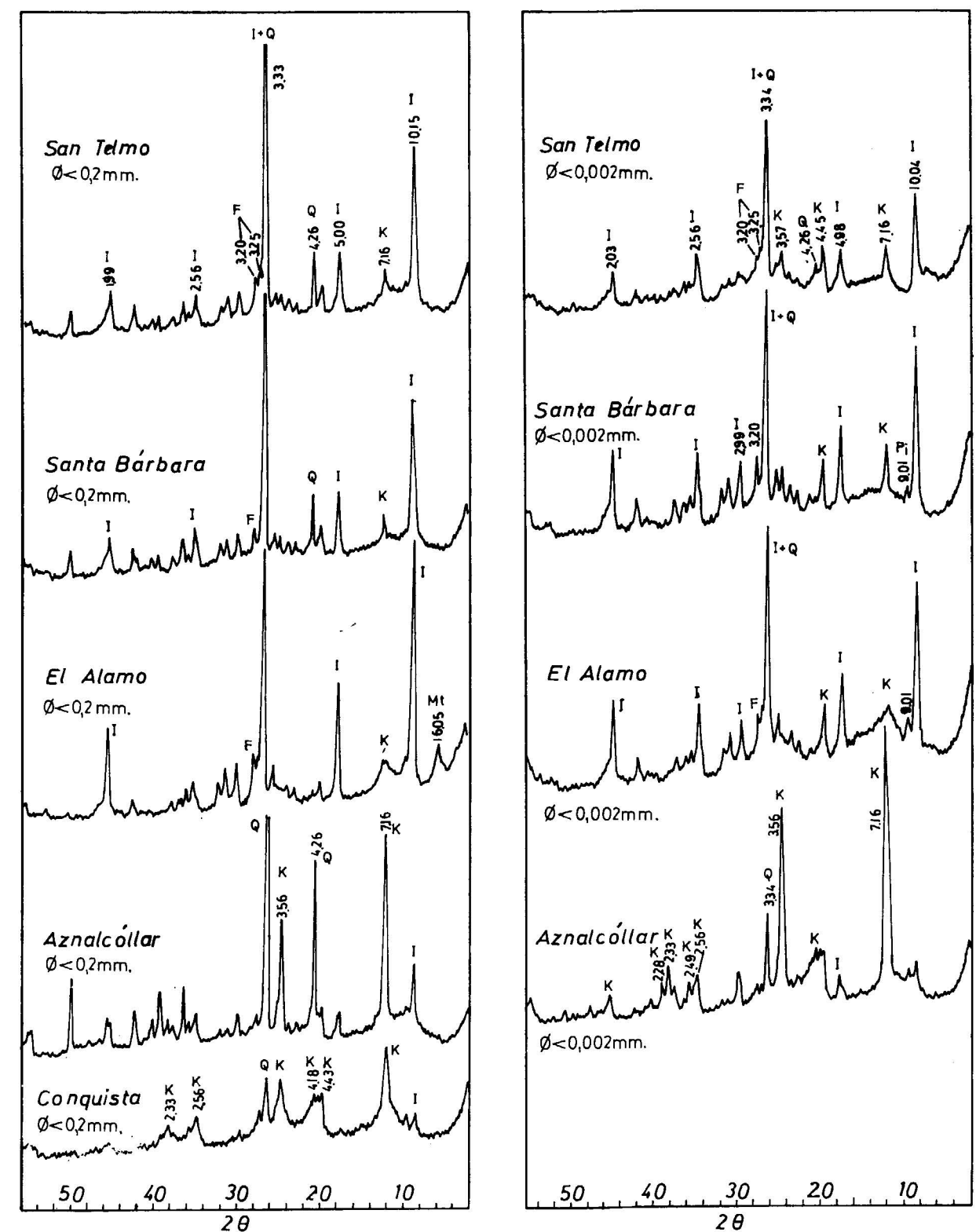


Figura 3.—Diagramas de difracción de rayos X de las muestras de San Telmo, Santa Bárbara, El Alamo, Aznalcóllar y Conquista (K = caolinita; I = ilita; Mt = montmorillonita; Q = cuarzo; Pi = pirofilita).

TABLA II

ANALISIS QUIMICO DE LAS FRACCIONES DE Ø < 0,2 mm.

MUESTRA	Traslasierra	C. Colorado	Castillo de las Guardas	Aznalcóllar	Cazalla	Almonaster	Conquista	San Telmo	Sa. Bárbara	El Alamo
Análisis químico (%):										
SiO ₂	68,34	72,33	77,33	63,78	62,60	50,55	51,50	57,54	56,94	47,55
Al ₂ O ₃	21,55	20,32	13,25	26,22	23,28	24,78	30,18	28,81	26,90	34,27
TiO ₂	0,15	0,15	1,15	0,40	0,15	0,60	0,25	1,20	1,10	1,96
Fe ₂ O ₃	0,95	0,81	1,29	0,20	0,57	7,32	5,00	0,81	3,66	1,45
CaO	—	—	—	—	—	0,94	0,14	—	—	—
MgO	0,15	—	0,10	0,08	—	3,15	0,24	0,24	0,28	0,30
Na ₂ O	—	—	0,15	0,50	7,84	2,10	0,24	1,00	0,50	0,79
K ₂ O	1,30	0,59	1,81	1,59	0,43	0,33	2,82	5,11	5,90	6,20
P. calc.	6,51	6,60	4,15	7,40	3,45	5,80	10,24	4,83	4,77	6,11
SiO ₂ : Al ₂ O ₃	5,48	6,15	10,09	4,21	4,65	3,53	2,95	3,45	3,66	2,40
SiO ₂ : SiO ₂	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fe ₂ O ₃ : Fe ₂ O ₃	166,47	206,65	138,73	737,99	254,16	15,98	23,84	164,39	36,00	75,89

ilita sobre la caolinita y demás constituyentes mineralógicos, entre los que se encuentran una pequeña cantidad de cuarzo, feldespatos y pirofilita (figuras 2 y 3).

La fracción de Ø < 0,2 mm presenta unas características similares a las de la fracción arcilla y prácticamente la misma composición, como era de esperar dada la gran riqueza en materiales finos de estas muestras. Destaca en la de El Alamo un ligero contenido en montmorillonita, así como la de Conquista, fundamentalmente caolinítica, presenta impurezas de cuarzo, micas alteradas o ilitas y feldespatos, dado su origen granítico. Esta última muestra contiene, además, un notable porcentaje de óxidos de hierro en estado coloidal, acumulados por decantación en el proceso industrial de lavado de las arenas del yacimiento.

El análisis químico de las muestras (tabla II) confirma los resultados obtenidos por difracción de rayos X. El contenido en alúmina es alto en la mayor parte de ellas, como corresponde a su naturaleza mineralógica caolinítica e ilitico caolinítica, lo que es de un gran interés desde el punto de vista cerámico. Sin embargo, el contenido en geles de hierro de la muestra de Conquista la inhabilita para la fabricación de productos cerámicos blancos. Lo

mismo ocurre con las arcillas de Almonaster y Santa Bárbara.

La riqueza en álcalis de las muestras de Cazalla, San Telmo, Santa Bárbara y El Alamo, del 8,27 por 100, 6,11 por 100, 6,40 por 100 y 6,99 por 100, respectivamente, limita su poder refractario. La muestra de Cazalla, sin embargo, resulta especialmente apropiada para cerámica blanca dado su bajo contenido en óxidos de hierro.

La plasticidad de los materiales más caoliníticos es bastante baja, e inferior a 5,3 en seis de las muestras, de acuerdo con su bajo contenido en fracción arcilla y alto o muy alto en arena. Por el contrario, las «tierras blancas» de San Telmo, Santa Bárbara y El Alamo tienen mayor plasticidad debido a su elevado contenido en materiales finos (arcilla + limo) y a su composición ilitico-caolinítica. La muestra de Conquista presenta el índice más alto, que se atribuye principalmente a su alto contenido en fracción arcilla (77 por 100) extremadamente fina, con caolinita como componente mayoritario y en menor grado por los geles de hierro que la impurifican. A estas mismas causas se debe el alto valor de la contracción en crudo que experimenta este último material.

TABLA III

ENSAYOS TECNOLOGICOS DE LAS MUESTRAS

MUESTRA	Traslasierra	C. Colorado	Castillo de las Guardas	Aznalcóllar	Cazalla	Almonaster	Conquista	San Telmo	Sa. Bárbara	El Alamo
Ensayos:										
% rechazo, Ø > 0,2 mm	20,0	47,7	37,6	20,2	43,2	42,2	2,5	14,4	9,8	5,7
% arena fina (0,2 mm > Ø > 0,02 milímetros)	29,5	39,9	37,1	16,2	48,8	59,1	0,5	9,6	14,2	2,6
% limo (0,02 mm > Ø > 0,002 milímetros)	33,8	21,0	15,0	53,5	17,3	14,3	20,0	38,7	34,0	42,5
% arcilla (Ø < 0,002 mm)	11,8	20,5	28,0	22,5	12,0	14,3	77,0	45,0	45,0	55,0
Límite de adherencia (%)	27,7	22,2	35,6	26,2	25,9	28,5	47,7	34,5	28,1	35,72
Límite de arrollamiento (%)	25,3	18,9	30,3	21,5	23,5	24,4	26,2	20,2	18,0	27,76
Plasticidad (Rieke)	2,4	3,3	5,3	4,7	2,4	4,1	21,5	14,2	10,1	7,96
Contracción en crudo (%)	1,1	2,4	5,1	2,5	0,1	0,9	10,8	4,4	5,1	3,7
Contracción, cocido 1.100° (%)	0,0	0,4	2,2	0,9	0,2	0,9	7,0	6,9	6,8	4,5
Pérdida por cocción, 1.100° (%)	6,02	6,72	4,85	7,64	3,34	5,0	11,51	4,98	4,96	6,32
Porosidad total, 1.100° (%)	45,5	39,2	48,4	44,1	47,4	48,8	2,0	25,3	14,4	23,0
Porosidad abierta, a 1.100° (%)	50,6	44,0	49,5	46,8	47,3	48,8	1,0	10,6	0,4	9,5
Capacidad absorción de agua a 1.100° (%)	39,1	29,7	38,1	32,4	34,2	34,2	0,4	5,2	0,2	4,5
Tenacidad cocción 1.100° (flexión) (Kg/cm²)	5,0	13,0	24,0	123,0	59,0	8,0	704,0	240,0	262,0	169,0
Color (Munsell)	5Y 8/1	10YR 8/2	5YR 8/1	5Y 8/1	2,5Y 8/2	2,5YR 5/6	2,5YR 4/4	7,5YR 8/2	2,5YR 5/4	7,5YR 8/2
	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Rojo	Marrón rojizo	Blanco rosáceo	Marrón rojizo	Blanco rosáceo

La porosidad y su correspondiente valor de la capacidad de absorción de agua en las muestras cocidas a 1.100° es alta en una gran parte de las muestras, de acuerdo con su contenido en minerales caoliníticos y poca proporción de óxidos fundentes. Por el contrario, la muestra de Conquista sinteriza casi por completo a esa temperatura, lo que se atribuye a la acción de los óxidos de hierro, sodio y potasio, con un 8 por 100 en el peso total de la muestra seca.

La tenacidad de los productos cocidos es muy alta en el producto sinterizado de Conquista; presenta un valor medio en las llamadas «tierras blancas» y es baja o muy baja en el resto. En el material crudo, debido a su alto contenido en fracción arenosa y limosa, la tenacidad es muy baja.

Para el estudio dilatométrico se han agrupado las muestras atendiendo también a su origen geológico (figs. 4, 5 y 6).

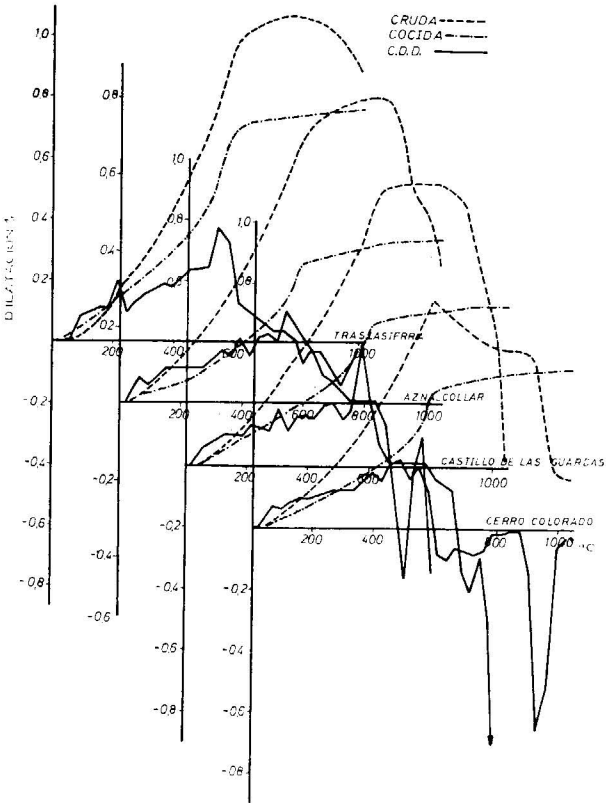


Figura 4.—Curvas dilatométricas de las muestras de Traslasierra, Aznalcóllar, Castillo de las Guardas y Cerro Colorado.

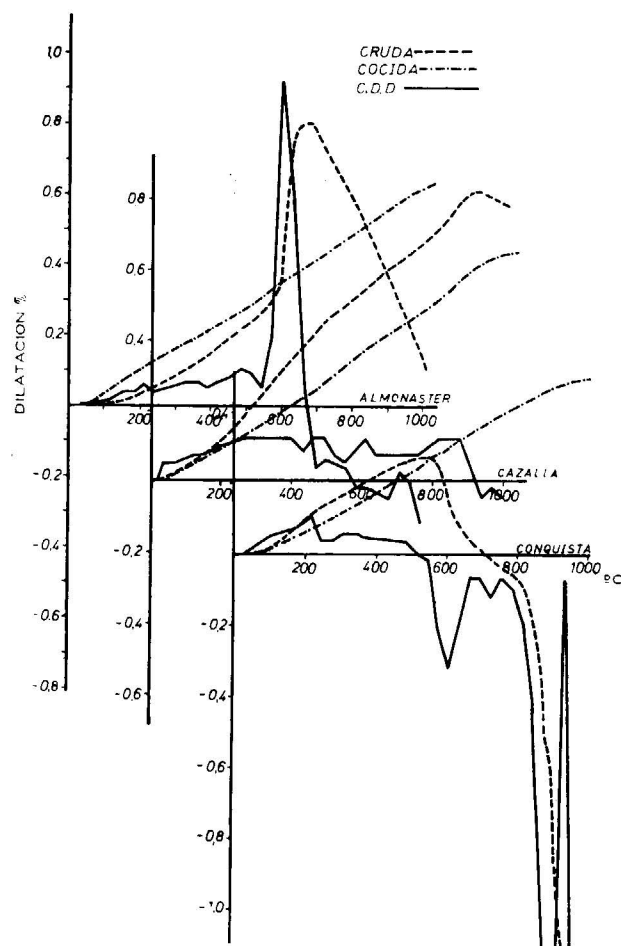


Figura 5.—Curvas dilatométricas de las muestras de Almonaster, Cazalla y Conquista.

Las curvas dilatométricas de las muestras del primer grupo, en el que se ha incluido también la de Aznalcóllar, presentan acusado el efecto del cuarzo libre, de acuerdo con los resultados analíticos ya comentados. Este efecto se destaca en la curva dilatométrica del material cocido a 1.100°. La curva dilatométrica diferencial acusa un mínimo o inflexión a unos 650°, propio de minerales del grupo del caolín (fig. 4).

El segundo grupo, correspondiente a las muestras de Cazalla, Almonaster y Conquista, presenta una gran semejanza en todas las muestras cocidas por su coeficiente de dilatación constante y aproximadamente el mismo. El dilatograma de la muestra cruda de Conquista se corresponde con los de una caolinita impura y el de la muestra de Cazalla

señala la ausencia de efectos pronunciados en el dilatograma diferencial, lo que es de un gran interés en lo que se refiere a sus aplicaciones cerámicas. La muestra de Almonaster presenta muy destacado el efecto del cuarzo libre (fig. 5).

Los dilatogramas del grupo de tierras blancas (figura 6) son típicos de arcillas ilíticas, con caolinita. El material cocido a 1.100° presenta análogo dilatograma en todas las muestras, si bien la de El Alamo parece reunir mejores condiciones para fabricar productos de cocción más rápida, a juzgar por el aspecto de la curva dilatométrica del material cocido.

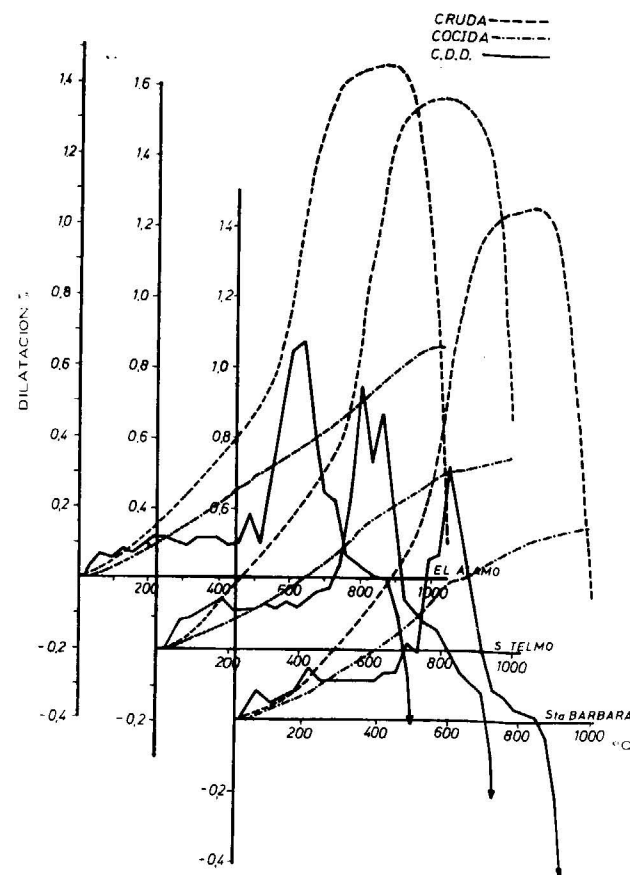


Figura 6.—Curvas dilatométricas de las muestras de El Alamo, San Telmo y Santa Bárbara.

IV. CONCLUSIONES

De la precedente discusión sobre las propiedades cerámicas de los materiales caoliniticos que se estudian en el presente trabajo, se puede concluir:

A) Depósitos derivados de rocas volcánicas (Cerro Colorado, Traslasierra y Castillo de las Guardas)

Por su alto contenido en sílice libre, mediano y hasta alto en alúmina, casi exentas de hierro y con un bajo contenido en álcalis (menos de un 2 por 100), estas arcillas presentan, en general, buenas propiedades cerámicas ya que admiten corrección mediante las adiciones convenientes.

Por tener asimismo alto valor del rechazo sobre el tamiz de 0,20 mm; plasticidad muy baja; ligera contracción en el material en crudo y mediana en el producto cocido; capacidad de absorción de agua muy alta; tenacidad muy baja en crudo y baja en el material cocido, se aconseja su empleo como material desgrasante de otras arcillas más plásticas, así como en azulejos, productos de cerámica blanca tipo loza y posiblemente en productos de gres. Debido al alto contenido en sílice libre, presentan a su vez, muy destacado el efecto dilatométrico a 575°, propio del cuarzo.

De todos estos yacimientos hay que destacar la potencia del de Traslasierra, que se explota en la actualidad con fines cerámicos.

B) Depósitos producidos a partir de rocas intrusivas (Cazalla de la Sierra, Almonaster y Conquista)

Son arcillas más bajas en sílice y más altas en alúmina que las anteriores. La muestra de Cazalla, con un 8,27 por 100 de álcalis y sólo un 0,57 por 100 de Fe_2O_3 , es apropiada para su utilización integral en pastas de cerámica blanca (loza y productos sanitarios). Las arcillas de Conquista y Almonaster, por el contrario, contienen una gran cantidad de hierro, de aquí la limitación de sus aplicaciones cerámicas, a pesar de la gran potencia y alto contenido en caolinita del primero de los dos yacimientos.

C) Depósitos originados por alteración de pizarras (San Telmo, Santa Bárbara, El Alamo y Aznalcóllar)

Presentan, en general, el más bajo contenido en sílice, alto en alúmina y medio hasta bajo en hierro. Debido a la alta proporción de illita, contienen más del 6 por 100 de álcalis, a excepción de la muestra de Aznalcóllar, por lo que estas «tierras blancas» se pueden considerar como de buena calidad para la industria cerámica por moldeo.

Con mediana y aún alta contracción en crudo y en cocido, moderadamente plásticas, de baja capacidad de absorción de agua y con un alto valor de la tenacidad en los productos cocidos, son especialmente aptas para cerámica blanca. Sus dilatogramas son los típicos de las arcillas ilíticas, con caolinita.

La poca potencia de estos yacimientos, sobre las pizarras alteradas, limita su empleo industrial como excelentes arcillas de tipo graso.

BIBLIOGRAFIA

- POYATO FERRERA, J.: *Génesis, constitución y propiedades de yacimientos de caolín de Sierra Morena Occidental*. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla (1976).
- POYATO FERRERA, J.; PÉREZ RODRÍGUEZ, J. L.; GARCÍA RAMOS, G., and GONZÁLEZ GARCÍA, F.: *Contribution to the knowledge of Kaolin Deposits of West Andalusia*. Proceedings of the 8th International Kaolin Symposium and Meeting on Alunite. Madrid-Rome, September 7-16, pp. 1-15 (1977).
- BROWN, G. (ed.): *The X-ray Identification and Crystal Structures of Clay Minerals*. Mineralogical Society. London (1961).
- ALEXANDRE FERRANDIS, V., y SÁNCHEZ CONDE, C.: *Estudio dilatométrico de materias primas cerámicas españolas*. Bol. Soc. Esp. Cerám., vol. 3, núm. 4, 391 (1969).
- JONES, J. T., and BERARD, M. F.: *Ceramic Industrial Processing and Testing*. Iowa State University (1972).
- MUNIER, P., et MENERET, J.: *Identification des argilles céramiques par la dilatométrie en cru*. Bull. Soc. Fr. Cer. 7, 6 (1950).
- WORRALL, W. E.: *Clays and Ceramic Raw Materials*. Applied Science Published Ltd. London (1975).

Recibido: Octubre 1979

Determinación de microcantidades de uranio en ampelitas

Por M. A. MOYANO, M. A. GUERRERO, M. TOBIAS y R. COY-YLL (*) y M. GARCIA-VARGAS (**)

RESUMEN

Se describe un método extractivo-espectrofotométrico para la determinación de trazas de uranio (VI) en ampelitas. Se establecen las condiciones óptimas para el desarrollo del color, estudiándose la influencia del AEDT para enmascarar los iones presentes en las ampelitas. Las muestras de ampelitas se han tratado de dos modos diferentes (con HCl y con LiBO₂). La concentración de uranio en las ampelitas está comprendida entre 106 y 350 ppm y el contenido en materia orgánica está entre 1,1 y 20,7 %.

ABSTRACT

Uranium contents in ampelitas (carbonaceous states) have been analysed using an extractive-spectrophotometric method. Colour-solutions have been optimized. Masking-ion effects against EDTA concentrations have been also studied. Two alternative methods —HCl and LiBO₂— for sample disaggregation have been used. Concentration of uranium in ampelitas is within a range of 106 to 350 ppm and the organic matter content is 1.1 and 20.7 %.

INTRODUCCION

Los métodos gravimétricos para la determinación de uranio en macrocantidades requieren, en general, la ausencia o separación previa de la mayoría de los elementos que acompañan al uranio (RODDEN, 1950; NOTTES, 1976; MANDAL, 1975). De aquí que se consideren más satisfactorios los procedimientos de valoración; entre éstos destacan los que se basan en la reducción previa a uranio (IV) (RODDEN, 1950; KLYGIN et al., 1961).

Pero en cuanto a la determinación de pequeñas cantidades de uranio, son las determinaciones espectrofotométricas las que se usan más frecuentemente. Así, este elemento ha sido determinado en tipos muy variados de muestras, tales como menas (PALKANS, 1974; THIEMANN et al., 1965; ATHAVALE et al., 1962; SINGER y MATUCHA, 1962; FEINSTEIN, 1955; SINYAKOVA y KLASSOVA, 1959; RODRÍGUEZ, 1972; LUK'YANOV et al., 1961); en minerales

(KOVLENKO et al., 1967; TILLU, 1954 y 1955; BLANQUET, 1959; VERA et al., 1963; SHCHEMELEVA et al., 1972); rocas (SMITH y DEWRY, 1960; SORENSSEN, 1960; NEMODRUK y GLUKHOVA, 1966; MOHAI et al., 1965; KIRIYAMA y KURODA, 1974; ISKANDEROVA y LEVCHENKOV, 1973); suelos (NEMODRUK y GLUKHOVA, 1966; PRISTER y ZUBACH, 1968); sedimentos (HASUNOVA y HAVLIK, 1974); líquidos (THIEMANN et al., 1965; SORENSSEN, 1960; HEUNISH, 1970); sustancias biológicas (PRISTER y ZUBACH, 1968; HASUNOVA y HAVLIK, 1974), y en la atmósfera (CAMERA, 1961). CIRILLI (1957) ha hecho una revisión bibliográfica sobre la determinación de uranio por métodos polarográficos, espectrofotométricos y fluorimétricos. No es de extrañar la extensa bibliografía sobre la aplicación de la espectrofotometría a la determinación de uranio en materiales sólidos sobre todo, si se piensa en la importancia vital que para la estrategia de un país tiene el conocimiento de sus posibles yacimientos de uranio.

La rodamina B (cloruro de bis(dietilamino)-2,7-carboxi-2'-fenil-9-fluoronio) es un reactivo colorimétrico muy sensible para la determinación de antimonio, oro, talio, galio, wolframio y uranio (FRIES y GETROST, 1977). MOEKEN y VAN NESTE (1967)

han desarrollado un método para la determinación espectrofotométrica de uranio (VI). El método descrito es simple, pero una investigación más completa es necesaria sobre todo si se ha de aplicar en matrices complicadas, tales como pizarras con un contenido elevado en materia orgánica: pizarras carbonosas o ampelitas. A tal efecto, en este trabajo se presentan los análisis de uranio efectuados en cuatro muestras de pizarras ampelíticas procedentes del sinclinorio de Terena (provincia de Huelva) (COY-YLL, 1978). También se ha determinado su contenido en materia orgánica, con objeto de establecer su relación con el contenido en uranio; para ello, las muestras de ampelitas se han disgregado de dos maneras distintas (con ácido clorhídrico y con metaborato de litio) encontrándose resultados distintos según el disgregante utilizado.

PARTE EXPERIMENTAL

MUESTRAS

Se han seleccionado cuatro muestras de pizarras ampelíticas, números 1, 2, 3 y 4. Las muestras 1, 2 y 3 presentan características típicas de pizarras ampelíticas (color negro y tiznan al tacto). A diferencia de la muestra número 4, que presenta rasgos evidentes de alteración con pérdida de materia orgánica.

REACTIVOS

Disolución de rodamina B. Se preparó añadiendo 160 ml de ácido benzoico al 2,25 por 100 en metilisobutil cetona a 200 ml de éter etílico y enrasando a un litro con una disolución de reactivo en benceno. Esta se preparó del siguiente modo: se añade un gramo de reactivo (rodamina B) en un embudo de decantación que contiene un litro de benceno y otro de agua destilada y se agita durante cinco minutos; luego se pasa la fase orgánica a través de papel de filtro.

Disolución patrón de nitrato de uranilo, que contiene 1.000 ppm de uranio, estandarizada gravimétricamente. De esta solución se prepararon otras más diluidas.

Disolución reguladora de pH 4,5. Se preparó disolviendo 12,5 g de ácido benzoico y 3,722 g de EDTA (sal disódica) en 150 ml de hidróxido sódico 0,3N y diluyendo a un litro con agua destilada.

Los demás reactivos utilizados son de pureza analítica.

APARATOS

Las medidas de absorbancia se efectuaron con un espectrofotómetro UNICAM SP 8.000 y un Perkin-Elmer Coleman 55 (digital) con cubetas de vidrio de 10,0 mm de paso de luz.

DISOLUCION DE LAS MUESTRAS

Tratamiento previo. Las muestras son molidas en un molino de bolas hasta un tamaño de grano adecuado para poderlas reducir a polvo en un mortero de ágata (diámetro de partículas < 2μ). Luego se secan a 110°C en una estufa hasta peso constante.

Tratamiento ácido. Se colocan alrededor de cinco gramos de muestra, exactamente pesados, en un matraz y se añaden 100 ml de HCl concentrado y se hierve a reflujo durante dos horas. Luego se filtra y se evapora la solución hasta unos 25 ml y se extrae el hierro con éter isopropílico en medio HCl 8M. Se lleva la solución a pH dos aproximadamente con hidróxido sódico y se enrasa con agua destilada en un matraz aforado de 100 ml.

Fusión. Se coloca en un crisol de platino 0,1 g de muestra y se introduce dentro de un horno-mufa eléctrico a 550°C durante tres horas para eliminar la materia orgánica. Se enfría y se mezcla íntimamente con seis veces su peso de metaborato de litio y se funde a 1.000°C durante una hora aproximadamente. Se extrae el fundido con ácido clorhídrico diluido y se elimina la sílice por repetidas evaporaciones a sequedad con HCl concentrado. Luego se elimina el hierro como en el método anterior. Finalmente se lleva la solución a pH dos aproximadamente y se enrasa en un matraz aforado de 100 ml con agua destilada.

PROCEDIMIENTO FOTOMETRICO

En tubos de 15 ml de capacidad se adicionan entre 0,5 y 10 μg de uranio y se añade agua destilada hasta 6,00 ml. Se añaden 4,00 ml de disolución reguladora ácido benzoico-hidróxido sódico. Si aparece algún precipitado se calienta suavemente hasta su disolución. Luego se añaden 5,00 ml de disolución de reactivo y se agita el tubo durante dos minutos. Se centrifuga durante dos mi-

(*) Departamento de Geología. Facultad de Ciencias.
(**) Departamento de Química Analítica. Facultad de Ciencias Universidad de Sevilla. España.

nutos a 4.500 rpm y se mide la absorbancia de la capa orgánica (superior) a los 45 minutos de su preparación a 550 nm frente a agua destilada y se resta la absorbancia de un blanco análogo, pero sin uranio, medido frente a agua destilada.

RESULTADOS Y DISCUSION

Puesto que la presencia de ácido benzoico intensifica el color del complejo en la capa orgánica (MOEKEN y VAN NESTE, 1967) se eligió la disolución reguladora de ácido benzoico-hidróxido sódico de pH 4,5. Además, se añadió EDTA en concentración 0,01 M al tampón para completar los metales interferentes de la matriz de las ampelitas. Esta concentración de enmascarante disminuye la sensibilidad del método respecto a la utilización de EDTA 0,001 M (con el que se obtiene mayor sensibilidad, pero no existe suficiente concentración de ligando para enmascarar todos los metales de las ampelitas). No obstante, se compensa esta pérdida de sensibilidad empleando una relación de fase acuosa a fase orgánica de 2:1.

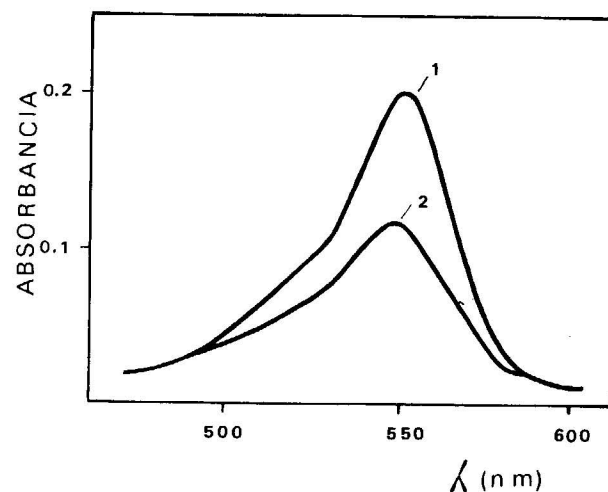


Figura 1.—Espectros de absorción del complejo uranio-rodamina B (curva 1) y del reactivo (curva 2) frente a agua destilada (0,5 ppm de uranio).

En la figura 1 se representan los espectros de absorción del complejo y del blanco medidos frente a agua destilada y que han sido preparados en las condiciones óptimas. La ley de Beer se cumple entre 0,15 y 2,5 ppm de uranio y la absorptividad molar a 550 nm es de $4,28 \times 10^4 \text{ l mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$. La zona de mínimo error está comprendida entre 100 y 250 ppb de uranio a altas transmitancias y entre 0,5 y 2,0 ppm de uranio a bajas transmitancias.

El carbono orgánico se ha determinado por el método de ANNE (1945) utilizando dicromato potásico; calculándose el contenido de materia orgánica multiplicando el carbono orgánico por el factor 1,724 (JACKSON, 1970). Los valores obtenidos están de acuerdo con el contenido de materia volátil calculada por la pérdida de peso de la muestra a 550° C.

TABLA I

Determinación de uranio en ampelitas

Muestra	M. O. (%)	Uranio HCl	(ppm) (*) LiBO ₂
1	14,8	0,85	211
2	20,7	3,3	350
3	14,6	4,0	170
4	1,1	24,0	106

(*) Los resultados son los valores medios de cinco determinaciones separadas.

Los resultados obtenidos para cuatro pizarras ampelíticas se recogen en la Tabla I. De los mismos se puede deducir que las pizarras negras con altos contenidos en materia orgánica (muestras 1, 2 y 3) tienen las más altas concentraciones de uranio total, por lo que puede pensarse en una posible asociación entre el uranio y la materia orgánica presente, asociación que ha sido detectada también en lignitos (CALVO, 1974). Esta asociación uranio-materia orgánica podría explicar, por otra parte, la resistencia que ofrece el uranio a ser lixiviado por el ataque con HCl. En efecto, nótese en la Tabla los valores relativamente bajos de uranio que resultan de la extracción por HCl. Por otro lado, la muestra de pizarra ampelítica alterada y con bajo contenido en materia orgánica (muestra número 4) presenta el más alto valor de concentración de uranio en el tratamiento con HCl, lo que parece apoyar la hipótesis anterior de la asociación del uranio con la materia orgánica. Además, del hecho de que con el tratamiento con metaborato de litio se obtengan valores superiores para el uranio en la pizarra negra alterada, hace ver que el tratamiento con HCl no es el más adecuado para la extracción del uranio en este tipo de muestras.

AGRADECIMIENTO

Este trabajo fue financiado, en parte, por la JUNTA DE ENERGIA NUCLEAR.

BIBLIOGRAFIA

- ANNE, P.: A rapid method for the determination of organic matter in soils. *Ann. Agron.*, 15, 161-172 (1945).
- ATHAVALA, V. T.; PATKAR, A. J., y RAO, B. L.: Modified rapid procedure for the determination of uranium in low-grade ores. *J. Sci. Ind. Res.*, 21, 231-233 (1962).
- BLANQUET, P.: Rapid colorimetric method for the determination of uranium. *Chim. Anal.*, 41, 247-252 (1959).
- CALVO, M. M.: Sobre la petrogénesis de algunas litofacies españolas con fases urano-orgánicas. *Bol. Geol. Min.*, 85, 561-581 (1974).
- CAMERA, V.: Colorimetric determination of micro amounts of uranium in organic and inorganic materials with 1-(2-pyridylazo-2-naphthol) (PAN). *Med. d. Lavoro*, 52, 59-69 (1961).
- CIRILLI, V.: Estimation of uranium in rocks. *Ric. Sci.*, 27, 674-683 (1957).
- COY-YLL, R.: Estudio geológico de las anomalías radiactivas de la zona de Hinojales-Santa Olalla de la Cala (Huelva). Informe a la JEN, 45 (1978).
- FEINSTEIN, H. I.: Spectrophotometric determination of uranium in ores. *U. S. Atomic Energy Comm., Rep.*, TEI-555, 16 (1955).
- FRIES, J., y GETROST, H.: *Organic Reagents for Trace Analysis*. «E. Merck Darmstadt», Holanda, 453 (1977).
- HASUNOVA, J., y HAVLIK, B.: Photometric determination of uranium in fresh water, sediments and biological materials. «*Csika Hyg.*», 19, 227-234 (1974).
- HEUNISH, G. W.: Field method for the estimation of uranium in natural waters. «*Mikrochim. Acta*», 2, 258-261 (1970).
- ISKANDEROVA, A. D., y LEVCHENKOV, O. A.: Determination of trace amounts of uranium in carbonate rocks. «*Soviet Radiochem.*», 15, 266-268 (1973).
- JACKSON, J.: *Chemical Analysis of Soils*. «Ed. Omega», Barcelona, 745 (1970).
- KLYGIN, A. E.; NIKOL'SKAYA, N. A.; KOLYADA, N. S., y ZAVRAZHNAYA, D. M.: Complexometric determination of quadrivalent uranium with arsenazo I indicator. «*Zhur. Anal. Khim.*», 16, 110-112 (1961).
- KIRIYAMA, T., y KURODA, R.: Ion-exchange separation and spectrophotometric determination of zirconium, thorium and uranium in silicate rocks with arsenazo III. «*Analyt. Chim. Acta*», 71, 375-381 (1974).
- KOVALENKO, P. N.; SHCHEMELEVA, G. G., y SOKOLOVA, L. S.: Absorptiometric determination of uranium (VI) (as the benzoate-crystal-violet complex) in metallic lead. «*Zav. Lab.*», 33, 287-288 (1967).
- LUK'YANOV, V. F.; MOISEVA, L. M., y KUZNETSOVA, N. M.: Investigations in the Analytical Chemistry of Uranium. III. Photometric determination of uranium in ores and the products of their treatment by means of arsenazo I. «*Zhur. Anal. Khim.*», 16, 448-451 (1961).
- MANDAL, S. K.; CHAUDHURI, N. K., y DAS, J.: Cyclopentanone-2-carboxyanilide (2-oxocyclopentanecarboxyanilide) as gravimetric and spectrophotometric reagent for uranium (VI). «*Analytica Chim. Acta*», 80, 399-402 (1975).
- MOEKEN, H. H. P., y VAN NESTE, W. A. H.: Absorptiometric determination of microgram amounts of uranium with rhodamine B. «*Analytica Chim. Acta*», 37, 480-483 (1967).
- MOHAI, M. F.; UPOR, E., y JURCSIK, I.: Some problems in the determination of uranium with arsenazo III. «*Magy Keim. Foly.*», 71, 334-338 (1965).
- NEMODRUK, A. A., y GLUKHOVA, L. P.: Determination of traces of uranium in soil, rocks and minerals with use of arsenazo III. «*Zhur. analit. Khim.*», 21, 688-693 (1966).
- NOTTES, E. G.: Determination of uranium in rocks and ores by chemical analysis. «*Erzmetall.*», 29, 337-339 (1976).
- PAKALNS, P.: Spectrophotometric determination of uranium in ores after decomposition in a PTFE pressure bomb. «*Analytica chim Acta*», 69, 211-215 (1974).
- PRISTER, B. S., y ZUBACH, S. S.: Use of arsenazo III for determination of uranium in soil and biological material. «*Radiokhimiya*», 10, 743-746 (1968).
- RODRÍGUEZ, B.: Method for micro-determination of uranium in solutions from copper ores, by liquid-liquid extraction and spectrophotometry with arsenazo III. «*J. E. N.*», núm. 243, 15 (1972).
- RODDEN, C. I.: *Analytical Chemistry of the Manhattan Project*. «Mc Graw-Hill Book, Co., Inc.», New York, 748 (1950).
- SHCHEMELEVA, G. G.; BARDASAROV, K. N., y STEPANENKO, Yu. V.: Extraction-photometric determination of uranium in minerals. «*Izv. Vyssh. ucheb. Zaved.*», «*Khim. khim. Tekhnol.*», 15, 1468-1470 (1972).
- SINGER, E., y MATUCHA, M.: Determination of uranium in ores and rocks with arsenazo III. «*Z. anal. Chem.*», 191, 248-253 (1962).
- SINYAKOVA, S. I., y KLASSOVA, N. S.: Spectrophotometric study of U solutions. II. Spectrophotometric determination of uranium in ores and minerals as thiocyanate after extraction with ethyl methyl ketone. «*Zhur. Anal. Khim.*», 14, 451-456 (1959).
- SMITH, W. B., y DREWRY, J.: Colorimetric determination of uranium in phosphate rocks after extraction with alkyl acid phosphates. «*Analyst*», 86, 178-184 (1961).
- SORENSEN, E.: A new sensitive reagent for uranium, 2-(2-thiazolylazo)-5-dimethylaminophenol (TAN). Application to the assay of rocks and solutions low in Uranium. «*Act. Chem. Scand.*», 14, 965-968 (1960).
- THIEMANN, A.; KIESLING, S., y JANSEN, F.: Spectrophotometric estimation of uranium with ammonium thiocyanate and its application to the determination of uranium in minerals, particularly monazite concentrates. «*Proc. Indian Acad. Sci. A.*», 42, 28-35 (1955).
- TILLU, M. M.: Rapid determination of uranium in complex minerals such as samarskite, columbite-tantalite and titanoniobates. «*Proc. Indian Acad. Sci. A.*», 40, 110-113 (1954).
- VERA PALOMINO, J.; PALOMARES DELGADO, F.; PRETEMENT, J., y FERNÁNDEZ CELLINI, R.: Spectrophotometric determination of micro amounts of uranium after extraction with isobutyl-methyl-ketone-tributyl phosphate. «*An. Real Soc. Esp. Fis. Quim., B.*», 59, 285-302 (1963).

El afloramiento granodiorítico-tonalítico de Ventosilla (Guadarrama central)

Por J. M.^a FUSTER (*) y J. I. RUBIO (*)

RESUMEN

Este trabajo se centra en el estudio del pequeño plutón de Ventosilla (Segovia) y que representa el afloramiento de rocas granitoides más septentrional y oriental del cuerpo central del Guadarrama, siendo este plutón intrusivo en gneises cuarzofeldespáticos de alto grado metamórfico.

Los materiales premetamórficos, que se suponen de naturaleza riolítica con intercalaciones sedimentarias detríticas, sufrieron unos procesos de metamorfismo y deformación durante la orogenia Hercínica, dando lugar a gneises —con pequeñas intercalaciones esquistosas. Existe un primer período de blastesis, caracterizado por la aparición del par residual Alm-Sill generado a elevada presión y con unos gradientes de 30° C/Km seguido de una recrystalización generalizada, caracterizada por el par Cord-Sill estable a unas presiones menores que la anterior y formado bajo gradientes de 50-56° C/Km.

El clímax metamórfico se continúa con unos procesos de migmatización poco extendidos en este sector, pero que en niveles más profundos fueron más generales, dando lugar a unas pequeñas cantidades de movilizados aplíticos. Este proceso se considera post-F₂.

Se admite que, también relacionados con las etapas finales de F₂, se generalizaron en niveles metamórficos profundos, procesos de anatexia que generaron un magma granodiorítico —a partir de unos gneises básicos— que ascendería posteriormente intruyendo a las rocas metamórficas en las que no produjo aureola de contacto evidente por ser la temperatura de la intrusión similar a la del metamorfismo.

La posterior diferenciación y evolución magmática de esta intrusión dio lugar a rocas de tipo tonalítico y granodiorítico, mostrando este plutón una evolución unitaria de ambos tipos de rocas.

El cuadro de variación química de las rocas plutónicas abarca desde términos con un 60 por 100 de SiO₂ a terminos con un 70 por 100, que cubren gran parte del espectro de variabilidad química de los granitoides del Sistema Central. No parece, pues, aplicable como modelo genético general al Sistema Central aquel que relacione los granitoides más básicos con sectores corticales o subcorticales diferentes de los de carácter más ácido.

ABSTRACT

The Ventosilla pluton is the most northern and western outcrop of granotoid rocks in the middle part of the Sierra de Guadarrama (Spanish Sistema Central). The pluton is intrusive in a quartz-feldspathic gneis of metamorphic high-grade.

The gneisses interpreted as rhyolithic in origin with interlayered sedimentary rocks, experimented metamorphic and deformative processes in the Hercynian orogenesis. There was a blastesis first period characterized by the Alm-Sill residual pair, produced under high-pressure, and a 30° C/Km geothermal gradient. That was followed by a general blastesis characterized by the Cord-Sill pair, formed under low-pressure by gradients of 50-56° C/Km.

The metamorphic climax is followed by migmatitic processes, lightly-extended in this sector, producing a small quantity of aplitic mobilizates.

It is admitted that the generalized anatectical processes in the deep metamorphic levels, generated a granodioritic magma, from basic gneis. The so formed magma ascended intruding the metamorphic rocks, where it did not produce a thermal aureola since temperature was similar to that of metamorphism.

The magmatic differentiation and evolution of the intrusion originated tonalitic and granodioritic rocks; with SiO₂ contents wich range from 60 per 100 to 70 per 100 and cover practically the spectrum of chemical variation of the granitoid rocks from the Sistema Central.

In this line it not possible to accept a petrogenetic model which separatly relates the more basic and the more acid granitoids with different cortical or subcortical sectors.

(*) Departamento de Petrología. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid.

ENCUADRE GEOLOGICO

El pequeño afloramiento de rocas granitoides de Ventosilla, situado al N de Prádena (Hoja 431 del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000) representa la manifestación plutónica más septentrional y oriental de la Sierra de Guadarrama. Dentro del plutón aparecen bien desarrolladas facies de afinidades tonalíticas asociadas a tipos granodioríticos, que como es sabido es uno de los tipos más banales dentro de las manifestaciones plutónicas del Sector Central del Guadarrama.

El pequeño macizo granodiorítico-tonalítico (figura 1) presenta un contacto intrusivo con gneises cuarzofeldespáticos de alto grado por el S y el O. Por el NO el conjunto plutónico-metamórfico está limitado por una falla inversa con dirección NE-SO, a la que se adaptan por flexión los materiales sedimentarios Cretácicos y Terciarios del flanco meridional de la cuenca del Duero. Por el NE el contacto entre las rocas granitoides y las facies más bajas del Cretácico Inferior (facies Utrillas) es una superficie de erosión subhorizontal.

La actual disposición cartográfica del sector está condicionada por una tectónica de bloques de edad Alpina que generó o reactivó dos fallas mayores, más o menos paralelas y de dirección NE-SO, que delimitan una tecla tectónica diferencialmente basculada con un mayor levantamiento al NO. Este basculamiento ha provocado la inclinación hacia el SE de la antigua superficie de erosión de los materiales plutónicos y metamórficos Hercínicos y de los sedimentos Cretácicos que la fosilizaban, por lo que la posterior erosión miocena y postmiocena deja al descubierto los materiales endógenos en el flanco NO de la tecla, donde chocan con la falla más septentrional, mientras que por el flanco SE los materiales cristalinicos quedan tapados por el Cretácico en posición normal, inclinado entre 5° y 10° hacia el SE. A su vez este Cretácico choca bruscamente con la falla más meridional de Prádena, en la que se repite la misma situación.

El Cretácico en la proximidad de estas fallas experimenta una simple flexión, con el correspondiente estiramiento; pero a pocas decenas de metros su inclinación disminuye para dibujar una sinforma de eje paralelo al de la falla.

Estas dos grandes fallas que delimitan la tecla son inversas, y con mayor salto la meridional, apareciendo en el contacto con ambas invertido el Cretácico.

Además de estas fallas de primer orden existen otras secundarias de dirección NO-SE que fragmentan a la unidad mayor en tramos transversales.

ROCAS METAMORFICAS ENCAJANTES

Las rocas encajantes del plutón son unos gneises cuarzofeldespáticos de alto grado metamórfico de color claro y pocas glándulas, que localmente y hacia el O del sector presentan zonas más glandulares.

Estos gneises presentan como característica estructural más notable una foliación muy marcada que coincide a grandes rasgos en dirección y buzamiento con los antiguos planos de estratificación, deducibles cuando existen distintas litologías (alternancias de bandas esquistosas y gneísicas). La foliación es isoclinal, presentando una dirección muy próxima a la O-E y buzamientos de 20° a 25° hacia el S.

Cuando hay glándulas están formadas por cristales de feldespato con hábitos rectangulares u ovoidales, con tamaño de 1 a 5 cm y que presentan un claro carácter precinemático, pero sin mostrar síntomas de inestabilidad mineral.

En sección delgada los gneises presentan un tamaño de grano mediano, y sólo excepcionalmente aparecen fenocristales, que son en general de feldespato potásico; su estudio microscópico muestra que los cristales alargados o aplanados presentan su mayor dimensión orientada en sentido paralelo al bandeado gneísico.

Este gneis, que puede denominarse leucocrático por comparación con otros gneises del Sistema Central, tiene como paragénesis fundamental Q-FdK-Plg-Bt-Sill-Cord. En algunos sectores, como en la zona de El Villar, también aparece granate, que presenta claros caracteres precinemáticos. Los accesorios más frecuentes son: moscovita, apatito, circón y turmalina. La plagioclase tiene siempre una composición An₃₀₋₃₅.

Presenta este gneis una laminación fina, marcada por la alternancia de bandas lepidoblásticas

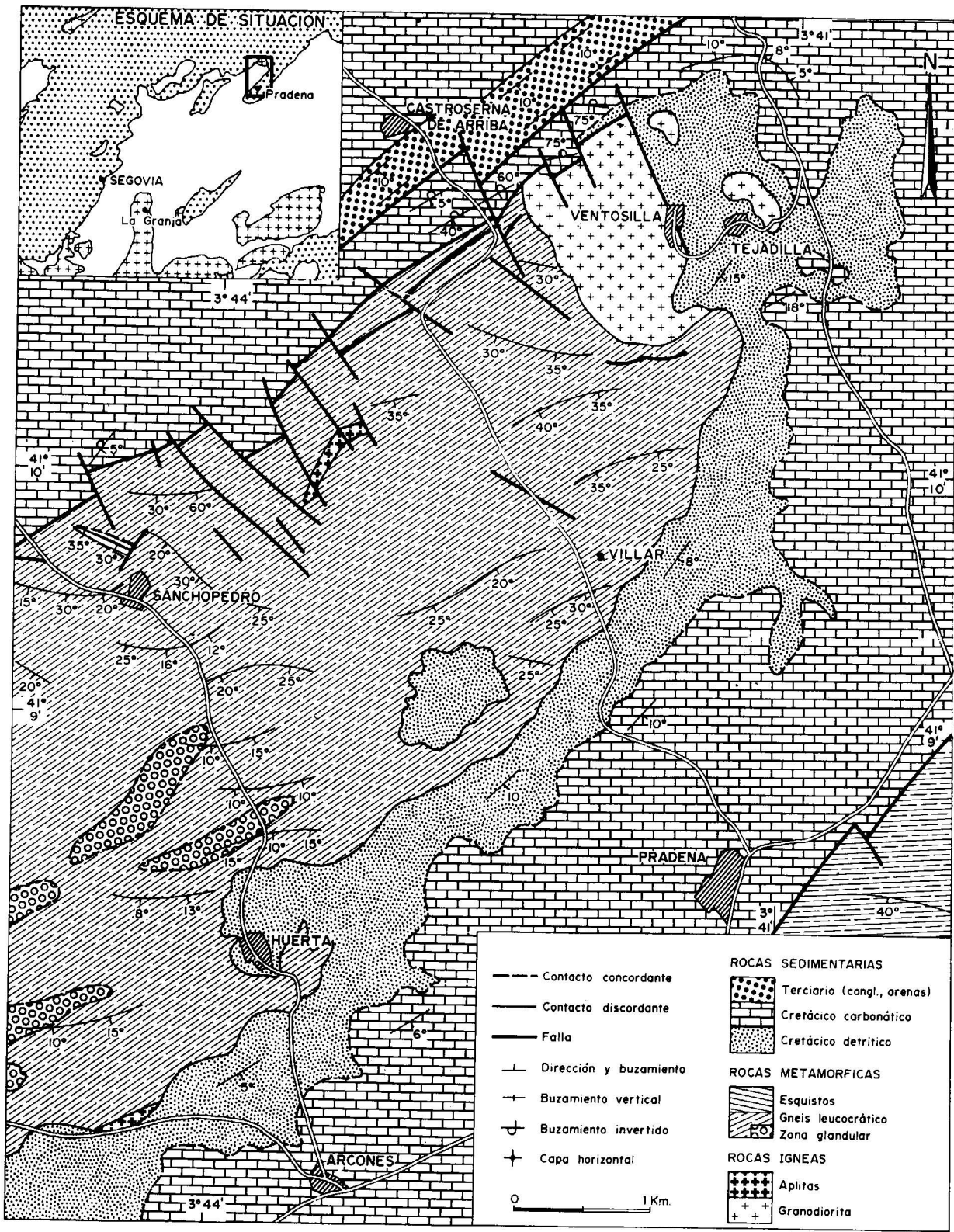


Figura 1.—Mapa geológico.

con biotita y sillimanita —en las que a veces las micas forman agregados fusiformes de 3 a 4 cm— y bandas claras cuarzofeldespáticas.

Un análisis químico del tipo más frecuente del gneis leucocrático y con pocas glándulas (Cuadro 2, núm. 1) pone de manifiesto que este gneis

CUADRO 2
COMPOSICION QUIMICA DEL GNEIS Y DEL PLUTON DE VENTOSILLA

	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	78,00	62,00	60,45	60,50	70,50	69,60
Al ₂ O ₃	11,01	16,39	15,88	15,88	13,57	13,83
Fe ₂ O ₃	0,35	1,38	1,24	1,19	0,21	0,56
FeO	1,10	4,05	4,31	4,69	2,48	2,47
MnO	0,03	0,07	0,09	0,09	0,04	0,04
MgO	0,19	2,87	3,25	3,63	1,91	1,72
CaO	0,80	5,89	6,11	5,89	2,68	2,94
Na ₂ O	2,97	3,07	3,56	3,02	2,97	3,24
K ₂ O	4,67	2,31	2,31	2,36	3,52	3,47
TiO ₂	0,09	0,83	0,85	0,89	0,44	0,44
P ₂ O ₅	0,22	0,20	0,14	0,24	0,12	0,19
H ₂ O	0,48	0,94	1,72	1,59	1,46	1,18
total	99,91	99,80	99,95	99,97	99,90	99,95

Elementos	menores (en ppm)					
Ba	136	681	588	667	551	663
Ce	65	43	49	50	56	44
Cr	8	16	25	31	31	37
Cs	27	8	9	10	21	18
Ga	21	21	21	20	21	21
La	25	26	26	31	26	22
Ni	6	7	7	6	6	6
Pb	12	12	12	11	13	12
Rb	409	81	76	75	157	147
Sr	28	364	384	362	270	282
Th	8	12	11	15	12	22
V	24	86	100	101	64	71
Y	-	27	28	25	18	19
Zr	92	143	137	136	121	123

NORMA C.I.P.W.

Q	40,73	17,40	12,65	14,71	29,80	27,97
Ort	27,60	13,65	13,65	13,95	20,80	20,51
Ab	25,13	25,98	30,13	25,56	25,13	25,42
An	2,53	24,13	20,54	22,81	22,51	12,95
Di	-	3,10	7,41	3,96	-	0,32
Hy	2,11	10,85	10,12	13,43	8,48	7,55
Mt	0,51	1,71	1,80	1,73	0,30	0,81
Ilm	0,17	1,58	1,61	1,69	0,84	0,84
Ap	0,51	0,46	0,35	0,56	0,28	0,44
C	0,14	-	-	-	0,29	-

- Nº 1.- (59868) Gneis leucocrático.
Nº 2.- (60864) Tonalita de borde
Nº 3.- (64255) Tonalita de borde
Nº 4.- (60121) Tonalita de borde.
Nº 5.- (64256) Granodiorita interior.
Nº 6.- (62511) Granodiorita interior.
Analista: M. Vallejo. Elementos Menores J.I. Rubio.

puede tener analogías con rocas ígneas muy diferenciadas, como son riolitas y granitos o con rocas sedimentarias de tipo arcósico. Su pobreza en Ca, su alto contenido en álcalis —predominando en estos el K respecto al Na— la escasez de corindón normativo y su disposición estratoide abogan más por un origen metariolítico que meta-sedimentario.

Por el estudio (RUBIO, 1979) de las condiciones de estabilidad de los pares tipomorfos Alm-Sill (que parecen previos a la etapa principal de construcción metamórfica en nuestro sector) y Cord-Sill (característico de dicha fase) se ha deducido que las temperaturas de formación de estos gneises estuvieron comprendidas entre los 650° y 665°C para presiones de 3 a 3,5 Kb, teniendo en cuenta la relación FeO/FeO + MgO de estas rocas y los datos de CURRIE (1974). Se supone que estas temperaturas y presiones fueron las que existieron durante el clímax de la recrystalización metamórfica, más o menos coincidente con la segunda fase de la Orogenia Hercínica en el Sistema Central Español. Los gradientes en aquella época debieron estar comprendidos entre 50° y 56°C/Km (evolucionando desde tipos metamórficos de más presión con gradientes de 30° a 35°C/Km) que son análogos a los obtenidos por otros autores, entre ellos FÚSTER y VILLASECA (1979) en zonas próximas a la nuestra.

LAS ROCAS GRANODIORITICAS-TONALITICAS

El granitoide de Ventosilla presenta un tamaño de grano de fino a medio y color oscuro y en él se pueden distinguir claramente dos zonas: una de borde de unas decenas de metros de espesor, de composición mayoritariamente tonalítica, con tamaño de grano más fino y color más oscuro. Estas rocas son pobres en feldespato potásico y ricas en plagioclasa y anfíbol en comparación con la zona central que es más ácida y leucocrática, su composición media es granodiorítica y presenta un mayor tamaño de grano.

Tiene el granitoide enclaves de dos tipos: unos máficos, relativamente abundantes y que corresponden al tipo denominado comúnmente gabarro; presentan éstos textura microgranuda y su composición es del tipo tonalita-cuarzodiorita, análoga a los tipos más fémcicos del plutón, pero más rica

en biotita; su tamaño es menor de 10 cm, con formas esféricas o elipsoidales y contactos netos.

Los otros enclaves son algo menos frecuentes, de tamaño centimétrico, de forma lenticular y contactos netos; son restos de rocas metamórficas de tipo gneísico que presentan las micas orientadas y tienen un borde donde se han concentrado los minerales más félicos; corresponden al tipo denominado surmicaceous por DIDIER (1973).

El plutón no presenta ni foliación ni orientación alguna y es de carácter claramente tardío y discordante con respecto a la fase principal de deformación.

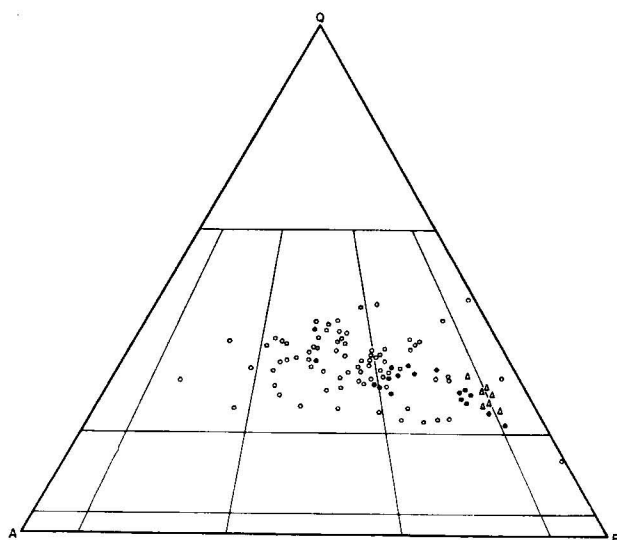


Figura 2.—Triángulo Q-A-P de clasificación de rocas ígneas.

- 79 análisis modales de R. graníticas del Sistema Central, según APARICIO et al. (1975).
- △ Análisis modales de la zona de borde del plutón de Ventosilla.
- Análisis modales del interior del plutón de Ventosilla.

El contacto de las rocas granitoides con los gneises leucocráticos es brusco, pero no neto, dándose el paso de unas a otras, en una transición breve, de unos 10 m. Aunque no existe aureola de contacto, el gneis en pocos metros es más aplítico y feldespático, pierde orientación y adquiere un menor tamaño de grano y equigranularidad pasando insensiblemente a la roca granuda. Esta ausencia de aureola nos indica que las diferencias de presión y temperatura entre el gneis y el plutón durante la intrusión eran mínimas.

Los minerales principales del granitoide son: Q, Plg, FdK, Bt, Anf, con apatito, circón, turmalina y opacos como accesorios. Se ha realizado un estudio modal de la composición del plutón en sus dos zonas, de modo que al compararlas queden claras sus principales diferencias (cuadro 1).

CUADRO 1
ZONALIDAD Y COMPOSICION
DEL PLUTON DE VENTOSILLA

		Zona borde	Zona interior
Indice granulométrico medio de CHAYES (dispersión)		100 (90-109)	95 (72-114)
Grado de error de análisis		$\sigma \leq 1,41 \%$	$\sigma \leq 1,7 \%$
Composición Modal Media % (Desviación cuadrática media)			
	Q	21,5 (1,3)	24,6 (3,7)
	Plg	49,0 (2,4)	44,7 (5,8)
	FdK	5,1 (1,2)	14,4 (6,6)
	Bt	13,1 (1,6)	12,0 (3,4)
	Anf	10,7 (2,0)	3,8 (1,9)
Clasificación Modal % (STREKEISEN, Fig.2)			
	Q	28,4	29,4
	Plg	64,8	53,4
	FdK	6,8	17,2

El estudio microscópico de las granodioritas y tonalitas nos muestra que el cuarzo y el feldespato potásico presentan frecuentes crecimientos micrográficos; igualmente aparecen intercrecimientos de plagioclasa en el feldespato potásico de tipo perítico, y algunas plagioclasas en contacto con cristales de feldespato potásico presenta mirmequitas de borde.

La plagioclasa está normalmente maclada, presentando diferentes leyes de macla, estando la mayoría según la ley de la albita con numerosos individuos finos, presentándose zonada. El estudio estadístico de la composición de las plagioclasas y la proyección de ésta en unos diagramas frecuencia-composición (fig. 3) se ha realizado ejecutando dos curvas, tanto para el borde como para el interior del plutón, una considerando la composición media de cada cristal y otra donde se han proyectado simultáneamente todos los valores individuales de cada zona.

Las composiciones medias presentan un rango de variación que va de An₂₅ hasta An₅₅, tanto en el borde como en el centro del plutón. En ambos casos la distribución es bimodal, con máximos correspondientes a las composiciones An₃₀₋₃₅ y

An₄₀₋₄₅. Esta bimodalidad sugiere la idea de dos generaciones diferentes de plagioclasa. Hipotéticamente la moda más básica podría representar las plagioclasas previas en la intrusión y la otra moda a las cristalizadas después del emplazamiento.

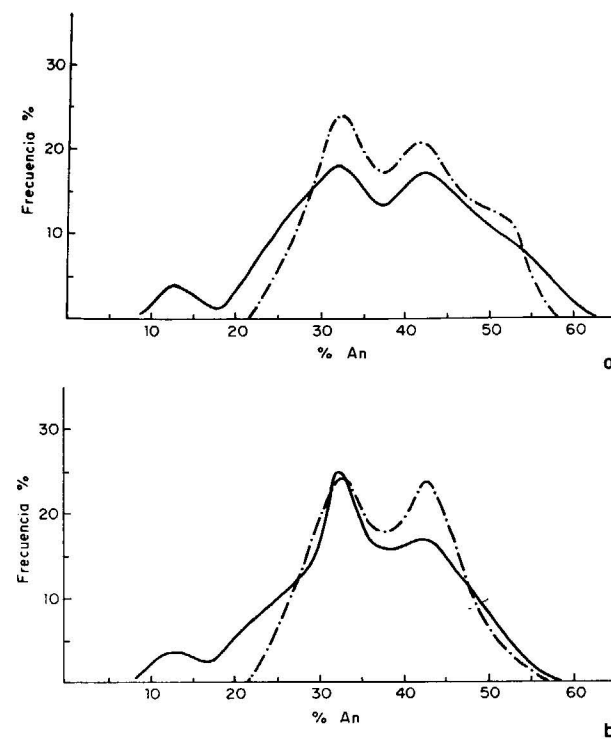


Figura 3.—Diagramas frecuencia-composición de las plagioclasas del plutón de Ventosilla.

- a) Borde del plutón.
 - 99 valores individuales de cada plagioclasa zonal.
 - 60 cristales considerando su composición media.
- b) Interior del plutón.
 - 161 valores individuales de cada plagioclasa zonal.
 - 120 cristales considerando su composición media.

En las curvas realizadas con los valores individuales de cada plagioclasa zonal se conservan las dos modas citadas y aparece una pequeña moda ácida, comprendida entre el 10 y 15 por 100 de An, que representa los recrecimientos finales en los bordes de los cristales de plagioclasa.

Las biotitas de las granodioritas y tonalitas son de dos tipos: unas idiomorfas y otras que aureolan a los anfíboles, sustituyéndolos pseudomórficamente (fig. 4). Esto indica que los anfíboles

serían de los primeros minerales en cristalizar —coetáneos con algunas plagioclasas y biotitas— y que luego conforme la cristalización progresaba y aumentaba la diferenciación hacia términos más ácidos, parte de esos anfíboles serían englobados por nuevos minerales (plagioclasa) y otros se transformarían pseudomórficamente. Los anfíboles aparecen muy frecuentemente maclados y un estudio de sus ángulos ópticos 2V_z nos los clasifica como hornblendas pargasíticas, siendo las del interior del plutón algo menos magnésicas que las de la zona de borde.

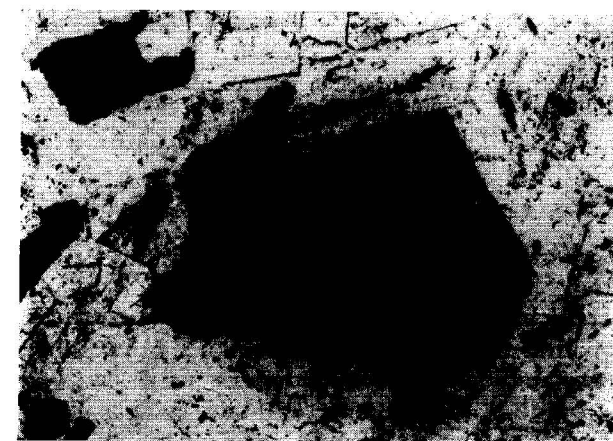


Figura 4.—Biotita con núcleo de anfíbol (62509) N// x 25.

Los enclaves de tipo surmicáceo existentes en las granodioritas y tonalitas presentan unos bordes félicos en los que se concentran biotita, sillimanita y espinela de tipo pleonasto, y un núcleo con biotitas orientadas, plagioclasa, cordierita, granate con coronas quelifíticas, cuarzo y opacos (fig. 5). Todos estos minerales, excepto la espinela, son típicos del metamorfismo regional del sector, por lo que la presencia de este mineral nos indica la existencia de una acción térmica por parte del granitoide, a la que probablemente se deban también la sillimanita y cordierita. El que coexista cuarzo y espinela, par inestable en condiciones normales, nos indica que la acción térmica no duró lo suficiente para lograr el equilibrio.

Los gabarros presentan como paragénesis principal Q-Bi-Plg-Hornbl. Abundan más en los bordes del plutón y dentro de las facies más leucocráticas.

An₄₀₋₄₅. Esta bimodalidad sugiere la idea de dos generaciones diferentes de plagioclasa. Hipotéticamente la moda más básica podría representar las plagioclasas previas en la intrusión y la otra moda a las cristalizadas después del emplazamiento.

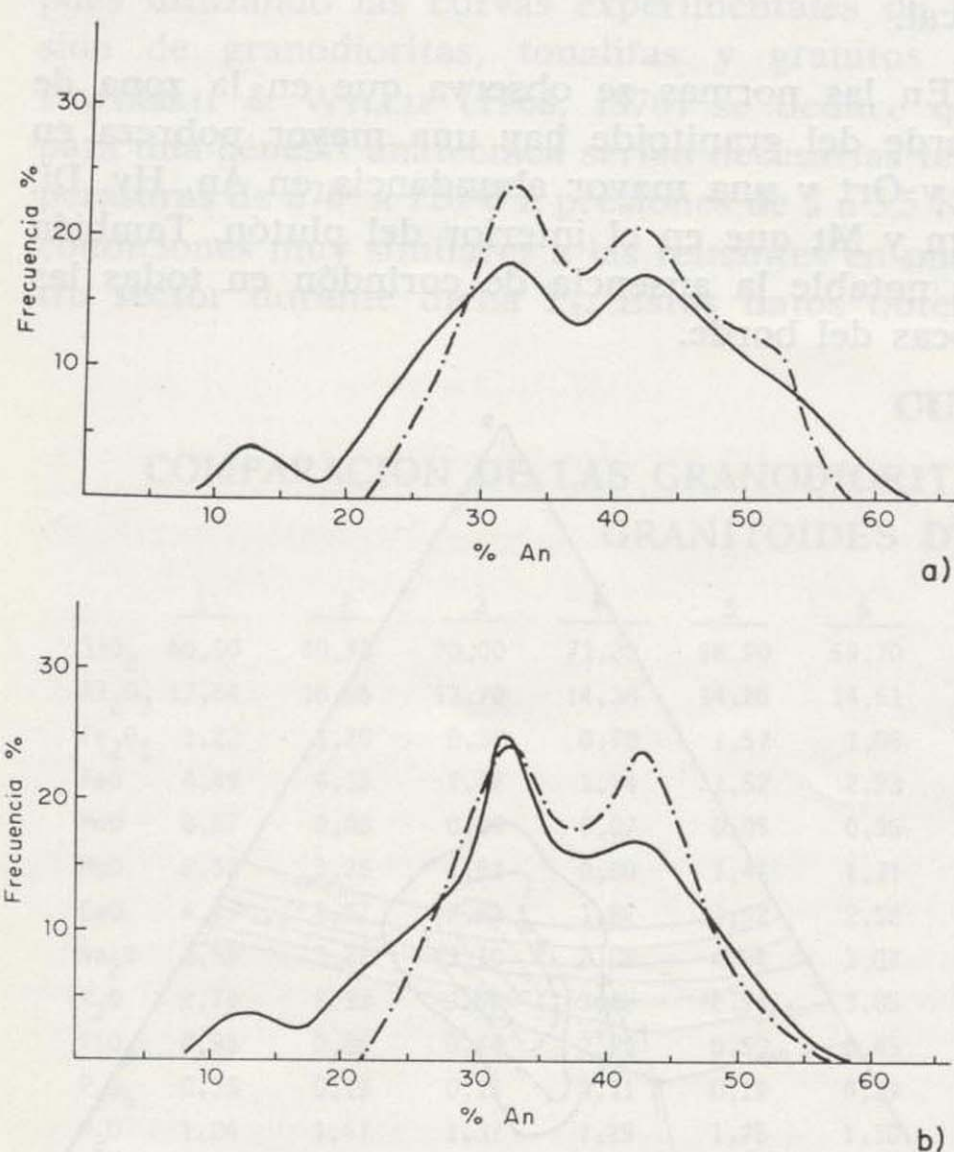


Figura 3.—Diagramas frecuencia-composición de las plagioclasas del plutón de Ventosilla.

- a) Borde del plutón.
 — 99 valores individuales de cada plagioclasa zonal.
 - - - 60 cristales considerando su composición media.
- b) Interior del plutón.
 — 161 valores individuales de cada plagioclasa zonal.
 - - - 120 cristales considerando su composición media.

En las curvas realizadas con los valores individuales de cada plagioclasa zonal se conservan las dos modas citadas y aparece una pequeña moda ácida, comprendida entre el 10 y 15 por 100 de An, que representa los recrecimientos finales en los bordes de los cristales de plagioclasa.

Las biotitas de las granodioritas y tonalitas son de dos tipos: unas idiomorfas y otras que aureolan a los anfíboles, sustituyéndolos pseudomórficamente (fig. 4). Esto indica que los anfíboles

serían de los primeros minerales en cristalizar —coétaneos con algunas plagioclasas y biotitas— y que luego conforme la cristalización progresaba y aumentaba la diferenciación hacia términos más ácidos, parte de esos anfíboles serían englobados por nuevos minerales (plagioclasa) y otros se transformarían pseudomórficamente. Los anfíboles aparecen muy frecuentemente maclados y un estudio de sus ángulos ópticos $2V_z$ nos los clasifica como hornblendas pargasíticas, siendo las del interior del plutón algo menos magnésicas que las de la zona de borde.

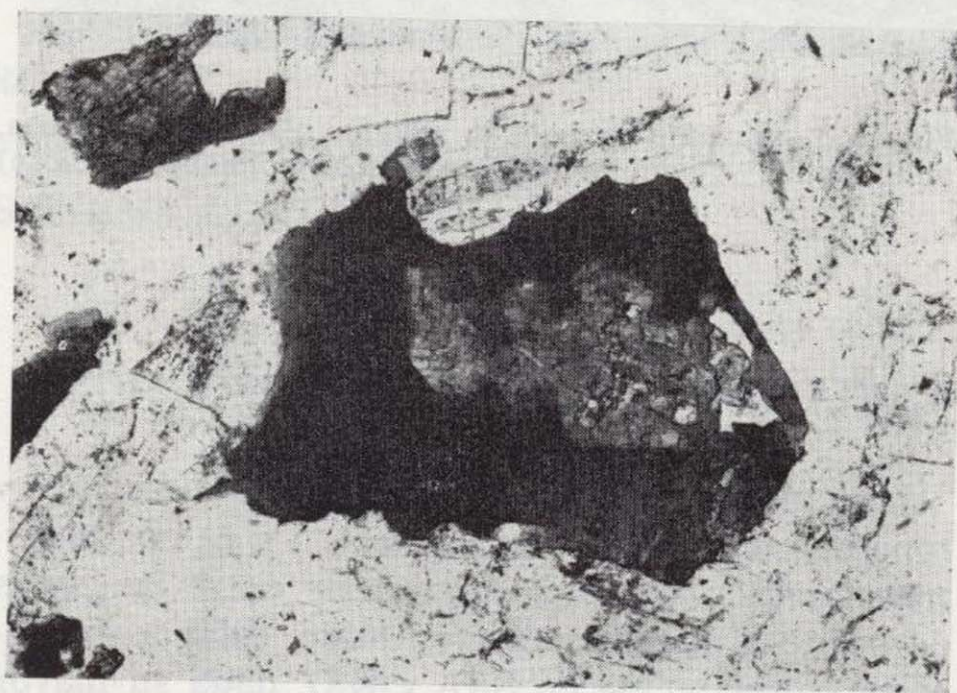


Figura 4.—Biotita con núcleo de anfíbol (62509) N// x 25.

Los enclaves de tipo surmicáceo existentes en las granodioritas y tonalitas presentan unos bordes féficos en los que se concentran biotita, sillimanita y espinela de tipo pleonasto, y un núcleo con biotitas orientadas, plagioclasa, cordierita, granate con coronas quelifíticas, cuarzo y opacos (fig. 5). Todos estos minerales, excepto la espinela, son típicos del metamorfismo regional del sector, por lo que la presencia de este mineral nos indica la existencia de una acción térmica por parte del granitoide, a la que probablemente se deban también la sillimanita y cordierita. El que coexista cuarzo y espinela, par inestable en condiciones normales, nos indica que la acción térmica no duró lo suficiente para lograr el equilibrio.

Los gabarros presentan como paragénesis principal Q-Bi-Plg-Hornbl. Abundan más en los bordes del plutón y dentro de las facies más leucocráticas.

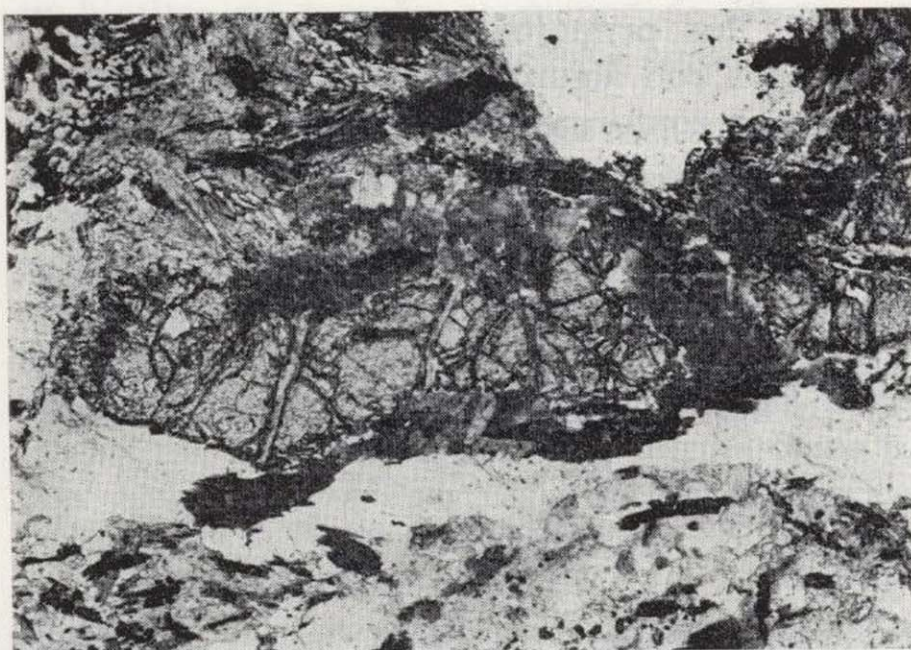


Figura 5.—Granate aureolado, cuarzo, plagioclase, biotita, sillimanita y espinela en un enclave gneísico (62516) N// $\times 10$.

VARIABILIDAD QUÍMICA Y DISCUSIÓN

Los análisis químicos de estas granodioritas y tonalitas (cuadro 2; núm. 2, 3, 4, 5 y 6) nos muestran también notables diferencias entre las zonas de borde e interior del granitoide, estando la primera empobrecida en SiO_2 y K_2O , dada su mayor basicidad, y siendo más rica en félicos y Al_2O_3 . El empobrecimiento en TiO_2 en la zona interior está ligado a su menor cantidad de biotita y a que esas biotitas sean menos ricas en Ti, pues las biotitas del borde del plutón presentan de modo mucho más frecuente texturas sageníticas de agujas de rutilo.

En los elementos menores observamos una marcada diferencia entre las dos zonas en el par Rb-Sr y menos notable en las relaciones Cs-Zr y V-Y.

Las variaciones de Rb y Sr coinciden con las señaladas por APARICIO *et al.* (1975), resaltando que el aumento de Rb y la disminución de Sr va ligada al avance de la evolución de los magmas graníticos, por lo que nuestras rocas presentan mayores relaciones Rb/Sr al aumentar los contenidos de SiO_2 y K_2O y disminuir la proporción de biotita modal. Las concentraciones de Cs-Sr y V-Y siguen la misma pauta.

Al considerar las relaciones composicionales entre las granodioritas y los gneises encajantes se observa que estas granodioritas, aun las menos básicas, son bastante menos silíceas que los gnei-

ses. Por otra parte, los contenidos en Rb y la relación Rb/Sr es muy alta en el gneis y mucho más baja en las granodioritas, especialmente en las facies de borde. Estos datos excluyen la posibilidad de suponer que la facies marginal del granitoide sea debida a procesos de contaminación local.

En las normas se observa que en la zona de borde del granitoide hay una mayor pobreza en Q y Ort y una mayor abundancia en An, Hy, Di, Ilm y Mt que en el interior del plutón. También es notable la ausencia de corindón en todas las rocas del borde.

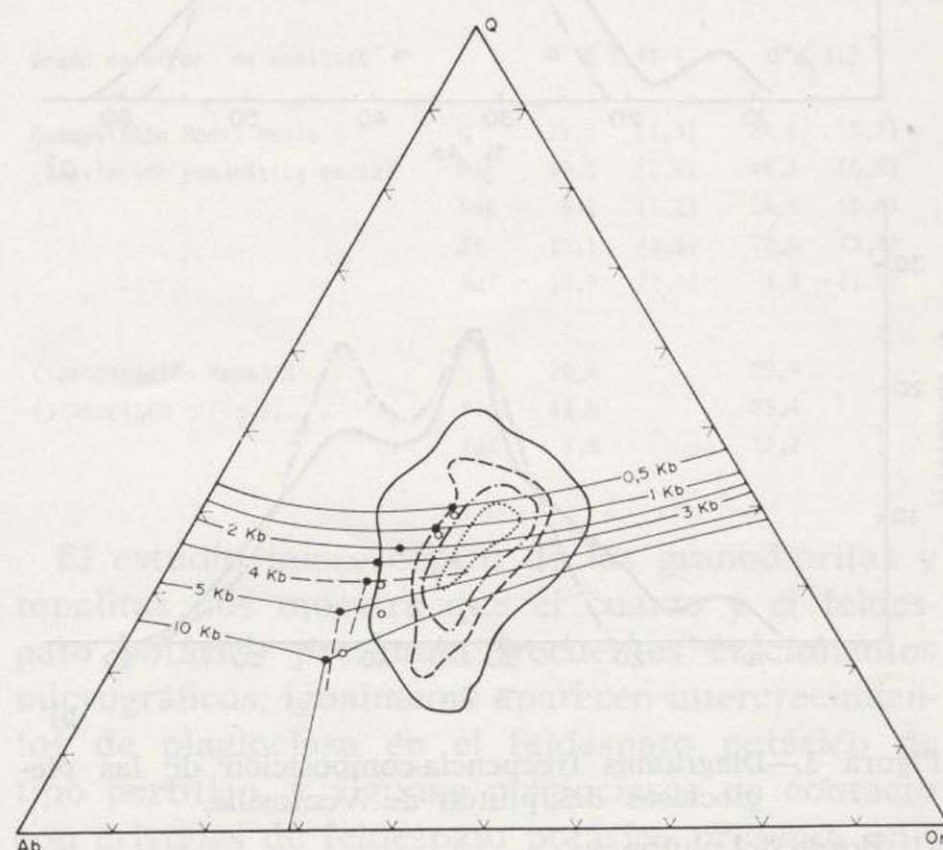


Figura 6.—Diagrama Q-Ab-Or.

Curvas de — 2 %, — — — 3 %, — . — 4 %, 6-7 % según los datos composicionales de 571 plutones de TUTTLE & BOWEN (1958).

- Eutécticos y líneas cotécticas a diferentes presiones, según LUTH *et al.* (1964).
- Análisis del plutón de Ventosilla.

En el diagrama Q-Ab-Or (fig. 6) las rocas analizadas quedan en una línea paralela a las de los eutécticos de LUTH *et al.* (1964). Las rocas del borde del plutón están situadas cerca de los eutécticos que se forman a mayor presión de vapor de agua (superior a 4 Kb) y las del interior cercana a los eutécticos de menor presión (de 1 a 2 Kb), estando todas nuestras rocas comprendidas dentro del sector de posible anatexia determinado por TUTTLE & BOWEN (1958).

Estos datos son compatibles con la idea de que



Figura 5.—Granate aureolado, cuarzo, plagioclasa, biotita, sillimanita y espinela en un enclave gneísico (62516) N// × 10.

VARIABILIDAD QUÍMICA Y DISCUSION

Los análisis químicos de estas granodioritas y tonalitas (cuadro 2; núm. 2, 3, 4, 5 y 6) nos muestran también notables diferencias entre las zonas de borde e interior del granitoide, estando la primera empobrecida en SiO₂ y K₂O, dada su mayor basicidad, y siendo más rica en fémcicos y Al₂O₃. El empobrecimiento en TiO₂ en la zona interior está ligado a su menor cantidad de biotita y a que esas biotitas sean menos ricas en Ti, pues las biotitas del borde del plutón presentan de modo mucho más frecuente texturas sageníticas de agujas de rutilo.

En los elementos menores observamos una marcada diferencia entre las dos zonas en el par Rb-Sr y menos notable en las relaciones Cs-Zr y V-Y.

Las variaciones de Rb y Sr coinciden con las señaladas por APARICIO *et al.* (1975), resaltando que el aumento de Rb y la disminución de Sr va ligada al avance de la evolución de los magmas graníticos, por lo que nuestras rocas presentan mayores relaciones Rb/Sr al aumentar los contenidos de SiO₂ y K₂O y disminuir la proporción de biotita modal. Las concentraciones de Cs-Sr y V-Y siguen la misma pauta.

Al considerar las relaciones composicionales entre las granodioritas y los gneises encajantes se observa que estas granodioritas, aun las menos básicas, son bastante menos silíceas que los gnei-

ses. Por otra parte, los contenidos en Rb y la relación Rb/Sr es muy alta en el gneis y mucho más baja en las granodioritas, especialmente en las facies de borde. Estos datos excluyen la posibilidad de suponer que la facies marginal del granitoide sea debida a procesos de contaminación local.

En las normas se observa que en la zona de borde del granitoide hay una mayor pobreza en Q y Ort y una mayor abundancia en An, Hy, Di, Ilm y Mt que en el interior del plutón. También es notable la ausencia de corindón en todas las rocas del borde.

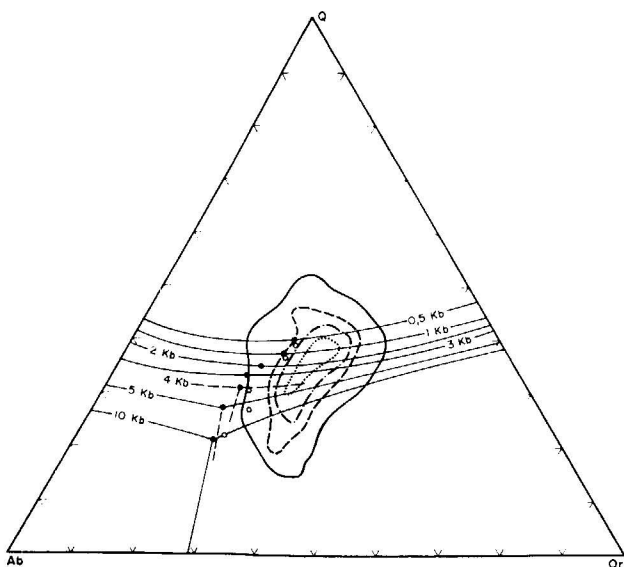


Figura 6.—Diagrama Q-Ab-Or. Curvas de — 2 %, — — 3 %, — — — 4 %, 6-7 % según los datos composicionales de 571 plutones de TUTTLE & BOWEN (1958).

● Eutécticos y líneas cotéticas a diferentes presiones, según LUTH *et al.* (1964).
○ Análisis del plutón de Ventosilla.

En el diagrama Q-Ab-Or (fig. 6) las rocas analizadas quedan en una línea paralela a las de los eutécticos de LUTH *et al.* (1964). Las rocas del borde del plutón están situadas cerca de los eutécticos que se forman a mayor presión de vapor de agua (superior a 4 Kb) y las del interior cercana a los eutécticos de menor presión (de 1 a 2 Kb), estando todas nuestras rocas comprendidas dentro del sector de posible anatexia determinado por TUTTLE & BOWEN (1958).

Estos datos son compatibles con la idea de que

las granodioritas y tonalitas se han formado por anatexis, la cual sería una consecuencia de la evolución de la energía térmica y dinámica durante la segunda fase de la Orogenia Hercínica. También la idea es compatible con las condiciones que reinaron en el sector durante esta fase, pues utilizando las curvas experimentales de fusión de granodioritas, tonalitas y granitos de PIWINSKII & WYLLIE (1968, 1970) se deduce que para una génesis anatécnica serían necesarias temperaturas de 670° a 720°C a presiones de 3 a 3,5 Kb, condiciones muy similares a las reinantes en nuestro sector durante dicha F₂. Estos datos obteni-

dos en este pequeño plutón son similares a los que se desprenden del esquema de metamorfismo-plutonismo propuesto para el Sistema Central por FUSTER *et al.* (1974).

Esta hipótesis de generación de las granodioritas y tonalitas por anatexia de gneises al final de la F₂ y su posterior emplazamiento viene apoyada además por los rasgos texturales del mismo plutón, como son la presencia de enclaves de naturaleza gneísica similar a los de la zona que intruye, no pudiendo el plutón, por su escasa aloc-tonía, engastar enclaves de otro tipo de roca,

CUADRO 3

COMPARACION DE LAS GRANODIORITAS Y TONALITAS DE VENTOSILLA CON OTROS GRANITOIDES DEL SISTEMA CENTRAL

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
SiO ₂	60,90	60,98	70,00	71,20	68,90	69,70	69,65	71,10	68,90	70,30	70,80	69,20	70,20	69,74
Al ₂ O ₃	17,04	16,05	13,70	14,38	14,26	14,51	14,64	14,00	15,02	14,39	14,51	16,63	16,48	14,41
Fe ₂ O ₃	1,22	1,20	0,38	0,78	1,57	1,06	0,25	0,66	0,98	0,68	0,34	0,45	0,38	0,36
FeO	4,49	4,35	2,47	1,74	1,52	2,23	2,57	2,20	2,11	1,84	2,18	2,05	1,97	1,61
MnO	0,07	0,08	0,04	0,07	0,05	0,05	0,04	0,02	0,02	0,01	0,02	0,05	0,06	0,05
MgO	2,52	3,25	1,81	0,80	1,41	1,31	1,00	1,21	1,31	0,91	0,80	0,94	0,71	1,42
CaO	4,49	5,97	2,81	1,82	2,52	2,52	2,94	2,10	2,52	2,38	2,66	2,65	1,91	1,70
Na ₂ O	3,56	3,22	3,10	3,88	4,04	3,07	3,45	3,34	3,67	3,61	3,45	3,16	3,00	4,52
K ₂ O	2,79	2,33	3,50	3,80	2,94	3,85	3,70	3,90	3,85	4,33	3,61	3,56	4,00	4,90
TiO ₂	0,95	0,86	0,44	0,30	0,50	0,43	0,37	0,50	0,51	0,46	0,37	0,43	0,44	0,17
P ₂ O ₅	0,38	0,19	0,15	0,11	0,19	0,19	0,18	0,18	0,20	0,16	0,18	0,03	0,15	0,12
H ₂ O	1,24	1,41	1,32	1,29	1,75	1,10	1,05	0,77	0,75	0,84	0,57	0,82	1,13	0,69
Total	99,65	99,86	99,72	100,17	99,65	100,02	99,84	99,98	99,84	99,91	99,49	100,41	100,44	99,69

Norma C.I.P.W.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Q	14,57	14,90	28,65	28,31	26,83	29,10	26,33	29,72	25,00	25,88	29,10	28,93	31,47	18,81
Or	16,49	13,77	20,68	22,46	17,37	22,75	21,87	23,05	22,75	25,59	21,33	21,04	23,64	28,96
Ab	30,13	27,25	26,23	32,83	34,19	25,98	29,19	28,26	31,06	30,55	29,20	26,74	25,39	38,25
An	19,80	22,47	12,96	8,31	11,26	11,26	13,41	9,24	11,20	10,27	12,02	12,95	8,54	4,57
Di	-	4,83	-	-	-	-	-	-	-	0,40	-	-	-	2,52
Hy	12,07	11,45	8,08	4,18	4,27	5,86	6,47	5,72	5,52	4,14	5,14	5,12	4,46	4,77
Mt	1,77	1,74	0,55	1,13	2,28	1,54	0,36	0,96	1,42	0,99	0,49	0,65	0,55	0,52
Ilm	1,80	1,63	0,84	0,57	0,95	0,82	0,70	0,95	0,97	0,87	0,70	0,82	0,84	0,32
Ap	0,88	0,44	0,35	0,25	0,44	0,44	0,42	0,42	0,46	0,37	0,42	0,07	0,35	0,28
C	0,91	-	0,07	0,84	0,30	1,17	0,05	0,90	0,71	-	0,52	2,84	4,09	-

- 1.- 52949 Tonalita de Guisando (Avila). Analista: M. Vallejo.
- 2.- Media de los análisis de la zona de borde del plutón de Ventosilla.
- 3.- Media de análisis de la zona central del plutón de Ventosilla.
- 4.- 52595 Granito porfídico de Hoyo de Manzanares (Madrid). Analista: M. Vallejo.
- 5.- 52669 Granodiorita de Valdemorillo (Madrid). Analista: M. Vallejo.
- 6.- 52679 Granodiorita de Zarzalejo (Madrid). Analista: M. Vallejo.
- 7.- 52882 Granito porfídico de Colmenar del Arroyo (Madrid). Analista: M. Vallejo.
- 8.- 53775 Granodiorita microporfídica de Sotillo de La Adrada (Avila). Analista: M. Vallejo.
- 9.- 53783 Granodiorita porfídica foliada de Navalunga (Avila). Analista: M. Vallejo.
- 10.- 59838 Granodiorita porfídica foliada de Cenicientos (Madrid). Analista: M. Vallejo.
- 11.- 53863 Granodiorita porfídica de Navalagamella (Madrid). Analista: M. Vallejo.
- 12.- 35351 Granito de grano grueso-medio de Villacastín (Avila). Analista: A. Hdez.-Pacheco.
- 13.- 35440 Granito de grano medio con gabarros de San Rafael (Segovia). Analista: A. Hdez.-Pacheco.
- 14.- 66847 Granito porfídico de La Granja (Segovia). Analista: J.I. Rubio.

como habría hecho de haberse generado en zonas subcorticales.

De la misma manera teniendo en cuenta los datos composicionales parece lógico suponer que la anatexia se haya producido en niveles metamórficos de grado análogo, pero partiendo de rocas metamórficas más básicas que las que hoy vemos directamente relacionadas con las granodioritas y tonalitas.

Al comparar estos análisis químicos son los de otros granitoides del Sistema Central (cuadro 3) observamos que en nuestro plutón coexisten tipos ácidos (en torno al 70 por 100 de SiO₂) análogos a los tipos dominantes de granitoide del Sistema Central, y tipos básicos (en torno al 60 por 100 de SiO₂) escasamente representados en el Sistema. El hecho de que en un mismo plutón encontremos simultáneamente y ligados por términos de transición estos tipos litológicos, que abarcan en gran parte el espectro de variabilidad de los granitoides del Sistema Central (fig. 2), es importante. En nuestro caso es claro que los datos geológicos y petrográficos indican una evolución unitaria de ambos tipos de rocas, cualquiera que sea el modelo petrogenético que se use, por lo que se puede inferir de modo general en que no parece aplicable la idea de que los granitoides

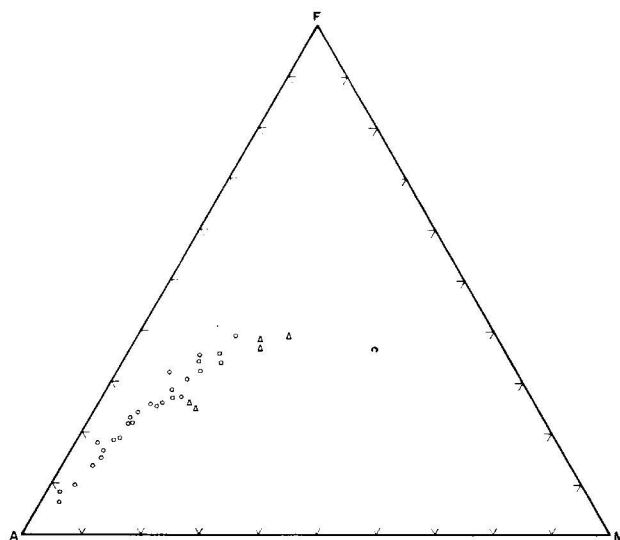


Figura 7.—Diagrama triangular AFM.

○ 29 rocas graníticas del Sistema Central, según APARICIO et al. (1975).
△ Análisis del plutón de Ventosilla.

más básicos del Sistema Central procedan de sectores corticales o subcorticales diferentes que los de carácter más ácido, debiéndose achacar las diferencias encontradas tan sólo a los procesos de evolución de un mismo magna.

Asimismo, al realizar el diagrama AFM (fig. 7) se observa la unitariedad evolutiva de los granitoides del Sistema Central como términos de una evolución típicamente calcoalcalina, siendo los términos menos sálicos de nuestro plutón el nexo de unión entre los tipos dominantes de la serie y sus términos más básicos.

BIBLIOGRAFIA

- APARICIO, A.; BARRERA, J. L.; CARABALLO, J. M.; PEINADO, M., y TINAO, J. M.: *Los materiales graníticos hercínicos del Sistema Central Español*. Mem. Inst. Geol. Min. España, t. 88 (1975).
- CURRIE, K. L.: *A note on the calibration of the Garnet-Cordierite, Geothermometer and Geobarometer*. Contr. Mineral Petrol., 44, 35-44 (1974).
- CHAYES, F.: *Petrographic Modal Analysis*. John Wiley & Sons Inc (1956).
- DIDIER, J.: *Granites and Their enclaves*. Elsevier Publ. Co. Amsterdam (1973).
- FÚSTER, J. M.; APARICIO, A.; CASQUET, C.; GARCÍA CACHO, L.; MORA, A., y PEINADO, M.: *Interacciones entre los metamorfismos plurifaciales y polifásicos del Sistema Central Español*. Bol. Geol. Min., 85, 83-88 (1974).
- FÚSTER, J. M., y VILLASECA, C.: *Migmatización en las series metamórficas en la vertiente N. de la Sierra de Guadarrama*. Estudios Geológicos (en prensa) (1979).
- LUT, W. C.; JAHNS, R. H. & TUTTLE, O. F.: *The granite system at pressures of y to 10 Kilobares*. Jour. Geophys. Research, 69-4, 759-773 (1964).
- PIWINSKII, A. J. & WYLLIE, P. J.: *Experimental studies of igneous rocks series a zoned pluton in the Wallowa Batholith*. Oregon. Jour. Geol., 76, 205-234 (1968).
- PIWINSKII, A. J. & WYLLIE, P. J.: *Experimental studies of igneous rocks series felsic body suite from the Needle Point Pluton Wallowa Batholith*, Oregon. Jour. Geol., 78, 52-76 (1970).
- RUBIO, J. I.: *Las formaciones plutónicas y metamórficas del Sector de Prádena (Vertiente N del Sistema Central)*. Tesis de Licenciatura. Inédita. Fac. Ciencias Geol. Univ. Compl. (Madrid) (1979).
- STRECKEISEN, A. L.: *Clasificación and Nomenclature of the Igneous Rocks*. N. J. b. Miner. Abh, 107/2, 144-214 (1967).
- TUTTLE, O. F. & BOWEN, N. L.: *Origin of granite in the light of experimental studies in the system Na Al SiO₂ - K Al Si₃O₈ - SiO₂ - H₂O*. Geol. Soc. America Memoir, 74 (1958).

Recibido: Febrero 1980

Petrografía y medios sedimentarios de la caliza del páramo (prov. de Madrid)

Por M.^a A. BUSTILLO (*)

R E S U M E N

Se hace un estudio detallado de las diferentes facies que posee «la caliza del páramo» al SE de Madrid, intentando ver la variación lateral desde el supuesto borde hacia su parte central. Se define y se da un significado genético a los siguientes tipos petrológicos encontrados: calizas homogéneas (micritas y pseudoesparitas) grumelares, fosilíferas, brechoideas, oncolíticas, tobáceas y karsificadas. Aunque la reconstrucción paleogeográfica es difícil, por existir una gran variedad de microambientes, se habla en general de medio litoral en la zona O y más profundo hacia el E. La serie evoluciona en la vertical de una manera distinta según los puntos, pero a grandes rasgos el techo acaba siendo palustre.

Se resalta la existencia en la base del páramo y para la parte E de un episodio claramente yesífero que ha quedado enmascarado por procesos de calcificación y silicificación posteriores, observándose en la actualidad sólo calizas secundarias con sílex.

A B S T R A C T

Different macro and microfacies of Miocene «paramo» limestone are studied and defined on the South East of Madrid. Homogeneous limestones (micrites and pseudoesparites) oncolite bearing limestones, fossiliferous limestones (biomicrites of gastropods, ostracods and algae) brecciated limestones, calcareous tufa and kastific limestones are described.

The environments are palustrine and lacustrine although the upper carbonates are generally palustrine. The carbonates of the Eastern zone have been formed in less deep environments than that of the Western zone. An evaporitic episode would have existed in the lower part of the «paramo limestone». Then the primary gypsum was later substituted by calcite. The secondary limestone occurs particularly on the East.

INTRODUCCION

El objeto de este trabajo es el estudio detallado de las diferentes facies que posee la caliza del páramo al SE de Madrid y su interpretación genética.

La zona escogida se sitúa en las Hojas 1:50.000 de Arganda y Alcalá de Henares (fig. 1). En ella la caliza del páramo constituye una extensa altiplanicie levemente inclinada hacia el SE y a veces ligeramente plegada, sobre todo entre Campo Real y Nuevo Baztán. Su potencia aumenta desde el NO al SE, midiéndose de 5-10 m en Campo Real

y de 40-50 m en Villar del Olmo. La parte superior, y a veces toda ella, presenta fenómenos de karstificación que dan lugar a la aparición de zonas de concentración de arcillas de descalcificación que varían en intensidad e importancia según los puntos.

Las secciones sobre las que se ha realizado este estudio (A, CR, R, B, VA, V, NB y L) vienen representadas en la figura 1 y corresponden frecuentemente con zonas de canteras o cortes de carreteras que permiten el muestreo de los afloramientos. Se ha intentado obtener con tales puntos un reflejo de la variación lateral de facies desde el supuesto borde de la caliza del páramo a la parte central.

(*) Departamento de Petrología. Universidad Complutense de Madrid.

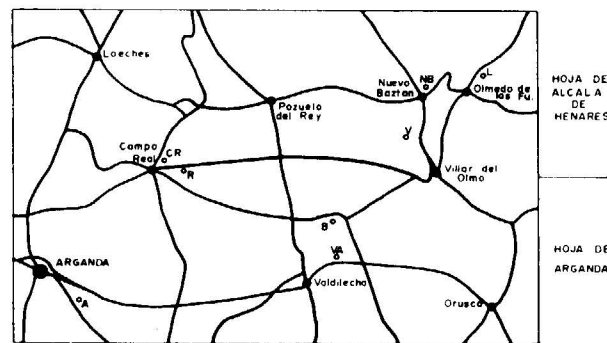


Figura 1.—Esquema de situación de las columnas estudiadas.

ANTECEDENTES

Los autores antiguos (FERNÁNDEZ NAVARRO y CARANDEL, 1914; HERNÁNDEZ PACHECO, 1924; ROYO GÓMEZ, 1929, entre otros) consideraban ya a la caliza del páramo formada en ambiente lacustre y palustre por su fauna, unas veces dulceacuícola y otras constituida por moluscos palustres o terrestres. Los tallos de plantas es otra de las características observadas desde antiguo.

Actualmente, en la memoria explicativa de Alcalá de Henares (CAPOTE y CARRO, 1968) hablan de la caliza del páramo de medio lacustre, y en la memoria de Arganda SAN JOSÉ LANCHI (1975) comenta que la caliza del páramo se formaría en interfluvios pantanosos teniendo naturaleza lacustre y tobácea.

No existen, sin embargo, datos precisos y localizados referentes a los tipos petrológicos que presenta esta caliza. CASTELL y DE LA CONCHA (1951) definen las calizas de esta zona como tobáceas, oolíticas y cavernosas. QUIRANTES (1966) considera que es una caliza de características asimilables a la familia I de FOLK, por aparecer «términos esparíticos», lo que supone, según este autor, que se forma «en un régimen de exorreísmo que es capaz de llevarse el barro micrítico...». Deducción inadecuada, ya que en ambientes continentales existen muchos mecanismos diagenéticos de formación de cristales grandes de calcita. RIBA et al. (1969) hablan para esta zona de algas, bajo el término de «biolito» y de biomicritas como principales tipos petrológicos, y de pellmicritas, dismicritas y microesparitas, accesorariamente.

SERIES Y CARACTERES PETROLOGICOS DE LOS MATERIALES ESTUDIADOS

CAMPO REAL (CR)

El muestreo se realizó en los cerros situados al N-E de la población:

Muro:

- 0,5 m visibles de caliza arenosa brechificada de tonos amarillentos. Lateralmente pasa a calizas criptocristalinas y a calizas con pseudomorfos de cristales de yeso.
- 2 m de caliza homogénea, con tránsito lateral a caliza grumelar brechificada.
- 3 m de caliza grumelar brechificada. Se observa gravels e intraclastos a simple vista; éstos son a veces de color más oscuro y llegan a tener un tamaño de 3 mm. Posee encostramientos superficiales.

Petrográficamente las calizas que constituyen esta serie son micritas grumerizadas con gravels y huecos irregulares cementados. Pueden tener algún fósil aislado (ostrácodos, gasterópodos, etcétera), pero en general no hay facies realmente fosilíferas.

Todas las calizas presentan material terrígeno de Q y Moscovita en proporciones alrededor del 5 por 100. En la base hay una concentración de terrígenos (Moscovita, Cuarzo, fragmentos de fósiles e incluso clastos de caliza), predominando las moscovitas, que se disponen además sin ninguna orientación.

CAMPO REAL (R)

Situación: Cantera en el kilómetro 11,800 de la carretera de Campo Real a Villar del Olmo.

Muro:

- 1 m visible de caliza con oncolitos. Existe porosidad en niveles que coinciden con la estratificación.
- 1 m de caliza de aspecto tobáceo que contiene además posibles depósitos kársticos. No se advierten tallos de plantas. Está separada de la caliza inferior por un contacto erosivo.

- 6 m de caliza de oncolitos en bancos de 1/2 a 1 m. Las variaciones laterales de estas capas son muy grandes, encontrándose dentro de ellas, cuerpos lenticulares de calizas fosilíferas y grumelares. Por otra parte, a partir de fracturas y planos de estratificación tienen lugar procesos de recrystalización que borran las características litológicas anteriormente descritas dando calizas homogéneas de color grisáceo, en las que todavía se observa restos de la roca original (lám. I, figura 5). Las partes recrystalizadas poseen estructuras lineales (BUSTILLO, 1979).

Los oncolitos tienen un tamaño variable, pero rara vez superan 3 cm de diámetro. Su disposición es aleatoria, no presentan estratificación cruzada. Son complicados en su forma, existiendo algunos que constituyen cuerpos complejos, donde hay varios núcleos que hacen de centro. Su color es variable, pudiendo encontrar formas claras, oscuras e incluso mixtas de ambas que presentan los colores oscuros en su interior.

Petrográficamente las calizas oncolíticas son clasificables como biomicritas, existiendo biosparitas sólo en la base de la serie. La micrita está grumerizada o recrystalizada.

Los oncolitos algunas veces están en contacto, pero otras están aislados en la pasta micrítica. Sus estructuras más frecuentes, según la nomenclatura de LOGAN et al. (1964), es del tipo SS-C, siendo la morfología de las envueltas micríticas muy variable. En sus núcleos hay valvas, characeas, gasterópodos, posibles tallos de plantas y clastos calcáreos, aunque muchas veces éstos no son observables. Pueden encerrar terrígenos, pero en cantidades muy pequeñas, y lo que sí se advirtió es que a veces poseen colonias de algas (lámina II, fig. 3). Este hecho es también observado por SCHAFER, A., y STAPF (1978) en oncolitos actuales del lago Constanza.

Junto a los oncolitos se observa siempre intraclastos de formas angulosas y redondeadas, cuyo origen posiblemente sea por ruptura y micritización de oncolitos.

Los términos de la base se diferencian del resto porque además de poseer un cemento de esparita tienen como aloquímicos granos de cuarzo y fragmentos de fósiles con y sin envoltura. Su carácter

general es más terrígeno. Los lentejones fosilíferos están formados por characeas, valvas (ostrácodos y gasterópodos), siendo interesante destacar la gran abundancia de characeas frente a los demás.

VALDILECHA (VA)

Situación: Cantera próxima al kilómetro 2 de la carretera de Valdilecha a Orusco, en las proximidades de Valdilecha.

Muro:

- 1 m de caliza brechoidea con tonos rosáceos. Es posible que la estructura brechoidea esté influida por la falla que en este punto afecta a la caliza del páramo.
- 2 m de caliza fosilífera con gran cantidad de gasterópodos.
- 3 m de caliza criptocristalina compacta con fractura concoide.
- 3 m de caliza fosilífera grumelar con formas aisladas de oncolitos.
- 2 m de caliza oncolítica, que lateralmente en su parte superior pasa a brecha calcárea (lám. I, fig. 6).
- 2 m de caliza tobácea, en la que es posible observar tallos calcificados.

Microscópicamente la caliza de la base es compleja, porque está modificada por las recrystalizaciones provocadas según creemos durante los efectos tectónicos. De una manera general se puede clasificar como brecha de intraclastos micríticos y pasta de microsparita. Aisladamente, en la pasta se advierte alguna estructura lineal (BUSTILLO, 1979).

Las calizas fosilíferas son biomicritas, existiendo además de gasterópodos, algas y ostrácodos. Los caparazones de los gasterópodos se encuentran muy transformados.

Las calizas homogéneas son micritas, aunque algo grumerizadas. En ocasiones aparecen recrystalizadas a microsparita.

Las calizas oncolíticas son biomicritas. Los oncolitos poseen en su núcleo muchas veces tallos

de plantas, lo cual es lógico si advertimos la íntima relación de estas calizas con las tobas superiores.

La brecha calcárea está formada por intraclasos de micrita con calciformas de cristales de yeso; la pasta es una microsparita grisácea que parece producida por recristalización. De forma aislada pueden existir también valvas de conchas.

La microfacies de la toba es heterogénea. En gran parte es cristalina, es decir, alrededor del hueco del tallo aparece una aureola de cristales de calcita con diversas texturas. El hueco central del tallo suele estar cementado por esparita, aunque como primer tapizado a veces se observa una película de óxidos de Fe. El espacio entre los tallos es micrita más o menos grumerizada, observándose algún resto de gasterópodo y ostrácodo. La aureola de «esparita» es compleja y una observación detallada manifiesta que los cristales de calcita se disponen en roseta alrededor de un núcleo central oscuro (lám. II, fig. 5). Tal textura se asemeja en cierta manera a la interpretada por IRION y MULLER (1968) como una textura de toba de musgo. En ocasiones también se observa microfacies estromatolítica, que en sección es similar a las formas oncolíticas (lám. II, fig. 4).

VALDILECHA (B)

Situación: Canteras próximas al kilómetro 34 de la carretera de Campo Real a Carabaña.

En este punto se puede observar cómo existen dos niveles tobáceos en la caliza del páramo; uno de ellos coronando la serie y otro en la parte media. Sobre ambos se han desarrollado depósitos kársticos, como suele suceder en toda esta zona. Estas tobas las hemos denominado «cuneiformes» por presentar la roca en corte fresco un aspecto de dibujos «cuneiformes» oscuros que resaltan sobre un fondo más claro (lám. I, fig. 3); sólo muy aisladamente presentan algún tallo calcificado. Al microscopio estas tobas son también heterogéneas. Tienen facies estromatolíticas que coexisten intensamente con facies claras de tobas de musgos (IRION y MULLER, 1968) (lám. II, fig. 7). Hay zonas en que además dentro de grandes cristales de calcita también se ven formas asimilables a algas (lám. II, fig. 8). El entramado general es, como siempre, micrita más o menos grumerizada.

NUEVO BAZTAN (NB)

Situación: Carretera de Nuevo Baztán a Olmeda de las Fuentes. Barranco próximo al kilómetro 2.

Muro:

— 4 m de intercalaciones de areniscas y conglomerados finos calcáreos polimícticos. El esqueleto está formado por cuarzo, feldespato, micas y fragmentos de rocas metamórficas, existiendo aisladamente algún oncolito. En el techo la pasta calcárea es a veces muy abundante, se encuentra silicificada, y los cantos del esqueleto están flotando. El centil no sobrepasa los 3 cm. Lateralmente este nivel pierde su cemento calcáreo y la silicificación tomando el aspecto normal de la serie detrítica de la base de la caliza del páramo.

— 8 m de caliza microcristalina sacaroides con masas irregulares de sílex formadas por silicificación.

— 5 m de caliza grumelar de tonos rocáceos.

En esta serie los materiales detríticos, que son representativos de la base de la caliza del páramo, se encuentran aproximadamente 15 m por debajo de la superficie topográfica actual. Por tanto, las calizas inferiores no corresponden estrictamente a la denominada «caliza del páramo», por lo que hemos prescindido de ellas.

El carácter más especial de esta serie, es la frecuencia de aparición de pseudoesparitas con texturas distintas (lám. III). Corresponden a las calizas que de visu se han denominado sacaroides. Las texturas observables en ellas son, siguiendo la nomenclatura de FRIEDMAN, G. M. (1965), inequigranulares xenotópicas (lám. III, figuras 1 y 2), e inequigranulares hipidotópicas porfirotópicas (lám. III, figs. 4 y 5); se trata siempre de calcita, sin observar en ningún caso dolomita.

Estas rocas presentan frecuentemente estructuras estilolíticas, que suelen tener tendencia a orientarse en una dirección.

La observación detenida de los cristales de pseudoesparita revela la existencia en ocasiones de pseudomorfos de cristales de yeso, incluidos dentro de estos cristales (lám. III, fig. 2) o reproducidas por ellos (lám. III, fig. 3).

Las pseudoesparitas constituyen además la pasta de los tramos detríticos superiores del nivel de conglomerados y areniscas, observándose también en este caso la presencia de pseudomorfos de cristales de yeso (lám. III, fig. 7).

ARGANDA (A)

El muestreo en este punto se realizó en la parte NE del cerro del Campillo. En él aparecen tobas (perfectamente identificables por los tallos calcificados) y calizas algares (lám. I, fig. 4) semejantes a las definidas por FREYTET (1973), no existiendo una fácil diferenciación en el campo de estos dos tipos por estar íntimamente asociados. Su potencia es de 2 a 3 m, y se sitúan sobre calizas arenosas.

Microscópicamente las tobas presentan facies estromatolítica muy desarrollada (en la que se advierten filamentos orgánicos) y cristales con disposiciones en roseta asimilables a tobas de musgo. Las calizas algares son micritas (más o menos grumerizadas y con alguna valva de ostrácodo, characeas y otras algas) en las que existen cuerpos lobulados constituidos por grandes cristales de calcita de exteriores redondeados y a través de las cuales se traslucen formas arborescentes (lám. II, fig. 6).

VILLAR DEL OLMO (V)

Situación: Cerro Cotos. Espesor muestreado: 14 m superiores de la serie.

Muro:

— 3 m visibles de caliza grumelar de color rojo salmón. Hay formas oncolíticas aisladas.

— 4 m de caliza grumelar algo brechificada.

— 2 m de caliza homogénea compacta criptocristalina de fractura concoide.

— 4 m de caliza porosa grumelar. En ciertas zonas se superpone también el carácter brechoideo. Posee pequeños núcleos de color rojo salmón, debidos a incipientes procesos de karstificación que se suelen localizar en la pasta de las zonas ya brechoideas.

— 1 m de caliza grumelar brechificada. Hay grietas y huecos cementados por arcillas rojas y carbonatos.

Esta serie, como ya se observa por las características de campo, es relativamente bastante homogénea. Petrográficamente está constituida por calizas grumelares que poseen textura moteada y algunos gravels. El único carácter diferente a resaltar es que hacia la base, por debajo de la caliza homogénea, este tipo textural tiene además pseudomorfos de cristales de yeso que se advierten claramente dentro de los gravels e incluso del moteado.

La caliza homogénea se trata de micrita grumerizada, algo recristalizada, con alguna valva de ostrácodo aislada, no observándose ni algas ni gasterópodos.

El carácter general de esta columna es el proceso antiguo de karstificación incipiente. Se revela al microscopio por la existencia de canales y venas rellenas parcialmente de microsparita grisácea con arcilla y que están completados por cristales grandes de calcita (lám. III, fig. 8), tratándose de una sedimentación interna.

OLMEDA (L)

Situación: Carretera de Pezuela a Olmeda, en los alrededores de Olmeda; se muestrean los 15 m superiores.

— 1 m de caliza grumelar brechificada de color rojo salmón.

— 2 m de caliza compacta homogénea con fractura concoide. En zonas está brechificada y posee pequeñas grietas irregulares cementadas.

— 2 m de caliza grumelar de color rojo salmón, con numerosas grietas irregulares cementadas. Hay localmente fenómenos de karstificación incipientes, observables por la acumulación en grietas de arcillas rojas junto con carbonatos.

— 2 m de caliza compacta homogénea algo brechoidea con fractura concoide. Por zonas hay cementaciones de grietas muy irregulares.

— 3 m de caliza blanca porosa pulverulenta.

— 1,5 m de caliza fosilífera.

— 2 m de caliza porosa blanca pulverulenta.

— 3 m de caliza fosilífera con porosidad mólida abundante.

FACIES MACROSCOPICA DE LA CALIZA DEL PARAMO

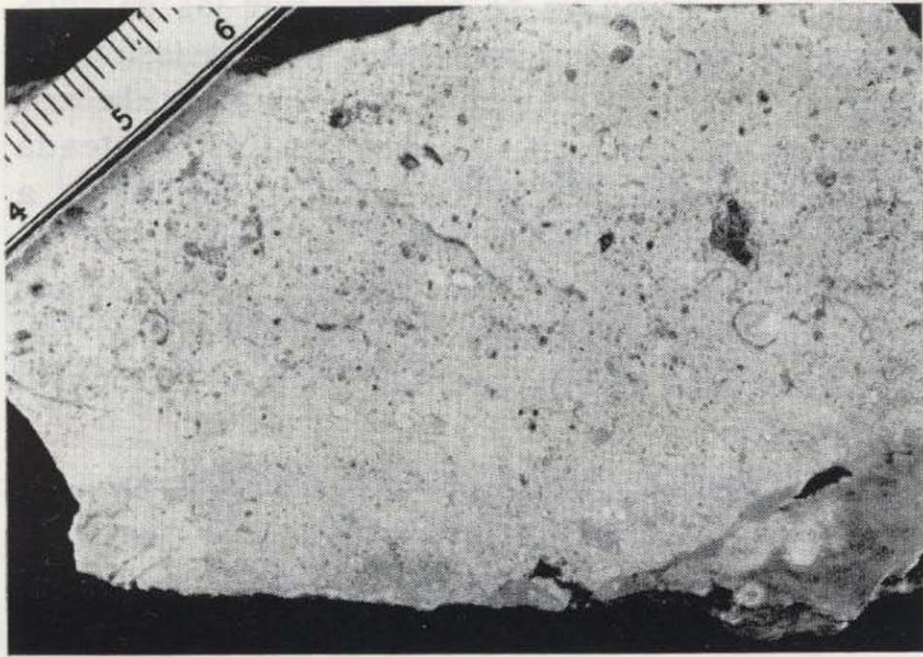


Figura 1.—Caliza grumelar. Obsérvense los gravels (intra-clastos redondeados) y las numerosas y pequeñas grietas cementadas. Olmeda.

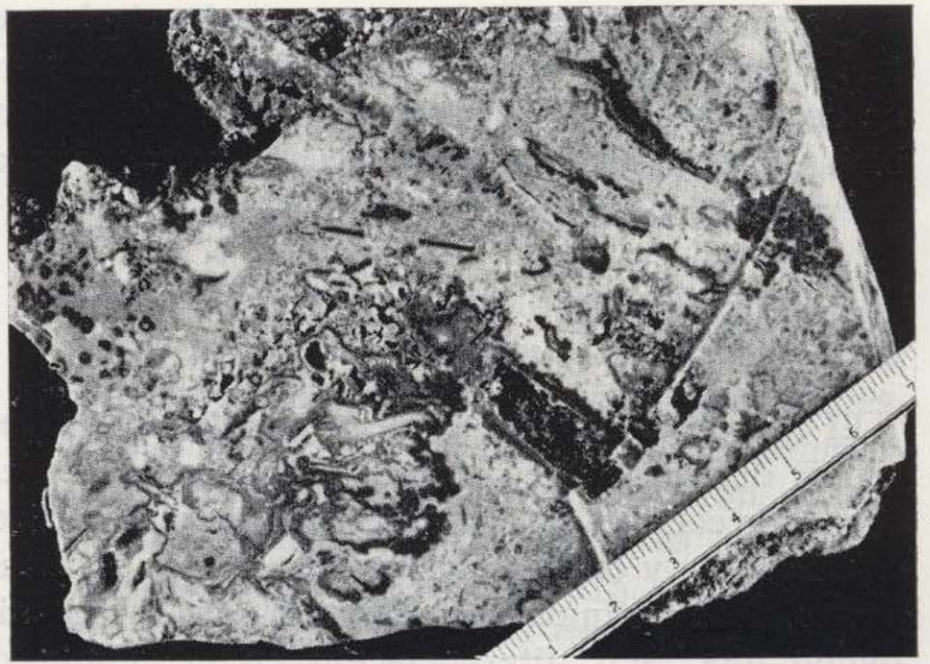


Figura 4.—Toba y caliza de algas. Arganda.

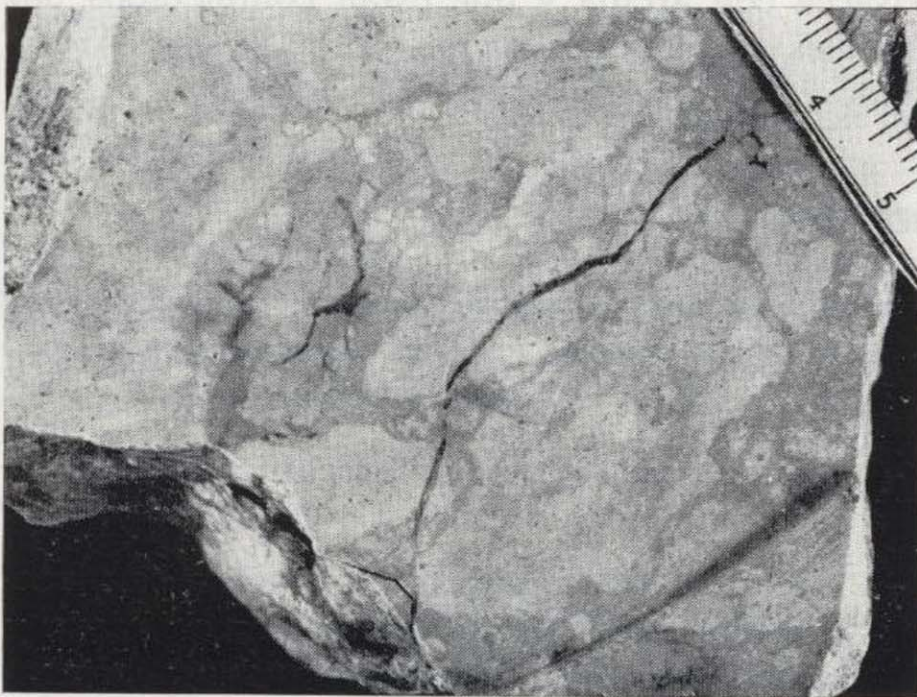


Figura 2.—Caliza grumelar brechificada. Villar del Olmo.

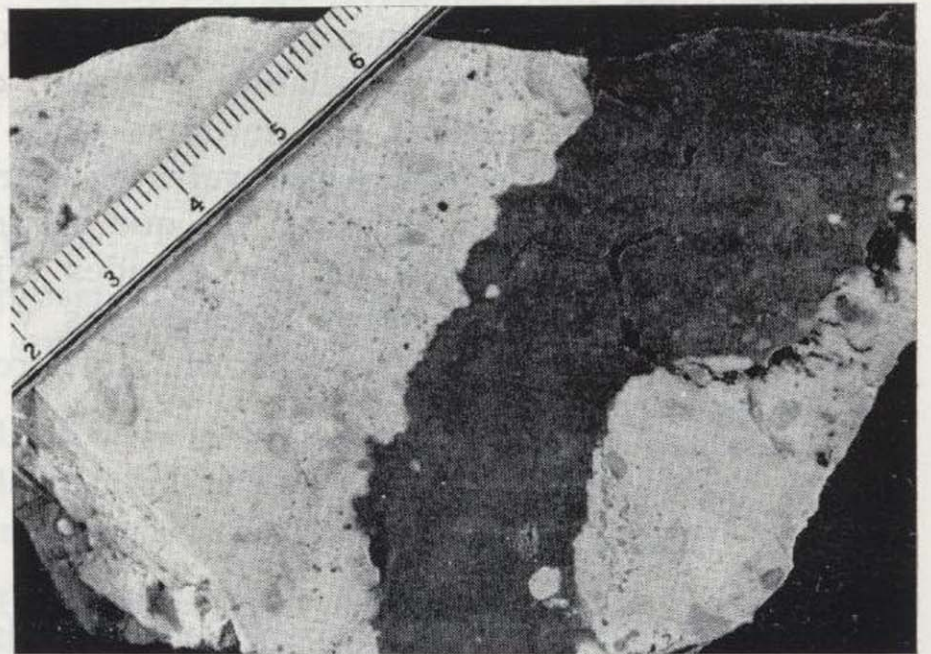


Figura 5.—Caliza oncolítica (parte clara) atravesada por vena de recrystalización (parte oscura). En la zona recrystalizada todavía se advierten restos de la caliza oncolítica. Campo Real.

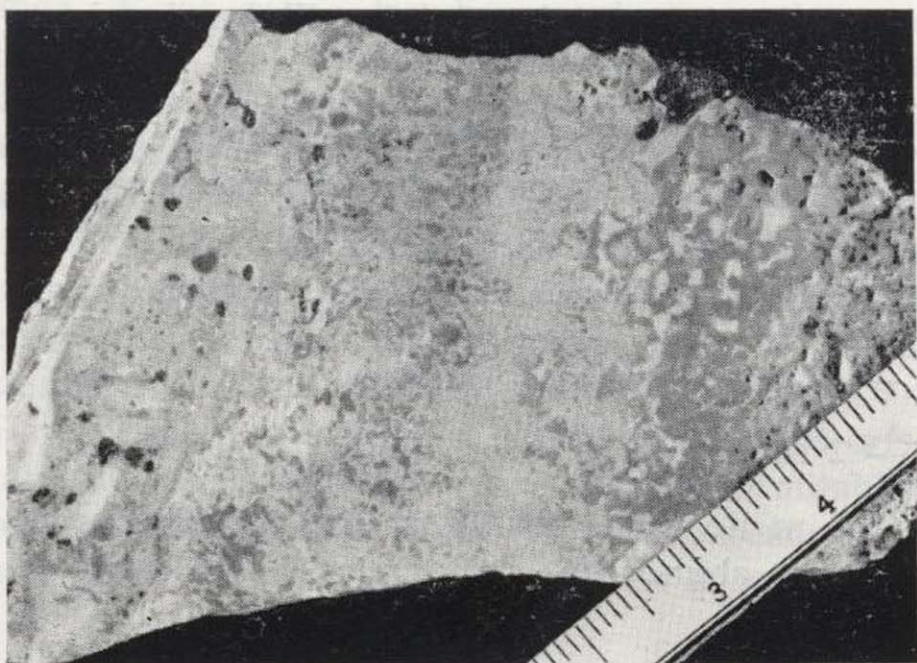


Figura 3.—Toba cuneiforme. Valdilecha (B).

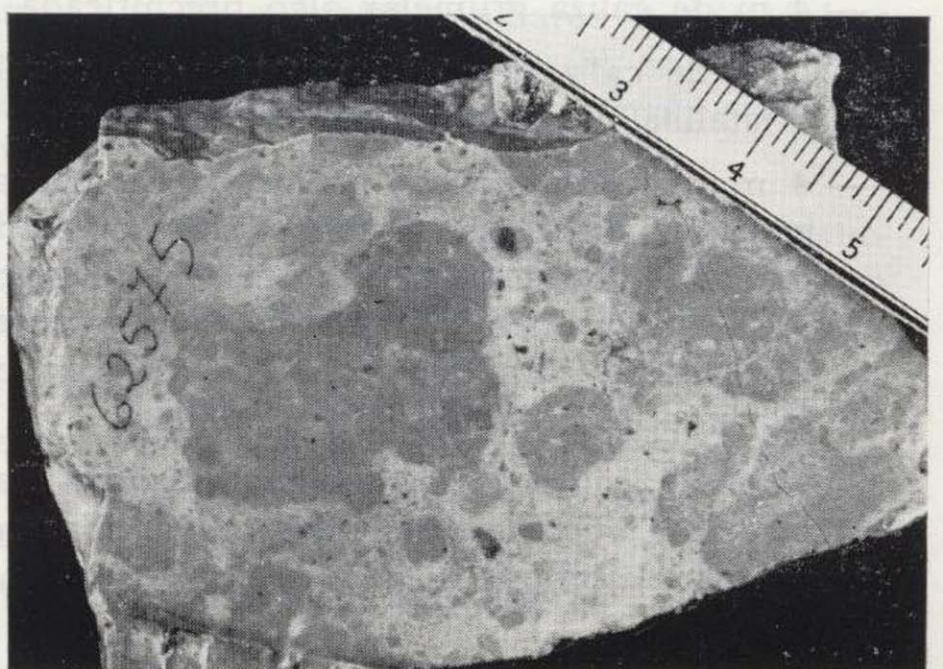


Figura 6.—Brecha palustre. Valdilecha (V. A.).



Figura 1.—Caliza grumelar. Obsérvense los gravels (intraclastos redondeados) y las numerosas y pequeñas grietas cementadas. Olmeda.

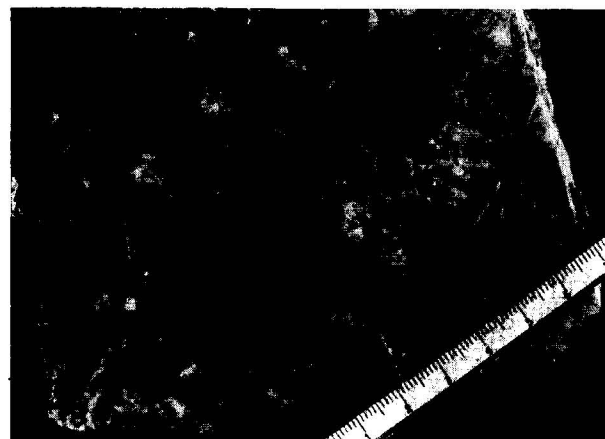


Figura 4.—Toba y caliza de algas. Arganda.

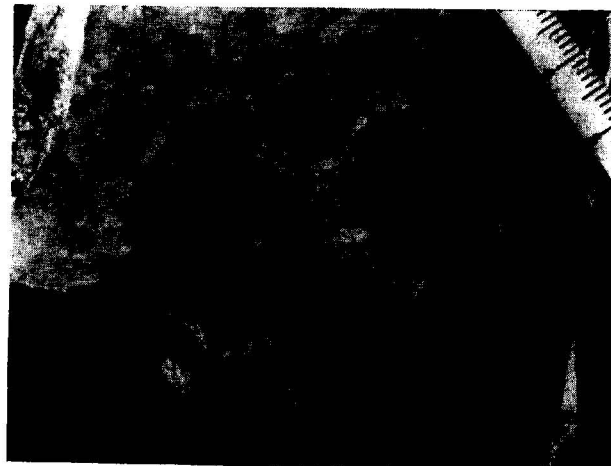


Figura 2.—Caliza grumelar brechificada. Villar del Olmo.



Figura 5.—Caliza oncolítica (parte clara) atravesada por vena de recristalización (parte oscura). En la zona recristalizada todavía se advierten restos de la caliza oncolítica. Campo Real.

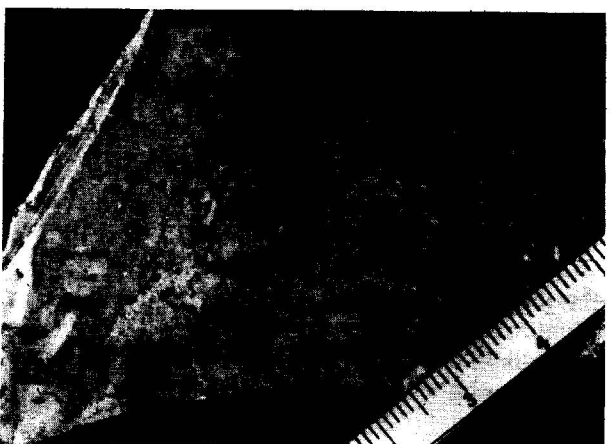


Figura 3.—Toba cuneiforme. Valdilecha (B).

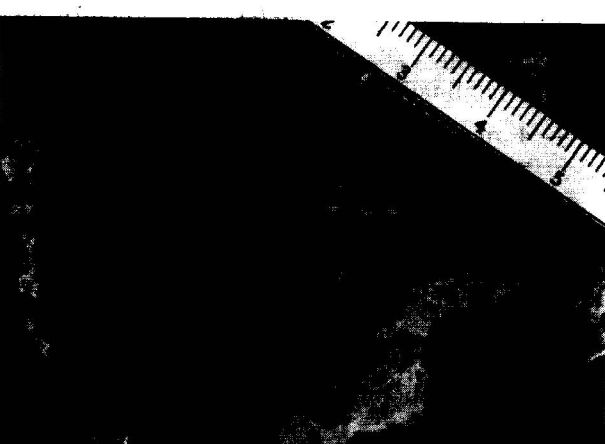


Figura 6.—Brecha palustre. Valdilecha (V. A.).

Muro:

Microscópicamente los caracteres más importantes a resaltar en esta serie son:

- La parte superior (alrededor de los 7 m priros) es una micrita que aunque en ocasiones se presenta más o menos homogénea, lo normal es que esté grumerizada o posea numerosos gravels.
- La parte inferior de la serie está formada por calizas porosas muy fosilíferas. Son biomicritas (algo grumerizadas) muy ricas en ostrácodos, gasterópodos y characeas. En relación con las calizas superiores están menos transformadas.

FACIES DEFINIDAS Y SIGNIFICADO GENETICO

El principal problema que plantea el estudio de la caliza del páramo es el poco conocimiento que hasta la actualidad se tiene de las calizas continentales y que se traduce en la ausencia de una terminología general aceptable y en la falta de una definición de elementos interpretativos. Si a todo esto añadimos la dificultad de observar directamente en el campo la mayoría de los caracteres texto-estructurales (éstos sólo se presentan en la mayoría de los casos después de cortar y pulir las rocas), y los frecuentes cambios laterales existentes (provocados tanto por fenómenos singenéticos como diagenéticos), se advierte la gran problemática que representa definir diferentes medios; CAUDWELL (1968) propone el análisis sistemático de microflora como único método para precisar ambientes.

En las columnas realizadas hemos utilizado una terminología que por lo anteriormente expuesto vamos a definir:

1) Calizas homogéneas

Su aspecto a simple vista varía desde pulverulento a macrocristalino, teniendo colores muy variados: blanco, gris, rojo, verde, beige. Cuando son criptocristalinas y manifiestan fractura concoide pueden asimilarse a las calizas litográficas de FREITET (1973).

En lámina delgada son micritas, microesparitas o pseudoesparitas de recristalización con grandes variaciones de tamaño en los cristales y diversas texturas. Pueden presentar algún elemento textoestructural aislado.

Las calizas homogéneas micríticas que no poseen grandes transformaciones las hemos considerado representativas de depósitos carbonáticos subacuáticos, tranquilos y desprovistos de una actividad orgánica evidente, de acuerdo con la idea generalizada.

Las pseudoesparitas (encontradas únicamente en Nuevo Baztán) (lám. III, figs. 1, 2, 3, 4, 5 y 6) no son exactamente calizas recristalizadas por procesos de diagénesis superficial tal y como expone CHAFETZ (1972). Se trata de calizas secundarias en cuanto a que provienen de la calcificación de materiales yesíferos anteriores, como lo demuestra el hecho de encontrar dentro de los cristales de calcita neomórfica, restos de formas de cristales de yeso anteriores (lám. III, fig. 2). Sus características son muy semejantes a las dadas por WEST (1964), y aparecen también en nuestro caso asociadas a sílex, que por sus texturas (quartzina) reflejan que se formaron o estuvieron relacionadas con ambiente yesífero (BUSTILLO, 1976). Este tipo de caliza, con su particular génesis, no es frecuente en el páramo, pero sí en las calizas inferiores de la parte central de la Cuenca del Tajo, donde tienen texturas muy significativas. Estas transformaciones yeso-caliza pensamos que se dan en ambiente diagenético freático, porque no manifiestan texturas que indiquen subaerismo.

Las micritas con calciformas de cristales de yeso las consideramos representativas de una sedimentación muy superficial. Inicialmente serían lodos carbonáticos en los que se neoforman cristales lenticulares de yeso sin ninguna orientación, y que posteriormente se calcificarían. Serían transformaciones muy tempranas, casi contemporáneas con la sedimentación.

2) Calizas grumelares

Son equivalentes morfológicamente a las gravelly-crumbly de FREYTET (lám. I, fig. 1).

Al microscopio la textura más general es la grumelar o moteada (traducción de crumbly, clotted, pellet-like, mottled o grumeleuse). Está formada

FACIES MICROSCOPICAS DE LA CALIZA DEL PARAMO

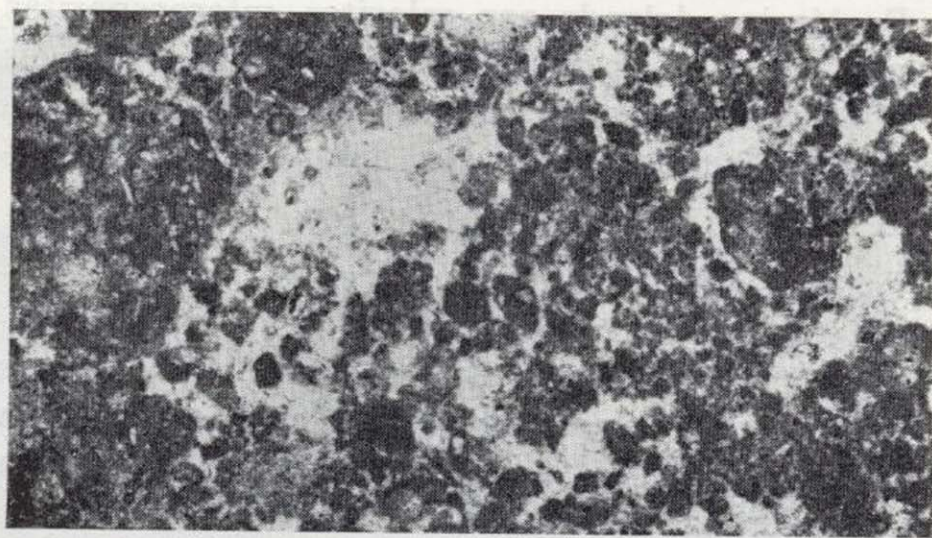


Figura 1.—Textura grumelar. N// $\times 10$. Villar del Olmo.

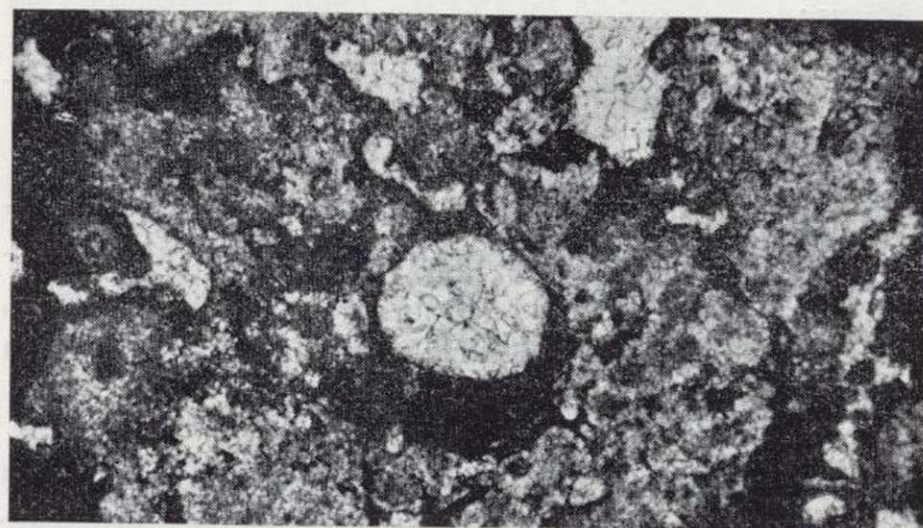


Figura 5.—Toba. Aureola cristalina alrededor del hueco cementado, formada posiblemente por musgos. N// $\times 10$. Valdilecha (A).

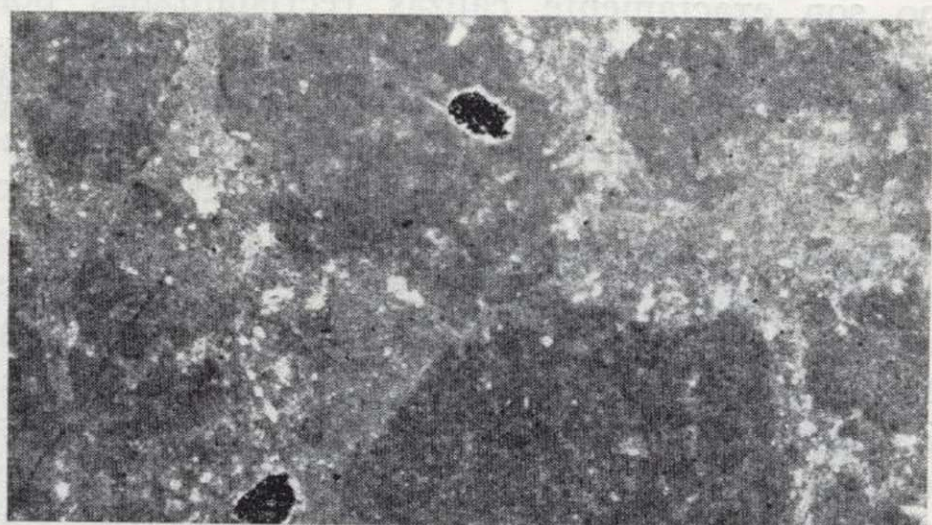


Figura 2.—Brecha. N// $\times 10$. Campo Real.

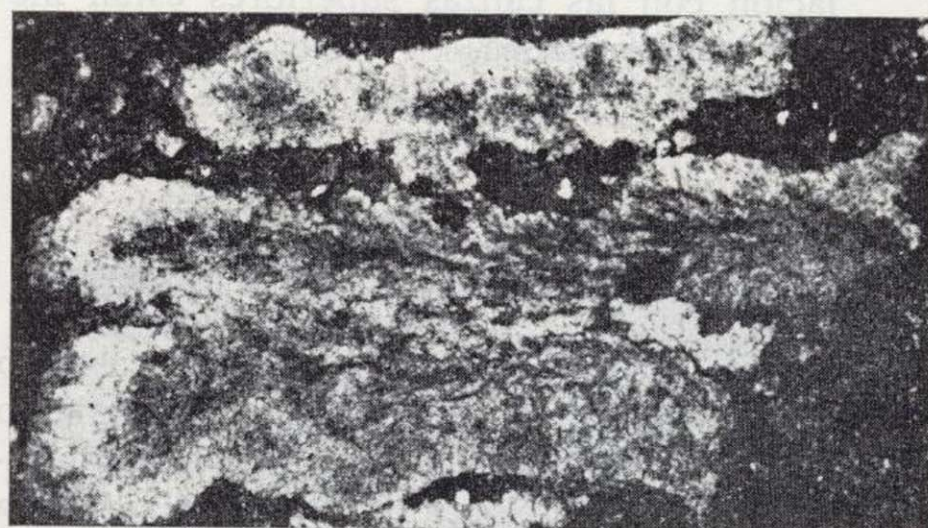


Figura 6.—Formas ramificadas observables en la caliza de algas. N// $\times 10$. Arganda.

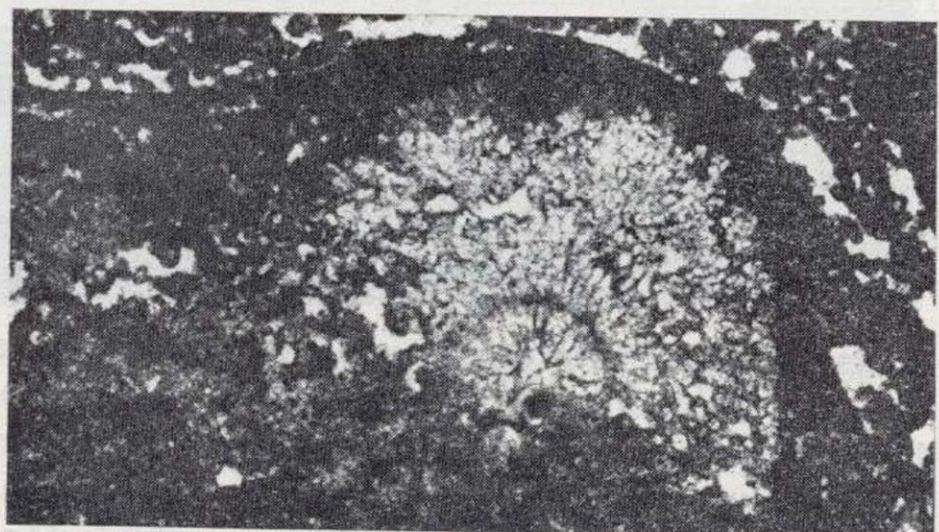


Figura 3.—Colonia del alga dentro de las envueltas del oncolito.

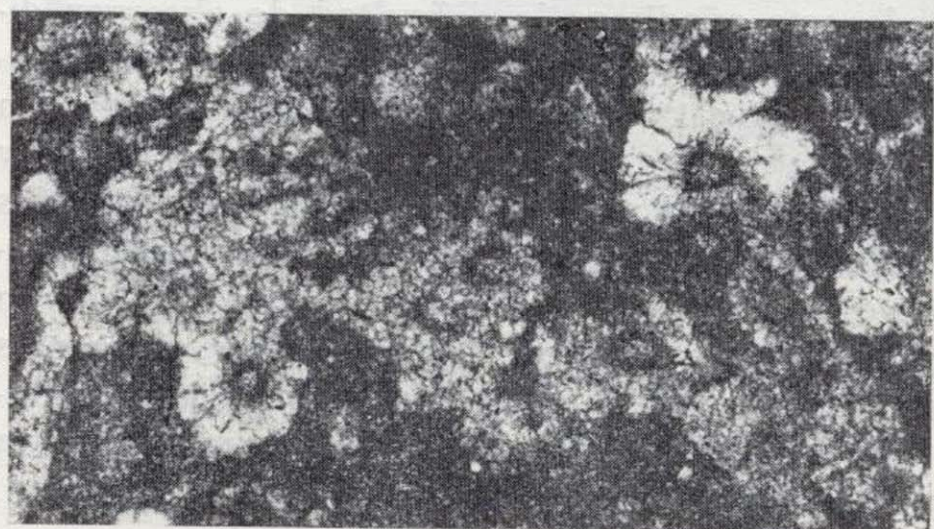


Figura 7.—Toba. Facie de musgos. N// $\times 32$. Valdilecha (B).

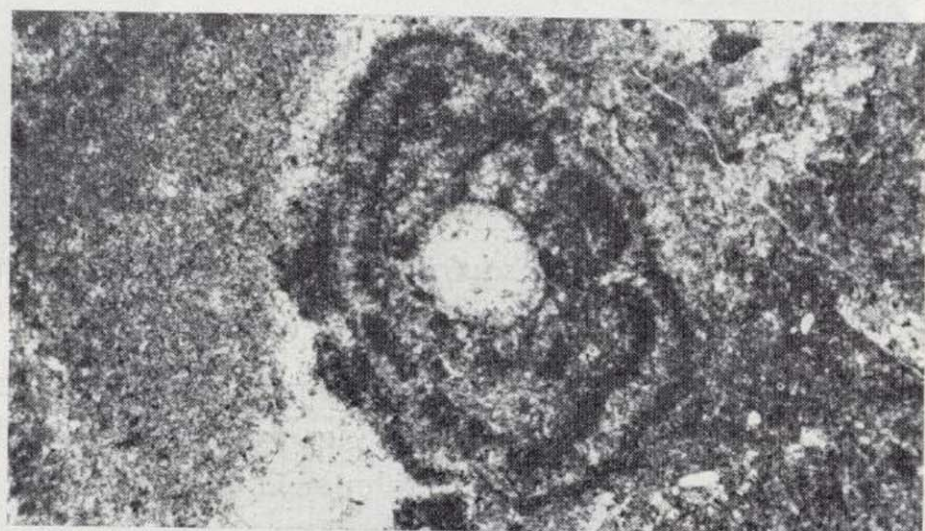


Figura 4.—Toba. Facie estromatolítica típica. Envueltas algares alrededor del hueco cementado. N// $\times 12,5$. Valdilecha (A).



Figura 8.—Restos de algas existentes en la toba. N// $\times 16$. Valdilecha (B).

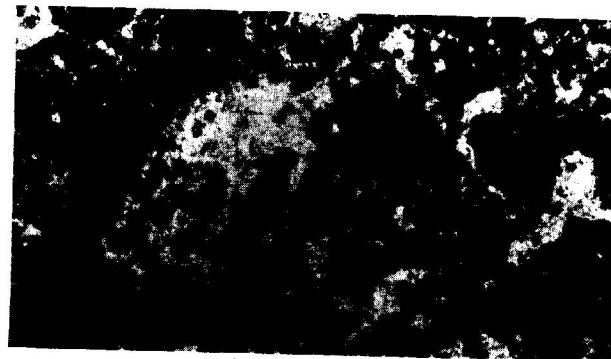


Figura 1.—Textura grumelar. N// $\times 10$. Villar del Olmo.

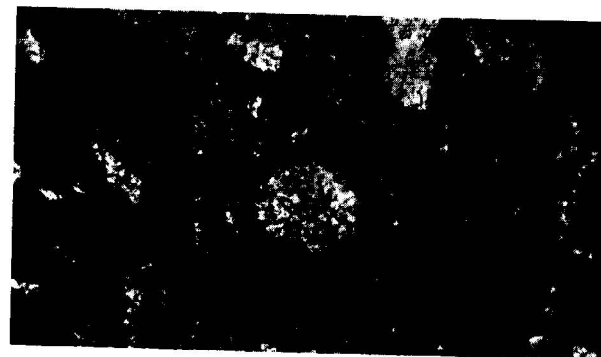


Figura 5.—Toba. Aureola cristalina alrededor del hueco cementado, formada posiblemente por musgos. N// $\times 10$. Valdilecha (A).



Figura 2.—Brecha. N// $\times 10$. Campo Real.

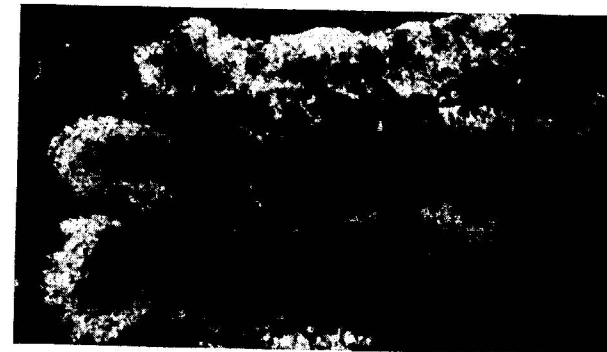


Figura 6.—Formas ramificadas observables en la caliza de algas. N// $\times 10$. Arganda.



Figura 3.—Colonia del alga dentro de las envueltas del oncolito.

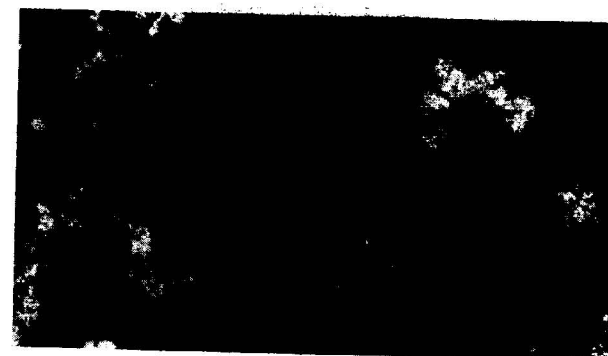


Figura 7.—Toba. Facie de musgos. N// $\times 32$. Valdilecha (B).



Figura 4.—Toba. Facie estromatolítica típica. Envueltas algares alrededor del hueco cementado. N// $\times 12,5$. Valdilecha (A).

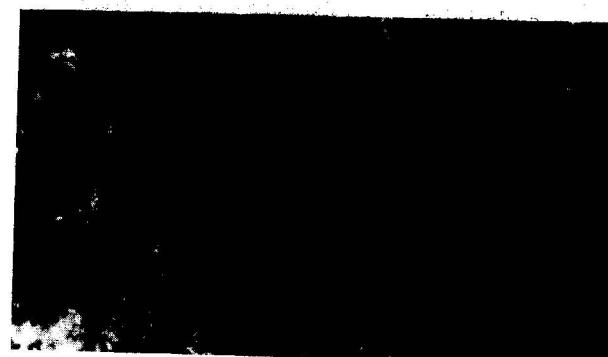


Figura 8.—Restos de algas existentes en la toba. N// $\times 16$. Valdilecha (B).

por unidades micríticas redondeadas de tamaño muy variable, no superior a 1 mm y contornos difusos (lám. II, fig. 1).

Los gravels (intraclastos micríticos redondeados formados prácticamente in situ) se diferencian de la textura anterior por tener los contornos más delimitados y ser normalmente de mayor tamaño (pueden llegar a tener 4 mm). A veces están bordeados por un halo de esparita fina o microesparita. La micrita que los compone en ocasiones está a su vez moteada.

Esta facies de caliza suele presentar, además de la textura grumelar y los gravels, un complicado entramado de pequeñas grietas irregulares y canales que están cementados y le dan aspecto de dismicrita. Las calizas grumelares y con gravels, para FREYTET (1973) son de facies de caliza lacustre. ESTEBAN (1974, 1976), sin embargo, comenta la existencia de la textura grumelar en caliches, donde aparece asociada a canales de microesparita y grietas; GARCÍA DEL CURA (1974) estudiando estas calizas en la cuenca del Duero afirma que son alteraciones (singenéticas, diagenéticas o incluso hipergénicas) de micritas no consolidadas, en las que posiblemente desempeñan un papel importante los factores biológicos.

En la zona considerada de la Cuenca del Tajo son calizas muy frecuentes y coexisten con otros tipos; por su carácter tan universal pensamos que tienen poco valor interpretativo.

3) Calizas fosilíferas

Las biomicritas (algas, gasterópodos y ostrácos) hablan de medios palustres y lacustres de poca profundidad. Destacamos por su posible significado las calizas porosas pulverulentas con gasterópodos (Olmeda) que aparecen como facies actual en los lagos de Band-e-Amir en zonas pantanosas en desecación (LANG y LUCAS, 1970).

4) Calizas brechoideas (lám. I, figs. 2 y 6)

Normalmente el carácter brechoideo se superpone a cualquiera de los tipos de calizas antes mencionadas. Se diferencian «clastos» angulosos que conservan características de otras calizas (homogéneas, grumelares o fosilíferas). Los «clastos»,

de forma y tamaño muy irregulares, parece ser que se han formado, in situ, por sucesivos desmembramientos de la caliza inicial y cristalización en grietas de microesparita y esparita fina, según se observa al microscopio (lám. II, fig. 2). Pensamos que en ocasiones se forman por procesos de brechificación y recrystalización palustre (FREYTET, 1975), sobre todo para aquellas que están asociadas directamente con depósitos superficiales de tobas (VALDILECHA, VA). Sin embargo, no siempre la brechificación la consideramos palustre, ya que simples procesos de compactación y recrystalización superficial pueden dar también este carácter. Creemos poco probable el que las calizas brechificadas que hemos estudiado tengan origen dinámico (clastos erosionados y transportados).

5) Calizas oncolíticas

Se presentan interestratificadas sin tener ningún tipo de estructura interna (p. ej., estratificación cruzada). Su tamaño no suele sobrepasar 6 cm de diámetro y su construcción puede llegar a ser muy compleja, existiendo varios núcleos. Aunque no es posible observar el cuerpo sedimentario en que aparecen por la falta de afloramientos, pensamos que son calizas oncolíticas de litorales lacustres (FREYTET y PLAZIAT, 1965). No poseen estas calizas casi ningún aporte terrígeno, consecuencia según los anteriores autores de que el filtro vegetal las protege de la llegada de terrígenos. Debido a que predominan las formas oncolíticas subesféricas y simétricas pensamos que cambian continuamente de posición en el curso de su crecimiento, por lo que hay que señalar, de acuerdo con SCHÄFER y STAPF (1978), que aunque la agitación del agua en la zona litoral es baja, periódicamente debe ser algo más intensa.

El hecho de que las calizas oncolíticas estén frecuentemente cubiertas por tobas, indica que estas calizas forman parte de secuencias regresivas y que las pequeñas cuencas lacustres se van desecando.

6) Calizas tobáceas (lám. I, figs. 3 y 4)

Entre los dos tipos distinguidos en el campo (de moldes externos de plantas y cuneiforme) al analizar la microfacies se advierte que no existen

LAMINA III
FACIES MICROSCOPICAS DE LA CALIZA DEL PARAMO
(cont.)

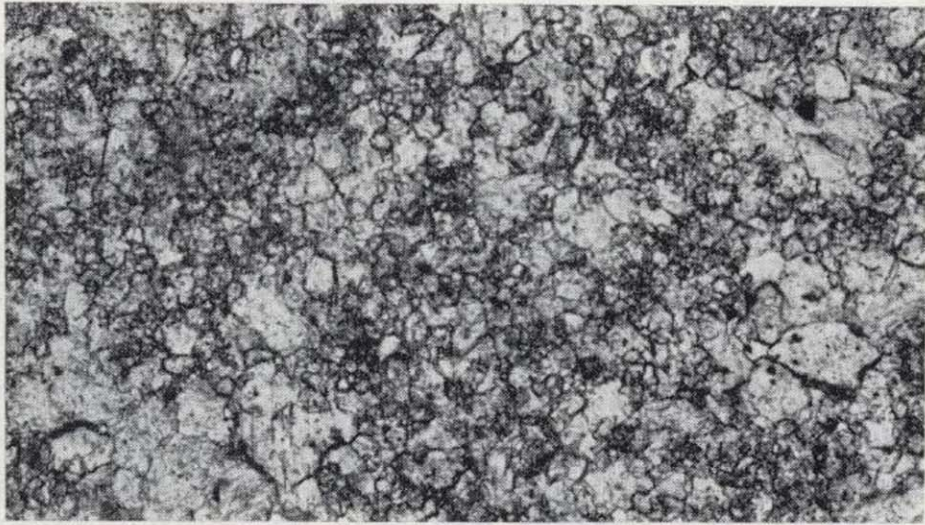


Figura 1.—Caliza secundaria de textura inequigranular xenotópica. N// $\times 16$. Nuevo Baztán.

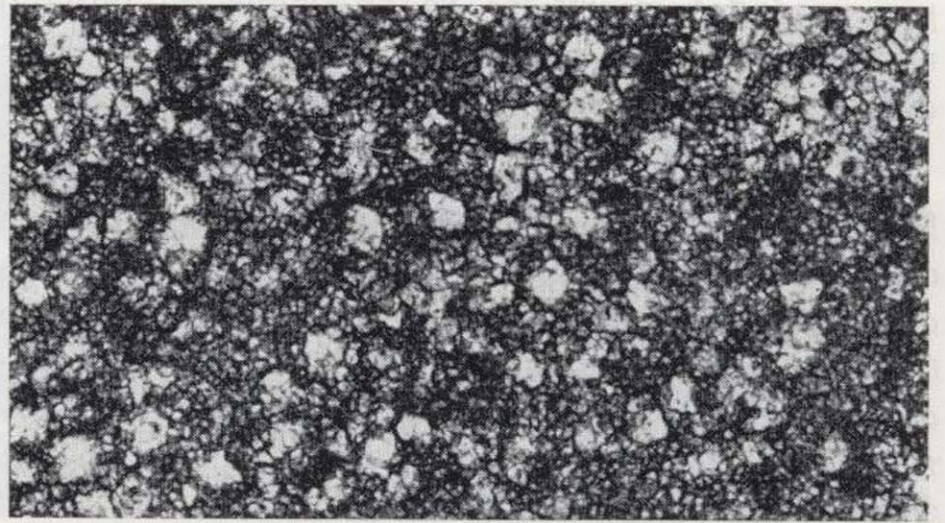


Figura 5.—Detalle de la caliza anterior. N// $\times 40$. Nuevo Baztán.

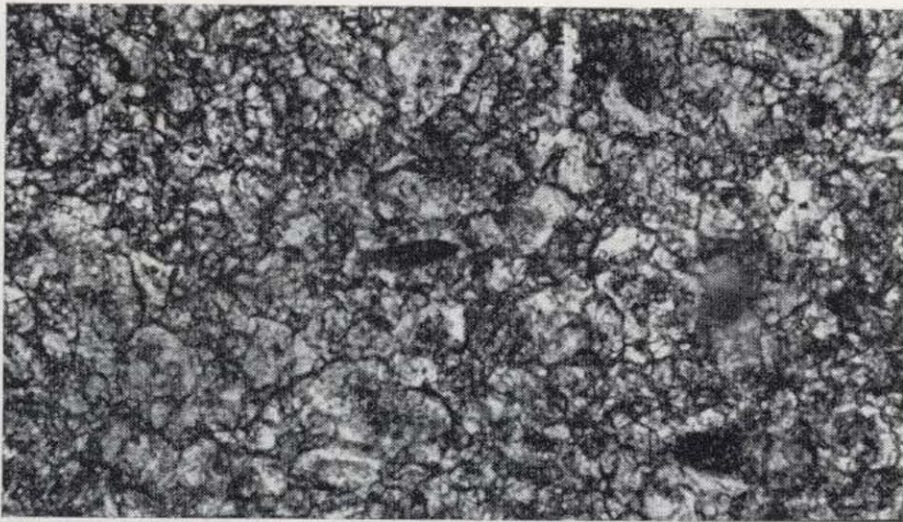


Figura 2.—Detalle de la caliza anterior, donde se observa dentro de un cristal un pseudomorfo claro de yeso. N// $\times 25$. Nuevo Baztán.

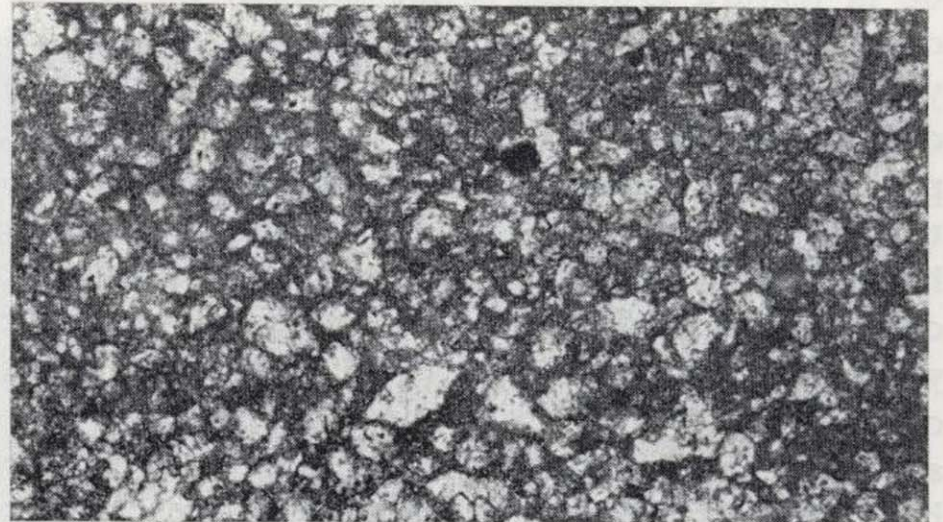


Figura 6.—Textura inequigranular porfirotópica, donde algunos de los cristales mayores parecen también pseudomorfos de yeso. N// $\times 40$.



Figura 3.—Otro aspecto de un gran pseudomorfo de cristal de yeso. N// $\times 16$. Nuevo Baztán.

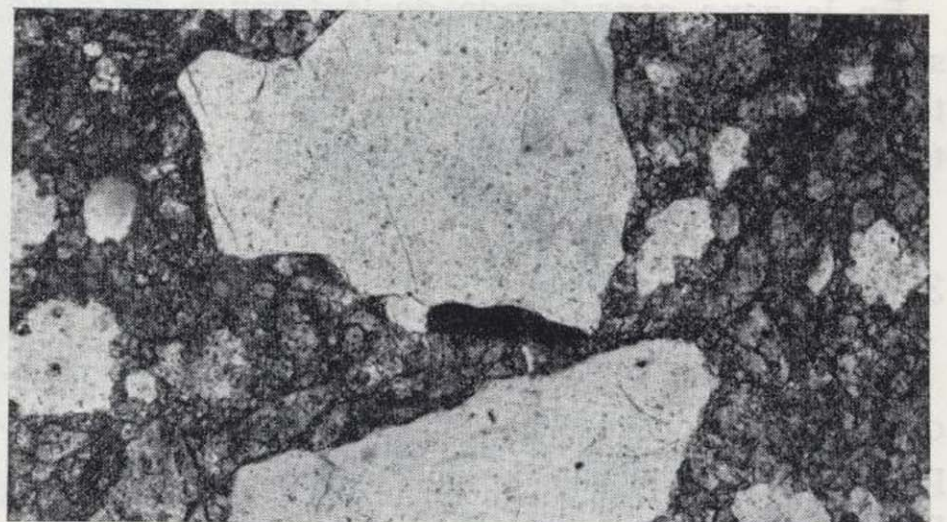


Figura 7.—Pasta de la serie detrítica basal de la caliza del páramo. Los cristales de calcita reproducen la forma de los cristales lenticulares de yeso. N// $\times 25$. Nuevo Baztán.

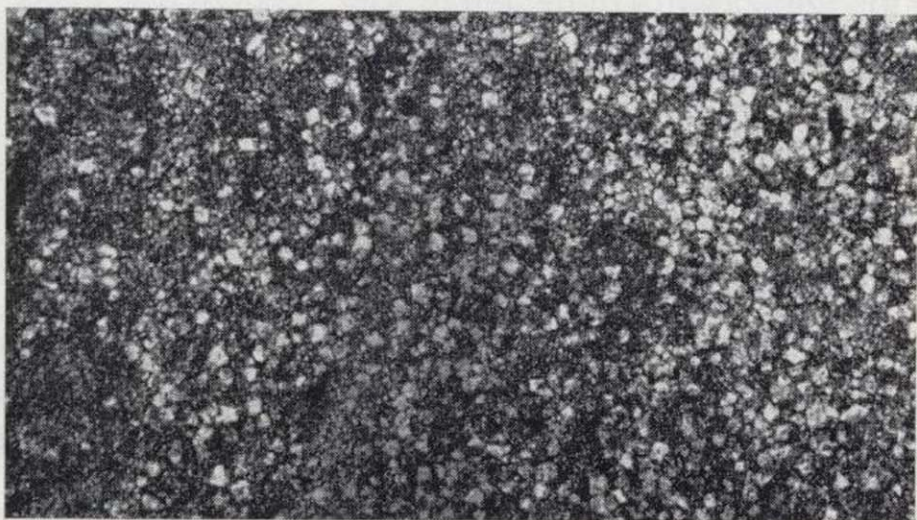


Figura 4.—Caliza secundaria de textura inequigranular porfirotópica. N// $\times 10$. Nuevo Baztán.

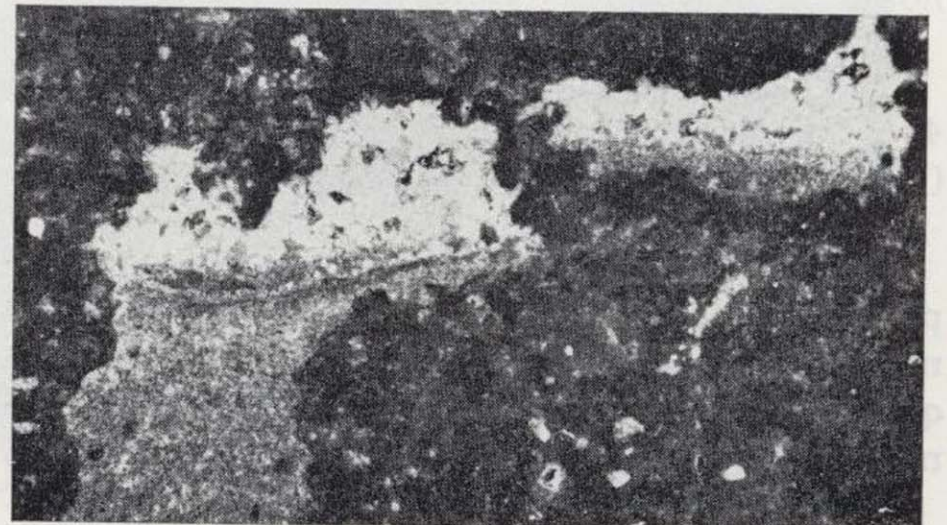


Figura 8.—Hueco con sedimentación interna como consecuencia de la karstificación. N// $\times 10$. Villar del Olmo.

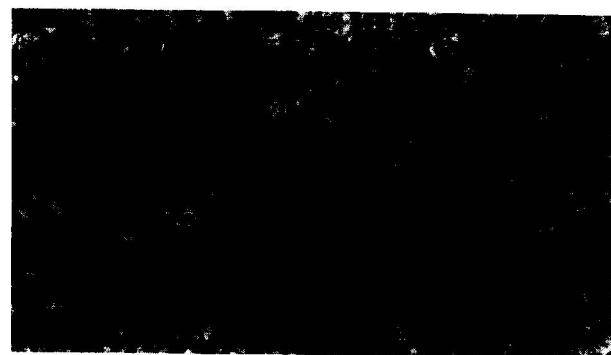


Figura 1.—Caliza secundaria de textura inequigranular xenotópica. N//×16. Nuevo Baztán.

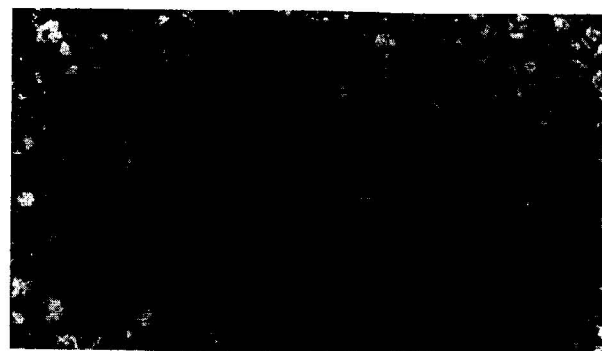


Figura 5.—Detalle de la caliza anterior. N//×40. Nuevo Baztán.

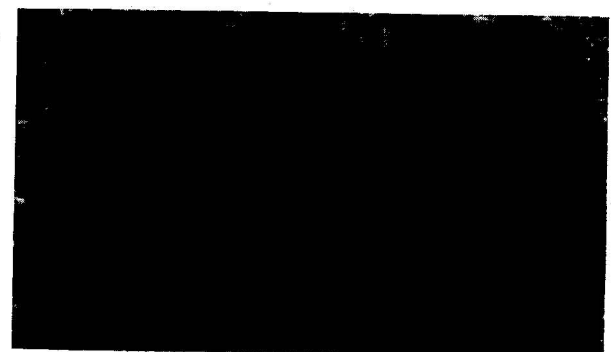


Figura 2.—Detalle de la caliza anterior, donde se observa dentro de un cristal un pseudomorfo claro de yeso. N//×25. Nuevo Baztán.

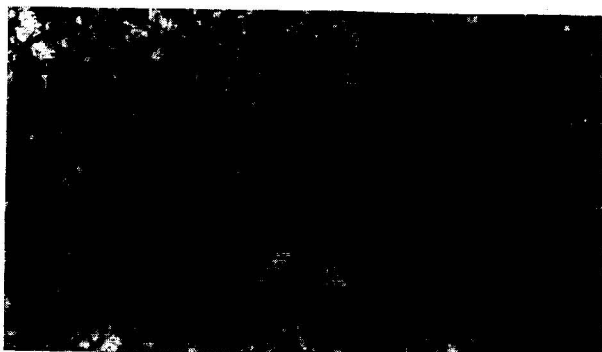


Figura 6.—Textura inequigranular porfirotópica, donde algunos de los cristales mayores parecen también pseudomorfos de yeso. N//×40.

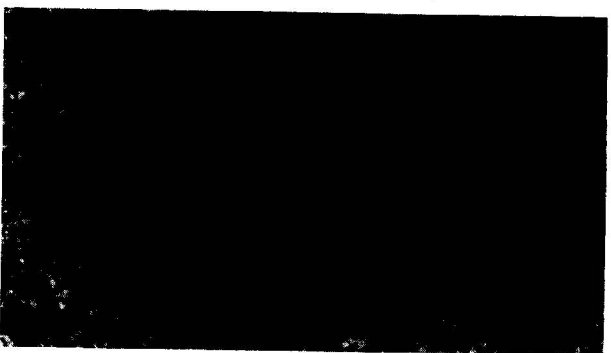


Figura 3.—Otro aspecto de un gran pseudomorfo de cristal de yeso. N//×16. Nuevo Baztán.

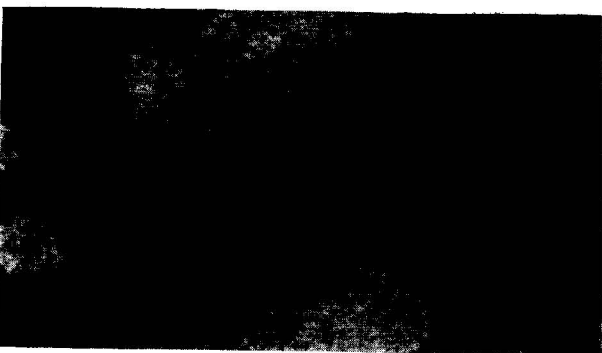


Figura 7.—Pasta de la serie detrítica basal de la caliza del páramo. Los cristales de calcita reproducen la forma de los cristales lenticulares de yeso. N//×25. Nuevo Baztán.

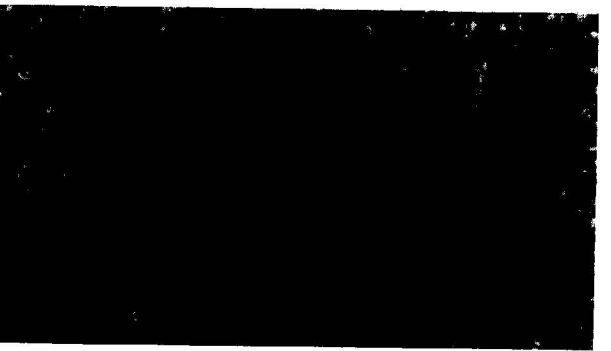


Figura 4.—Caliza secundaria de textura inequigranular porfirotópica. N//×10. Nuevo Baztán.

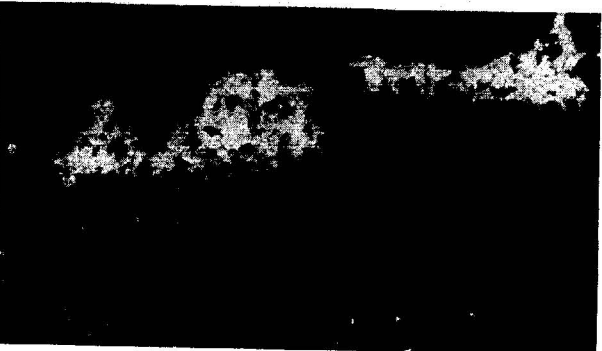


Figura 8.—Hueco con sedimentación interna como consecuencia de la karstificación. N//×10. Villar del Olmo.

grandes diferencias, ya que siempre aparecen facies estromatolíticas y facies de musgos, coexistiendo en mayor o menor proporción. Por otra parte, estas características petrográficas son comúnmente citadas en edificios tobáceos (CALVO et al., 1977).

La diferencia es debida a la clase de vegetales que son atrapados, ya que según expone ADOLPHE (1975) las tobas o travertinos resultan de hecho de una precipitación bacteriana de carbonato cálcico que aprisiona una vegetación acuática (Talo fitas, Briofitas e incluso Fanerógamas).

En las tobas estudiadas por nosotros pensamos que hay que destacar el papel importante de las algas, que se manifiesta en las facies estromatolíticas, y posiblemente en los filamentos y formas arborescentes encontradas.

El hecho de que las tobas formen cuerpos sedimentarios extensos y de poca potencia nos hace pensar que son tobas relacionadas con zonas pantanosas y no tobas de cascada (ORDÓÑEZ et al., 1979). El episodio más importante por su extensión sería el que culmina el páramo, siendo además este episodio donde realmente quedan patentes los tallos de vegetales superiores (ARGANDA, VALDILECHA, A.).

7) Calizas karstificadas

Unicamente queremos aquí hacer referencia a las transformaciones que ha sufrido la caliza del páramo por procesos de karstificación antiguos y que han dado lugar a facies cuya interpretación puede ser problemática.

Donde el proceso fue incipiente las calizas presentan huecos cementados que al microscopio se caracterizan por presentar «sedimentación interna». Es decir, el material arcilloso de descalcificación se acumula en las partes más apropiadas (zonas estrechas de grietas, base de los huecos) y posteriormente el espacio es rellenado totalmente por grandes cristales de calcita (lám. III, fig. 6). Cuando el proceso está muy avanzado se llegan a diferenciar «clastos» de la caliza inalterada; si la arcilla se cementa posteriormente aparecen «brechas calcáreas», que no tienen nada que ver con una génesis exclusivamente dinámica.

En la localización de los puntos de descalcifi-

cación, juega un papel importante la estructura de la roca afectada. De esta manera es frecuente ver, por ejemplo, cómo en una caliza brechoidea la parte atacada por la descalcificación es sólo la pasta de dicha brecha.

CONCLUSIONES

Es difícil hacer una reconstrucción paleogeográfica detallada de la caliza del páramo, debido a que las calizas continentales son muy variables porque se pueden producir en gran variedad de microambientes. Es necesario hacer muestreos muy cercanos para establecer un fiel reflejo de los diferentes ambientes.

Sin embargo, creemos que es importante resaltar los siguientes hechos:

1. De O a E las calizas presentan facies que indican el paso de zonas litorales a zonas algo más profundas, dentro del ambiente general de lagunas someras. Esto coincide con el espesor de la serie, que es pequeña en el O y aumenta hacia el E. Esta variación del espesor es explicada por procesos de erosión (VAUDOUR, 1979), pero es evidente que también está influida por los ambientes sedimentarios, que son más superficiales en el Oeste.
2. La evolución vertical no siempre es igual. Existen puntos (Valdilecha) donde es posible observar cómo de muro a techo se pasa de una zona de sedimentación algo profunda (biomicritas) a una somera litoral (calizas oncolíticas), para acabar siendo palustre (brechas y tobas). Sin embargo, en otros puntos también parece que en su parte media existe una etapa subaérea representada por tobas (Valdilecha, B) o facies con calciformas de cristales de yeso (Villar del Olmo).

El hecho de que en el techo de la serie aparezca un episodio tobáceo con cierto carácter general, indica que a grandes rasgos existe evolución del ambiente de lagunar a palustre.

No se puede destacar tampoco la posibilidad de que los depósitos tobáceos superiores se formaran posteriormente y correspondan a la precipitación en medio palustre del Villafranquiense Medio y Superior (VAUDOUR, 1979). Si bien hay que señalar que no existe una discordancia palpable entre estos sedimentos y los inferiores.

3. En la parte O (Nuevo Baztán) destacamos un hecho muy significativo, y es que hay que considerar que hubo inicialmente en la base de la caliza del páramo un episodio evaporítico importante. Este episodio ha quedado luego enmascarado dentro de la serie por procesos de calcificación y silicificación posteriores. Los sedimentos primitivos no serían simples lodos calcáreos con cristales lenticulares de yeso, sino yesos que al calcificarse dan un nuevo tipo de caliza cuyas texturas son semejantes a las de recristalización.

AGRADECIMIENTOS

El presente autor expresa su reconocimiento al Dr. Alfredo Aparicio Yagüe, por su ayuda en la realización de las columnas; a la Dr. M.^a Angeles García del Cura por los comentarios y consejos. Igualmente a D. Jesús Sánchez por la labor fotográfica.

BIBLIOGRAFIA

- ADOLPHE, J. P.: *Rôle des microorganismes dans les calcaires continentaux*. Colloque «Types de croutes calcaires et leur repartition regional». Strasbourg 71-75 (1975).
- BUSTILLO, M. A.: *Estudio petrológico de las rocas silíceas de la Cuenca del Tajo*. Est. Geol., 32, pp. 451-497 (1976).
- BUSTILLO, M. A.: *Una estructura tecto-diagenética en la caliza del páramo*. Est. Geol. (en prensa) (1979).
- CALVO, J. P.; GARCÍA DEL CURA, M.^a A., y ORDÓÑEZ, S.: *Edificios tobáceos en el valle del río Mundo*. Actas de la IV Reunión del Grupo de Trabajo del Cuaternario Banyoles (1979).
- CAPOTE, R., y CARRO, S.: *Memoria explicativa del mapa geológico 1:50.000 del IGME núm. 560 - Alcalá de Henares* (1968).
- CASTELLS, J., y DE LA CONCHA, S.: *Explicación de la Hoja 583 (Arganda) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 IGME* (1951).
- CAUDWELL, C. H. R.: *Restes végétaux mis en évidence dans les calcaires lacustres tertiaires d'Aquitaine*. Bull. Soc. Geol. Fr. (7), 10, pp. 618-621 (1968).
- CHAFETZ, H. S.: *Surface diagenesis of limestone*. J. of Sedim. Petrol. 42, 2, 325 (1972).
- ESTEBAN, M.: *Caliche textures and Microcodium*. Soc. Geol. Italiana Boll. (Supp.), v. 92, pp. 105-125 (1974).
- ESTEBAN, M.: *Vadose Pisolite and Caliche*. A. A. P. G. Bull., vol. 60/11, 2048-2057 (1976).
- FERNÁNDEZ NAVARRO, L., y CARANDELL: *El borde de la meseta terciaria de Alcalá de Henares*. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XIV, p. 304 (1914).
- FREYET, P., y PLAZIAT, J. C.: *Importance des constructions algaries dues a des cyanophyces dans les formations continentales du Crétacé supérieur et de l'Eocène du Languedoc*. Bull. Soc. Geol. Fr., 7, pp. 679-694 (1965).
- FREYET, P.: *Petrography and paleo-environments of continental carbonate deposits with particular reference to the upper cretaceous and Tertiary Eocene Languedoc*. Sedimentary Geol., v. 10, núm. 1, pp. 25-60 (1973).
- FREYET, P.: *Concretions calcaires pedologiques et analogies avec les calcaires palustres*. Colloque «Types des croutes calcaires et leur repartition regional». Strasbourg (1975).
- FRIEDMAN, G. M.: *Terminology of crystallization textures and fabrics in sedimentary rocks*. Jour. of Sedimentary Petrology, 35, núm. 3, pp. 643-655 (1965).
- GARCÍA DEL CURA, M.^a A.: *Estudio sedimentológico de los materiales terciarios de la zona centro-oriental de la Cuenca del Duero*. Est. Geol., v. 30, pp. 579-597 (1974).
- GARCÍA DEL CURA, M.^a A.; ORDÓÑEZ, S., y CALVO SORANDO, J. P.: *Estudio sedimentológico de la cuenca cuaternaria de Cordovilla*. Actas de la III Reunión Nacional del Grupo Español de Trabajo del Cuaternario. Zaragoza (1979).
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E.: *Geología de la cuenca del Tajuña*. Mem. Asoc. Esp. Progr. Cien. Cong. de Salamanca (1924).
- IRON, G., y MULLER, G.: *Mineralogy, petrography and chemical composition of some calcareous Tufa from the Swabische Alb, Germany*. In: Recent developments in carbonate sedimentology in Central Europe. G. Muller and G. M. Friedman. Springer, Verlag (1968).
- LANG, J., et LUCAS, G.: *Contribution a l'étude de biohermes continentaux: barrages des lacs de Band-e-Amir*. Bull. Soc. Geol. Fr. 7, t. XII, pp. 834-842 (1970).
- LOGAN, B. V.; REZAK, R., y GINSBURG: *Clasificación and environmental significance of Algal Stromatolites*. Jour. Geol. 72, pp. 68-83 (1964).
- ORDÓÑEZ, S.; GONZÁLEZ, J. A., y GARCÍA DEL CURA, M. A.: *Génesis y significado de las tobas de cascada de Briofitas*. Actas de la IV Reunión del Grupo de Trabajo del Cuaternario Banyoles (1979).
- QUIRANTES, J.: *Estudio sedimentológico de las calizas del Terciario Continental*. IV Reunión Grup. Esp. Sedime. Oviedo (1966).
- RIVA, O.; ARÉVALO, P., y DE LEYVA, J. A.: *Estudio sedimentológico de las calizas del páramo, del Terciario de la cubeta del Tajo*. Bol. Geol. y Min., t. LXXX, fasc. 6, pp. 525-538 (1969).
- ROYO GÓMEZ, J.: *Datos para el estudio de la geología de la provincia de Madrid. Cuenca terciaria del Alto Tajo*. Hoja 560 (Alcalá de Henares). IGME (1929).
- SAN JOSÉ LANCH: *Memoria geológica de la Hoja núm. 583. Arganda*. IGME (1975).
- SCHÄFER y STAPF, K.: *In Modern and Ancient Lake Sediments. Permian Saar-Nahe Basin and Recent Lake Constance two environments of lacustrine algal carbonates*. Spec. Publs. int. Ass. Sediment 2, pp. 83-107 (1978).
- VAUDOUR, J.: *La región de Madrid. Alterations, sols et paleosols*. Editions Ophrys (1979).
- WEST, I. M.: *Evaporite diagenesis in the Lower Purbeck beds of Dorset*. Proc. Yorkshire Geol. Soc. 34, pp. 315-326 (1964).

Recibido: Marzo de 1979

INFORMACION

Noticias

MINERIA

CENIZAS VOLCANICAS EN UNA VETA DE HULLA

Los estratos intermedios con un elevado porcentaje de caolín y extrañamente duros en las vetas de carbón de Europa Occidental, permiten clasificar con arreglo a su edad geológica las vetas —más de 100 en total— de las cuencas hulleras de los países de Europa Occidental, permiten extraer conclusiones de gran alcance en los sondeos exploratorios en busca de carbón y suponen un ahorro considerable al poder prescindir de las perforaciones convencionales y de las mediciones geofísicas.

Como el caolín tiene un elevado contenido en aluminio, esos estratos de las vetas de carbón podrían resultar todavía más valiosos cuando se desarrolle un método para la obtención del aluminio a partir de las arcillas, cuya única dificultad reside en la rentabilidad. Los estratos de arcilla caolínica muchas veces sólo tienen un espesor de varios milímetros, pero en varios casos puede llegar a ser de varios decímetros. Estos «residuos» se extraen en el tratamiento del carbón y podrían transformarse con el beneficio correspondiente en aluminio.

El origen de esta roca de arcilla caolínica ha sido durante largo tiempo muy controvertida por los científicos. Pero la discusión puede darse por concluida tras las recientes investigaciones del profesor Hans Füchtbauer y su colaborador, el Dr. Dirk Riedel. Se trata de tobas volcánicas. Estos estratos de toba se corresponden entre sí con bastante seguridad en toda Europa Occidental, y pueden considerarse como características de datación ya que tienen su origen en acontecimientos que afectaron a todo el área, concretamente de volcanes cuyas erupciones cubrieron de ceniza una gran parte del continente. El crecimiento de los bosques que darían después lugar a la formación de la hulla a lo largo de más de doscientos millones, no fue tan pacífico y sosegado como se ha creído.

RADIO DE ONDA ULTRALARGA PARA MINAS

Se está promocionando el desarrollo de un sistema inalámbrico de comunicación para el interior de las minas, el cual funcionará con ondas de longitud máxima o miriámétricas, las cuales vibran con extraordinaria lentitud. El alcance de estas ondas electromagnéticas ultralargas es casi ilimitado en la superficie terrestre, y además pe-

netran profundamente en el agua del mar y en el subsuelo, en contraposición a las ondas radioeléctricas normales, las cuales desaparecen al cabo de breves longitudes de onda. Esta es la razón que explica que la mayor parte de los sistemas de comunicación utilizados en las minas sean alámbricos. Las finalidades principales con el nuevo sistema de ondas máximas serán la búsqueda de personas, la alarma en caso de emergencia, la comunicación y la localización de sepultados, así como la comunicación con los grupos de salvamento.

BUSCA DE MINERALES CON «ELEMENTOS EXPLORADORES»

Se está estudiando un método geoquímico de extraordinaria precisión, un modelo local de distribución de elementos químicos existentes en cantidades mínimas, pero que pueden aportar referencias de gran valor acerca de la existencia de yacimientos de minerales, ya que su origen coincide con la formación de esos minerales en épocas tempranas de la historia terrestre. Ciertas proporciones cuantitativas de itrio y lantano, así como de terbio y calcio revelan, con gran seguridad, la existencia de un yacimiento de espato flúor, lo que no deja de ser interesante, ya que la mayor parte de las veces se encuentran también en las proximidades de la de fluorita, yacimientos de plomo, estaño, cinc, volframio o bario. Ahora se está tratando de encontrar otros «elementos exploradores» que indiquen directamente la existencia de yacimientos de plomo-cinc y de estaño-volframio.

CONTAMINACION

LA SEGURIDAD DEL ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS RADIACTIVOS EN LOS DOMOS SALINOS

Los proyectos alemanes de almacenamiento final de los residuos radiactivos se concentraron desde un principio en la sal gema.

La deformabilidad plástica de la sal a profundidades grandes constituye una ventaja inestimable desde numerosos puntos de vista. Este comportamiento fluidizo significa para un almacenamiento definitivo la imposibilidad

de penetración de influjos ambientales a través de espacios abiertos o cavernas. Pero el estudio de seguridad para el almacenamiento definitivo tiene que pasar de estas nociones generales a las cuestiones de detalle. El almacenamiento definitivo en los domos salinos, concentraciones de sal plástica situadas a varios miles de metros de profundidad, pero que en parte llegan hasta las proximidades de la superficie terrestre. Normalmente se trata de cuerpos salinos de 400 a 500 metros de potencia en los que pueden practicarse cavidades con un grosor suficiente de paredes, los cuales están dotados de movilidad, como hace más de doscientos cincuenta millones de años. En virtud de observaciones realizadas en las colinas calizas de Luneburgo y Segeberg, alzadas sobre domos salinos, se ha calculado una velocidad máxima de ascenso de varios decímetros por milenio, lo que ya constituye un factor de riesgo. El Dr. Werner Jaritz, del Instituto Federal para las Geociencias y Recursos Naturales (Hannover), hizo ver, sin embargo, en Brunswick que estas colinas calizas pueden ser levantadas como consecuencia de la transformación de la anhidrita en yeso, a causa de la absorción de agua y de su correspondiente intumescencia o hinchazón. En otros domos salinos se han comprobado velocidades reales de ascenso de varios centímetros por milenio, lo que no representa ninguna clase de riesgo.

El almacenamiento definitivo en sal se torna también cuestionable a causa de los efectos químicos y térmicos de los residuos radiactivos. Los químicos sobre todo hacen ver que el comportamiento de tales mezclas múltiples de materias, como las que suelen formar los yacimientos de sal gema, no son bien conocidas, y pueden producirse en ellas fusiones inesperadas a causa de los descensos del punto de fusión condicionados por la mezcla. A esta hipótesis se contraponen hechos simples y primeras estimaciones sobre los puntos de fusión de los componentes de la sal gema, los cuales dan a entender que tal peligro no existe cuando la temperatura del roquedo en torno al contenedor no excede de 90 grados celsius. El margen de seguridad es de varios cientos de grados, ya que las rocas salinas se calentaron en el pasado geológico hasta una temperatura máxima de 90 grados, lo que significa que hasta esa temperatura resultan estables.

Será necesario preparar mucho más meticulosamente de lo que se había previsto, tanto los residuos como los contenedores. No basta, como venía haciéndose, con la incrustación por fusión en vidrio de los productos de fisión altamente radiactivos, sino que tendrán que fijarse más bien en las estructuras cristalinas de determinados compuestos, recubiertos con óxido de aluminio o con carbono. Este tipo de almacenamiento definitivo sería también altamente resistente frente a las soluciones salinas. En lugar de los recipientes de acero inoxidable previstos en Alemania, los productos de fisión «inmovilizados por cristalización» debería introducirse en recipientes a base de una combinación de aleaciones de níquel y titanio, así como de corindón y cerámica.

REUNIONES CIENTIFICAS Y TECNICAS

EN MADRID, EL 7.º CONGRESO INTERNACIONAL DEL PLOMO

El 7.º Congreso Internacional del Plomo se ha celebrado en Madrid, en el Palacio Nacional de Congresos y Exposi-

ciones, durante los días 11 al 14 de mayo actual, con asistencia de 462 delegados de 33 países.

Ha sido patrocinado por el Comité Europeo para el Desarrollo del Plomo y organizado por la Asociación Nacional del Plomo con la colaboración del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas.

Como en los anteriores Congresos Internacionales, celebrados en distintos países, se ha estudiado la situación actual y perspectivas futuras en cuanto se refiere a producciones, consumo, utilización, tecnología, etc., llegándose a la conclusión de que la dependencia de la industria del plomo del mercado de las baterías se acentuará todavía más en el futuro. Gran parte de las comunicaciones presentadas tratan de las nuevas tecnologías para reducir el peso de las baterías y aumentar su rendimiento y duración, concediéndose el primer premio de un concurso internacional sobre este tema a un nuevo tipo de batería diseñada por la firma «Dunlop Australia Limitada», que presenta interesantes ventajas técnicas, tales como un tamaño mucho más reducido, mayor rendimiento y ahorro de peso de hasta un 30 por 100. Otros avances expuestos se refieren a mejoras en las técnicas de fabricación de baterías y de sus distintos componentes.

Se han estudiado también otras aplicaciones del plomo, tales como vainas o recubrimientos para cables, utilización del plomo en la industria química y en la edificación revisitiendo particular interés el estudio presentado por unos científicos suecos sobre la utilización del plomo en contenedores para el almacenamiento de residuos de la industria nuclear.

Aunque la industria del plomo también está siendo afectada por la crisis económica mundial, en el Congreso se ha puesto de manifiesto que el plomo podrá superar la actual situación con menos dificultades que otros metales, debido a la baja proporción de stocks de este metal en el momento actual y a la todavía elevada producción de baterías, ya que el consumo de éstas está más relacionado con el parque mundial de automóviles que con la producción de nuevos vehículos.

Ciñéndonos a la información relativa a España, podemos cifrar las reservas conocidas y evaluadas en nuestro suelo en unos dos millones y medio de toneladas de plomo contenido, y estimándose las probables en otros tres millones de toneladas. Ello supone el 30 por 100 de las reservas de la Comunidad Económica Europea. Nuestros yacimientos conocidos son los de la sierra de Cartagena (Sociedad Peñarroya), Aznalcóllar (Andaluz de Piritas), Rubiales (Exminesa) y Reocin (Real Compañía Asturiana). Otras producciones que, en conjunto, pueden representar un 30 por 100 del total, proceden de explotaciones filonianas dispersas y del relave de escombreras.

La producción minera nacional que, tras la cota de 203.000 toneladas de plomo contenido alcanzada en 1913, fue cayendo constantemente hasta las 27.000 toneladas de 1939, reaccionó a partir de los años 50, hasta conseguir en 1961 las 79.200 toneladas de plomo contenido, máxima de los años siguientes hasta que, en el actual, se supere esta cifra, ya que se espera alcanzar 90.000 toneladas de plomo contenido en nuestra producción de minerales de plomo.

En cuanto a la producción nacional de plomo metal, se encuentra actualmente concentrada en dos unidades modernas de tamaño medio. La mayor, situada en Cartagena,

tiene una capacidad de producción de 65.000 toneladas de plomo refinado y 5.000 de plomo aleado; y la otra, ubicada en Linares (Jaén), tiene una capacidad de producción de 40.000 toneladas de plomo refinado y 10.000 de plomo aleado. Son dos modernas fundiciones que, en cuanto a tecnología no desmerecen de las de su misma clase instaladas en otros países europeos. Su abastecimiento de mineral procede, en un 75 por 100, de la producción minera nacional y, en el 25 por 100 restante, de importaciones de concentrados foráneos, proporción que posiblemente se altere en favor del abastecimiento nacional en la década de los años 80. Estas producciones se completan con la de plomo de segunda fusión que, alcanzando en 1979 las 41.800 toneladas, abastecen en parte, a las industrias manufactureras a las que se encuentran, en su

mayor parte, vinculadas. Los cuadros estadísticos que se acompañan completan las precedentes informaciones.

Según manifestó el presidente de la «Lead Development Association», de Londres, a requerimiento de un informador de prensa, fueron 150.000 toneladas de plomo las que compró el pasado año la Unión Soviética, lo que supuso, prácticamente, el tonelaje sobrante de 1979 en Occidente. La participación española en estas exportaciones a Rusia fue de 6.900 toneladas.

El plomo no está considerado, actualmente metal estratégico, aunque su utilización como pantalla para toda clase de radiaciones hace suponer un aumento futuro de su consumo en la construcción de refugios antiatómicos, así como en la construcción de centrales nucleares para la producción de energía.

PRODUCCIONES Y CONSUMOS NACIONALES DE PLOMO

(en Tms.)

Años	Producción minera	Producción metalúrgica			Consumos		
		1.ª fusión	2.ª fusión	Total	Plomo ref. y aleado	Chatarras cm. directo	Total
1960	73.300	71.600	12.000	83.600	30.837	14.000	44.837
1961	79.200	77.700	12.200	89.900	37.983	15.200	53.183
1962	70.200	75.400	12.500	87.900	44.748	14.500	59.248
1963	61.700	64.400	12.800	77.200	50.435	16.000	66.435
1964	57.200	57.900	12.600	70.500	60.512	14.000	74.512
1965	55.900	53.800	13.000	66.800	78.114	13.500	91.614
1966	62.000	56.200	13.400	69.600	63.787	13.000	76.787
1967	62.200	63.900	13.600	70.500	58.206	14.000	72.206
1968	73.000	64.100	13.500	77.600	68.543	13.800	82.343
1969	71.400	76.900	14.000	90.000	80.998	14.000	94.998
1970	69.400	72.000	15.502	87.502	89.690	14.310	104.000
1971	70.200	72.800	16.500	89.300	93.570	16.000	109.570
1972	69.100	81.300	19.850	101.150	104.600	16.700	121.300
1973	63.900	87.000	18.209	105.209	115.000	18.400	133.400
1974	64.100	76.000	25.297	101.297	115.500	16.200	131.700
1975	57.100	73.700	32.019	105.719	99.093	22.407	121.500
1976	66.000	72.200	36.934	109.134	113.000	27.000	140.000
1977	65.000	81.700	35.750	117.450	122.200	19.000	141.200
1978	72.000	82.800	41.200	124.000	119.000	19.500	138.500
1979	74.363	87.200	41.800	129.000	115.000	17.000	132.000

EXPORTACIONES AÑO 1979

Países	Toneladas
Rusia	6.900
Bélgica	2.500
EE. UU.	1.000
Italia	500
Japón	500
Grecia	500
Portugal	20
TOTAL	11.920

SIMPOSIO SOBRE USO INDUSTRIAL DEL SUBSUELO

La Sociedad Española de Mecánica del Suelo y Cimentaciones (SEMSC), la Sociedad Española de Mecánica de Rocas (SEMR) y la Asociación Española de los Túneles (AETOS) patrocinan conjuntamente el Simposio sobre USO INDUSTRIAL DEL SUBSUELO (SUIS), que se celebrará en Madrid, los días 7, 8 y 9 de abril de 1981.

Se desarrollarán los siguientes temas:

Túneles no urbanos. Urbanismo subterráneo (túneles y excavaciones urbanas). Almacenamientos subterráneos. Excavaciones subterráneas para minería. Excavaciones para centrales de energía que se estudiarán en SESIONES TÉCNICAS dirigidas por un ponente general y con la colaboración de varios panelistas. En estas sesiones se presentarán las comunicaciones recibidas y se mantendrán discusiones abiertas.

Se organizarán también CONFERENCIAS ESPECIALES sobre los temas propuestos, dictadas por un Especialista de fama internacional.

Finalmente se organizarán SESIONES INFORMATIVAS sobre:

- Maquinaria para excavaciones subterráneas.
- Métodos de construcción de almacenamiento subterráneos.

En estas SESIONES INFORMATIVAS las diferentes firmas y organizaciones, tanto privadas como públicas, podrán presentar el material informativo que deseen.

Se espera que la combinación de las Sesiones Técnicas con las Informativas pueda resultar especialmente útil a los asistentes al Simposio.

Para más información: Avenida de Alberto Alcocer, número 38, 2.º izquierda. MADRID-16. Teléfono 457 20 75.

INVESTIGACION ESPACIAL

UN PROGRAMA EUROPEO SOBRE LA LUNA

Han cristalizado dos proyectos diferentes para la exploración de la Luna: un satélite lunar y un artificio de alunizaje que podría eventualmente retornar a la Tierra con muestras de rocas lunares. El satélite lunar, denominado «Polo» (Polar Orbiting Lunar Observatory o estación lunar de órbita polar) giraría en torno a la Luna durante un año y a una distancia inferior a 100 kilómetros. Merced a la forma especial de la órbita —el satélite de berá desplazarse entre ambos Polos perpendicularmente al Ecuador— se puede explorar en el transcurso de un mes toda la superficie lunar, ya que la Luna gira cada 27 días en torno a su eje, mientras que el satélite permanece inmóvil en el espacio.

La exploración a distancia desde la órbita lunar permite una amplia revisión de la superficie lunar y de su composición. Si las diferencias locales se revelasen escasas, sería un nuevo e importante argumento a favor de la hipótesis del desprendimiento, o idea de que la Luna se separó de la Tierra poco después de la formación de nuestro planeta, por lo que, en lo esencial, consta de material del manto terrestre.

El segundo proyecto lunar prevé 34 artilugios de alunizaje no pilotados. Dieciséis de ellos deberán permanecer en la Luna y el resto regresará a la Tierra con muestras de roquedo lunar. Las 16 estaciones fijas se dedicarán en grupos de cuatro a explorar tres zonas de la cara anterior de la Luna y otra de la posterior. Una vez que hayan alunizado los instrumentos científicos, las naves espaciales propiamente dichas volverán a despegar, para estrellarse

sobre la superficie lunar a una distancia de unos 400 kilómetros. De esta manera puede producirse un seísmo lunar no natural, evitándose, por otra parte, que las estructuras metálicas puedan alterar, por ejemplo, las mediciones del campo magnético. Los 18 artilugios restantes se distribuirán, de una manera más o menos uniforme por toda la superficie de la Luna, y cada uno de ellos retornará a la Tierra con un kilogramo aproximadamente de roquedo lunar.

Este proyecto podría acometerse también en 1984-85 si se garantiza antes la financiación necesaria. A lo más tardar en febrero de 1980 decidirá la Agencia Espacial Europea (ESA) si Europa participará en la exploración de la Luna y de qué modo.

¿CUANDO EXPLOSIONA UNA NUBE DE GAS?

Los conocimientos adquiridos con numerosas explosiones experimentales bajo las condiciones más diversas, según los doctores Hermann Pförtner y Helmut Schneider en «Berichte» (4/79), de la Sociedad Fraunhofer, han puesto de manifiesto que en las grandes nubes de gas no es factible contar con la posibilidad de una detonación incluso en el caso de los hidrocarburos no saturados, como el etileno y el propileno, así como el hidrógeno, dada una inflamación deflagrante causada por chispas, llamas, etcétera. Según dicho estudio, las nubes de gas no pueden explosionar, y si lo hacen es sólo por una inflamación detonante lo suficientemente intensa.

VARIOS

LA DESALACION DEL AGUA MARINA BAJARA DE PRECIO

La desalación del agua de mar para la obtención de agua dulce resultará en el futuro mucho más barata que hasta la fecha, gracias a nuevos métodos para la técnica de los procedimientos. El aprovisionamiento de agua para grandes ciudades se basará exclusivamente en la obtención de agua dulce procedente del mar. Actualmente funcionan estas instalaciones grandes según un procedimiento de destilación. Sin embargo, nuevas investigaciones han venido a mostrar inequívocamente que la alternativa a la evaporación será un procedimiento químico de separación llamado de membrana. El agua dulce será obtenida hidráulicamente de una solución salina a gran presión. Un proyecto piloto, existe en la Isla de Helgoland. Este procedimiento químico de separación a base de membrana también es adecuado para el tratamiento de aguas residuales y para la desintoxicación de la sangre de enfermos del riñón.

PLANTAS CON ASIMILACION DIRECTA DEL NITROGENO DEL AIRE

Determinados microorganismos están en condiciones de incorporar el nitrógeno del aire a sus proteínas. La transmisión de esa aptitud a las plantas cultivadas, podría no sólo sustituir el uso de fertilizantes químicos, siempre caros, sino además incrementar en todo el mundo el rendimiento del agro.

Notas bibliográficas

MINERIA

J. MOYA, G. MONCADA, S. RAMOS y M. MATAALLANA: *Relleno de la mina de sales potásicas «Enrique», propiedad de Unión Explosivos Río Tinto* (E. R. T.). World Mining Congres. Stambul, 1979.

La mina «Enrique», de sales potásicas, situada en la provincia de Barcelona, al nordeste de España, desaguaba diariamente una cantidad importante de agua casi saturada en cloruros, procedente de las capas calizas del recubrimiento suprasalino. Terminada la explotación por agotamiento de la silvinita de la zona concedida en la margen derecha del río Llobregat, la continuación del mencionado desagüe suponía un riesgo apreciable para la seguridad del personal encargado de este trabajo en el interior de la mina y una contaminación creciente del río Llobregat, parte de cuyas aguas con tratamiento apropiado se utilizan para el abastecimiento de Barcelona; y la suspensión del desagüe podía conducir a daños irreparables en la cuenca potásica adyacente por disoluciones incontroladas de dichas aguas. Una posibilidad es el relleno de la mina con una disolución saturada de cloruro sódico, obtenida con el residuo procedente del lavadero de flotación de cloruro potásico, lavadero que se montó para el tratamiento de la silvinita de la otra zona en la margen izquierda del río Llobregat.

En el trabajo analizan con detalle el camino seguido hasta la alternativa elegida, las acciones que debieron producirse durante la fase de relleno, la operación de relleno de la mina, el control con sondeos eléctricos verticales indicando los resultados obtenidos y la importancia que en el contexto de toda esta problemática ha tenido la aplicación de los Reglamentos Oficiales.—L. DE A.

AGUAS SUBTERRANEAS

ALFONSO LIMÓN MONTERO: *Espejo cristalino de las aguas de España*. Facsímil edición 1697. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid, 1979. 432 folios.

«De la Congregación Sabia de las Aguas Complutó» salió, según el autor, el original de esta magnífica obra, de sumo interés actual para quienes escriben sobre historia de las aguas mineromedicinales.

Podemos considerar como orientación para buscar antecedentes sobre el tema, referido a España Peninsular, las obras siguientes: Plinio Segundo (Cayo) (23-79 de C.) autor de la célebre «Historia Natural» (78) con muchos relatos más fantásticos que reales, publicada en español, en Madrid, en dos tomos 1.º (1624), 2.º (1629): La mencionada de

Limón Montero (1697) editada en Alcalá de Henares con datos más ciertos que la de Plinio, pero todavía con errores a pesar de sus amplísimas fuentes de información. La de Gómez de Bedoya y Paredes (Pedro) titulada «Historia Universal de las fuentes minerales de España», tomo 1.º Santiago de Compostela (1764), tomo 2.º (1765) pero desgraciadamente incompleta, por haberse extraviado y no publicado los cuatro restantes; los datos ordenados alfabéticamente llegan a la F inclusive, con cita de 214 aguas y se puede considerar como un intento de la primera enciclopedia hidrológica de España, con una técnica bastante buena de procurarse los datos por medio de los médicos y boticarios de España. Como última fuente se dispone de la obra de Madoz (Pascua 1) (1806-1870) titulada «Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones de ultramar» en 16 tomos (1845-1850) con datos más completos, procedentes de los cuestionarios remitidos a todos los ayuntamientos mencionados en la obra.

La obra rara y muy apreciada de Limón trata, del origen de las fuentes y del modo como participan las aguas de los minerales y cómo se han de conocer los metales y minerales que contienen. Describe 41 fuentes, 6 ríos, 5 lagos y 19 baños de España Peninsular. Considera los metales según las ideas del siglo XVII e inserta muchos datos y noticias sumamente curiosas.

El criterio científico seguido en las descripciones es propio del Catedrático de Vísperas de Medicina de la muy ilustre y docta Universidad de Alcalá de Henares, quien siempre consideró las aguas minerales como materia preciosa para la salud del hombre.

Como presidente de la Comisión para el estudio de los manantiales de las aguas mineromedicinales felicito al Instituto Geológico y Minero por el enorme acierto de haber editado este facsímil con todo lujo, en dos mil ejemplares numerados para contribuir a la conmemoración del centenario de la Ley de Aguas (1879-1979).—L. DE A.

HIDROCARBUROS

Resumen de las actividades en investigación y explotación de hidrocarburos durante 1978. Sec. de Prospección de Hidrocarburos de la Dirección General de la Energía e Industria Minera, núm. 195, págs. 5 a 57. Noviembre-diciembre 1979.

Considera las actividades de las compañías: Amoco, Amospan, Campsa, Ciepsa, Conspain, Chervon, Elf Aquitania, Eniespa y sus colaboradoras, Shell-Campsa, y sus colaboradores Unión Explosivos Río Tinto, Union Texas.

Dentro de cada una trata los aspectos: geología, geofísica, perforación y producción.

Un cuadro de producción con entradas por años de 1963 a 1978 y por compañías.

Incluye cuadros de permisos de investigación otorgados, con la tramitación en curso, en explotación y denegados. Relación de sondeos ejecutados en 1978. Estadística de producción mensual de crudos y gas. Termina la información con las actividades de Hispanoil.

Incluye un croquis de situación de permisos, concesiones y sondeos.—L. DE A.

MINERALOGIA

AURELIO ALVAREZ PÉREZ, JUAN A. CAMPA VIÑETA y JOAQUÍN MONTORIOS POUS: *Mineralogénesis de los yacimientos del área de Bossost (Vall d'Aran, Lérida)*. Acta Geológica Hispánica, t. XII (1977), núms. 4-6, págs. 123-126.

Basándose en todo el conjunto de datos que se poseen en la actualidad, establecen las sucesivas fases y los diferentes mecanismos que han tenido lugar durante la mineralogénesis de los yacimientos de sulfuros metálicos de Bossost (Vall d'Aran, Lérida).—L.

M. MATA PERELLÓ y JOAQUÍN MONTORIOL POUS: *Nota referente a la bibliografía sobre los fosfatos, arseniatos y vanadatos de Cataluña*. Acta Geológica Hispánica, t. XII (1977), núms. 4-6, págs. 127-130.

Presenta una recopilación bibliográfica sobre los fosfatos, arseniatos y vanadatos de Cataluña. Consta de tres listas, ordenadas, respectivamente, por autores, especies minerales y localidades. Entrando por cualquiera de las tres se encuentra la correspondiente referencia numérica a las otras dos, de tal manera que puede hallarse fácilmente cualquier dato que se busque.

GEOFISICA

ANTONI M. CORREIG BLANCHAR: *Estudio del mecanismo focal de los terremotos a partir de ondas sísmicas. Aplicación a terremotos de las dorsales del Atlántico y Oriental del Pacífico*. Acta Geológica Hispánica, t. XII (1977), núms. 4-6, págs. 78-85.

Presenta un estudio de los parámetros dinámicos de terremotos ocurridos en las dorsales del Atlántico y del Pacífico Oriental, así como de la variación regional del coeficiente de atenuación de las ondas Rayleigh en la región oriental del Pacífico. Ha obtenido un coeficiente de atenuación, anormalmente alto, bajo la dorsal del Pacífico e importantes diferencias en las condiciones de similitud para las dos dorsales. Comparando los parámetros diná-

micos obtenidos para las dorsales (zonas de tensión) con parámetros obtenidos para zonas de subducción (zonas de compresión), resultan ser similares excepto para la caída de esfuerzos. Los resultados obtenidos los interpreta en función de la actividad tectónica de las dorsales.—L.

ENERGIA

La energía en China y sus perspectivas. «La China en construcción», XVII, núm. 4, abril 1979, págs. 6 a 15.

Es un trabajo editorial, basado en una encuesta sostenida por el redactor con los responsables de los Ministerios de Industria del Petróleo, Industria Hullera, Aguas. Energía Eléctrica.

Consideran que actualmente y durante un período bastante largo, las principales fuentes de energía son: petróleo, carbón, energía hidroeléctrica. En el momento actual ocupa China uno de los diez primeros puestos entre los países productores de petróleo, el tercero entre los carboneros con un arranque superior a los 600 millones de toneladas, y entre los productores de electricidad figura como el séptimo.—L. DE A.

BIOGRAFIA

JUAN MANUEL LÓPEZ DE AZCONA: *Un madrileño ilustre: Andrés Manuel del Río y Fernández (1764-1849)*. Anal. Inst. Estudios Madrileños, núm. XVI, págs. 545-556, 1979.

Entre los científicos destacados del siglo XVIII, destaca un Ingeniero de Minas, Andrés Manuel del Río y Fernández, alumno único de la promoción de 1782 de la Academia de Almadén, donde ingresó por Real Orden como premio a su conocimiento y saber en el campo de las matemáticas.

Completó estudios en la Escuela de Minas de Freiberg y pasa a México, donde permanecería el resto de su vida, salvo la ausencia temporal durante la revolución en los Estados Unidos de Norteamérica.

Su fama universal se debe al descubrimiento del vanadio y de varias especies minerales, dedicadas principalmente a sus alumnos y colaboradores.

Fue eminente profesor, investigador y escritor, con pluma considerada como mordaz durante su juventud. Los otros Virreinos de América, lo deseaban contar entre sus profesores, y por ello fue reclamado varias veces por las Academias de Metálica, para participar en cursillos.

Entre sus publicaciones como libros de texto, destaca los elementos de origtognosia.

En sus últimos años, ya enfermo y sin dinero, continuó muy apreciado por los científicos mexicanos, pero nunca accedió a perder la nacionalidad española. En el momento del fallecimiento le adeudaban atrasos de cuatro años, pero su nombre quedó grabado con letras de oro en las puertas principales del Palacio de Minería de México.—L. A.

Información legislativa

PERMISOS DE INVESTIGACION Y CONCESIONES DE EXPLOTACION

«B. O. E.» NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
3	126	3-I-80	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de investigación</i> .—Resolución de la Delegación Provincial de Gerona por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan.
3	126	3-I-80	I. y E.	RESOLUCION de la Delegación Provincial de León por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan.
13	1067	15-I-80	I. y E.	<i>Minerales. Concesiones de explotación</i> .—Resolución de la Delegación Provincial de León por la que se hace público el otorgamiento y titulación de las concesiones de explotación minera que se citan.
13	1067	15-I-80	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de investigación</i> .—Resolución de la Delegación Provincial de León por la que se hace público el otorgamiento del permiso de investigación minera que se cita.
13	1067	15-I-80	I. y E.	RESOLUCION de la Delegación Provincial de León por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan.
13	1067	15-I-80	I. y E.	RESOLUCION de la Delegación Provincial de Madrid por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan.
23	2026	26-I-80	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de investigación</i> .—Resolución de la Delegación Provincial de Jaén por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan.
23	2026	26-I-80	I. y E.	RESOLUCION de la Delegación Provincial de Palencia por la que se hace público el otorgamiento del permiso de investigación minera que se cita.
29	2602	2-II-80	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de investigación</i> .—Resolución de la Delegación Provincial de Guadalajara por la que se hace público el otorgamiento del permiso de investigación minera que se cita.
48	4363	25-II-80	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de investigación</i> .—Resolución de la Delegación Provincial de Huesca por la que se hace pública la caducidad del permiso de investigación minera que se cita.
49	4449	26-II-80	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de investigación</i> .—Resolución de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción por la que se hace público el otorgamiento del permiso de investigación minera que se cita.
49	4449	26-II-80	I. y E.	RESOLUCION de la Delegación Provincial de Avila por la que se hace pública la caducidad del permiso de investigación minera que se cita.

«B. O. E.» NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
49	4449	26-II-80	I. y E.	RESOLUCION de la Delegación Provincial de Cáceres por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan.
49	4449	26-II-80	I. y E.	RESOLUCIONES de la Delegación Provincial de León por las que se hace público el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan.
53	4842	1-III-80	I. y E.	Minerales. Permisos de investigación.—Corrección de errores de la Resolución de la Delegación Provincial de Jaén por la que se hace público el otorgamiento del permiso de investigación que se cita.
61	5558	11-III-80	I. y E.	Minerales. Permisos de investigación.—Resolución de la Delegación Provincial de León por la que se hace pública la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan.
61	5558	11-III-80	I. y E.	RESOLUCION de la Delegación Provincial de Sevilla por la que se hace público el otorgamiento del permiso de investigación minera que se cita.
63	5754	13-III-80	I. y E.	Minerales. Permisos de explotación.—Orden de 18 de febrero de 1980 por la que se adjudica a «Unión Explosivos Río Tinto, S. A.» la explotación de sales potásicas, en régimen de cesión, por arriendo, de un área comprendida en la reserva denominada «Zona Catalana», en las provincias de Lérida y Barcelona.
67	6142	18-III-80	I. y E.	Minerales. Concesiones de explotación.—Resolución de la Delegación Provincial de León por la que se hace pública la caducidad de la concesión de explotación minera que se cita.
74	6717	26-III-80	I. y E.	Minerales. Permisos de investigación.—Resolución de la Delegación Provincial de Lugo por la que se hace pública la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan.
HIDROCARBUROS				
4	205	4-I-80	I. y E.	Hidrocarburos. Concesiones de explotación.—Real Decreto 2.911/1979, de 7 de diciembre, por el que se otorga la concesión de explotación «Montanazo-D», situada en la zona C, subzona a).
22	1928	25-I-80	I. y E.	Hidrocarburos. Permisos de investigación.—Orden de 4 de enero de 1980 por la que se acepta la prórroga de regularización por dos años de los permisos de investigación de hidrocarburos, denominados «San Juan» y «Campello», situados en zona C, subzona a), solicitada por sus titulares.
23	2025	26-I-80	I. y E.	Hidrocarburos. Permisos de investigación.—Orden de 21 de diciembre de 1979 sobre renuncia parcial del permiso de investigación de hidrocarburos, situado en zona C, subzona a), denominado «Montanazo-C».
51	4623	28-II-80	I. y E.	Hidrocarburos. Permisos de investigación.—Real Decreto 3.166/1979, de 21 de diciembre, de otorgamiento de dos permisos de investigación de hidrocarburos en la zona C, subzona a).
61	5541	11-III-80	I. y E.	Hidrocarburos. Permisos de investigación.—Orden de 19 de febrero de 1980 sobre renuncia al permiso de investigación de hidrocarburos denominado «Grumete-A», situado en la Zona C), subzona a).
61	5541	11-III-80	I. y E.	ORDEN de 19 de febrero de 1980 sobre extinción, por renuncia de su titular, del permiso de investigación de hidrocarburos «Puebla de Cazalla».

«B. O. E.» NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
61	5542	11-III-80	I. y E.	ORDEN de 19 de febrero de 1980 sobre renuncia al permiso de investigación de hidrocarburos denominado «Montanazo-A», situado en Zona C), subzona a).
RESERVAS				
54	4907	3-III-80	I. y E.	Minerales. Reservas.—Real Decreto 384/1980, de 11 de enero, por el que se declara zona de reserva provisional a favor del Estado para investigación de yacimientos de lignito el área denominada «Sureste», inscripción número 49, comprendida en las provincias de Albacete, Alicante, Murcia y Valencia.
56	5093	5-III-80	I. y E.	Minerales. Reservas.—Resolución de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción por la que se publica la inscripción de propuesta de reserva provisional a favor del Estado para investigación de sustancias minerales de antimonio, bismuto y plata en un área de la provincia de Granada.
56	5093	5-III-80	I. y E.	RESOLUCION de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción por la que se publica la inscripción de propuesta de reserva provisional a favor del Estado para investigación de carbón en un área de la provincia de Ciudad Real.
61	5548	11-III-80	I. y E.	Minerales. Reservas.—Resolución de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción por la que se cancela la inscripción número 32, «Los Pedroches», comprendida en las provincias de Córdoba y Jaén.
61	5548	11-III-80	I. y E.	RESOLUCION de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción por la que se efectúa la reducción de superficie, limitación de recursos y cambio de denominación de la inscripción número 38 por la nueva de «Lanteira», situada en la actualidad únicamente en la provincia de Granada.
61	5549	11-III-80	I. y E.	RESOLUCION de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción por la que se publica la inscripción de propuesta de reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos, en un área de las provincias de León, Lugo y Orense.
61	5549	11-III-80	I. y E.	RESOLUCION de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción por la que se publica la inscripción de propuesta de reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos, en un área de las provincias de León, Palencia, Burgos, Santander y Oviedo.
VARIOS				
273	26350	14-XI-79	Agrc.	RESOLUCION del Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza por la que se aprueba el plan de conservación de suelos de la finca «Los Rostros», del término municipal de Badajoz.
274	26434	15-XI-79	I. y E.	Aguas minero-medicinales.—Resolución de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción por la que se hace pública la declaración minero-medicinal de las aguas del manantial que se cita.
274	26396	15-XI-79	U. e I.	Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica.—Corrección de errores del Real Decreto 2.112/1979, de 5 de octubre, por el que se determinan la composición, competencias y funcionamiento de la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica.

«B. O. E.» NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
275	26528	16-XI-79	I. y E.	<i>Aguas minero-medicinales.</i> —Resolución de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción por la que se hace pública la solicitud de aprovechamiento y perímetro de protección de las aguas de los manantiales que se citan.
275	26529	16-XI-79	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de exploración.</i> —Corrección de errores de la Resolución de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de exploración minera que se citan de las provincias de Salamanca y Cáceres.
277	26690	19-XI-79	OP. y U.	<i>Aprovechamiento de aguas.</i> —Resolución de la Dirección General de Obras Hidráulicas por la que se hace pública la concesión otorgada a don Isidoro Codina Bernadich de un aprovechamiento de aguas públicas subálveas de la riera de Mujalt, en término municipal de Balsareny (Barcelona), con destino a usos domésticos potables y atenciones de ganado.
286	27586	29-XI-79	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de exploración.</i> —Resolución de la Delegación Provincial de Cáceres por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de exploración que se citan.
288	27724	1-XII-79	A. Ext.	<i>Acuerdos internacionales.</i> —Convenio de Cooperación Científica y Técnica entre el Gobierno del Reino de Marruecos y el Gobierno del Reino de España, firmado en Madrid el 8 de noviembre de 1979.
289	27821	3-XII-79	Pcia. G.º	<i>Museo de la Ciencia y la Tecnología. Patronato.</i> —Orden de 27 de noviembre de 1979 por el que se constituye el Patronato para la creación del Museo Nacional de la Ciencia y la Tecnología.
290	27967	4-XII-79	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de explotación.</i> —Resolución de la Delegación Provincial de Zaragoza por la que se hace público el otorgamiento del permiso de exploración minera que se cita.
298	28626	13-XII-79	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de exploración.</i> —Resolución de la Delegación Provincial de Cáceres por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de exploración minera que se citan.
300	28834	15-XII-79	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de exploración.</i> —Resolución de la Delegación Provincial de Huelva por la que se hace público el otorgamiento del permiso de exploración minera que se cita.
301	28924	17-XII-79	I. y E.	<i>Aguas minero-medicinales.</i> —Resolución de la Delegación Provincial de Huesca por la que se hace pública la declaración minero-medicinal de las aguas del manantial que se cita.
302	28974	18-XII-79	C. y T.	<i>Aguas de bebidas envasadas. Envases y embalajes.</i> —Orden de 16 de julio de 1979 sobre garantía obligatoria de envases y embalajes en las ventas de aguas de bebidas envasadas.
303	29097	19-XII-79	OP. y U.	<i>Autorizaciones.</i> —Resolución de la Dirección General de Obras Hidráulicas por la que se hace pública la autorización solicitada por don Martín Serra Puigbert para derivar aguas subálveas del torrente de Mata, en término municipal de San Cipriano de Vallalta (Barcelona), para riego por aspersión.
304	29166	20-XII-79	Pcia. G.º	<i>Contaminación atmosférica.</i> —Real Decreto 2.826/1979, de 17 de diciembre, por el que se complementa y modifica el Real Decreto 2.512/1978, de 14 de octubre, para aplicación del artículo 11 de la Ley 38/1972, de 22 de diciembre.
310	29615	27-XII-79	I. y E.	<i>Ministerio de Industria y Energía. Organización.</i> —Orden de 12 de diciembre de 1979 por la que se desarrolla el Reglamento Orgánico del Instituto Geológico y Minero de España.

«B. O. E.» NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
310	29668	27-XII-79	Agric.	<i>Conservación de suelos.</i> —Resolución del Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza por la que se aprueba el plan de conservación de suelos del término municipal de Cevico Navero, en la provincia de Palencia.
3	69	3-I-80	A. Ext.	<i>Acuerdos internacionales.</i> —Entrada en vigor definitiva del Acuerdo de Cooperación Industrial, Energética y Minera, suscrito entre los Gobiernos de España y México, firmado en México D. F. el 21 de noviembre de 1978.
4	165	4-I-80	A. Ext.	<i>Acuerdos internacionales.</i> —Convenio básico de cooperación en materia de Seguridad Social entre el Gobierno de España y el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, firmado en México D. F. el 7 de noviembre de 1979.
8	548	9-I-80	I. y E.	<i>Productos petrolíferos.</i> —Orden de 8 de enero de 1980 por la que se modifican los precios de venta al público de los productos petrolíferos en las áreas fuera del Monopolio de Petróleos.
8	601	9-I-80	Pcia G.º	<i>Laboratorios de Ensayos e Investigaciones Industriales «L. José de Torrónegui».</i> —Orden de 20 de diciembre de 1979 por la que se aprueba la nueva redacción del Reglamento de los Laboratorios de Ensayos e Investigaciones Industriales «L. José de Torrónegui».
9	644	10-I-80	Pcia G.º	<i>Mapa Nacional Topográfico Parcelario.</i> —Real Decreto 2.949/1979, de 29 de diciembre, sobre competencias del Instituto Geográfico Nacional en lo concerniente al Mapa Nacional Topográfico Parcelario.
10	742	11-I-80	Pcia G.º	<i>Comisión Nacional Española de Cooperación con la UNESCO.</i> —Real Decreto 2.955/1979, de 17 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 2.683/1978, de 15 de septiembre, por el que se reestructura la Comisión Nacional Española de Cooperación con la UNESCO.
12	933	14-I-80	I. y E.	<i>Combustible nuclear.</i> —Real Decreto 2.967/1979, de 7 de diciembre, sobre ordenación de actividades en el Ciclo del Combustible Nuclear.
12	1000	14-I-80	I. y E.	<i>Polígonos de preferente localización industrial.</i> —Orden de 12 de diciembre de 1979 por la que se aceptan solicitudes para acogerse a los beneficios previstos en el Decreto 3.068/1978, de 7 de diciembre, aplicables a las Empresas que proyectan instalaciones industriales en los polígonos de preferente localización industrial.
13	1065	15-I-80	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de exploración.</i> —Resolución de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de exploración minera que se citan, de las provincias de Sevilla y Huelva y Sevilla y Córdoba.
13	1066	15-I-80	I. y E.	RESOLUCION de la Delegación Provincial de Cáceres por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de exploración minera que se cita.
13	1066	15-I-80	I. y E.	RESOLUCION de la Delegación Provincial de Castellón de la Plana por la que se hace público el otorgamiento del permiso de exploración minera que se cita.
13	1068	15-I-80	I. y E.	RESOLUCION de la Delegación Provincial de Salamanca por la que se hace público el otorgamiento del permiso de exploración minera que se cita.
22	1918	25-I-80	OP. y U.	<i>Centenario de la Ley de Aguas. Premios.</i> —Resolución de la Secretaría General Técnica por la que se hacen públicos los resultados del concurso «Centenario de la Ley de Aguas».

«B. O. E.» NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
23	2026	26-I-80	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de exploración.</i> —Resolución de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción por la que se hace público el otorgamiento del permiso de exploración minera que se cita de las provincias de Córdoba, Badajoz y Ciudad Real.
23	2026	26-I-80	I. y E.	RESOLUCION de la Delegación Provincial de Cáceres por la que se hace público el otorgamiento del permiso de exploración minera que se cita.
24	2126	28-I-80	I. y E.	<i>Gas natural. Precios.</i> —Resolución de la Dirección General de la Energía por la que se aprueban los precios de venta de gas natural por la Empresa Nacional del Gas, S. A.
33	3000	7-II-80	Agrc.	<i>Conservación de suelos.</i> —Resolución del Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza por la que se aprueba el plan de conservación de suelos de la finca «El Novillero», del término municipal de Albuera, en la provincia de Badajoz.
33	3000	7-II-80	Agrc.	RESOLUCION del Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza por la que se aprueba el plan de conservación de suelos de la finca «El Palacio», del término municipal de Cabeza del Buey, en la provincia de Badajoz.
33	3001	7-II-80	Agrc.	RESOLUCION del Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza por la que se aprueba el plan de conservación de suelos de la finca «Puerto del Agua Buena», del término municipal de Tobarra (Albacete).
33	3001	7-II-80	Agrc.	RESOLUCION del Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza por la que se aprueba el plan de conservación de suelos de la finca «El Conchal Bajo», del término municipal de Zahara de la Sierra, en la provincia de Cádiz.
34	3072	8-II-80	OP. y U.	<i>Aprovechamientos de aguas.</i> —Resolución de la Dirección General de Obras Hidráulicas por la que se hace pública la concesión otorgada a «Hormigones Gerona, S. A.», de un aprovechamiento de aguas subálveas del río Ter, en término municipal de San Julián de Ramis (Gerona), con destino a usos industriales.
34	3073	8-II-80	OP. y U.	RESOLUCION de la Dirección General de Obras Hidráulicas por la que se hace pública la concesión solicitada por don Francisco Bustos Fernández, de un aprovechamiento de aguas subálveas del río Verde, en el término municipal de Jete (Granada).
42	3844	18-II-80	I. y E.	<i>Registros mineros.</i> —Resolución de la Delegación Provincial de Guipúzcoa por la que se convoca concurso público de registros mineros que han quedado francos dentro de esta provincia.
49	4449	26-II-80	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de exploración.</i> —Resolución de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción por la que se hace público el otorgamiento del permiso de exploración minera que se cita, de las provincias de Sevilla y Córdoba.
49	4451	26-II-80	I. y E.	RESOLUCION de la Delegación Provincial de Sevilla por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de exploración minera que se citan.
49	4448	26-II-80	I. y E.	<i>Polígono de preferente localización industrial.</i> —Orden de 11 de enero de 1980 por la que se acepta solicitud presentada en polígono de preferente localización industrial de Villalonquejar (Burgos).

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 marcada la fecha de recepción y prioridad.
Cuando en el trabajo se acompañen figuras, cuadros y fotografías, el autor deberá dejar un pequeño espacio con indicación del lugar donde han de intercalarse si es posible.
Todos los trabajos en lengua castellana irán precedidos de un breve resumen en español e inglés 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 hacerlo constar por escrito en el original o en las pruebas y abonar el precio de este excedente.
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.

Toda la correspondencia referente a las publicaciones
deberá dirigirse a:
Leopoldo Aparicio, Instituto Geológico y Minero de España
Ríos Rosas, 23. Madrid-3

Colección Temas Geológico - Mineros

Tema 1.—1.^{er} Curso «ROSO DE LUNA»

Precio, obra completa, 1.500 ptas.

Aparece una nueva colección del Instituto Geológico y Minero de España: TEMAS GEOLOGICO - MINEROS. Su moderna presentación y manejable formato, de 21 × 14 centímetros, así como la dedicación de su contenido: Congresos, Simposios, Reuniones Científicas, Cursos Monográficos, etcétera, harán, sin duda, que muy pronto esta colección sea una de las más importantes publicaciones del IGME.

Nada mejor y más oportuno para su iniciación que el tema elegido: el primer Curso ROSO DE LUNA dedicado a la investigación y economía de los recursos geológico - mineros, que ha organizado la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción y que se impartió meses pasados en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid, bajo la coordinación de la Fundación Gómez Pardo y que patrocinaron el Instituto Geológico y Minero de España dentro de la citada Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción, el Centro de la Energía de la Dirección General de la Energía, Enadimsa (INI), todos dentro del Ministerio de Industria y Energía, así como las Universidades

Politécnica y Complutense de Madrid del Ministerio de Educación y Ciencias.

En esta primera publicación —Tema I— se recogen en ocho tomos las conferencias impartidas en dicho curso a lo largo de sus siete áreas, más un tomo de introducción dedicado a las conferencias inaugural y de clausura, incluyéndose también los resúmenes de las conferencias publicadas en las distintas áreas.

Los títulos de los ocho volúmenes son:

Introducción.

Area I. Política y economía de las materias minerales.

Area II. Estudio Metalogénico de Depósitos. Minerales y Técnicas Especiales.

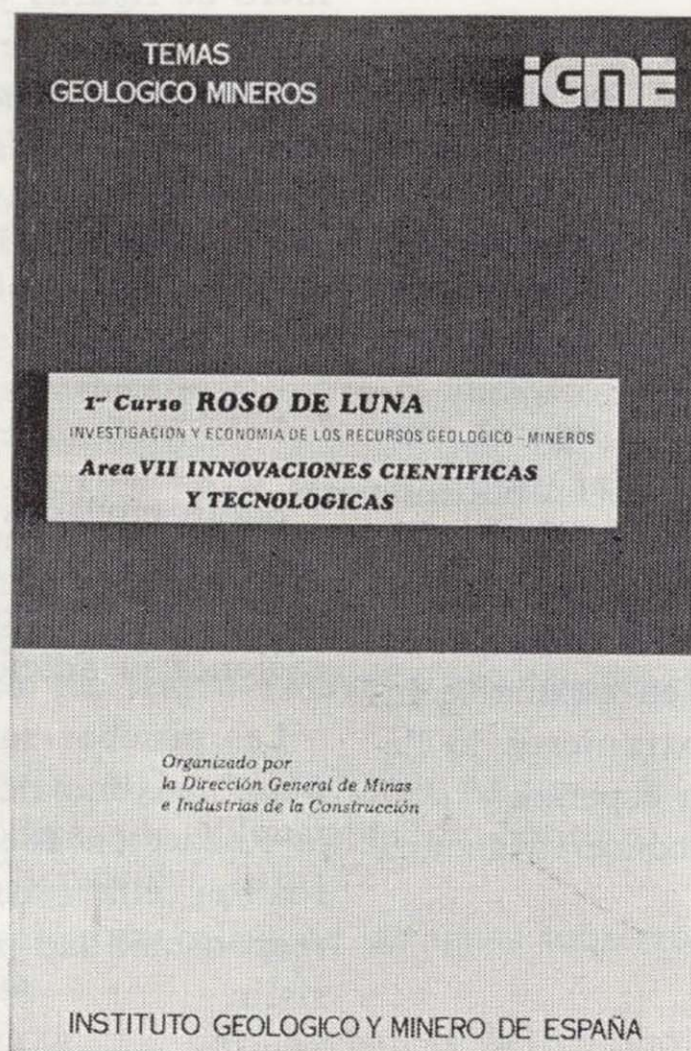
Area III. Búsqueda y evaluación de Recursos Geológico Mineros.

Area IV. Desarrollo Minero y Minera-lúrgico.

Area V. Aspectos legales.

Area VI. Minería y medio ambiente.

Area VII. Innovaciones Científicas y Tecnológicas.



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

Colección Temas Geológico - Mineros

Tema 2.—Depósitos Minerales de España

Precio: 500 ptas.

Como segundo número de la Colección Temas Geológico - Mineros aparece «Depósitos Minerales de España», que da una visión global y actualizada de las principales minas españolas en explotación.

Una breve descripción de la geología de España, proporciona el marco general en que se distribuye sus depósitos minerales. Estos son descritos según regiones o distritos mineros, cuando se presentan agrupados geográficamente con un origen o génesis común. Cuando esto no es posible, se les agrupa, por lo general, siguiendo un criterio genético.

Una sucinta exposición geológico-metalogénica precede, generalmente, a las características generales de cada uno de los depósitos minerales tales como: morfología, roca de caja, origen o génesis, asociación mineral, reservas, modo de explotación, procesos de concentración, producción, etc. Al mismo tiempo, en cada sustancia mineral se incluyen las estadísticas de producciones globales que sirven de punto de referencia para deducir la importancia relativa de cada depósito mineral, respecto al resto de los de la misma sustancia.

A continuación extractamos su contenido:

1. INTRODUCCION.

2. LA GEOLOGIA.—Dominio Hercínico: El Macizo Hespérico. **Dominios de plataforma y cordilleras de tipo intermedio:** Las Depresiones Terciarias de la Meseta, La Cordillera Ibérica, La Cuenca del Ebro, Las Cadenas Costeras Catalanas. **Dominio Alpino:** La Cordillera Bética, La Cordillera Pirenaica, La Cordillera Vasco Cantábrica. **Sistemas de fosas.**

3. DEPOSITOS MINERALES. Cobre: Distrito de Santiago de Compostela: Yacimientos tipo Arintei-ro y tipo Fornás. **Oro. Plomo-Cinc:** Distritos de Cartagena, de Linares-La Carolina-Santa Elena, distrito de Santander: Reocín, Aliva. Distrito de Huelva-Sevilla: Minas de Aznalcóllar, de Sotiel, de Río Tinto, de San Telmo, de Lomero-Poyato, María Luisa y Minas de la alineación Vuelta Falsa-El Toro (Paymogo-Huelva) Distrito de Lugo. **Plata. Estaño.**

Volframio: Minas de Penouta (Orense), de Laza (Orense), de San Finx (La Coruña), de Santa Comba (La Coruña), de Monteneme (La Coruña), Casualidad-Calabor (Zamora), Depósito de Barruecopardo (Salamanca), Mina de Golpejas o mina Bellita (Sa-

lamanca), Depósitos de Morille-Martinamor (Salamanca), Depósito de tipo aluvial. Mina «El Cubito» (Salamanca), Mina El Trasquilón (Cáceres), Depósito de tipo aluvial. Mina «Santa María» (Cáceres), Mina «La Parrilla» (Badajoz), Depósitos de Sn. de la Sierra de Cartagena.

Bismuto: Distrito de Córdoba. **Mercurio. Antimonio:**

Distrito de Albuquerque Herrera del Duque. **Uranio:** Depósitos de Ciudad Rodrigo (Salamanca) y de Don Benito (La Serena, Badajoz).

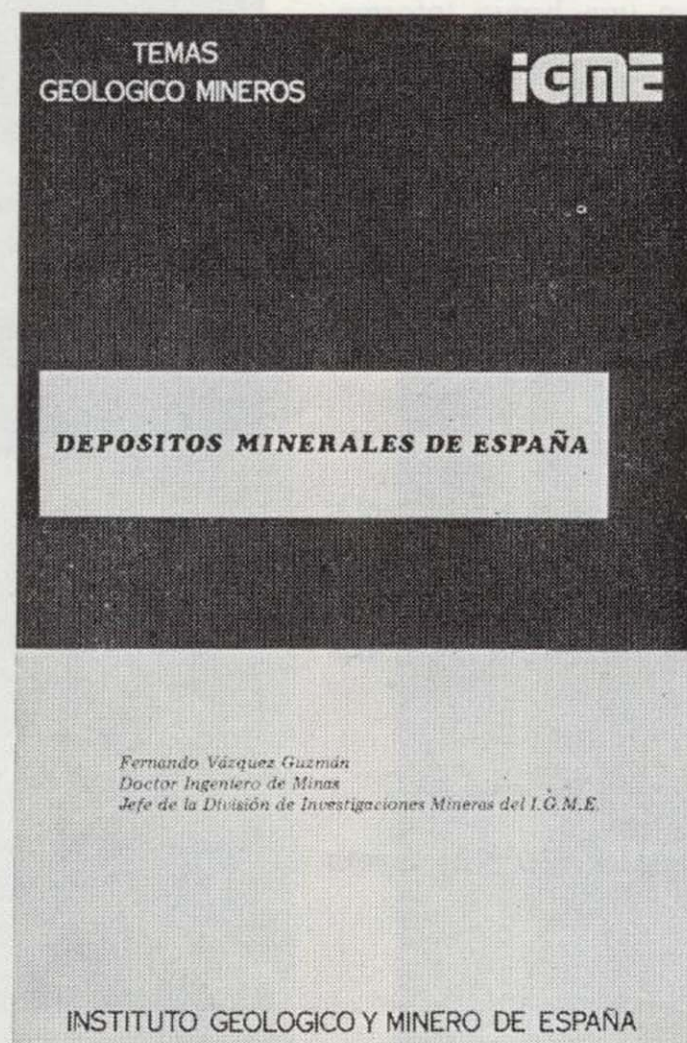
Hierro: Distrito Norte: Areas de Ortuella-Somorrostro (Vizcaya), Area SE de Bilbao (Vizcaya), Area de Sopuerta (Vizcaya), Area de Hoyo-Covarón y Dícido (Vizcaya-Santander). Distrito Noroeste:

Yacimientos de coto Wagner y Vivaldi. Distrito Centro-Levante: Minas de la Compañía Minera de Sierra Menera, S. A. Distrito Sudoeste (Huelva-Badajoz-Sevilla):

Minas de Cala, Mina de Teuler, Mina de San Guillermo-Colmenar - Santa Justa, Mina Monchi, Mina del Cerro del Hierro. Distrito Sudeste: Minas del Marquesado y de Alfique. **Titanio. Aluminio. Piratas:** Minas de Río Tinto, Minas de Tharsis y Calañas, Mina de Las Herrerías (Puebla de Guzmán), Proyecto AIPSA. **Materiales Salinos. Sales Sódicas:** Sal común, sal gema (halita): Yacimientos de Pinoso (Alicante), de Polanco (Santander), de sal gema de Remolinos y Torres de Berellén (Zaragoza), Glauberita-Thenardita. **Sales Potásicas:** Minas de Cardona, Mina de Balsareny, Minas de Suria, Mina de la Sierra del Perdón. **Cuarzo. Calizas, Dolomías y Greda. Feldespatos. Talco. Baritas:** Mina Guillermin, Mina Alfonso y Coto Elsa. **Fluorita. Estroncio. Yesos. Magnesitas:** Mina de Eugui (Navarra) y Mina de Rubián. **Arcillas especiales. Caolín.**

4. AGRADECIMIENTOS.

5. BIBLIOGRAFIA.



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

Colección Temas Geológico - Mineros

Tema 3.—I.^a Reunión de Mineralogía y Metalogenia del hierro

Precio: 500 ptas.

El tercer número de la colección Temas Geológico-Mineros corresponde a la publicación de los resultados obtenidos con motivo de la «I Reunión de Mineralogía y Metalogenia del hierro» en la Península Ibérica. Dicha reunión se celebró en Granada en octubre de 1978, y fue organizada por los Departamentos de Cristalografía y Mineralogía de las Universidades de Bilbao y Granada.

El contenido del presente número queda esquematizado como sigue: En primer lugar aparece una breve información relativa a algunas de las investigaciones que actualmente se están llevando a cabo por parte de diversas Instituciones y Empresas Mineras.

Así, en relación con los **Sectores N y NW** de la Península, se están estudiando:

- Mineralizaciones de hierro de la zona Astur-Leonesa.
- Areniscas oolíticas del Devónico Superior de la zona Cantábrica y areniscas ferruginosas de San Pedro.
- Mineralizaciones de hierro del Río Norte de Portugal.
- Hierros de Bilbao.
- Magnetitas de Eskolamendi (Lesaca).
- Yacimientos de hematites de Mina Ley (Vera de Bidasoa).
- Yacimientos filonianos de Siderita del área Cantábrica.
- Mineralizaciones de hierro Triásico en Morete del Jalón.
- Mineralizaciones oolíticas de la provincia de Zaragoza.

En el Sector SW:

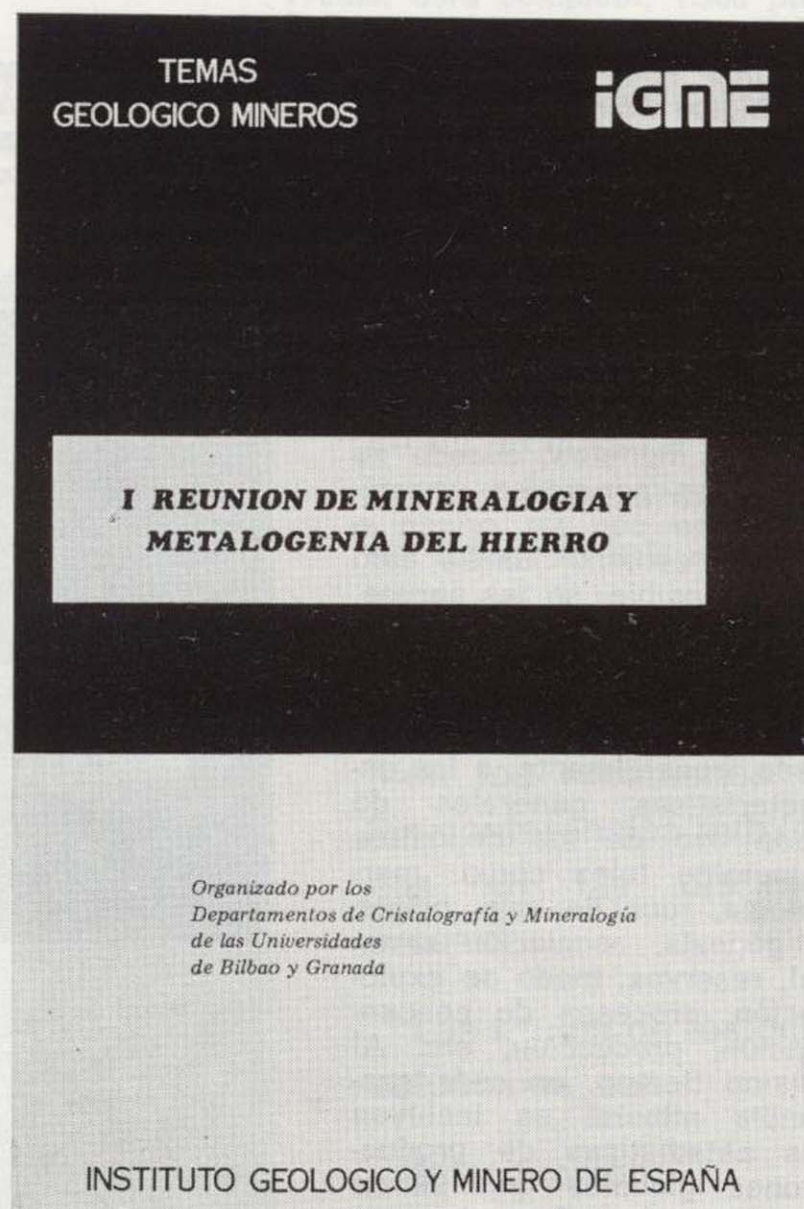
- Mineralizaciones de skarn Olivenza-Monesterio.
- La reserva de Alanis (Cerro Muriano).
- La reserva SW desde la provincia de Córdoba hasta la frontera de Portugal.

En el Sector SE:

- Mineralizaciones de hierro tipo «ocres rojos» en el Trías Subbético.
- Mineralizaciones de hierro de la zona del Marquesado y sectores adyacentes.
- Mineralizaciones de hierro en los Complejos Nevado-Filábride y Alpujárride de la zona Bética s. str.
- Mineralizaciones de hierro (hematites) al norte de Orgiva, en el Trías Alpujárride a lo largo del contacto con el Complejo Nevado-Filábride.
- Mineralizaciones de hierro y cobre de carácter filoniano en el sector de Santa Constanza, en micaesquistos del Complejo Nevado-Filábride.

En segundo lugar, y de acuerdo con el índice que a continuación se expresa, aparecen los trabajos que se presentaron en la citada reunión:

1. Algunos aspectos acerca de la génesis de las mineralizaciones de hierro de la comarca del Marquesado del Cenete y sectores adyacentes (Zona Bética, provincia de Granada). Por: J. Torres Ruiz, L. Pérez del Villar y P. Fenoll Hach-Alí.



2. Mineralogía y diagénesis de los carbonatos zonados de los yacimientos de hierro de Bilbao. Por: Javier Arostegui, Jean Paul Fortuné y Francisco Velasco.
3. Estudio de los yacimientos de hierro de Porcía, Tapia de Casariego (Asturias). Por: C. Fernández del Valle y Carlos J. Fernández.
4. Mineralizaciones de hierro tipo «ocres rojos» en las cercanías de Baena (Córdoba). Por: L. García Rossell, J. Torres Ruiz y P. Fenoll Hach-Alí.
5. Los skarns con magnetita en el entorno del granito de Santa Olalla, Huelva. Por: F. Velasco y J. M. Amigó.
6. Metalogenia y Geología de las mineralizaciones de hierro oolítico del NW de la Península. Por: R. Lunar Hernández.
7. Mineralogía y Mineralogénesis del yacimiento de hierro de Ojos Negros (Teruel y Guadalajara) Por: C. Fernández-Nieto y F. Arrese Serrano.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

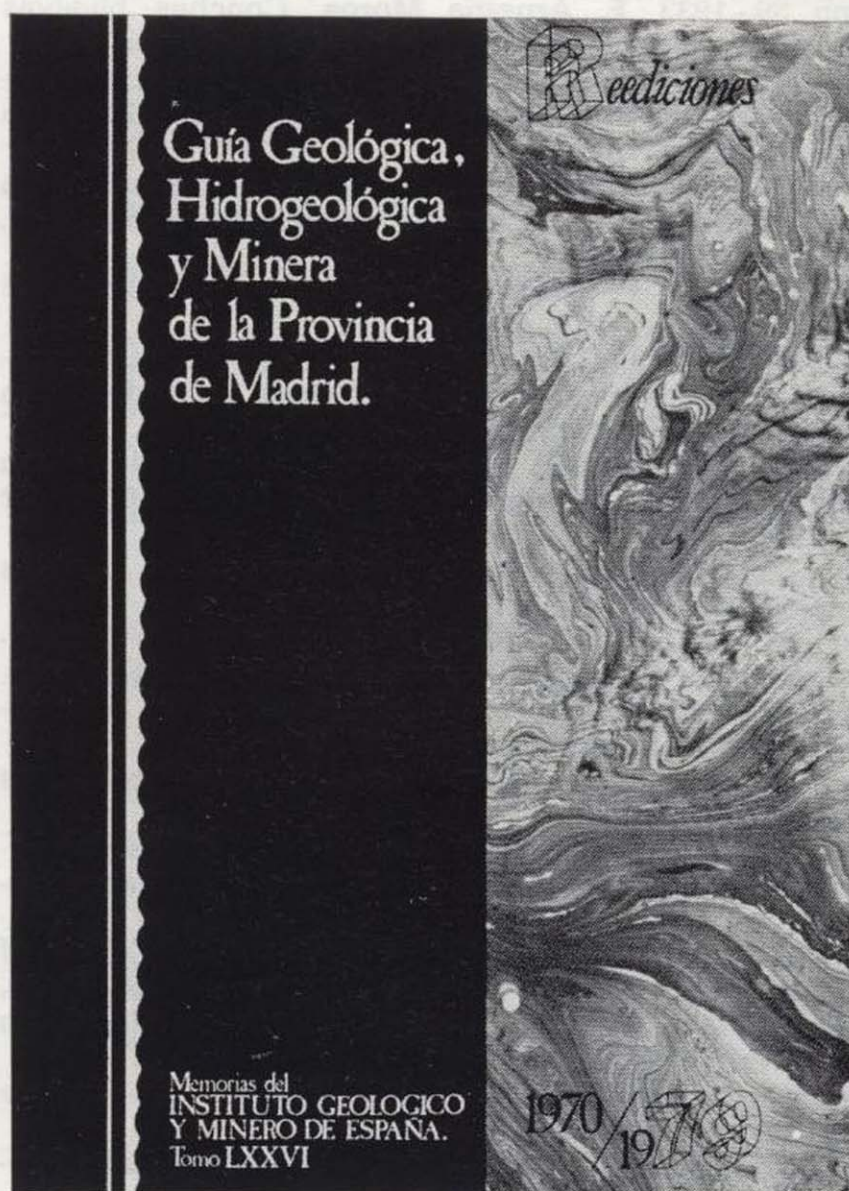
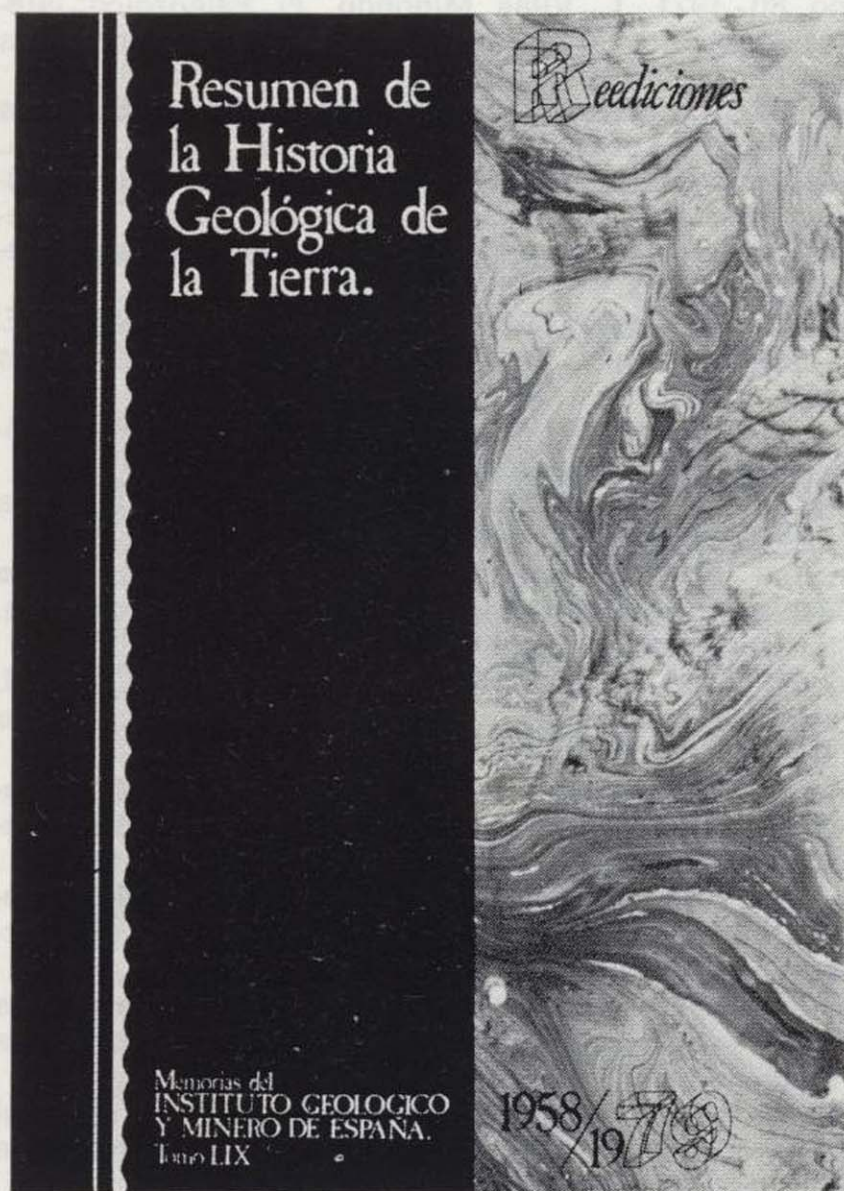
COLECCION REEDICIONES

Precio de cada ejemplar, 500 ptas.

El Instituto Geológico y Minero de España, como un acto más de la conmemoración del CXXX aniversario de su creación y dentro de su Departamento de Publicaciones, lanza una nueva colección que, bajo

Esta colección se inicia en este año de 1979 con cuatro títulos, número que irá ampliándose en los próximos años.

Los títulos elegidos para este inicio han sido los siguientes:



el título genérico de Reediciones, recoge las más importantes obras publicadas por el IGME a lo largo de su existencia, que agotadas en el transcurso del tiempo, pondrá así nuevamente a disposición del público interesado una serie de títulos de gran demanda, en moderna reproducción facsímil, en formato 21 x 15 cms., de aquellas interesantes ediciones.

- Resumen de la Historia Geológica de la tierra.
- El petróleo.
- El Cretáceo en España.
- Guía Geológica, Hidrogeológica y Minera de la provincia de Madrid.

En prensa quedan nuevos títulos para publicar en el próximo año de 1980.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

COLECCION - MEMORIAS

Bajo el nombre de Memorias del Instituto Geológico y Minero de España se viene publicando esta colección desde el año 1854. Son series monográficas sobre temas geológico-mineros. En existencia las siguientes:

Precio ejemplar ordinario, 500 ptas.; extraordinario (*), 1.000 ptas.; especial (**), 1.500 ptas.

- Tomo 26 - 1913. **Varios**. Criaderos de hierro de España. Volumen I. Murcia.
- Tomo 36 - 1929. **F. Azpeitia Moros**. Monografía de las melanopsis vivientes y fósiles de España.
- Tomo 38 - 1933. **F. Azpeitia Moros**. Conchas bivalvas de agua dulce de España y Portugal. Volumen I.
- Tomo 39 - 1933. **F. Azpeitia Moros**. Conchas bivalvas de agua dulce de España y Portugal. Volumen II.
- Tomo 40 - 1933. **J. García Siliéris**. La interpretación geológica de las mediciones geofísicas aplicadas a la prospección. Volumen I.
- Tomo 41 - 1935. **Varios**. Explicación del nuevo Mapa geológico de España, escala 1:1.000.000. Volumen I. Sistema Cambriano.
- Tomo 42 - 1944. **P. Fallot y A. Marín**. La Cordillera del Rif. Volumen I, II y Atlas.
- Tomo 48 - 1944. **J. García Siliéris**. La interpretación geológica de las mediciones geofísicas aplicadas a la prospección. Volumen III.
- Tomo 56 - 1955. **IGME**. Las nuevas ediciones del Mapa geológico de la Península a escala 1:1.000.000 (1952 y 1955).
- Tomo 60 - 1959. **P. Comte**. Recherches sur les terrains anciens de la Cordillere Cantabrique.
- Tomo 61 - 1960. **J. Oliveros y B. Escandell**, con la colaboración de **G. Colom**. Temas geológicos de Mallorca.
- Tomo 62 - 1961. **Febrel Molinero**. Introducción al estudio de la Petrología estructural.
- Tomo 64 - 1963. **J. M.ª Ríos García**. Materiales salinos del suelo español.
- Tomo 65 - 1964. **L. Saavedra García**. Microfacies del Secundario y del Terciario de la zona Pirenaica española.
- Tomo 66 - 1965. **R. H. Wagner**. Paleobotanical Dating of Upper Carboniferous Folding Phases in NW. Spain.
- Tomo 67 - 1966. **J. Donat Zopo**. Catálogo Espeleológico de la Provincia de Valencia.
- Tomo 69 - 1968. **P. Chauve**. Etude Géologique du Nord de la Province de Gádiz.
- Tomo 70 - 1969. **M. Waterlot**. Contribution a l'étude Géologique du Carbonifère Ante-Stephanien des Pyrénées. Centrales Espagnoles.
- Tomo 71 - 1969. **F. Rambaud Pérez**. El Sinclinal Carbonífero de Río Tinto (Huelva) y sus mineralizaciones asociadas.
- Tomo 72 - 1970. **J. A. Vera**. Estudio geológico de la Zona Subbética en la Transversal de Loja y sectores adyacentes.
- Tomo 73 - 1970. **E. Bouix**. Contribution a l'étude des Formations Ante-Ordoviciennes de la Meseta Meridionale (Ciudad Real et Badajoz).
- Tomo 74 - 1970. **R. Hernando de Luna**. Biografía Geológico-minera de la Provincia de Córdoba.
- Tomo 75 - 1970. **F. Lozte**. El Cámbrico de España.
- Tomo 77 - 1970. **K. Strauss**. Sobre la geología de la provincia pirítica del suroeste de la Península Ibérica y de sus yacimientos, en especial sobre la mina de pirita de Lousal (Portugal).
- Tomo 78 (**)- 1971. **J. Ramírez del Pozo**. Bioestratigrafía y Microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (Región Cantábrica).
- Tomo 79 (**)- 1971. **División de Geología del IGME**. Estudio Geológico de la provincia de Guipúzcoa (cuadros y mapas, escala 1:50.000).
- Tomo 80 - 1971. **L. Vilas Minondo**. El Paleozoico Inferior y Medio de la cordillera cantábrica entre los ríos Porma y Bernesga (León).
- Tomo 81 (*) - 1972. **C. Alvarez Fernández, J. E. Coma Guillén, C. Lucena Bonny, J. Porras Martín, M. A. San José Lancha y N. Quang Trac**. Mapa Hidrogeológico Nacional. Explicación y Mapas de Lluvia útil. Reconocimiento hidrogeológico y Síntesis de los sistemas acuíferos.
- Tomo 83 (**)- 1972. **División de Geología del IGME**. Estudio Geológico de la Provincia de Alava (Cuadros y Mapa, escala 1:50.000).
- Tomo 84 (*) - 1972. **F. J. Martínez Gil**. Estudio Hidrogeológico del Bajo Ampurdán (Gerona).
- Tomo 85 (*) - 1974. **M. Colchen**. Geología de la Sierra de la Demanda (Burgos-Logroño).
- Tomo 86 - 1975. **L. López Ruiz, A. Aparicio y L. García Cacho**. El metamorfismo de la Sierra de Guadarrama. Sistema Central Español.
- Tomo 87 - 1975. **M. A. Caballero y J. L. Martín Vivoldi**. Estudio Mineralógico y Genético de la fracción fina del Triás Español.
- Tomo 88 - 1975. **A. Aparicio, J. L. Barrera, J. M.ª Caraballo, M. Peinado y J. M.ª Tinad**. Los materiales graníticos hercínicos del Sistema Central Español.
- Tomo 89 - 1976. **F. Vázquez Guzmán y F. Fernández Pompa**. Contribución al conocimiento Geológico del Suroeste de España.
- Tomo 90 - 1977. **R. Lunar Hernández**. Mineralogénesis de los yacimientos de hierro del Noroeste de la Península.
- Tomo 91 - 1977. **C. F. López Vera**. Hidrogeología regional de la cuenca del río Jarama en los alrededores de Madrid.
- Tomo 92 - 1978. **Andrés Pérez Estaun**. Estratigrafía y estructura de la rama S. de la Zona Asturoccidental-Leonesa.
- Tomo 93 - 1978. **Jesús García Garzón**. Concentración por extracción orgánica del níquel contenido en disoluciones de Lixiviación de minerales pobres.
- Tomo 94 - 1979. **J. L. Saavedra y V. Gabaldón**. Las facies catalanas y su ámbito paleogeográfico.
- Tomo 95 (*) - 1979. **Antonio Pulido Bosch**. Contribución al conocimiento de la Hidrogeología del Prebético Nor-Oriental (Provincias de Valencia y Alicante).
- Tomo 96 - 1979. **Luisa Martínez Chacón**. Braquiópodos carboníferos de la Cordillera Cantábrica.
- Tomo 97 (**)- 1979. **Tomás Rodríguez Estrella**. Geología e Hidrogeología del sector de Alcaraz-Liótor-Yeste (Prov. de Albacete). Síntesis geológica de la Zona Prebética.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

COLECCION-INFORMES

Informes y Proyectos del I G M E. Obras monográficas que recogen los últimos trabajos de investigación realizados por el I G M E.

Precio de cada ejemplar, 500 ptas.

VOLUMENES PUBLICADOS

- Estudio Hidrogeológico de la Cuenca Sur (Almería).
- Estudio Hidrogeológico y de Ordenación del Campo de Nijar. Tomo I.
- Estudio Hidrogeológico y de Ordenación del Campo de Nijar. Tomo II.
- Coste del Agua Subterránea.
- Estimación de las reservas minerales en Vizcaya.
- Estimación del potencial minero de la Zona de Arcucelos (Orense).
- Reserva «Zona de Huelva»:
 - 1 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en las hojas 939: Castillo de las Guardas y 940: Castilblanco de los Arroyos.
 - 2 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 de la hoja 958: Puebla de Guzmán.
 - 3 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en las áreas de Cobullos-Mina del Soldado y Sur de Higuera de la Sierra.
 - 4 - Estudio Geológico Minero a 1:20.000 en el área norte de Aznalcollar.
 - 5 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 961: Aznalcollar.
 - 6 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 982: La Palma del Condado.
 - 7 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el área de Nerva Mina de Peña de Hierro.
 - 8 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 936: Paymogo.
 - 9 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el área de las minas del Castillo de las Guardas.
 - 10 - Investigación geofísica en el área de las minas del Castillo de las Guardas (La Admirable).
 - 11 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el flanco norte del anticlinal de Puebla de Guzmán.
 - 12 - Investigación geofísica en el área Herrerías-Cabexas del Pasto.
 - 13 - Investigación geoquímica en las hojas 936: Paymogo, 939: el Castillo de las Guardas, 958: Puebla de Guzmán y 961: Aznalcollar.
- Investigación Hidrogeológica de la Cuenca del río Segura.
- Prospección a la Batea de minerales aluvionares en la provincia de Cáceres. Área del Valle del Tiétar y Moraleja.
- Fase Previa del proyecto de investigación minera de la Cordillera Ibérica.
- Investigación de Plomo-Cinc en la reserva de la LOMA CHARRA (Soria).
- Investigación de Minerales de Plomo en el Área de Mazarambroz (Toledo). Fase Previa.
- Estudio Previo para la Investigación de Bauxita en el Subsector I., Cataluña, Área 3. La LLACUNA (Barcelona y Tarragona).
- Investigación de Minerales de Bauxita, Fuentespalda (Teruel-Tarragona). Fase Previa.
- Investigación minera en el área Argentera-Mola (Tarragona).
- Investigación Minera Submarina en el Subsector «HUELVA I». Golfo de Cádiz.
- Estimación de posibilidades minerales en el Subsector II, Suroeste, Área I. MAZAGON (Huelva). Fase Previa.
- Exploración de Minerales Magnéticos en Sierra Blanca (Málaga).
- Investigación Minera en el área Vimbodi-Selva (Tarragona).
- Investigación de lignitos en Meirama (La Coruña).
- Investigación minera en Hiendelaencina (Guadalajara).
- Investigación minera en la zona Silleda-Beariz (Galicia).
- Investigación minera preliminar en la plataforma continental submarina (Málaga-Gibraltar).
- Proyecto: Investigación de estaño-wolframio en la Zona Monterrey-Maceda (Orense).
- Investigación Hidrogeológica de la Cuenca Media y Baja del río Júcar.
- Fase previa para la investigación de níquel. Serranía de Ronda, Carratraca (Málaga).
- Estudio de las posibilidades mineras de los macizos ultrabásicos de Málaga.
- Estudio básico de los yacimientos de estaño tipo Calabor.
- Monografía de Sustancias Minerales. Aluminio.
- Monografía de Sustancias Minerales. Antimonio.
- Monografía de Sustancias Minerales. Barita.
- Monografía de Sustancias Minerales. Circonio.
- Monografía de Sustancias Minerales. Espato flúor.
- Monografía de Sustancias Minerales. Esquistos bituminosos.
- Monografía de Sustancias Minerales. Estaño.
- Monografía de Sustancias Minerales. Litio.
- Monografía de Sustancias Minerales. Manganeseo.
- Monografía de Sustancias Minerales. Niobio y Tántalo.
- Monografía de Sustancias Minerales. Níquel.
- Monografía de Sustancias Minerales. Sal Gema.
- Monografía de Sustancias Minerales. Sales Potásicas.
- Monografía de Sustancias Minerales. Titanio.
- Monografía de Sustancias Minerales. Wolframio.
- Monografía de Rocas Industriales. Asbestos. Talco y Pirofilita.
- Monografía de Rocas Industriales. Arenas y Gravas.
- Monografía de Rocas Industriales. Bauxita y Laterita.
- Monografía de Rocas Industriales. Dunita y Olivino.
- Monografía de Rocas Industriales. Pizarras.
- Monografía de Rocas Industriales. Rocas Calcáreas Sedimentarias.
- Monografía de Rocas Industriales. Rocas Silicoaluminosas.
- Monografía de Rocas Industriales. Vidrios Volcánicos.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR (ALMERIA)

MEMORIA - RESUMEN

(Publicación de la Colección - Informes)

Precio del ejemplar: 500 ptas.

El INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, como organismo dedicado a la investigación, consciente de su responsabilidad y de su dilatada experiencia en el campo de las aguas subterráneas, inició en el año 1970, con carácter urgente, la investigación hidrogeológica del país, bajo el «PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION DE AGUAS SUBTERRANEAS», encuadrado dentro del «PLAN NACIONAL DE INVESTIGACION MINERA».

Dada la complejidad de los trabajos a realizar y ante la IMPOSIBILIDAD de atender simultáneamente a todo el Territorio Nacional la PLANIFICACION de la investigación basada en los criterios de:

- Terminar las investigaciones en curso.
- Cuantificar los recursos subterráneos de cada región.
- Conocer los problemas más urgentes.

se encaminó al estudio de las grandes áreas con problemas más urgentes eligiéndose entre ellas la provincia de ALMERIA, como una de las regiones de España más deficitaria de agua.

En el período 1971-1975 se han realizado simultáneamente los siguientes proyectos de investigación:

- Cuenca MEDIA Y BAJA DEL JUCAR.
- Cuenca ALTA del JUCAR Y SEGURA.
- Cuenca MEDIA Y BAJA DEL SEGURA.
- Cuenca ALTA Y MEDIA DEL GUADIANA.
- Cuenca SUR-ZONA OCCIDENTAL (Málaga).
- Cuenca SUR-ZONA ORIENTAL (Almería).
- Baleares,

y se terminaron los estudios de la Cuenca del Guadalquivir, iniciándose los estudios de la Cuenca del Duero. Por tanto en este cuatrienio se han investigado seis de las diez grandes cuencas hidrográficas españolas.

La presente Memoria es un resumen de la inves-

tigación hidrogeológica llevada a cabo por este INSTITUTO concretamente en la Cuenca Hidrográfica del Sur (parte oriental), bajo el título «ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR-ALMERIA».

En ella se exponen los resultados de la investigación llevada a cabo durante un período de cuatro años, en el intervalo de 1971 a 1975, y las principales conclusiones y recomendaciones para la gestión y conservación de los principales sistemas acuíferos, en resumen, para la óptima explotación del agua subterránea.

Esta Memoria es tan sólo una parte del INFORME completo editado, en número restringido de ejemplares, en donde se recoge todo el trabajo realizado.

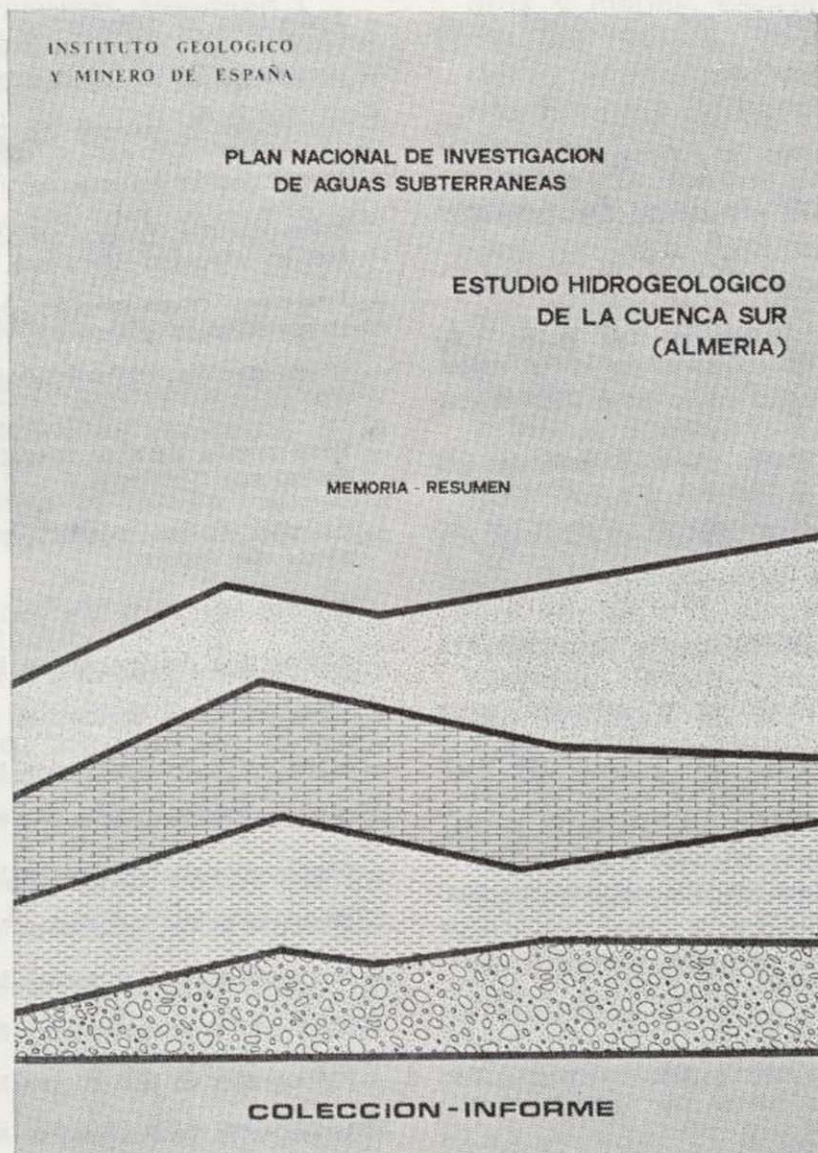
Además de este Informe la documentación complementaria generada durante los trabajos de investigación (campanas de geofísica, inventario de puntos acuíferos, ensayos de bombeo, análisis químicos, cartografía hidrogeológica, etc.) se halla convenientemente archivada en las dependencias del INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, a disposición del público en general y particularmente de

las Entidades o Corporaciones locales de la Provincia de Almería.

Dicho INFORME consta de 11 volúmenes, cuyos títulos son:

MEMORIA - RESUMEN.

INFORME I	Marco geográfico y económico.
INFORME II	Climatología e hidrología.
INFORME III	Demanda.
INFORME IV	Planes hidráulicos.
INFORME V	Campo de Dalías.
INFORME VI	Cuenca del Andarax.
INFORME VII	Cuencas del Almanzora y Antas.
INFORME VIII	Cuenca del Aguas.
INFORME IX	Cuenca del Adra.
INFORME X	Campo de Níjar.

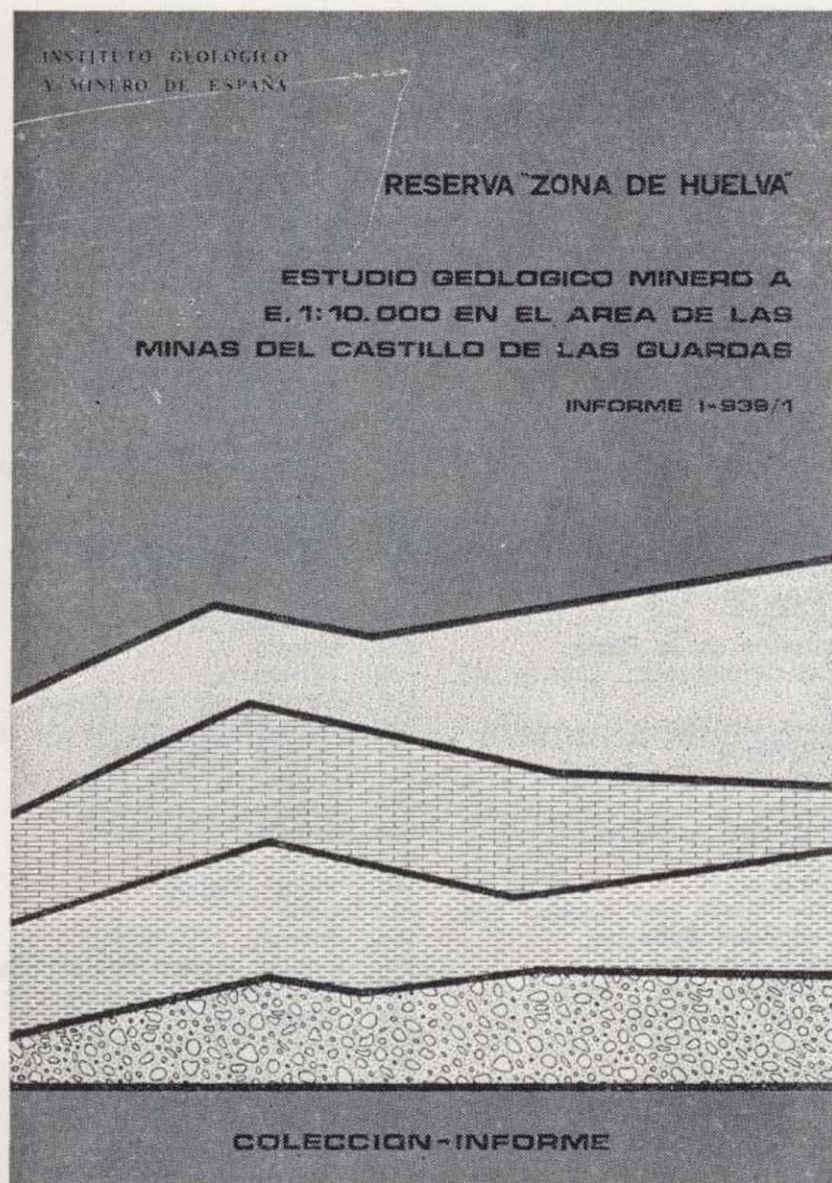


INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04



RESERVA ZONA HUELVA (Colección - Informes)

- 1 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en las hojas 939: Castillo de las Guardas y 940: Castilblanco de los Arroyos.
- 2 - Estudio Geológico y Minero a 1:50.000 en la hoja 958: Puebla de Guzmán.
- 3 - Estudio Geológico y Minero a 1:10.000 en las áreas de Cobullos-Mina del Soldado y Sur de Higuera de la Sierra.
- 4 - Estudio Geológico y Minero a 1:20.000 en el área norte de Aznalcollar.
- 5 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 961: Aznalcollar.
- 6 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 982: La Palma del Condado.
- 7 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el área de Nerva Mina de Peña de Hierro.
- 8 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 936: Paymogo.
- 9 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el área de las minas del Castillo de las Guardas.
- 10 - Investigación geofísica en el área de las minas del Castillo de las Guardas (La Admirable).
- 11 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el flanco norte del anticlinal de Puebla de Guzmán.
- 12 - Investigación geofísica en el área Herrerías-Cabexas del Pasto.
- 13 - Investigación geoquímica en las hojas 936: Paymogo, 939: el Castillo de las Guardas, 958: Puebla de Guzmán y 961: Aznalcollar.

Precio de cada ejemplar, 500 ptas.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Dr. Fleming, 7. Madrid-16. Telf. 250 02 01/02/03/04

COSTE DEL AGUA SUBTERRANEA (Colección - Informes)

La amplia labor investigadora del INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA dentro del Plan de Investigación de Aguas Subterráneas (P.I.A.S.), que se engloba en el Plan Nacional de Minería programado por la Dirección General de Minas del Ministerio de Industria, ha obligado a valorar la importancia económica de las aguas subterráneas en nuestro país. A este respecto, la División de Aguas Subterráneas del I.G.M.E. proyecta la realización de una Cartografía Nacional del Coste del Agua Subterránea, con base en los profundos conocimientos adquiridos en la etapa de Investigación llevada a cabo durante el III Plan de Desarrollo.

El presente trabajo pretende ser una aportación a las bases de partida necesarias para la elaboración de dicha cartografía. En cualquier caso, y ello es motivo de su publicación, hemos creído que la recopilación y tratamiento de los datos que aquí se presentan, pueden ser de utilidad para todos aquellos técnicos relacionados con las aguas subterráneas, tanto a nivel de proyecto como de explotación.

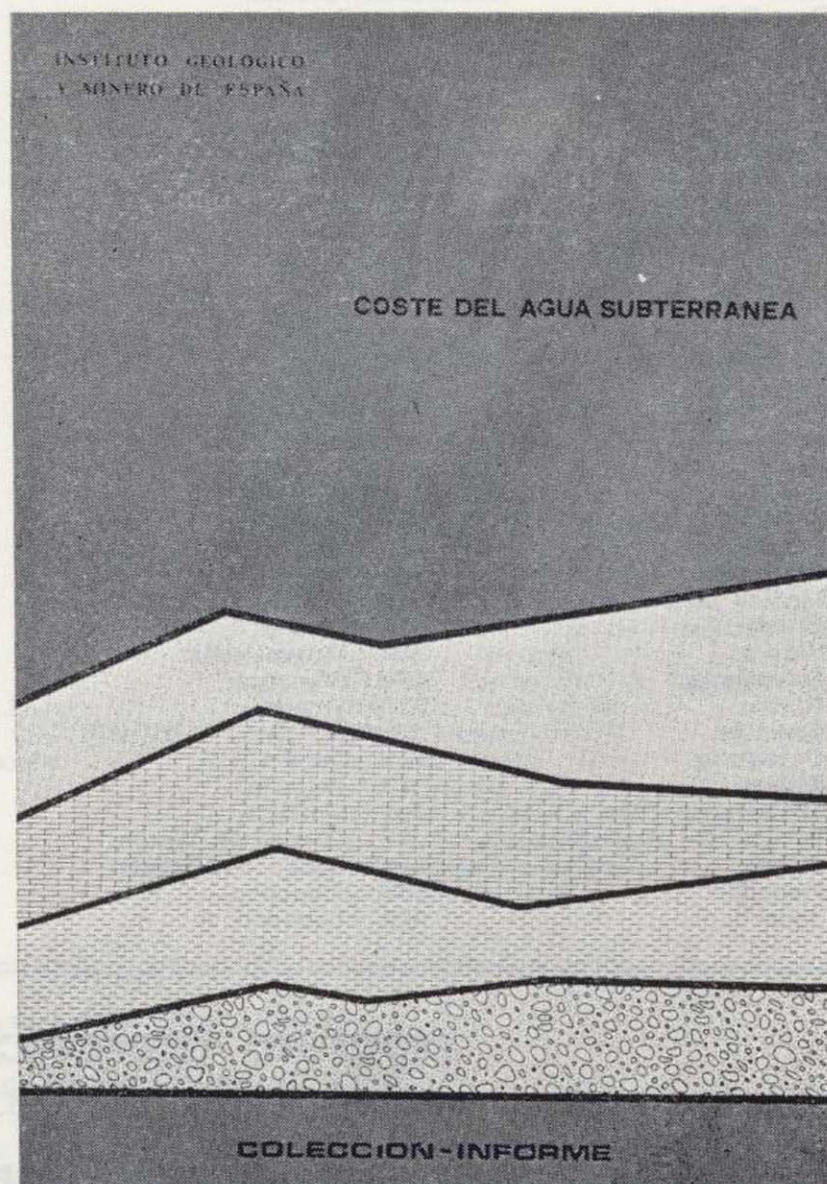
Precio de cada ejemplar, 500 ptas.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Dr. Fleming, 7. Madrid-16. Telf. 250 02 01/02/03/04



MAPA GEOLOGICO NACIONAL E. 1:50.000
2.ª Serie (proyecto MAGNA)

En existencia las siguientes:

Precio de cada ejemplar: 700 ptas.

1. Cariño.	143. Navascués.	612. Ademuz.	911. Cehegín.
2. Cillero.	154. Laín.	613. Camarena de la Sierra.	912. Mula.
3. San Ciprián.	155. Chantada.	614. Manzanera.	913. Orihuela.
6. San Salvador de Serantes.	159. Bembibre.	615. Alcora.	914. Guardamar del Segura.
7. Cedeira.	168. Brivesca.	616. Villafames.	919. Almadén de la Plata.
8. Vivero.	169. Casalarreina.	617. Faro de Oropesa.	920. Constantina.
9. Foz.	175. Sigües.	631. Ocaña.	921. Naves de la Concepción.
12. Busto.	187. Orense.	632. Horcajo de Santiago.	922. Santa María de Trassierra.
13. Avilés.	188. Nogueira de Ramuín.	635. Fuentes.	923. Córdoba.
14. Gijón.	204. Logroño.	636. Villar del Humo.	924. Bujalance.
15. Lastres.	205. Lodoso.	637. Landete.	930. Puebla de Don Fadrique.
21. La Coruña.	207. Sos del Rey Católico.	638. Alpuente.	931. Zarcilla de Ramos.
22. Puente deume.	225. Ribadavia.	639. Jérica.	932. Coy.
23. Puentes de García Rodríguez.	226. Allariz.	640. Segorbe.	933. Alcantarilla.
24. Mondoñedo.	236. Astudillo.	641. Castellón de la Plana.	934. Murcia.
27. Tíneo.	237. Castrogeriz.	642. Islas Columbretas. Con la 641.	935. Torreveja.
28. Grado.	239. Pradoluengo.	659. Lillo.	939. Castillo de las Guardas.
29. Oviedo.	240. Ezcaray.	663. Valera de Abajo.	940. Castilblanco de los Arroyos.
30. Villaviciosa.	243. Calahorra.	664. Enguadanos.	941. Ventas Quemadas.
33. Comillas.	244. Alfaro.	665. Mira.	942. Palma del Río.
34. Torrelavega.	245. Sádaba.	666. Chelva.	943. Posadas.
35. Santander.	263. Celanova.	667. Villar del Arzobispo.	944. Espejo.
36. Castro Urdiales.	264. Ganzo de Limia.	668. Sagunto.	951. Orce.
37. Algorta.	274. Torquemada.	669. Moncófar.	952. Vélez Blanco.
38. Bermeo.	275. Santa María del Campo.	690. Santa María del Campo Rus.	953. Lorca.
39. Lequeitio.	277. Salas de los Infantes.	691. Motilla del Palancar.	954. Totana.
40. Jaizquibel.	278. Canales de la Sierra.	693. Utiel.	955. Fuente Álamo de Murcia.
41. Irún.	282. Tudela.	694. Chulilla.	956. San Javier.
47. Villalba.	300/301. Lovios.	696. Burjasot.	964. Aznalcóllar.
48. Meira.	302. Baltar.	718. Iniesta.	962. Alcalá del Río.
49. San Martín de Oscos.	320. Tarazona de Aragón.	719. Venta del Moro.	963. Lora del Río.
51. Belmonte de Miranda.	321. Tauste.	720. Requena.	964. La Campana.
52. Proaza.	329. Pons.	722. Valencia.	965. Ecija.
53. Mieres.	330. Cardona.	740. Villarrobledo.	973. Chirivel.
57. Cabezón de la Sal.	331. Puigreig.	741. Minaya.	974. Vélez-Rubio.
58. Los Corrales de Buelna.	336. Portela d'Home.	744. Casas Ibáñez.	975. Puerto Lumbreras.
59. Villacarriedo.	351. Olvega.	761. Llanos del Caudillo.	976. Mazarrón.
60. Valmaseda.	362. Calaf.	763. Socuéllamos.	977. Cartagena.
61. Bilbao.	363. Manresa.	767. Carcelén.	978. Llano del Beal.
62. Durango.	364. La Garriga.	768. El Bonillo.	983. Sanlúcar la Mayor.
63. Eibar.	391. Igualada.	769. Lézua.	984. Sevilla.
64. San Sebastián.	392. Sabadell.	794. Canals.	986. Fuentes de Andalucía.
65. Vera de Bidasoa.	393. Mataró.	796. Gandía.	987. El Rubio.
66. Maya del Baztán.	394. Calella.	814. Villanueva de la Fuente.	996. Huerca Overa.
72. Lugo.	417. Espuga de Francolí.	815. Robledo.	997. Aguilas.
73. Castroverde.	418. Montblanch.	816. Peñas de San Pedro.	997 bis. Cope.
74. Fonsagrada.	419. Villafranca del Panadés.	820. Onteniente.	999. Huelva - Los Caños.
78. Pola de Lena.	420. Hospitalet de Llobregat.	821. Alcoy.	1.000. Moguer.
83. Reinosa.	421. Barcelona.	823. Jávea.	1.001. Almonte.
84. Espinosa de los Monteros.	446. Valls.	826. Cheles.	1.002. Dos Hermanas.
85. Villasana de Mena.	447. Villanueva y Geltrú.	827. Alconchel.	1.003. Utrera.
86. Landaco.	448. Prat de Llobregat.	828. Barcarrota.	1.004. Marchena.
87. Elorrio.	473. Tarragona.	831. Zalamea de la Serena.	1.013. Macael.
88. Vergara.	492. Segura de los Baños.	832. Monterrubio de la Serena.	1.014. Vera.
90. Sumbilla.	493. Oliete.	842. Liétor.	1.015. Garrucha.
91. Valcarlos.	494. Calanda.	846. Castalla.	1.016. Los Caños. Con la 999.
91 bis. Mendizar.	495. Castellserás.	851. Rabito.	1.017. El Abalarío.
95. El Pino.	510. Marchamalo.	852. Villanueva del Fresno.	1.018. El Rocío.
96. Arzúa.	517. Argente.	853. Burguillos del Cerro.	1.019. Los Palacios y Villafranca.
97. Guntín.	518. Montalbán.	856. Maguilla.	1.029. Gergal.
98. Baralla.	519. Aguaviva.	871. Elda.	1.030. Tabernas.
108. Las Rozas.	520. Peñarroya de Tastavins.	872. Alicante.	1.031. Sorbas.
109. Villarcayo.	545. Morella.	884. La Carolina.	1.032. Mojácar.
110. Medina de Pomar.	546. Uldecona.	885. Santisteban del Puerto.	1.033. Palacio de Doñana.
111. Orduña.	547. Alcanar.	887. Orcera.	1.034. Lebrija.
112. Vitoria.	569. Mosqueruela.	890. Calasparra.	1.039. Colmenar.
113. Salvatierra.	570. Albocácer.	891. Cieza.	1.040. Zafarraya.
115. Gulina.	571. Vinaroz.	893. Elche.	1.042. Lanjarón.
116. Carralda.	571 bis. Con la 571.	894. Cabo de Santa Pola.	1.052. Alora.
117. Ochagavía.	582. Getafe.	903. Montoro.	1.053-1.067. Málaga-Torremolinos.
135. Sedano.	583. Arganda.	905. Linares.	1.065. Marbella.
137. Miranda de Ebro.	584. Mondéjar.	906. Ubeda.	1.066. Cón.
138. Puebla de Arganzón.	593. Cuevas de Vinromá.	907. Villacarrillo.	1.072. Estepona.
139. Eulate.	594. Alcalá de Chisvert.	908. Santiago de la Espada.	
141. Pamplona.	606. Chinchón.	909. Nerpio.	
142. Aoiz.	607. Tarancón.	910. Caravaca.	

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA
c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

MAPA GEOLOGICO NACIONAL E. 1:25.000 (TENERIFE)
2.ª Serie. 1.ª Edición (proyecto MAGNA)

Precio del ejemplar: 700 ptas.

1.096. II	Tejina.	1.104-1.105. I-IV	Santa Cruz de Tene-	1.118-1.124. II-I	Valle de San Lo-
1.096. III	Valle Guerra.		rife.		renzo.
1.097. III-IV	Punta de Anaga.	1.111. I-IV	Güímar.	1.118-1.124. III-IV	Los Cristianos.
1.104. II	Barranco Hondo.	1.111. III	Fasnia.	1.119. III	Las Montañas.
1.104. III	La Orotava.	1.118. I	Granadilla de Abona.	1.119. IV	Lomo de Arico.
1.104. IV	Tacoronte.	1.118. IV	Adeje.		

MAPA GEOLOGICO NACIONAL E. 1:50.000
1.ª Serie (a extinguir)

Consta de Hoja y Memoria descriptiva. La edición completa se compone de 1.130 hojas, a extinguir. Esta 1.ª Serie tiene su continuación en la 2.ª Serie, Proyecto MAGNA.
En existencia las siguientes:

Precio del ejemplar: 500 ptas.

31. Ribadesella.	611. Cañete.	858. El Viso.
54. Riosoco.	643. La Calobra.	859. Pozoblanco.
67. Mugía.	644. Pollensa.	864. Venta de los Santos.
77. Plaza Tavera.	645. Formentor.	865. Siles.
79. Puebla de Lillo.	650. Cañaveral.	869. Jumilla.
128. Riello.	653. Valdeverdeja.	876. Fuente de Cantos.
129. La Robla.	670. Soller.	886. Beas de Segura.
160. Benavides.	671. Inca.	899. Guadalcanal.
162. Gradefes.	672. Artá.	917. Aracena.
163. Villamizar.	678. Casar de Cáceres.	918. Santa Olalla del Cala.
208. Uncastillo.	695. Liria.	937. El Cerro de Andévalo.
210. Yebra de Basa.	698. Palma de Mallorca.	938. Nerva.
211. Boltaña.	699. Porreras.	946. Martos.
241. Anguiano.	700. Manacor.	959. Calañas.
252. Tremp.	702. San Vicente de Alcántara.	960. Valverde del Camino.
260. Oya.	703. Arroyo de la Luz.	967. Baena.
284. Ejea de los Caballeros.	705. Trujillo.	985. Carmona.
289. Benabarre.	723. Cala Figuera.	991. Izmalloz.
297. Estarrit.	724. Lluchmayor.	1.008. Montefrío.
293. La Guardia.	725. Felanix.	1.009. Granada.
313. Antigüedad.	727. Alburquerque.	1.025. Loja.
322. Remolinos.	731. Zorita.	1.046. Carboneras.
323. Zuera.	743. Madrigueras.	1.059. El Cabo de Gata.
324. Grañén.	744. Casas Ibáñez.	1.060. El Pozo de los Frailes.
325. Peralta de Alcofea.	745. Jalance.	1.079/80. Alegranza.
327. Os de Balaguer.	746. Llombay.	1.081. Montaña Clara.
347. Peñaranda de Duero.	750. Gallina.	1.082. Graciosa.
354. Alagón.	751. Villar del Rey.	1.083. Teguiuse.
355. Leciñena.	754. Madrigalejo.	1.084. Haria.
356. Lenaja.	764. Munera.	1.087. Punta Pechiguera.
369. Corese.	765. La Gineta.	1.088. Arrecife.
374. Peñafiel.	772. San Miguel.	1.089. El Charco.
435. Arcos de Jalón.	773. San Juan Bautista.	1.092. Cotillo.
486. Jadraque.	776. Montijo.	1.093. Lobos.
500. Villar del Ciervo.	795. Játiva.	1.096. Tegueste.
501. La Fuente de San Esteban.	798. Ibiza.	1.097. Punta de Anaga.
502. Matilla de los Caños del Río.	799. Santa Eulalia.	1.098. La Oliva.
503. Las Veguillas.	805. Castuera.	1.099. Puerto de Lajas.
525. Ciudad Rodrigo.	812. Valdepeñas.	1.102. Punta de Teno.
526. Serradilla del Arroyo.	815. Robledo.	1.104/05. Sta. Cruz de Tenerife y San
527. Sequeros.	818. Montealegre.	Andrés.
536. Guadalajara.	819. Caudete.	1.106/07. Puerto de las Cabras.
537. Auñón.	824/849. San Francisco Javier.	1.109. Los Carrizales.
541. Santa Eulalia.	825/850. Nuestra Señora del Pilar.	1.111. Güímar.
550. Fuente Guinaldo.	838. Santa Cruz de Mudela.	1.114. La Pared.
560. Alcalá de Henares.	840. Bienservida.	1.115. Tuñeje.
561. Pastrana.	844. Ontur.	1.118/24. Granadilla de Abona y las
564. Fuertescusa.	845. Yecla.	Galletas.
573. Gata.	848. Altea.	1.119. Lomo de Arico.
591. Mora de Rubielos.	857. Valsequillo.	1.122. Jandia.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA
c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

MAPAS NACIONALES A ESCALA 1:200.000

En esta escala se encuentran totalmente publicados los mapas siguientes:

De Síntesis Geológica:

Consta de 87 Hojas y Memorias. Precio del ejemplar: 800 ptas. Hoja y Memoria. (Excluido el archipiélago canario por existir cartografía de éste a escala 1:100.000). Agotados los números 10, 38, 45 y 84-85.

Metalogenético:

Consta de 87 Hojas y Memorias. Precio del ejemplar: 600 ptas. Hoja y Memoria. (Excluido el archipiélago canario.)

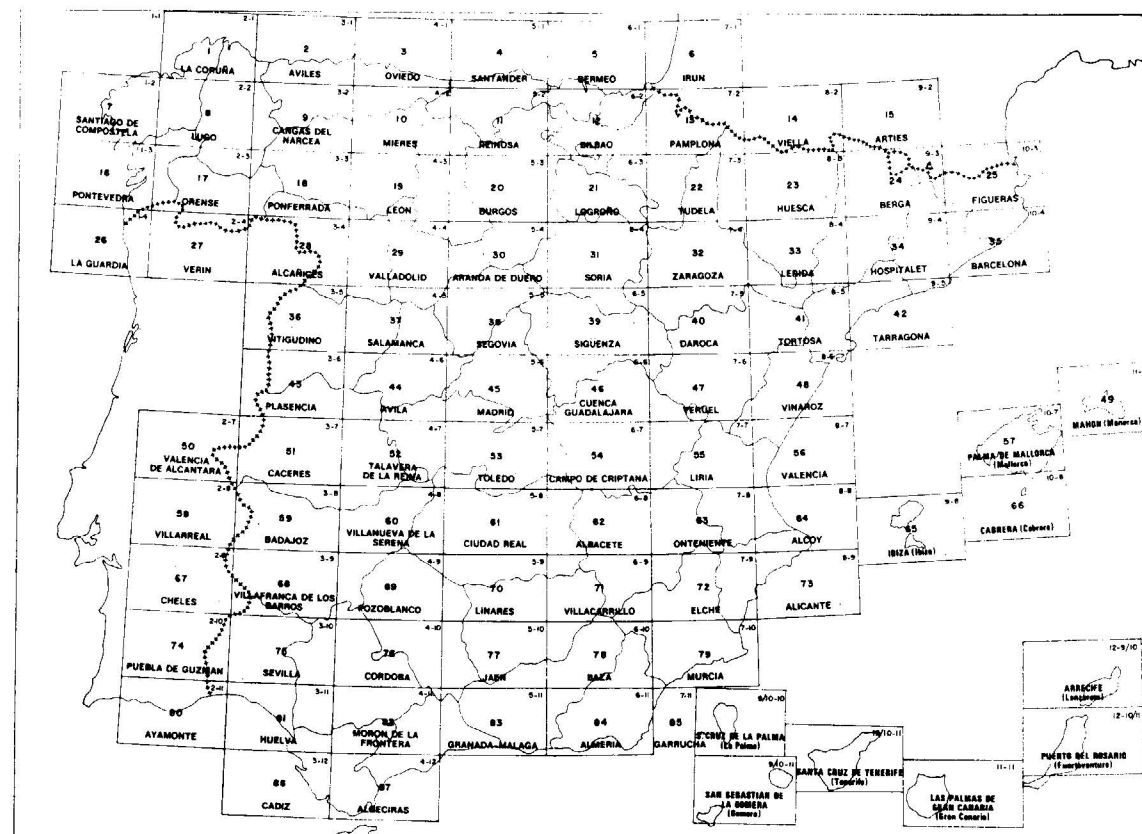
Geotécnico General:

Consta de 93 Hojas y Memorias. Precio del ejemplar. 600 ptas. Hoja y Memoria.

De Rocas Industriales:

Consta de 93 Hojas y Memorias. Precio del ejemplar. 600 ptas. Hoja y Memoria.

División en Hojas del Mapa de España a Escala 1:200.000 (Mapas de Síntesis Geológica, Geotécnico General, de Rocas Industriales y Metalogenético)



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA
c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

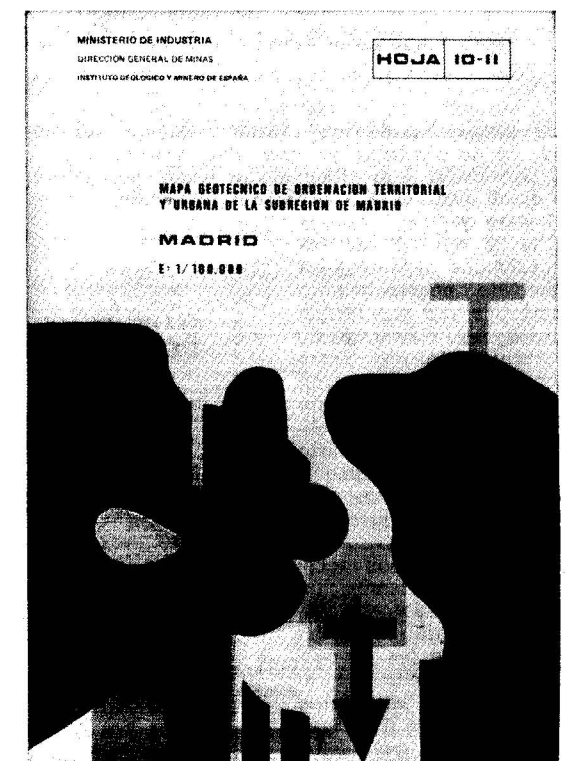
Mapa Geotécnico de ordenación territorial y urbana de la subregión de Madrid. Escala 1:100.000

Realizado por la División de Geotecnia del IGME
Mapas y Memorias publicados:

Hoja n.º	Hoja n.º
8/11 Avila de los Caballeros.	10/9 Riaza.
8/12 Arenas de San Pedro.	10/10 Torrelaguna.
8/13 Talavera de la Reina.	10/11 Madrid.
9/10 Segovia.	10/12 Getafe.
9/11 San Lorenzo de El Escorial.	10/13 Mora.
9/12 Navalcarnero.	11/9 Sigüenza.
9/13 Toledo.	11/10 Brihuega.
	11/11 Guadalajara.
	11/12 Tarancón.

Precio de cada ejemplar, 600 ptas.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67
SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA
c/ Dr. Fleming, 7. Madrid-16. Telf. 250 02 01/02/03/04



Anuario de la evolución de los niveles piezométricos en los sistemas acuíferos españoles.

Realizado por la División de Aguas Subterráneas del IGME.

- Cuenca del Duero.
- Cuenca del Guadiana.
- Cuenca del Guadalquivir.
- Cuenca del Sur.
- Cuenca del Segura.
- Cuenca alta del Júcar.
- Cuenca media y baja del Júcar.
- Baleares.

Precio de cada ejemplar, 300 ptas.



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA
c/ Dr. Fleming, 7. Madrid-16. Telf. 250 02 01/02/03/04

**Mapa Geotécnico de ordenación territorial y urbana
de la subregión de Madrid. Escala 1:100.000**

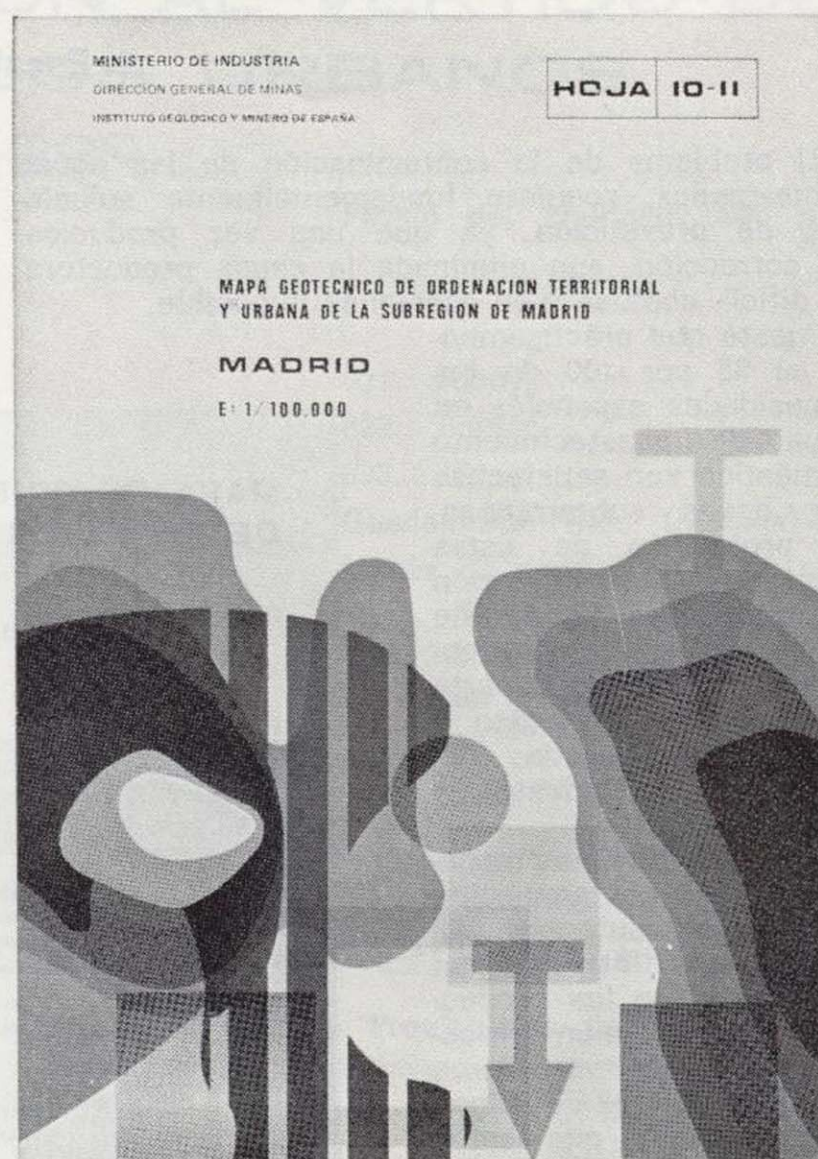
Realizado por la División de Geotecnia del IGME
Mapas y Memorias publicados:

Hoja n.º		Hoja n.º	
8/11	Avila de los Caballeros.	10/9	Riaza.
8/12	Arenas de San Pedro.	10/10	Torrelaguna.
8/13	Talavera de la Reina.	10/11	Madrid.
9/10	Segovia.	10/12	Getafe.
9/11	San Lorenzo de El Escorial.	10/13	Mora.
9/12	Navalcarnero.	11/9	Sigüenza.
9/13	Toledo.	11/10	Brihuega.
		11/11	Guadalajara.
		11/12	Tarancón.

Precio de cada ejemplar, 600 ptas.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

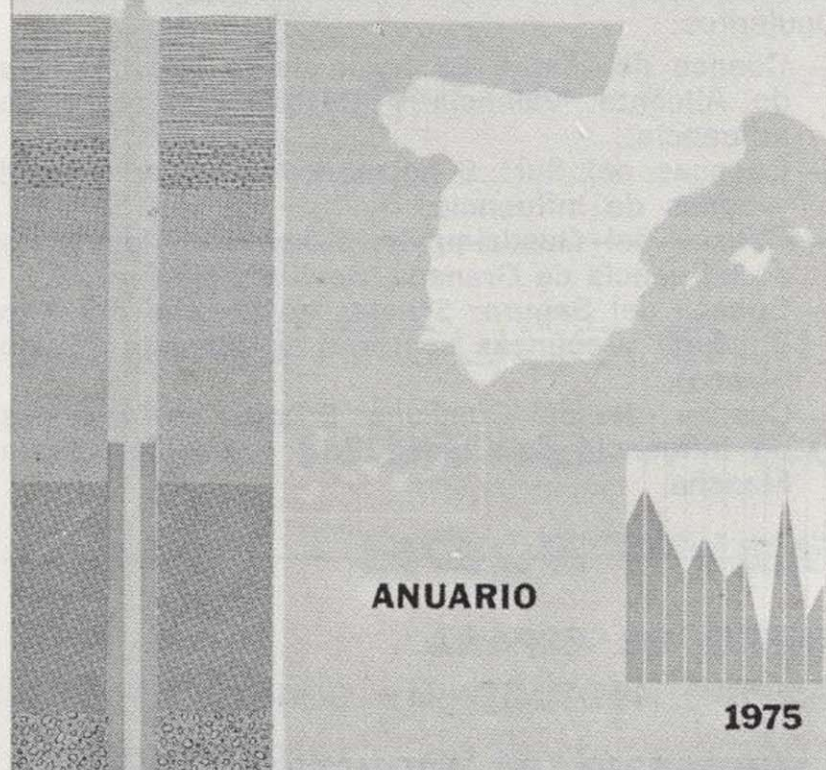
**SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO
DE INDUSTRIA**
c/ Dr. Fleming, 7. Madrid-16. Telf. 250 02 01/02/03/04



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

**EVOLUCION DE NIVELES PIEZOMETRICOS
EN LOS SISTEMAS ACUIFEROS**

CUENCA MEDIA Y BAJA DEL JUCAR



1975

**Anuario de la evolución de los niveles piezométricos
en los sistemas acuíferos españoles.**

Realizado por la División de Aguas Subterráneas
del IGME.

- Cuenca del Duero.
- Cuenca del Guadiana.
- Cuenca del Guadalquivir.
- Cuenca del Sur.
- Cuenca del Segura.
- Cuenca alta del Júcar.
- Cuenca media y baja del Júcar.
- Baleares.

Precio de cada ejemplar, 300 ptas.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

**SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO
DE INDUSTRIA**
c/ Dr. Fleming, 7. Madrid-16. Telf. 250 02 01/02/03/04

MAPA DE ORIENTACION AL VERTIDO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS

Escala 1:50.000

Precio: 500 ptas.

El problema de la contaminación de las aguas subterráneas, requiere fundamentalmente soluciones de prevención, ya que una vez producida, su corrección, aun eliminada la causa productora, es difícil, costosa y en ocasiones imposible.

Puesto que prácticamente el 35 por 100 de las necesidades españolas en agua de abastecimiento doméstico son satisfechas por aguas subterráneas, la protección de éstas frente a la contaminación es una tarea importante y que ha merecido atención prioritaria por parte del Instituto Geológico y Minero de España, del Ministerio de Industria y Energía.

Entre los diversos mecanismos de contaminación de las aguas subterráneas, figura la infiltración en el terreno de los productos de lixiviación procedentes de los vertederos residuos sólidos de origen urbano. Dado que estos vertederos se ubican con frecuencia cerca de los núcleos de población, y que también los pozos y sondeos de abastecimiento suelen encontrarse a distancias relativamente pequeñas de dicho núcleo, se da un claro caso de proximidad entre la fuente de contaminación y la aplicación útil vulnerable de agua. Se trata de un caso en que la prevención es fundamental, ya que los posibles problemas de contaminación pueden afectar a la salud humana.

En la Ley de desechos y residuos sólidos urbanos de 19 de noviembre de 1975 («B. O. del E.» del 21) se considera al Instituto Geológico y Minero de España como el Organismo consultor en lo que respecta a los proyectos de vertederos... «cuando las características del proyecto merezcan especial atención ante la posible contaminación de los recursos del subsuelo.» Para cumplir más eficazmente esta misión, el IGME ha decidido anticiparse a los posibles problemas, emprendido el estudio, en zonas especialmente críticas, de la vulnerabilidad de los mantos acuíferos frente a los agentes contaminantes vertidos en la superficie del terreno o que

se producen e infiltran desde la misma, tales como los lixiviados de las basuras urbanas.

El instrumento que se ha considerado más eficaz para representar de forma fácilmente comprensible la vulnerabilidad de las aguas subterráneas,

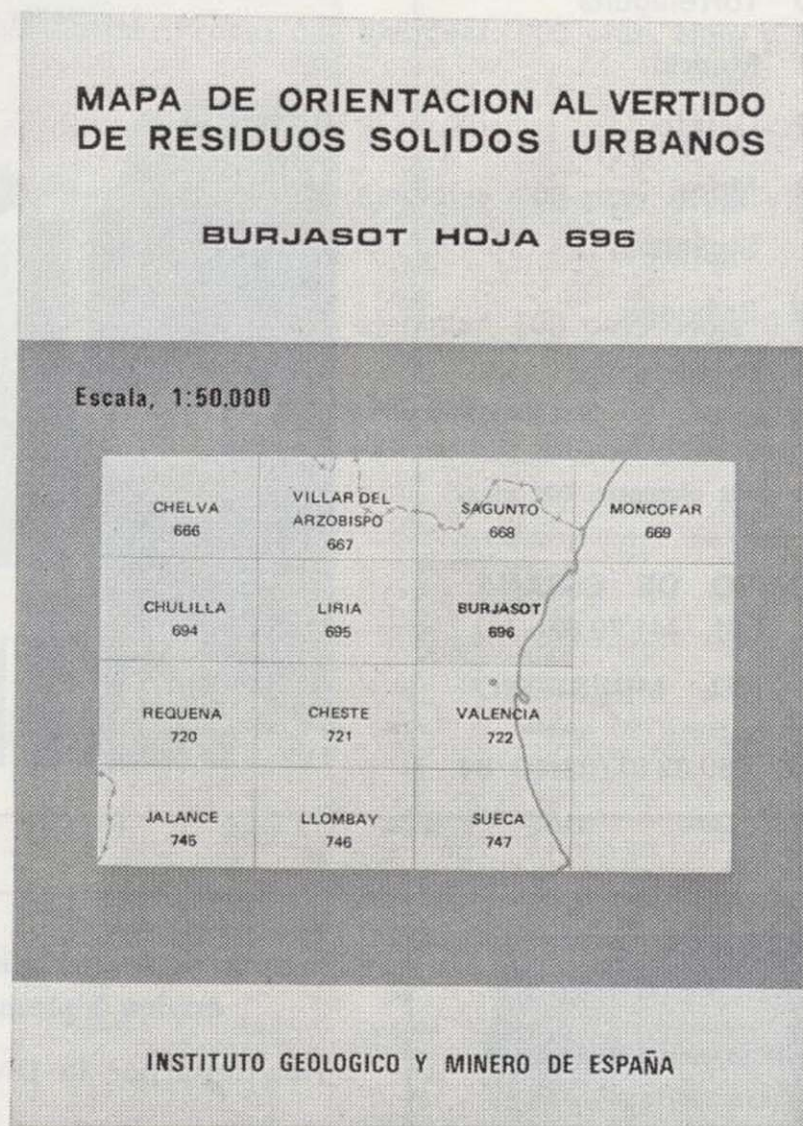
ha sido el mapa de orientación al vertido, que, por otra parte, representa un ejemplo de lo que la ciencia geológica e hidrogeológica puede aportar al complejo proceso de ordenación del territorio.

El hecho de que el título del mapa se refiera al vertido de residuos sólidos urbanos, no quiere decir que su utilidad quede restringida a este aspecto. Puesto que en él se pone de manifiesto la vulnerabilidad de los mantos acuíferos frente a la contaminación iniciada en la superficie del terreno, el mapa puede utilizarse también como indicador de los peligros de degradación de la calidad del agua subterránea debida a actividades tales como el vertido de aguas fecales, el empleo excesivo de pesticidas, etc. En el caso de residuos industriales, y dada la amplia gama de composición posible, el mapa deberá utilizarse teniendo en cuenta cada caso particular; los criterios son mucho más restrictivos en el caso de pro-

ductos tóxicos o peligrosos.

La primera fase del programa de preparación de estos mapas, a escala 1:50.000, comprende los siguientes:

- Cuenca del Júcar: 24 hojas de la zona costera de Alicante, Valencia y Castellón y zonas de influencia.
- Cuencas del Sur: 6 hojas de la Costa del Sol y zonas de influencia.
- Cuenca del Guadalquivir: 5 hojas de las áreas de influencia de Granada, Sevilla y Huelva.
- Cuenca del Segura: 5 hojas en la zona del Alto Vinalopé y cuencas costeras de Alicante (Costa Blanca).
- Cuenca Alta del Guadiana: 5 hojas en las zonas de influencia de Ciudad Real y pueblos de la Mancha.



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

MAPA DE ORIENTACION AL VERTIDO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS

Escala 1:50.000

Precio: 500 ptas.

El problema de la contaminación de las aguas subterráneas, requiere fundamentalmente soluciones de prevención, ya que una vez producida, su corrección, aun eliminada la causa productora, es difícil, costosa y en ocasiones imposible.

Puesto que prácticamente el 35 por 100 de las necesidades españolas en agua de abastecimiento doméstico son satisfechas por aguas subterráneas, la protección de éstas frente a la contaminación es una tarea importante y que ha merecido atención prioritaria por parte del Instituto Geológico y Minero de España, del Ministerio de Industria y Energía.

Entre los diversos mecanismos de contaminación de las aguas subterráneas, figura la infiltración en el terreno de los productos de lixiviación procedentes de los vertederos residuos sólidos de origen urbano. Dado que estos vertederos se ubican con frecuencia cerca de los núcleos de población, y que también los pozos y sondeos de abastecimiento suelen encontrarse a distancias relativamente pequeñas de dicho núcleo, se da un claro caso de proximidad entre la fuente de contaminación y la aplicación útil vulnerable de agua. Se trata de un caso en que la prevención es fundamental, ya que los posibles problemas de contaminación pueden afectar a la salud humana.

En la Ley de desechos y residuos sólidos urbanos de 19 de noviembre de 1975 («B. O. del E.» del 21) se considera al Instituto Geológico y Minero de España como el Organismo consultor en lo que respecta a los proyectos de vertederos... «cuando las características del proyecto merezcan especial atención ante la posible contaminación de los recursos del subsuelo.» Para cumplir más eficazmente esta misión, el IGME ha decidido anticiparse a los posibles problemas, emprendido el estudio, en zonas especialmente críticas, de la vulnerabilidad de los mantos acuíferos frente a los agentes contaminantes vertidos en la superficie del terreno o que

se producen e infiltran desde la misma, tales como los lixiviados de las basuras urbanas.

El instrumento que se ha considerado más eficaz para representar de forma fácilmente comprensible la vulnerabilidad de las aguas subterráneas,

ha sido el mapa de orientación al vertido, que, por otra parte, representa un ejemplo de lo que la ciencia geológica e hidrogeológica puede aportar al complejo proceso de ordenación del territorio.

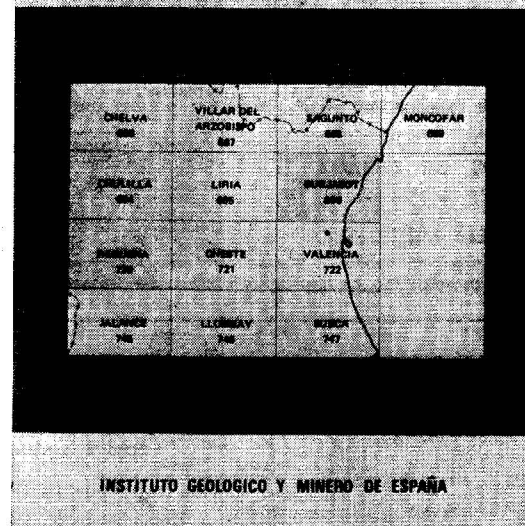
El hecho de que el título del mapa se refiera al vertido de residuos sólidos urbanos, no quiere decir que su utilidad quede restringida a este aspecto. Puesto que en él se pone de manifiesto la vulnerabilidad de los mantos acuíferos frente a la contaminación iniciada en la superficie del terreno, el mapa puede utilizarse también como indicador de los peligros de degradación de la calidad del agua subterránea debida a actividades tales como el vertido de aguas fecales, el empleo excesivo de pesticidas, etc. En el caso de residuos industriales, y dada la amplia gama de composición posible, el mapa deberá utilizarse teniendo en cuenta cada caso particular; los criterios son mucho más restrictivos en el caso de productos tóxicos o peligrosos.

La primera fase del programa de preparación de estos mapas, a escala 1:50.000, comprende los siguientes:

- Cuenca del Júcar: 24 hojas de la zona costera de Alicante, Valencia y Castellón y zonas de influencia.
- Cuencas del Sur: 6 hojas de la Costa del Sol y zonas de influencia.
- Cuenca del Guadalquivir: 5 hojas de las áreas de influencia de Granada, Sevilla y Huelva.
- Cuenca del Segura: 5 hojas en la zona del Alto Vinalopé y cuencas costeras de Alicante (Costa Blanca).
- Cuenca Alta del Guadiana: 5 hojas en las zonas de influencia de Ciudad Real y pueblos de la Mancha.

MAPA DE ORIENTACION AL VERTIDO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS

BURJASOT HOJA 696



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

MAPA DE ORIENTACION AL VERTIDO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS

E. 1:50.000

Hojas publicadas:

Precio del ejemplar: 500 ptas.

Zona de Almería

571. Vinaroz.

640. Segorbe.

641. Castellón de la Plana.

668. Sagunto.

669. Moncófar.

671. Inca.

696. Burjasot.

698. Palma.

699. Porreres.

720. Requena.

722. Valencia.

724. Lluçmajor.

737. Villarrubia de los Ojos.

746. Llombay.

747. Sueca.

760. Daimiel.

795. Játiva.

796. Gandía.

821. Alcoy.

822. Benisa.

823. Jávea.

Guadalhorce Bajo (Málaga).

Llanos de Antequera, zona occidental.

1.023 Llanos de Antequera, zona oriental.

OTRAS PUBLICACIONES CARTOGRAFICAS

Mapas Geológicos Varios

	Ptas.
— Geológico de la Isla de Fuerteventura - Escala 1:100.000	500
— Geológico de la Isla de Gran Canaria - Escala 1:100.000	500
— Geológico de la Isla de Lanzarote - Escala 1:100.000	500
— Geológico de la Isla de Tenerife - Escala 1:100.000	500
— Geológico de la provincia de Guipúzcoa - Escala 1:100.000	500
— Geológico de la Cuenca del Duero - Escala 1:250.000	500
— Petrográfico y estructural de Galicia - Esc. 1:400.000	500
— Litológico de España - Escala 1:500.000	2.000
— Sismotécnico de la Península Ibérica - Escala 1:2.500.000	300

Mapa Geológico Nacional - Escala 1:400.000

La edición completa se compone de 64 hojas, en existencia las siguientes:

Hoja n.º	Ejemplar: 500 ptas.
1/2. La Coruña.	
4. Costa de Santander y Vizcaya.	
9/10. Pontevedra, Lugo y Orense.	
11. León.	
12. Vizcaya y Burgos.	
14. Pirineo Leridano y Oscense.	
17/18. Orense, Zamora y Norte de Portugal.	
52. Granada.	
59. Algeciras.	

Mapas Geológicos Provinciales - Escala 1:200.000

En existencia los siguientes: Ejemplar: 500 ptas.

Hoja n.º	Hoja n.º
1. Almería.	7. Madrid.
3. Cáceres.	8. Murcia.
4. Cádiz.	9. Salamanca.
5. La Coruña.	10. Valencia.

Mapas Geológicos - Escala 1:1.000.000

- Geológico de la Península Ibérica, Baleares y Canarias (6.ª edición) 500 ptas.
- Sismoestructural de la Península Ibérica, Baleares y Canarias 500 ptas.
- Tectónico de la Península Ibérica y Baleares 600 ptas.
- de Vulnerabilidad a la contaminación de los mantos acuíferos 500 ptas.

Mapa Metalogénico de España - Escala 1:1.500.000

Ejemplar: 500 ptas.

La colección completa consta de 17 hojas y memorias referidas a las siguientes sustancias:

Hoja n.º	Hoja n.º	Hoja n.º
1. Aluminio.	7. Flúor.	13. Níquel.
2. Azufre.	8. Fosfatos	14. Oro.
3. Bismuto.	9. Hierro.	15. Potasa-Sal común.
4. Plomo-Cinc.	10. Hulla.	16. Titanio.
5. Cobre.	11. Manganeseo.	17. Wolframio.
6. Estaño.	12. Mercurio.	

ANTIGUOS BOLETINES DEL IGME

NOTAS Y COMUNICACIONES

BOLETINES DE SONDEOS

Quedan algunos ejemplares de los antiguos Boletines del IGME (tomo, 500 ptas.), así como números de la revista «Notas y Comunicaciones» (100 ptas. número) y de los «Boletines de Sondeos» (100 ptas. fascículo).

BOLETIN GEOLOGICO Y MINERO

Precio: 300 ptas.

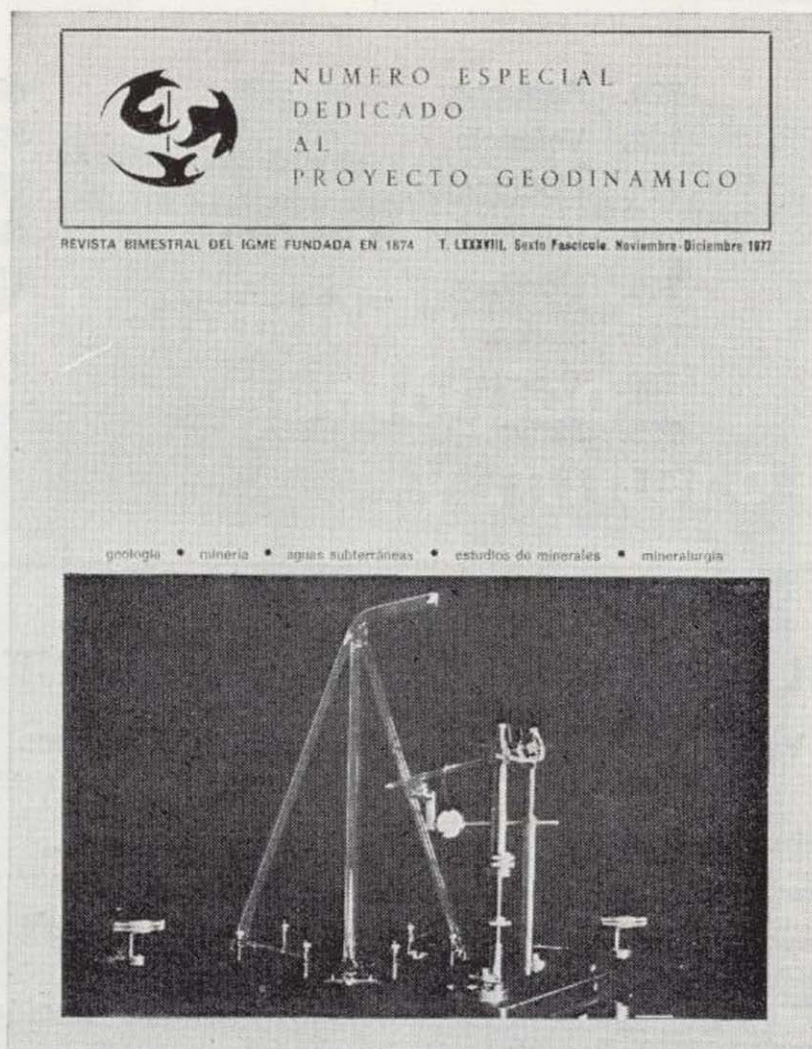
La consideramos como la publicación de mayor difusión del Instituto Geológico y

Minero de España. Se inició en el año 1874, continuando su publicación. Actualmente se presenta en fascículos de aparición bimestral, que componen al año un tomo.

Es la primera revista española de su especialidad, tratándose en ella temas de Geología, Minería, Aguas Subterráneas, Energía, Geofísica, Geoquímica, Geotecnia, Geonucleónica y Estudio de Minerales y Rocas. Contiene además una parte fija dedica-

da a Información General, Noticias, Notas Bibliográficas, Información legislativa, etc.

El último tomo publicado es el 90, que corresponde al año 1979 (fascículos I al VI) y comprende trabajos de Geología, Minería, Aguas Subterráneas y de Estudios de Minerales y Rocas, que hacen un total de 636 páginas, incluidas las dedicadas a diversos temas de información, así como los índices por materias y autores de dicho tomo. También están publicados los fascículos I y II correspondientes al año 1980.



Boletín Geológico y Minero

Revista bimestral de geología económica industrias extractivas y de su beneficio

BOLETIN DE SUSCRIPCION

Suscripción anual (6 números)

ESPAÑA e IBEROAMERICA	1.400 ptas.
DEMÁS PAISES	1.500 ptas.

Nombre, Organismo o Empresa

Profesión

Dirección Teléfono

Ciudad (provincia) D. P.

País

Fecha

FIRMA

FORMA DE PAGO

Contra reembolso.

Talón nominativo.

*La inversión
requiere un buen proyecto*



intecsa

INTERNACIONAL DE INGENIERIA
Y ESTUDIOS TECNICOS S. A.



EN PROSPECCION DE RECURSOS NATURALES

- * GEOLOGIA
- * AGUAS SUBTERRANEAS
- * EXPLORACION MINERA
- * EXPLORACION PETROLERA
- * SONDEOS
- * ROCAS INDUSTRIALES
- * GEOTERMIA
- * GEOTECNIA
- * GEOFISICA
- * LABORATORIOS



**Compañía
General de
Sondeos, S.A.**

OFICINAS CENTRALES: Corazón de María, 15 - Tel. 416 85 50* - MADRID-2
Portal de Castilla, 46 - Tel. 22 36 04* - VITORIA

LABORATORIOS: San Roque, 3 - Majadahonda (MADRID)