

II/2-44

15 FEB 1976

En este número:

- Glacis y Terrazas en el curso medio del río Alfambra (provincia de Teruel).
- Rasgos estratigráficos y tectónicos de la cuenca del río Besaya, entre Reinosa y los Corrales de Buelna (provincia de Santander).
- Sobre Homeorhynchia batalleri (Dubar, 1931), Braquiópodo del Toarciense.
- Horizontes portadores de mineralización (sulfuros y manganeso) en la zona de El Castillo de las Guardas, de la Faja Pirítica del SO de España. Parte II. Control Escultural.
- Posibilidades de utilización del Rn y ThB en la predicción de terremotos.
- Tectónica de placas y volcanismo.

REVISTA BIMESTRAL DEL IGME FUNDADA EN 1874 T. LXXXVII, Sexto Fascículo. Noviembre - Diciembre 1976



boletín geológico y minero

7801705
 7801796
 7801797
 7801798
 7801799

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***

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

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

**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
MADRID - 16**

SONDEOS DE RECONOCIMIENTO

Sondas LONGYEAR y CRAELIUS con equipos de perforación «Wire-Line System».
Testiguo continuo en diámetros de 36 mm. a 143 mm. Sacamuestras especiales a percusión.
Medidores de inclinación y acimut, tipos Single Shot y Multi Shot.



ALUMBRAMIENTO DE AGUAS SUBTERRANEAS

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

Sondas de circulación directa e inversa.

Filtros especiales que garantizan el agua limpia de arena.

Instalación de piezómetros.

Instalaciones completas de pozos y bombas sumergibles.

Equipos propios de aforo y limpieza.

Reacondicionamiento de pozos arenados.

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

Acidificaciones.

AGUA Y SUELO, S. A.

Dr. Fleming, 3 - 5.º piso

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

MADRID - 16

SONDEOS DE RECONOCIMIENTO

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

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

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

GEOTEHIC, S. A.

INGENIEROS CONSULTORES

ESTUDIOS DE:

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

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

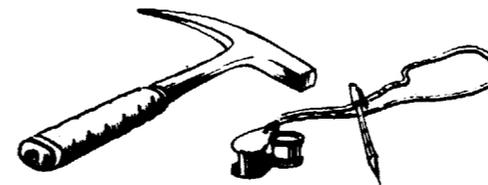


FINA IBERICA S.A

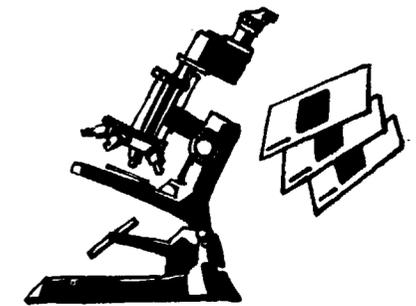
Dr. Fleming 3

Madrid 16-

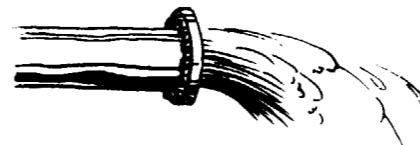
Tno. 2 59 78 04



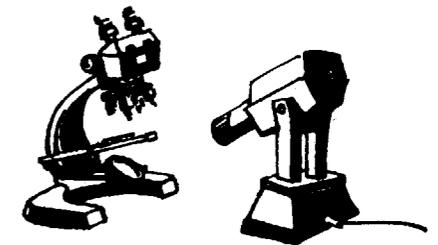
Investigacion Geologica



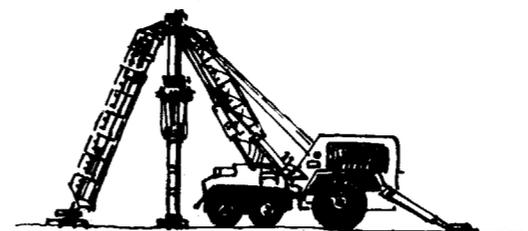
Petrografia



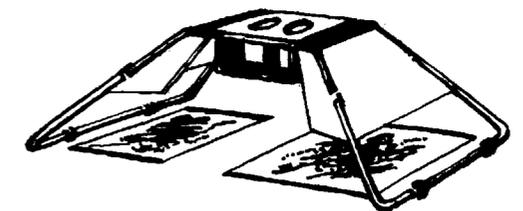
Hidrogeologia



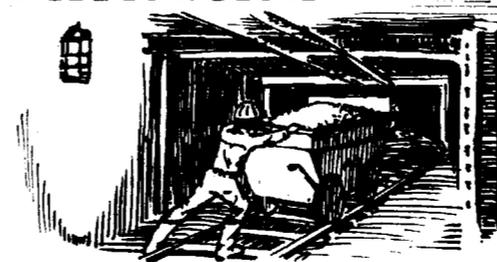
Micropaleontologia



Perforacion



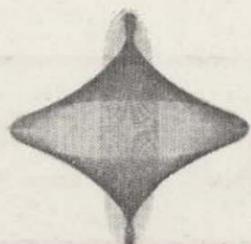
Fotogeologia



Mineria



Laboratorio



INTECSA

INTERNACIONAL DE INGENIERIA Y ESTUDIOS TECNICOS, S. A.



PLANTA PILOTO DE PIRITAS Y PIROCLASTOS. AZNALCOLLAR (SEVILLA)

MINERIA

GEOLOGIA
GEOTECNIA
HIDROGEOLOGIA
EXPLORACIONES
MINERALURGIA

INGENIERIA CIVIL

CARRETERAS
FERROCARRILES
AEROPUERTOS
PUERTOS
OBRAS HIDRAULICAS
AGRONOMIA
MECANICA DEL SUELO
PUENTES
ESTRUCTURAS
ARQUITECTURA
URBANISMO
INGENIERIA SANITARIA

INGENIERIA INDUSTRIAL

PETROLEO Y PETROQUIMICA
QUIMICA GENERAL Y FERTILIZANTES
METALURGIA
INGENIERIA ELECTRICA
INGENIERIA MECANICA
INGENIERIA TERMOMECANICA
INDUSTRIAS DEL FRIO
INDUSTRIAS DE LA MADERA
INDUSTRIAS ALIMENTICIAS
TECNOLOGIA DEL MEDIO AMBIENTE

ESTUDIOS ECONOMICOS

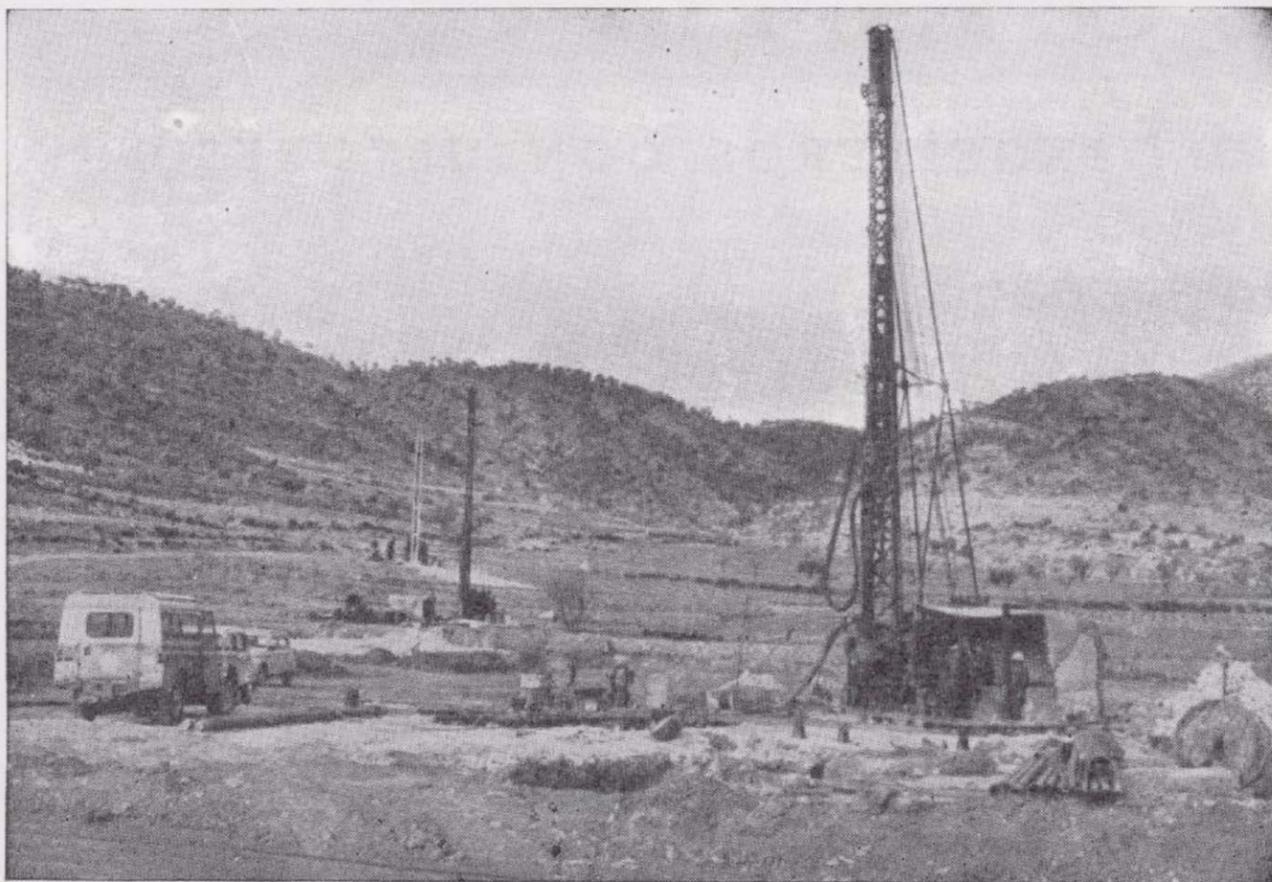
ESTUDIOS DE DESARROLLO REGIONAL
ORDENACION DEL TERRITORIO
DESARROLLO TURISTICO
ESTUDIOS SECTORIALES
ESTUDIOS DE VIABILIDAD
ESTUDIOS DE TRANSPORTES
ESTUDIOS ECONOMICO - FINANCIEROS

OFICINAS CENTRALES EN MADRID: C/ CONDESA DE VENADITO 1.
TELEFONOS: 4044000 - 4045100 - 4046100.
4047100 - 4048100.
TELEGRAMAS: INTECSAMA.
TELEX: 22473 INTSA - E.

DELEGACION EN BARCELONA: C/ COMPOSITOR BEETHOVEN.15.
" " CANARIAS: C/ VILLALVA HERVAS 9. STA. CRUZ DE TENERIFE.
" " MURCIA: C/ VILLALEAL 2.
" " VALENCIA: C/ CRONISTA CARRERES 9-11.

DELEGACIONES EN: PORTUGAL LIBIA ARGELIA. VENEZUELA ECUADOR BRASIL.

SONDEOS RODES



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

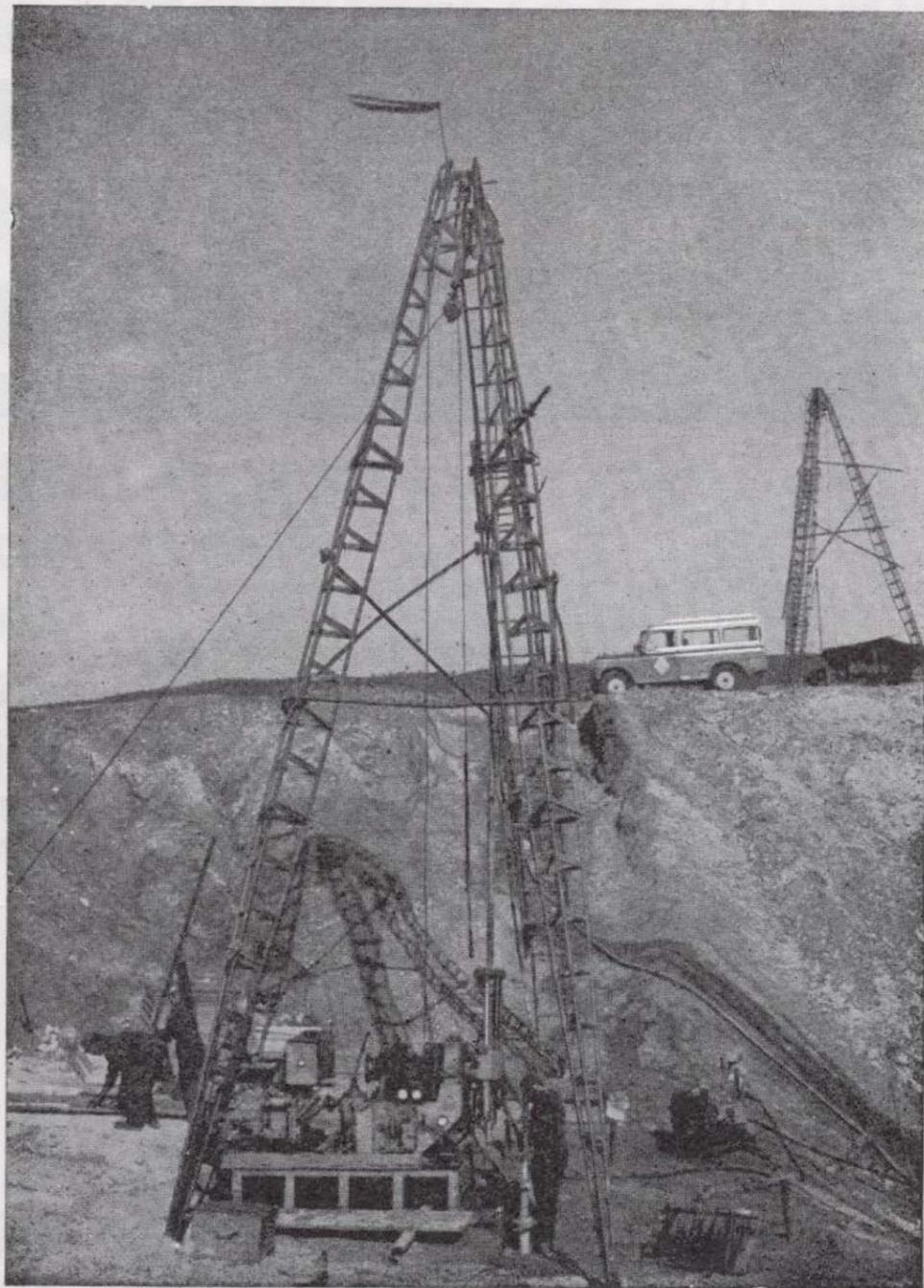
★ ★ ★

ERNESTO RODES MARTI

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

VILLENA (Alicante)

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



TERRATEST, S. A.

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

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

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

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

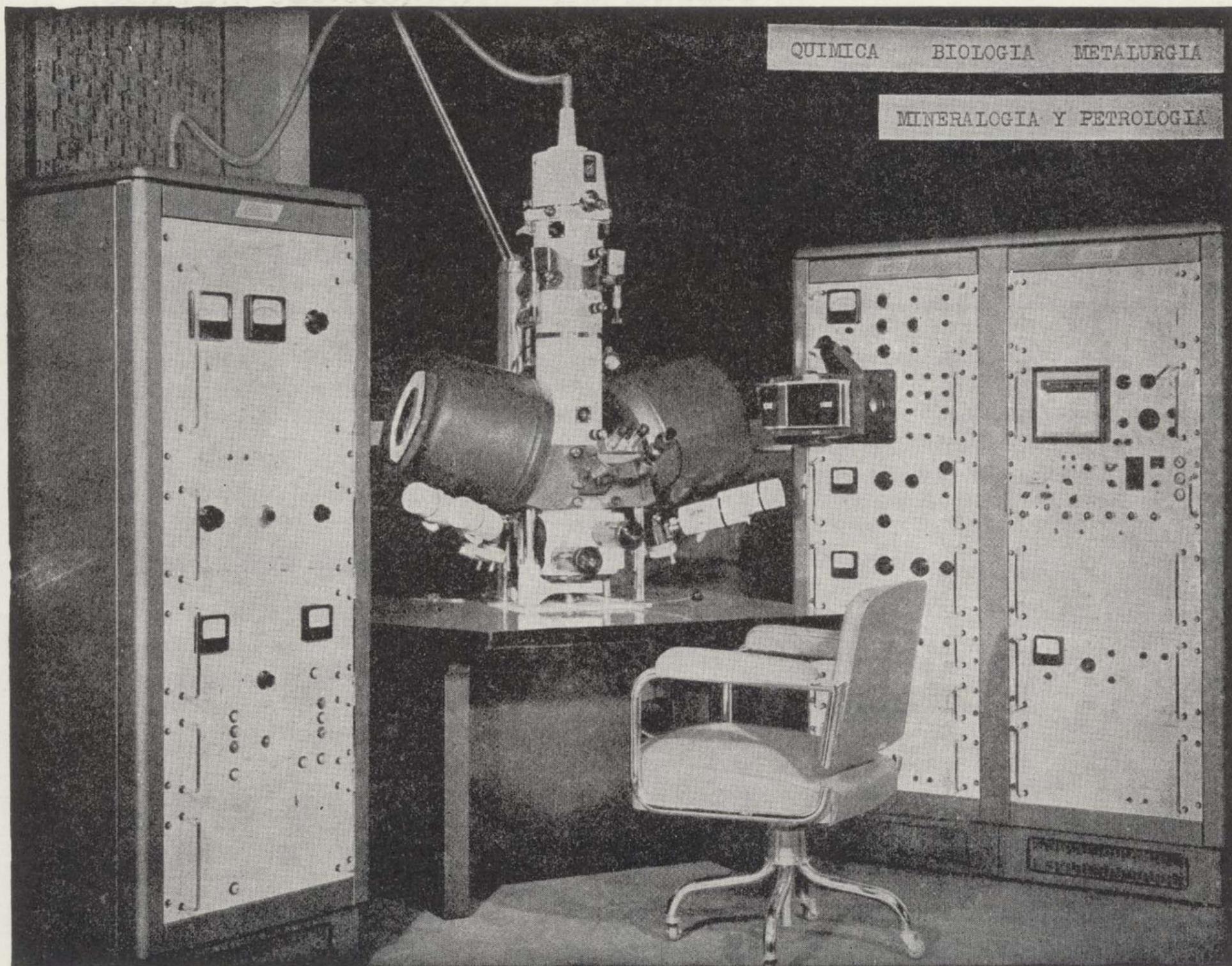
Perforación de Producción. - Perforación de orificios para barrenos en minas y canteras.

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

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

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

LABORATORIO DE MICROSONDA ELECTRONICA



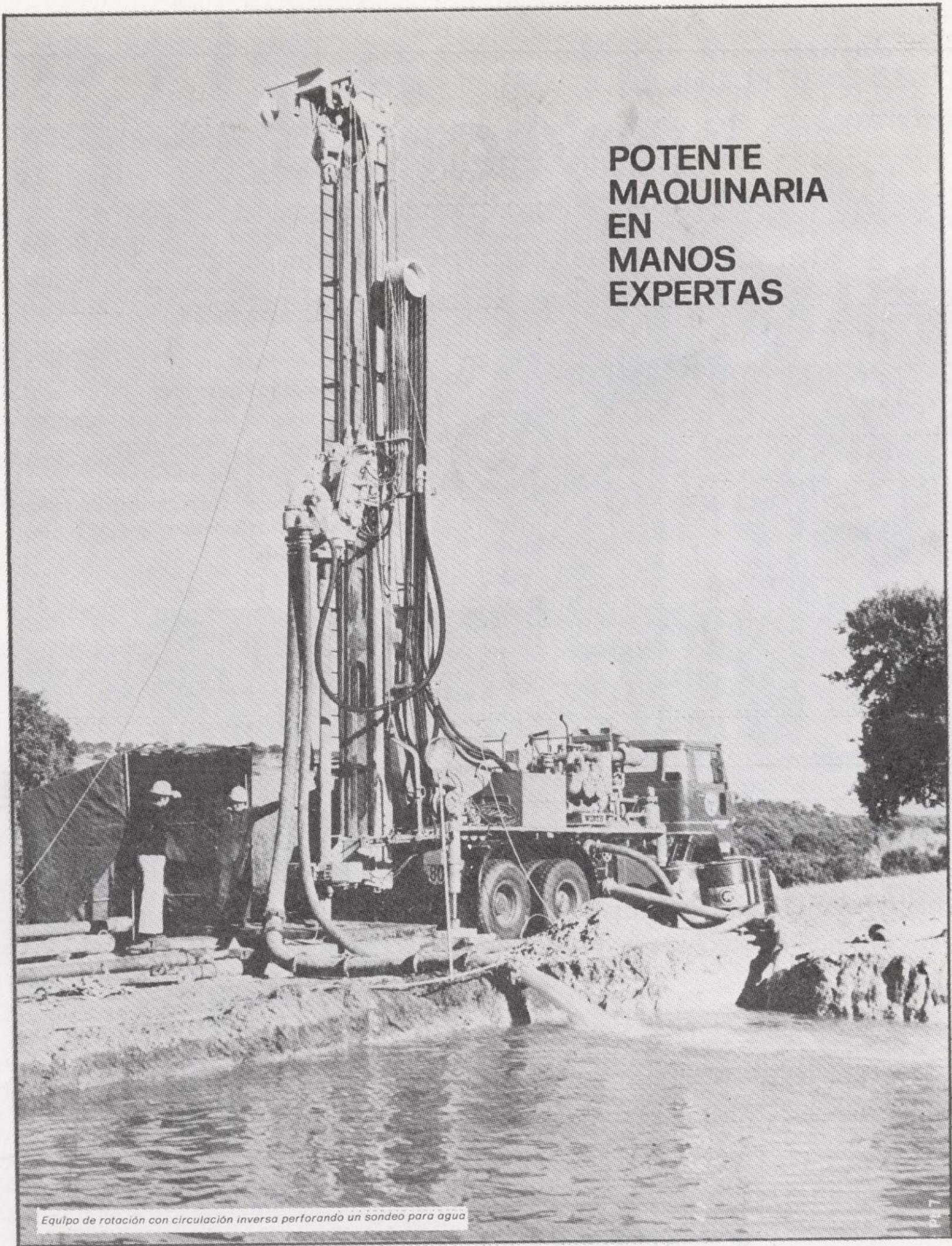
- ★ Realiza análisis cualitativos y cuantitativos de zonas inferiores a 2 micras.
- ★ Especialmente indicada en la resolución de problemas de Mineralogía y Petrología, así como en Metalurgia para la determinación de gradientes de concentración, segregación, etc.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23

Teléf. 254 22 00

Madrid - 3



**POTENTE
MAQUINARIA
EN
MANOS
EXPERTAS**

Equipo de rotación con circulación inversa perforando un sondeo para agua

VEA LOS RESULTADOS: MAS AGUA

Vegarada posee la técnica y experiencia necesarias para proporcionarle el agua que precise. Puede ocuparse desde los trabajos de proyección y alumbramiento, hasta la realización de obras de conducción, puesta en riego o depósito, abastecimiento y distribución de caudales. Distintas modalidades de contratación. Infórmese sobre la solución que más convenga a sus necesidades.

 **Vegarada**

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

DELEGACIONES REGIONALES Y EQUIPOS EN TODA ESPAÑA



**POTENTE
MAQUINARIA
EN
MANOS
EXPERTAS**

Equipo de rotación con circulación inversa perforando un sondeo para agua

VEA LOS RESULTADOS: MAS AGUA

Vegarada posee la técnica y experiencia necesarias para proporcionarle el agua que precise. Puede ocuparse desde los trabajos de proyección y alumbramiento, hasta la realización de obras de conducción, puesta en riego o depósito, abastecimiento y distribución de caudales. Distintas modalidades de contratación. Infórmese sobre la solución que más convenga a sus necesidades.

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

DELEGACIONES REGIONALES Y EQUIPOS EN TODA ESPAÑA

Tomo 87

Fascículo VI

Noviembre - Diciembre 1976

Boletín Geológico y Minero



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

SUMARIO

Geología	M. GUTIÉRREZ ELORZA y J. L. PEÑA MONNE: Glacis y terrazas en el curso medio del río Alfambra (provincia de Teruel). 1
	J. GARCÍA MONDÉJAR y V. PUJALTE: Rasgos estratigráficos y tectónicos de la cuenca del río Besaya, entre Reinosa y los Corrales de Buelna (provincia de Santander) 11
	S. CALZADA y J. H. DELANCE: Sobre Homeorhynchia batalleri (Dubar, 1931) Braquiópodo del Toarciense 23
Minería	J. RAMÍREZ COPEIRO DEL VILLAR: Horizontes portadores de mineralización (sulfuros y manganeso) en la zona de El Castillo de las Guardas de la Faja Pirítica del SO de España. Parte II. Control Estructural 33
Energía	L. GARZÓN RUIPÉREZ: Posibilidades de utilización del Rn y ThB en la predicción de terremotos 47
Estudio de Minerales y Rocas	J. LÓPEZ RUIZ: Tectónica de placas y volcanismo 52
Información	Intervención del Ministro de Industria ante el Pleno de las Cortes con motivo de la presentación del Proyecto de Ley de Fomento de la Minería. La planificación de los recursos hidráulicos.—Noticias.—Información legislativa.—Notas bibliográficas.—Índice de Materias.—Índice de Autores 65

DIRECCION Y REDACCION

Ríos Rosas, n.º 23 - Madrid-3

Teléfono 234 13 28

ADMINISTRACION

Claudio Coello, n.º 44 - Madrid-1

Teléfono 276 20 01

IGME

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



SERVICIO DE PUBLICACIONES — MINISTERIO DE INDUSTRIA

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

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

EXPLICACION DE LA PORTADA

Falla inversa en terrenos graníticos. Monsalupe (Avila).

Foto: A. G. UBANELL

Depósito legal: M. 3.279.-1958

Nuevas Gráficas, S. A.-Andrés Mellado, 18.-Madrid (15).-XII-1976.

Glacis y terrazas en el curso medio del río Alfambra (Provincia de Teruel)

Por M. GUTIERREZ ELORZA (*) Y J. L. PEÑA MONNE (*)

RESUMEN

Se analizan los glacis y terrazas del curso medio del río Alfambra, sus relaciones, edad, circunstancias climáticas y estructurales, así como la morfogénesis de estos modelados. Finalmente, se establecen los procesos geomorfológicos que marcan la evolución de esta región.

RESUME

On analyse les glacis et les terrasses du cours moyen de la rivière Alfambra, leurs relations, âge, circonstances climatiques et structurales, de même que la morphogénèse de ces modelés. Enfin on établit les processus géomorphologiques qui marquent l'évolution de cette région.

ABSTRACT

It has been analysed the glacis and terraces on the middle course of the river Alfambra, its relations, age, climatic and structural circumstances and the morphogeny of these landforms as well. Finally the geomorphologic processes that mark the evolution of this region are established.

1. SITUACION GEOGRAFICA Y GEOLOGICA

El área estudiada (fig. 1) está situada en una de las depresiones internas de la Cordillera Ibérica, entre la Sierra Palomera y la Sierra del Pobo. El río Alfambra recorre parte de esta depresión, desde su salida de la Sierra del Pobo, después de describir una amplia curvatura en la zona de Galve. Tras su confluencia con el río Guadalaviar, en la ciudad de Teruel, recibe el nombre del río Turia. Dentro del mapa nacional, a escala 1:50.000, la zona investigada forma parte de la hoja de Alfambra, número 542 (27-21); más concretamente, ocupa la banda central de dicha hoja, alargada de Norte a Sur. El trabajo está delimitado desde la salida del río Alfambra de la Sierra del Pobo, donde se produce un ensanchamiento del valle, hasta su posterior enca-

jamiento en los materiales evaporíticos miocenos, al sur del pueblo de Alfambra.

Geológicamente, forma parte de la rama aragonesa u oriental de la Cordillera Ibérica, y está situada en el extremo septentrional de la Semifosa Alfambra-Teruel-Mira, constituida por materiales del Neogeno y Cuaternario.

2. GEOLOGIA GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO.

Dado el carácter eminentemente geomorfológico del trabajo, sólo se describirá someramente la geología del área. El límite oriental lo constituye la Sierra del Pobo, formada, en su mayor parte, por materiales del Jurásico y, en menor afloramiento,

(*) Colegio Universitario de Teruel.

del Trías, siendo los de esta edad fundamentalmente del Buntsandstein.

El resto del área está constituido por materiales del Neogeno y Cuaternario. Unicamente afloran retazos del Jurásico, parcialmente nivelados por una superficie de erosión, en el noroeste del trabajo.

Se diferencian, dentro del Neogeno, dos grandes conjuntos. El inferior, de edad miocena fundamentalmente, está constituido por dos formaciones. La más baja es de características eminentemente detríticas: conglomerados, areniscas y arcillas de tonos pardo-rojizos. A ellas se superpone

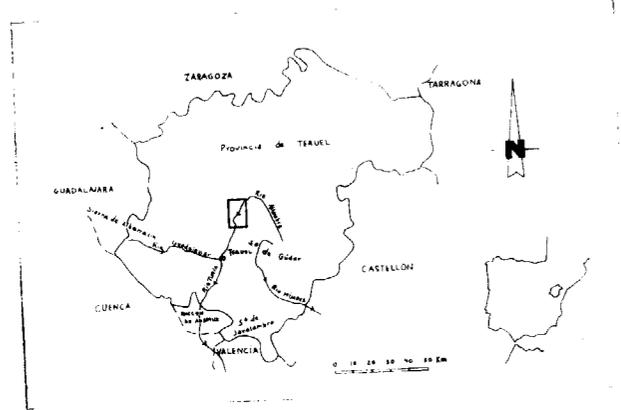


Figura 1
Mapa de situación

un conjunto de calizas y margas blanquecinas, entre las que se intercalan capas de lignito, sobre todo al este de los pueblos de Orrios y Villalba Alta. Al sur del área de estudio, en la zona de Cuevas Labradas, la formación inferior detrítica cambia lateralmente de facies a sedimentos evaporíticos (GAUTIER, F.; MOISSENET, E., y VIAL-LARD, P., 1972); (MOISSENET, E.; ADROVER, R., y AGUIRRE, E., 1974).

A estos sedimentos se superpone, en discordancia, la formación superior (Perales de Alfambra), que está constituida por arcillas y areniscas ocres, que hacia el techo pasan a niveles conglomeráticos. Estimamos que la edad de esta formación es Plio-Villafranquiense.

MICHAUX, J. (1971) cita un yacimiento de micro-mamíferos del Plioceno Superior en Escorihuela, pueblo situado en el área de estudio. No se conoce la localización exacta del yacimiento. Sería de ex-

traordinaria importancia saber su situación por el interés que tiene en la evolución tectónica y geomorfología de la región, ya que es el único yacimiento de esta edad.

Sobre este conjunto de materiales descritos se instaló la red fluvial cuaternaria que va a generar las terrazas y glaciares que a continuación describiremos y que son el objeto fundamental de esta investigación.

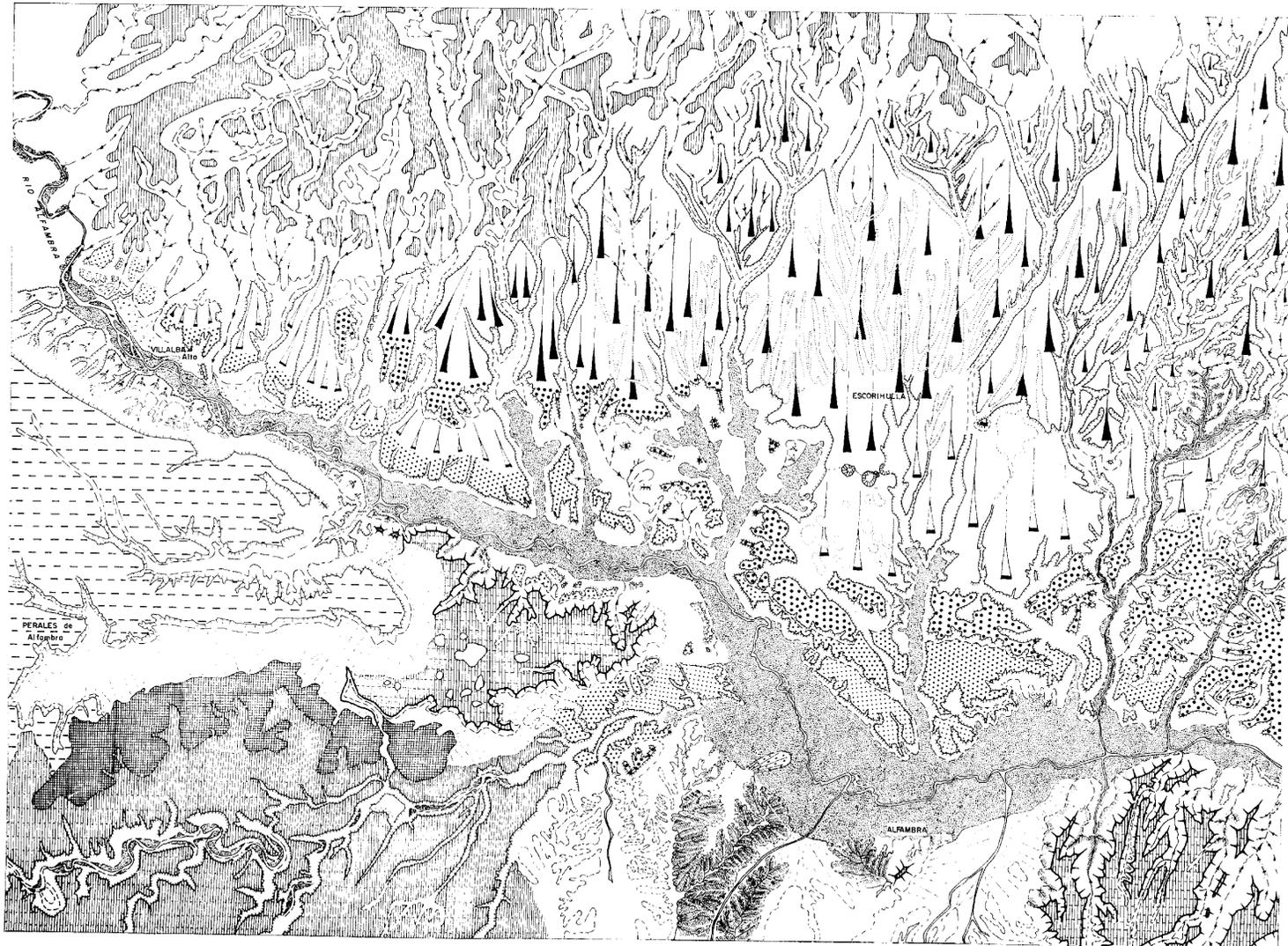
3. LAS TERRAZAS.

Las terrazas fluviales se han estudiado por los métodos clásicos de cartografía, diferenciando los tres niveles existentes, a la par que en el laboratorio se ha realizado un estudio granulométrico de las mismas.

Aguas arriba del área de estudio, el río Alfambra se encaja, por lo general, linealmente en terrenos mesozoicos, fundamentalmente cretácicos, y por lo tanto los depósitos de terraza tienen escaso desarrollo. Al Sur de la zona investigada, el Alfambra se encaja en series calizas miocenas y los sedimentos de terraza se conservan en menor grado, excepto en algunos ensanchamientos, como en Villalba Baja. La región analizada es la que posee un valle más amplio y en ella aparecen claramente representados los tres niveles de terraza citados, que no se vuelven a observar con tanta nitidez hasta la confluencia con el río Guadalaviar, en la ciudad de Teruel.

La máxima extensión de afloramiento de las terrazas aparece en la margen izquierda del río, adquiriendo su máxima superficie frente al pueblo de Alfambra, mientras que en la margen derecha los depósitos de terraza son escasos. Esta disimetría en las terrazas parece indicar que ha habido una migración hacia el Oeste del curso del río Alfambra para la época de depósito de estas terrazas. Esta migración ha permitido la supervivencia de los niveles de terraza más antiguos, al mismo tiempo que se producía el retroceso del escarpe constituido por los materiales del Plio-Villafranquiense de Perales de Alfambra.

En niveles conglomeráticos fluviales fuertemente cementados y en algunos cerros testigos, situados muy lejos del cauce actual, resultaba difícil la diferenciación entre depósitos de glaciares y de terraza. La observación detallada de la composición de los cantos y arenas de estos depósitos permitió



MAPA GEOMORFOLÓGICO DEL CURSO MEDIO DEL RÍO ALFAMBRA



LEYENDA

TERRAZAS

- Lecho actual
- Terraza inferior (T₁)
- Terraza media (T₂)
- Terraza superior (T₃)

GLACIS

- Glacis de vertiente
- Glacis inferior (G₁)
- Glacis superior (G₂)

SUPERFICIES DE EROSIÓN Y DE COLMATACIÓN

- Superficie de erosión premiocena parcialmente recubierta
- Superficie de erosión finisiciotense
- Superficie de colmatación finisiciotense
- Relieves residuales
- Glacis Plio-Villafrañense de Perales

RED FLUVIAL

- bocas de incisión lineal
- bocas de fondo plano
- "vales" sobre los glacis
- canal de estiaje
- meandro abandonado
- cárcavos

OTRAS FORMAS

- Dolina en embudo
- Dolina de disolución
- Alveolos
- Solifluxión
- Escarpe de glacis y terraza
- Escarpe estructural de la "caliza del páramo"
- Cono de deyección



obtener un criterio de distinción. Los sedimentos de terraza presentan todos ellos cantos de areniscas ferruginosas y de cuarzo, provenientes de los afloramientos de facies Weald y Utrillas, arrancados por el río Alfambra en su curso alto. Por el contrario, los depósitos de glacis carecen de estos elementos litológicos, ya que en las vertientes de las que se nutre el glacis no afloran terrenos cretácicos.

Como ya se ha indicado, se han diferenciado tres niveles de terraza escalonados. Las alturas relativas sobre el cauce del río, tomadas sobre la base del depósito de la terraza, son las siguientes:

Terraza Inferior (T ₁)	15-20 metros
Terraza Media (T ₂)	35-40 "
Terraza Superior (T ₃)	70-80 "

La terraza inferior es el nivel peor conservado; únicamente aparece aguas abajo de la confluencia de la Rambla de la Cañada con el río Alfambra. Su anchura máxima es de un kilómetro, aunque con frecuencia se limita a estrechos niveles adosados a la vertiente. Su potencia máxima es de cinco metros.

La terraza media es la de mayor desarrollo, siendo continua en toda la zona de estudio en la margen izquierda. Su anchura máxima es de un kilómetro, aunque en muchos puntos es difícil de calcular por enlazar lateralmente con un nivel de glacis. Otras veces la terraza queda limitada a cerros testigos por la disección de la red fluvial. Un factor importante para su buen estado de conservación es que, por lo general, los depósitos se apoyan sobre la formación de calizas del páramo. La potencia máxima es de siete metros.

La terraza superior también presenta un buen grado de conservación, gracias a su fuerte cementación. Al igual que la terraza media, empalma en muchas zonas con un nivel de glacis, aunque a veces se presenta como cerros testigos. Su anchura es de dimensiones similares a las anteriores, pero su potencia es muy superior, sobrepasando en algunas zonas los 20 metros.

Los escarpes que presentan las terrazas varían según los puntos. La terraza inferior es la que posee un escarpe más neto: la media debe su escarpe, más que a su propio depósito, a las calizas sobre las que se apoya; la terraza superior, cuando está distante de la terraza media, da un escarpe

muy acusado debido a su fuerte encostramiento y sus vertientes están recubiertas por grandes bloques, provenientes del desplome por gravedad, generado por el retroceso del escarpe. Por el contrario, cuando está prácticamente adosada a la terraza media, el escarpe se dulcifica dando una forma alomada.

Las superficies topográficas de las terrazas inferior y media son claramente aplanadas, mientras que las de la terraza superior están salpicadas de débiles ondulaciones y depresiones, quizá debido al diferente grado de cementación de los depósitos, que reaccionan con distinto grado de resistencia ante los agentes de meteorización y erosión. Este mismo encostramiento del nivel superior impide el cultivo de su superficie y puede servir de criterio de diferenciación respecto a las otras terrazas.

Las terrazas se apoyan siempre sobre sedimentos del Mioceno y, debido a la basculación de las series miocenas, los depósitos de terraza descansan indistintamente o sobre la formación detrítica pardo-rojiza inferior o sobre la "caliza del páramo". Al tratarse de terrazas escalonadas, aparece el sustrato mioceno entre los distintos niveles.

La única datación de terrazas es la realizada por ESTERAS, M. y AGUIRRE, E. (1964) en la terraza de 20 metros de la ciudad de Teruel, unos 20 kilómetros al Sur del área de estudio. Corresponde al curso del río Alfambra en su confluencia con el río Guadalaviar. Clasifican *Paralephas trogontherii*, Pohlíg que indica una edad Riss. La posición equivale a nuestra terraza inferior.

4. LOS GLACIS.

Se desarrollan al pie de la Sierra del Pobo, entre ésta y las terrazas de la margen izquierda anteriormente descritas del río Alfambra. Se diferencian dos niveles de glacis que empalman con las terrazas media y superior, respectivamente. Ambos niveles están, por lo tanto, colgados respecto al nivel de base actual del río Alfambra y, a su vez, disecados por toda la red de arroyos procedentes de la Sierra del Pobo, que compartimentan los niveles de glacis. Estos ocupan aproximadamente la mitad del área de estudio.

El nivel Superior (G₃) tiene un desarrollo más continuo que el nivel Inferior (G₂). La superficie descendente del glacis superior tiene una dimensión máxima que sobrepasa los cinco kilómetros en el

Sur y una mínima, en el Norte de aproximadamente un kilómetro. La anchura, de Norte a Sur, es de unos 12 kilómetros. Este glacis superior tiene una pendiente del 4 por 100 en sus partes media y baja y la vertiente adquiere hacia arriba su típica forma cóncava, aumentando considerablemente su pendiente. La raíz o cabecera del glacis no presenta ninguna rotura de pendiente brusca o knick, sino que el empalme se efectúa, como hemos indicado, por una superficie cóncava en continuidad, que en algunas zonas está modelada en roca "desnuda". En planta, el contacto con las vertientes es bastante rectilíneo, aunque presenta entrantes o golfos (embayments), destacando entre ellos el correspondiente al Barranco de la Tejería (en el límite meridional del glacis). El frente del glacis corresponde a una línea bastante rectilínea, a unos 1.100 metros de altura y a unos 80-90 metros sobre el cauce actual del Alfambra, que acaba o sobre un escarpe atenuado o bien enlazado con la terraza superior, donde se produce una mezcla de depósitos de glacis y terraza (*glacis terraza* de VIERS, G., 1973). Es en la mitad septentrional donde se produce el tránsito a terraza. Por el contrario, en la meridional, el glacis superior (G_3) ha retrocedido por la sobreexcavación del glacis inferior (G_2), separándose así del nivel superior de terraza de esta zona.

El nivel inferior (G_2) ocupa menor extensión. La superficie descendente tiene unas dimensiones comprendidas entre 150 y 2.500 metros, aumentando su tamaño de Norte a Sur. Su pendiente es algo más suave y es del orden del 2,5 por 100. Se pueden diferenciar tres formas de unión con las vertientes: a) al Norte, empalma en forma de superficie cóncava, generando un glacis rocoso o desnudo; b) en el Centro-Norte, la raíz de los glacis está al pie del escarpe de la terraza superior y rompe bruscamente; c) en el resto de la zona, la cabecera del glacis inferior está al pie del glacis superior y el empalme unas veces es brusco y otras, por el contrario, es tan atenuado que resulta difícil discernir dónde acaba el glacis superior y dónde comienza el inferior. En cuanto al frente del glacis, se pueden hacer dos distinciones. En la mitad septentrional, el glacis enlaza con la terraza media. En la meridional, el glacis no se une directamente con el nivel de terraza media, debido a que no se ha producido la erosión de la terraza superior a causa del elevado grado de cementación del depósito; por lo tanto, el glacis inferior termina, en esta zona, al pie del escarpe del reverso de la terraza superior, aunque topográficamente enlaza con la terraza media. Tam-

bién, en algunos puntos, se ha generado una depresión de contacto entre el glacis y la terraza superior.

En su raíz, los sedimentos de los glacis se apoyan sobre series mesozoicas o sobre facies marginal miocena, basculadas y cortadas por superficies de glaciplanación. Hacia abajo, el basamento sobre el que se apoya son facies miocenas e incluso materiales plio-villafranquienses, constituidos por rocas más blandas que las series mesozoicas, presentes en la cabecera.

La potencia es muy variable; en líneas generales, los depósitos de glacis de mayor espesor (como máximo del orden de los 15 metros) se presentan en el frente del mismo, como corresponde a un *glacis de acumulación* (BIROT, P. y DRESCH, J., 1966) o *glacis d'ennoyage* (TRICART, J., 1969; TRICART, J., RAYNAL, R. y BESANÇON, J., 1972); hacia su raíz se adelgaza progresivamente hasta llegar a desaparecer por completo, pero no así la superficie de glaciplanación y tenemos, en este caso, un *glacis rocoso, de denudación o de ablación* (TRICART, J., RAYNAL, R. y BESANÇON, J., 1972) o *glacis de erosión o desnudo* (BIROT, P. y DRESCH, J., 1966). Los glacis del área de estudio corresponden al tipo *subárido o de terraza* de la clasificación de glacis de la Península Ibérica de SOLÉ SABARIS, L. (1964).

Los sedimentos constitutivos de los glacis son fundamentalmente gravas arenosas cementadas. Se observa claramente una gradación en el tamaño de los clastos, disminuyendo éste desde la raíz hasta su frente. En la raíz se observan bloques dispersos de hasta un metro de diámetro. Como proceden de un macizo fundamentalmente calizo, los clastos constitutivos son de esta composición, lo que trae como consecuencia que las aguas de arroyada vayan cargadas de bicarbonato cálcico en disolución, que precipita y genera costras calcáreas, que cementan los clastos sueltos del glacis. Se pueden distinguir dos tipos de costras, en base a la clasificación de DEMANGEOT, J. (1972); la superficial, *costra laminar (costras zonadas* de DUMAS, B., 1969), formada por hojas milimétricas en disposición ondulada, a modo de hojalde; la inferior, *horizonte harinoso*, es un polvo de carbonato cálcico que cementa los clastos fuertemente, convirtiéndolos en una brecha de elevada resistencia (corresponde a las *costras de consolidación diagenética* de DUMAS, B., 1969). Por otra parte, los clastos están, por lo general, recubiertos total o parcialmente de una envoltura blanca de carbonato cálcico.

Al Oeste del pueblo de Escorihuela, aflora una formación importante de travertinos. La interpretamos como sedimentos evaporíticos de la zona de *playa* del glacis superior, quizá generados en depresiones cerradas del tipo *sebkha*.

En las proximidades del pueblo de Escorihuela, aparecen unas pequeñas depresiones cerradas, situadas o bien sobre los travertinos o sobre los sedimentos brechoides del glacis. Las existentes sobre los travertinos tienen formas subcirculares con un pequeño escarpe neto; la forma de estas depresiones ligadas a estos travertinos, de fácil disolución, nos hace pensar que se tratan de pequeñas *dolinas de hundimiento*. Algunas, habitual o temporalmente, tienen agua estancada. Las formas cerradas, sobre las brechas constitutivas del glacis, algo más al Oeste que las anteriores, son similares a los *alveolos* descritos por MENSUA, S. e IBÁÑEZ, M. J. (1975) en la Depresión del Ebro y también en la zona de enlace glacis-terrazza, aunque en nuestro caso están situados sobre el glacis inferior (G_2), en las proximidades del contacto con la terraza superior (T_3). Son depresiones casi imperceptibles, de forma subcircular, de unos 300 metros de diámetro máximo y de cinco metros de profundidad máxima. Su génesis no es clara. Estimamos que los procesos de deflacción eólica no son posibles debido a la ausencia de alargamiento en la dirección de un viento dominante y a la carencia de depósitos de acumulación en el borde que atestigüen este origen. Una interpretación de un endorreísmo residual no es muy convincente, a causa de la inexistencia de depósitos evaporíticos en el fondo de tales depresiones cerradas. Otra posibilidad, la más factible, es la presencia por debajo del alveolo de depósitos calizos que, al disolverse, provoquen la acomodación o pequeños hundimientos del depósito de glacis superficial, generando estas depresiones cerradas.

En un barranco, a unos tres kilómetros al SE de Escorihuela, afloran materiales eólicos, con más de 10 metros de potencia visible. La conservación de estas acumulaciones eólicas se debe a que están fosilizadas por brechas, constituyentes del glacis superior (foto 1). Las arenas presentan una coloración amarillo-parduzca, excelente clasificación (figura 4), estratificación cruzada y presencia de moldes de raíces (foto 2). Estos moldes se generan por raíces de plantas xerófilas denominadas *dikaka* por GLENNIE, K. W. (1970). Los moldes tienen una longitud de hasta varios metros y están constituidos por capas concéntricas de carbonato cálcico, con-

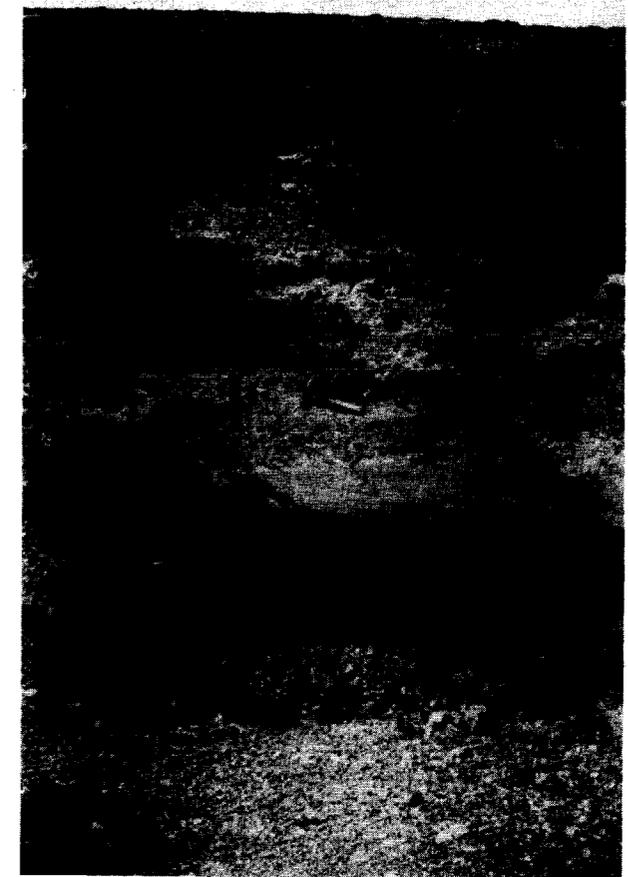


Foto 1

Acumulación eólica fosilizada por sedimentos del glacis superior.

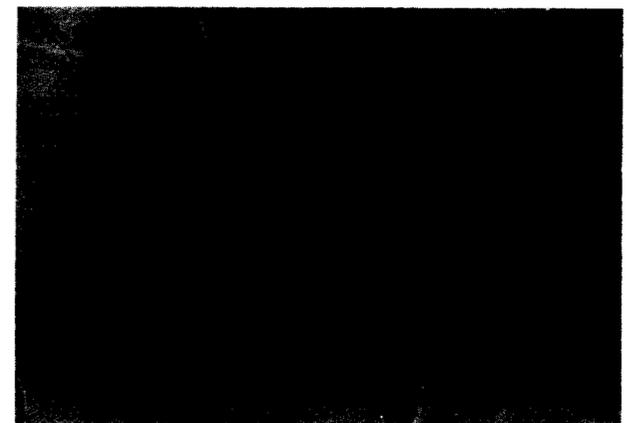


Foto 2

Estratificación cruzada y moldes de raíces en la acumulación eólica.

Al Oeste del pueblo de Escorihuela, aflora una formación importante de travertinos. La interpretamos como sedimentos evaporíticos de la zona de *playa* del glacis superior, quizá generados en depresiones cerradas del tipo *sebkha*.

En las proximidades del pueblo de Escorihuela, aparecen unas pequeñas depresiones cerradas, situadas o bien sobre los travertinos o sobre los sedimentos brechoides del glacis. Las existentes sobre los travertinos tienen formas subcirculares con un pequeño escarpe neto; la forma de estas depresiones ligadas a estos travertinos, de fácil disolución, nos hace pensar que se tratan de pequeñas *dolinas de hundimiento*. Algunas, habitual o temporalmente, tienen agua estancada. Las formas cerradas, sobre las brechas constitutivas del glacis, algo más al Oeste que las anteriores, son similares a los *alveolos* descritos por MENSUA, S. e IBÁÑEZ, M. J. (1975) en la Depresión del Ebro y también en la zona de enlace glacis-terrazza, aunque en nuestro caso están situados sobre el glacis inferior (G_2), en las proximidades del contacto con la terraza superior (T_3). Son depresiones casi imperceptibles, de forma subcircular, de unos 300 metros de diámetro máximo y de cinco metros de profundidad máxima. Su génesis no es clara. Estimamos que los procesos de deflación eólica no son posibles debido a la ausencia de alargamiento en la dirección de un viento dominante y a la carencia de depósitos de acumulación en el borde que atestigüen este origen. Una interpretación de un endorreísmo residual no es muy convincente, a causa de la inexistencia de depósitos evaporíticos en el fondo de tales depresiones cerradas. Otra posibilidad, la más factible, es la presencia por debajo del alveolo de depósitos calizos que, al disolverse, provoquen la acomodación o pequeños hundimientos del depósito de glacis superficial, generando estas depresiones cerradas.

En un barranco, a unos tres kilómetros al SE de Escorihuela, afloran materiales eólicos, con más de 10 metros de potencia visible. La conservación de estas acumulaciones eólicas se debe a que están fosilizadas por brechas, constituyentes del glacis superior (foto 1). Las arenas presentan una coloración amarillo-parduzca, excelente clasificación (figura 4), estratificación cruzada y presencia de moldes de raíces (foto 2). Estos moldes se generan por raíces de plantas xerófilas denominadas *dikaka* por GLENNIE, K. W. (1970). Los moldes tienen una longitud de hasta varios metros y están constituidos por capas concéntricas de carbonato cálcico, con-



Foto 1

Acumulación eólica fosilizada por sedimentos del glacis superior.



Foto 2

Estratificación cruzada y moldes de raíces en la acumulación eólica.

servándose en el centro, en muchos casos, la raíz (foto 2).

Tanto los niveles de glacis como los de terraza están disecados por la red fluvial en profundas incisiones. En algunos de los barrancos principales aparecen *hombreras* que, en algunos casos, están escalonadas en dos niveles. Estas formas atestiguan antiguos lechos fluviales, en donde se ha encajado linealmente el curso fluvial actual generando niveles escalonados en las vertientes, y otras veces, la erosión remontante no ha progresado lo suficiente, conservándose prácticamente intactos los depósitos de los antiguos lechos fluviales, escalonándose barranco arriba.

En la zona central del glacis superior, la superficie descendente o *bajada* está surcada por una densa red de *vales*, barrancos cortos y sin incisión lineal que no llegan a unirse para formar cursos de agua mayores, que terminan bruscamente. En la actualidad parece ser que no tienen funcionalidad y es posible que sean testimonio de antiguas corrientes superficiales generadoras del remodelado del glacis superior.

En conclusión, tenemos dos niveles de glacis ligados a las terrazas media y superior y por lo tanto sincrónicos con ellas. El glacis inferior se ha remodelado, sin duda, sobre el glacis superior quedando *cerros testigos* del mismo. Corresponden, por lo tanto, a *glacis emboîtées* (DRESCH, J., 1957) y el glacis inferior sería un *glacis de sustitución* (VIERS, G., 1973). Las condiciones que han generado estas superficies de glacis son de tipo climático y estructural.

Las características climáticas más favorables son aquellas que generan arroyadas esporádicas que barren los depósitos gelivados originados por crioclastia en las vertientes de la Sierra del Pobo (fenómenos periglaciares en esta Sierra son citados por PAILHE, P., 1971). Las condiciones periglaciares, o períodos fríos, son las óptimas para la génesis de los glacis en las zonas elevadas del Mediterráneo occidental (MENSUA, S., 1964; DUMAS, B., 1966; TRICART, J., RAYNAL, R. y BESANÇON, J., 1972, etc.). Los glacis estudiados en este trabajo se encuentran entre 1.050 y 1.300 metros; la mayor altura en esta zona de la Sierra del Pobo es de 1.761 metros. Es a partir de estas arroyadas esporádicas y difusas como se originan las superficies de los glacis por procesos de planación lateral. Un cambio de condi-

ciones climáticas convierte los cursos divagantes en incisivos, cesando el desarrollo del glacis y produciéndose el encajamiento de la red sobre los mismos.

Las condiciones estructurales de esta zona son muy favorables a la génesis de los glacis. Los mantos mesozoicos de la Sierra del Pobo están en contacto mecánico con las series miocenas sobre las que se modelaron los glacis, existiendo una fuerte ruptura de pendiente original entre ambas zonas; esta ruptura entre materiales de diferente resistencia a la erosión origina distintos procesos morfogénicos a ambos lados de la falla. El escarpe de falla primitivo ha ido retrocediendo, suavizándose y festoneándose con la formación de golfos o embayments. En la actualidad, la falla está fosilizada en esta zona por los materiales del glacis, que incluso penetra en las series mesozoicas. Estos glacis, desde el punto de vista estructural, se pueden calificar como *glacis frontales* (DRESCH, J., 1957).

5. ANALISIS SEDIMENTOLOGICO.

Se han estudiado cinco muestras correspondientes a los tres niveles de terraza, al nivel superior del glacis y a la acumulación eólica. La situación es la siguiente: Terraza Inferior y Media en la carretera de Alfambra a Escorihuela; la Terraza y el Glacis Superior en el Barranco del Horcajo (2,5 kilómetros al Este de Orrios) en la zona de enlace de la terraza y el glacis; la acumulación eólica unos tres kilómetros al SE de Escorihuela, en un barranco donde se explotan como arenas.

Las estructuras que presentan las terrazas son las típicas de sedimentación fluvial (estratificación cruzada, lentejones, etc.). La estructura de los glacis y acumulación eólicas ya se han indicado en el apartado anterior.

La pasta de las terrazas y glacis es esencialmente calcárea, está en forma de matriz y formando costras que cementan algunos de los clastos más groseros. Las muestras, una vez descalcificadas, proporcionan unos porcentajes en carbonatos entre 35 y 55.

Los porcentajes de las diferentes fracciones nos dan las facies granulométricas para cada una de las

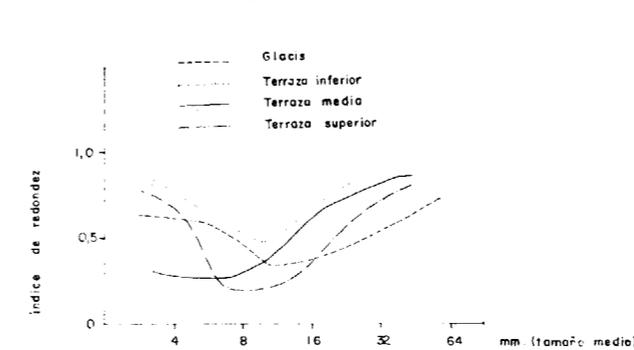
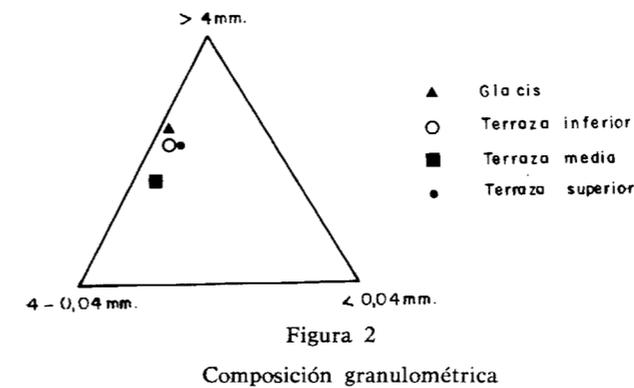


Figura 3
Variación del índice de redondez respecto al tamaño medio de los cantos.

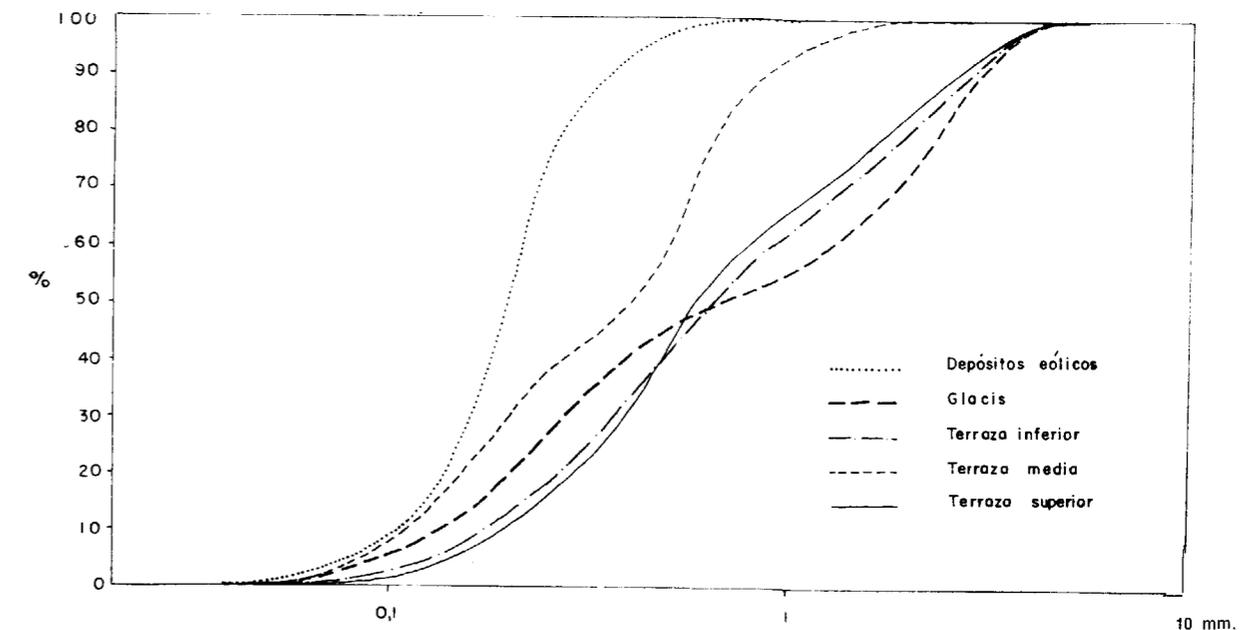


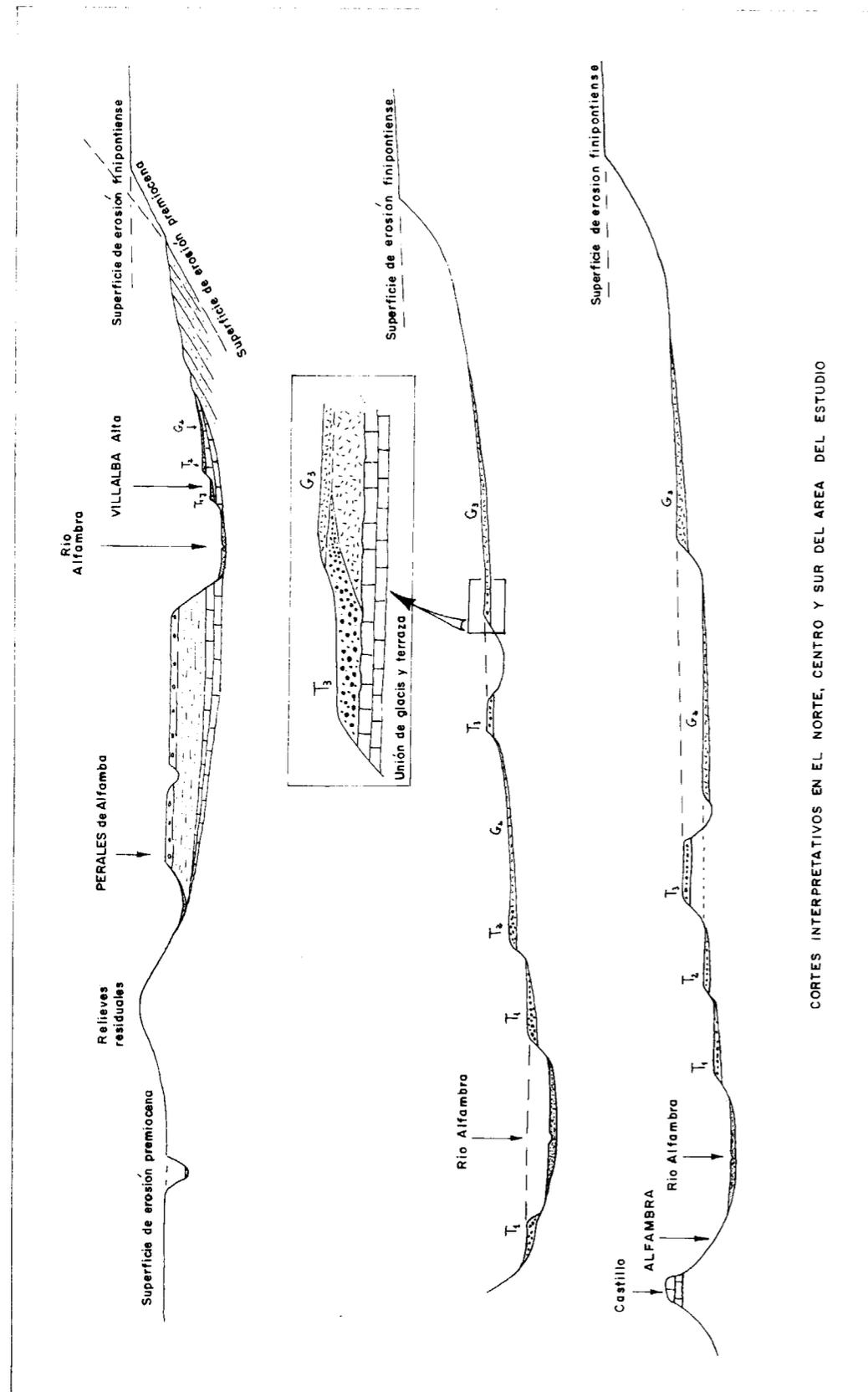
Figura 4
Curvas granulométricas de la fracción comprendida entre 0,04 y 4 mm.

muestras (fig. 2). Nos indica que se trata de gravas arenosas.

Las características de textura de la fracción superior a 4 mm. vienen determinadas en la figura 3. Los altos índices de redondez en las fracciones groseras parecen indicar la poca influencia del transporte en el desgaste de estos tamaños.

Las formas más generales de estos cantos son esféricas y discoidales, calculadas con arreglo a los índices de Zingg.

La figura 4, correspondiente a las curvas de fracción arena de las cinco muestras estudiadas, indica que es mala la clasificación en las terrazas y glacis, mostrando la existencia de varias modas, posiblemente debidas a diferentes procesos de asentamiento de las partículas. Por el contrario, la acumulación eólica presenta una buena clasificación y más del 60 por 100 en peso queda retenida en el tamiz de 0,125 mm. y este tamaño está situado dentro de partículas que se movilizan por saltación o suspensión y corresponde aproximadamente con la dimensión óptima para el transporte (DEMANGEOT, J., 1972). El estudio morfosκόpicó de los sedimentos eólicos señala arenas mates con frecuentes quemaduras debidas a percusión.



6. EVOLUCION GEOMORFOLOGICA.

Con posterioridad a las fases principales de plegamiento de esta región de la Cordillera Ibérica (según numerosos autores en el Oligoceno Superior, ya que afectan a los depósitos del Stampiense de Montalbán), comenzó un importante ciclo erosivo que culminó con la formación de una extensa superficie de erosión, fosilizada por sedimentos del Mioceno en facies de borde aflorante en barrancos con fuerte incisión.

A continuación se generaron grandes depresiones endorreicas alargadas, premonitoras de las fosas posteriores, que fueron rellenándose por depósitos detríticos primeramente y que luego tornaron a evaporíticas, fundamentalmente en facies calcáreas. A la par que se producía el relleno de estas depresiones, los marcos montuosos circundantes sufrieron un intenso proceso erosivo que culminó con la formación de la superficie finipontense s. l., que no llega a ser total, ya que se conservan relieves residuales como el señalado en el mapa geomorfológico, en las cercanías de Perales de Alfambra. Esta superficie de erosión enrasa con la superficie de colmatación de las depresiones, constituidas por la "Formación de calizas de los páramos". Los tramos superiores de estas calizas son de edad Plioceno Inferior (véase GUTIÉRREZ ELORZA, M. y PEÑA MONNE, J. L., 1975) y por lo tanto esta es la edad de la superficie.

Después de generarse esta superficie de colmatación-erosión tuvo lugar una fase de fracturación por distensión que originó, entre otras, la Semifosa de Alfambra-Teruel-Mira (GAUTIER, F., MOISSENET, E. y VIALARD, P., 1972) en la que está la zona de estudio. A la par se produjo el basculamiento de la superficie finipontense que trajo como consecuencia la formación de zonas elevadas y deprimidas que son la base del relieve actual, con los retoques posteriores que luego se describirán. En el área de trabajo, esta fase de fracturación viene manifestada por las características siguientes: en primer lugar, por la presencia de una falla de gravedad de dirección submeridiana (actualmente fosilizada en la zona de estudio por sedimentos posteriores) que pone en contacto los materiales mesozoicos de la Sierra del Pobo con los sedimentos miocenos. En segundo lugar, la superficie de erosión finipontense queda basculada y compartimentada al igual que la superficie de colmatación.

Como consecuencia de la generación de este nuevo contraste de relieve, comienza un ciclo erosivo, posiblemente en clima árido, que viene manifestado por los depósitos plio-villafranquienses de Perales de Alfambra y por el modelado de un extenso glacis, que cubriría la mayor parte de la zona de estudio y que actualmente está relegado al área de Perales, en el presente trabajo. Es un glacis equivalente en edad a los de Gea de Albarracín, La Puebla-Sarrión, etc.

Sobre este relieve plio-villafranquiense constituido por las zonas elevadas de la Sierra del Pobo y por extensos glacis a su pie, comienzan a actuar los procesos morfogenéticos cuaternarios. Estos procesos, en función de los cambios climáticos del Pleistoceno, se manifiestan, en las zonas elevadas y en períodos fríos, por la acción de la crioclastia. Los sedimentos gelivados originados por estos procesos son arrastrados hacia las partes bajas en donde se elaboran glacis que enlazan con niveles de terrazas (foto 3) del río Alfambra. El modelado de estos gla-



Foto 3

Glacis-terrazas inferior y superior, curso del río Alfambra y al fondo, la superficie finipontense. Desde el escarpe del glacis plio-villafranquiense de Perales.

cis cuaternarios posiblemente se efectúe en parte sobre los sedimentos del glacis plio-villafranquiense.

Debido al progresivo encajamiento de la red fluvial sobre la superficie de erosión-colmatación finipontense, ésta queda completamente disecada. Allí donde la caliza del páramo ha desaparecido por los procesos erosivos, afloran las series inferiores de arcillas y arenas que se modelan en cárcavas y,

6. EVOLUCION GEOMORFOLOGICA.

Con posterioridad a las fases principales de plegamiento de esta región de la Cordillera Ibérica (según numerosos autores en el Oligoceno Superior, ya que afectan a los depósitos del Stampiense de Montalbán), comenzó un importante ciclo erosivo que culminó con la formación de una extensa superficie de erosión, fosilizada por sedimentos del Mioceno en facies de borde aflorante en barrancos con fuerte incisión.

A continuación se generaron grandes depresiones endorreicas alargadas, premonitoras de las fosas posteriores, que fueron rellenándose por depósitos detríticos primeramente y que luego tornaron a evaporíticas, fundamentalmente en facies calcáreas. A la par que se producía el relleno de estas depresiones, los marcos montuosos circundantes sufrieron un intenso proceso erosivo que culminó con la formación de la superficie finipontiense s. l., que no llega a ser total, ya que se conservan relieves residuales como el señalado en el mapa geomorfológico, en las cercanías de Perales de Alfambra. Esta superficie de erosión enrasa con la superficie de colmatación de las depresiones, constituidas por la "Formación de calizas de los páramos". Los tramos superiores de estas calizas son de edad Plioceno Inferior (véase GUTIÉRREZ ELORZA, M. y PEÑA MONNE, J. L., 1975) y por lo tanto esta es la edad de la superficie.

Después de generarse esta superficie de colmatación-erosión tuvo lugar una fase de fracturación por distensión que originó, entre otras, la Semifosa de Alfambra-Teruel-Mira (GAUTIER, F., MOISSENET, E. y VIALARD, P., 1972) en la que está la zona de estudio. A la par se produjo el basculamiento de la superficie finipontiense que trajo como consecuencia la formación de zonas elevadas y deprimidas que son la base del relieve actual, con los retoques posteriores que luego se describirán. En el área de trabajo, esta fase de fracturación viene manifestada por las características siguientes: en primer lugar, por la presencia de una falla de gravedad de dirección submeridiana (actualmente fosilizada en la zona de estudio por sedimentos posteriores) que pone en contacto los materiales mesozoicos de la Sierra del Pobo con los sedimentos miocenos. En segundo lugar, la superficie de erosión finipontiense queda basculada y compartimentada al igual que la superficie de colmatación.

Como consecuencia de la generación de este nuevo contraste de relieve, comienza un ciclo erosivo, posiblemente en clima árido, que viene manifestado por los depósitos plio-villafranquienses de Perales de Alfambra y por el modelado de un extenso glacis, que cubriría la mayor parte de la zona de estudio y que actualmente está relegado al área de Perales, en el presente trabajo. Es un glacis equivalente en edad a los de Gea de Albarracín, La Puebla-Sarrión, etc.

Sobre este relieve plio-villafranquiense constituido por las zonas elevadas de la Sierra del Pobo y por extensos glacis a su pie, comienzan a actuar los procesos morfogenéticos cuaternarios. Estos procesos, en función de los cambios climáticos del Pleistoceno, se manifiestan, en las zonas elevadas y en períodos fríos, por la acción de la crioclastia. Los sedimentos gelivados originados por estos procesos son arrastrados hacia las partes bajas en donde se elaboran glacis que enlazan con niveles de terrazas (foto 3) del río Alfambra. El modelado de estos gla-



Foto 3

Glacis-terrazas inferior y superior, curso del río Alfambra y al fondo, la superficie finipontiense. Desde el escarpe del glacis plio-villafranquiense de Perales.

cis cuaternarios posiblemente se efectúe en parte sobre los sedimentos del glacis plio-villafranquiense.

Debido al progresivo encajamiento de la red fluvial sobre la superficie de erosión-colmatación finipontiense, ésta queda completamente disecada. Allí donde la caliza del páramo ha desaparecido por los procesos erosivos, afloran las series inferiores de arcillas y arenas que se modelan en cárcavas y,

a veces, las vertientes se regulan por fenómenos de soliflucción. Por el contrario, donde persiste la caliza del páramo, forma plataformas estructurales.

Agradecemos a Jesús Aguado la ayuda recibida en la interpretación y observaciones del estudio sedimentológico.

BIBLIOGRAFIA

- BIROT, P. y DRESCH, J.: *Pédiments et glacis dans l'Ouest des Etats-Unis*. "Ann. de Géographie", núm. 411, páginas 513-552 (1966).
- DEMANGEOT, J.: *Les milieux naturels desertiques*. C. D. U., 300 pp. París (1972).
- DRESCH, J.: *Pédiments et glacis d'érosion, pédiplains et inselbergs*. "L'Inform. Geogr.", núm. 5, pp. 183-196. París (1957).
- DUMAS, B.: *Les mécanismes d'élaboration des glacis d'après l'exemple du centre du Levant espagnol*. "C. R. Acad. Sc. París", t. 262, pp. 20-23. París (1966).
- DUMAS, B.: *Place et signification des glacis dans le Quaternaire*. "Bull. Ass. Française pour l'étude du Quaternaire", 3, pp. 223-244 (1967).
- DUMAS, B.: *Glacis et côutres calcaires dans le Levant espagnol*. "Bull. Ass. Geogr. Française", núm. 375-376, pp. 550-561 (1969).
- DUMAS, B.: *The origin of glacis* (Ed. M. Pecs: Problems of relief planation. Akadémiai Kiadó. Budapest (1970)).
- ÉSTERAS, M. y AGUIRRE, E.: *Paralephas trogontherii, Pohlig en una terraza media de Teruel*. "Rev. Teruel", núm. 32, pp. 235-244. Teruel (1964).
- GAUTIER, F., MOISSENET, E. y VIALARD, P.: *Contribution a l'étude stratigraphique et tectonique du fossé néogène de Teruel (Chaînes Ibériques, Espagne)*. "Bull. Mus. Hist. Naturelle", núm. 77, Sciences de la Terre, 16, pp. 179-208, 5 láminas, 7 figuras. París (1972).
- GLENNIE, K. W.: *Desert sedimentary environments*. Ed. Elsevier, 222 pp. Amsterdam (1970).
- GUTIÉRREZ ELORZA, M. y PEÑA MONNE, J. L.: *Karst y periglaciario en la Sierra de Javalambre (provincia de Teruel)*. "Bol. Geol. y Min.", t. LXXXVI-VI, pp. 561-572. Madrid (1975).
- MENSUA, S.: *Sobre la génesis de los glacis del Valle del Ebro y su posterior evolución morfológica*. Aport. Española al XX Congr. Geogr. Internacional, pp. 191-195. Reino Unido (1964).
- MENSUA, S. e IBÁÑEZ, M. J.: *Alveolos en la Depresión del Ebro*. "Cuadernos Invest. Geogr. e Hist.", t. I, núm. 2, pp. 3-13. Colegio Universitario de Logroño (1975).
- MICHAUX, J.: *Arvicolinae (Rodentia) du Pliocène terminal et du Quaternaire ancien de France et d'Espagne*. "Palaeovertebrata", vol. 4, pp. 137-213. Montpellier (1971).
- MOISSENET, E. ADROVER, R. y AGUIRRE, E.: *Fosa de Teruel*. Col. Inter. sobre Bioestratigrafía continental del Neógeno Sup. y Cuaternario Inf. C. S. I. C., pp. 51-68. Madrid (1974).
- PAILHÉ, P.: *Caractères morphologiques de la dépression d'El Pobo (Monts celtibériques orientaux)*. Rev. Geogr. des Pyrénées et du Sud-Ouest", t. 42, fasc. 1, pp. 71-82. Toulouse (1971).
- SOLÉ SABARIS, L.: *Las rampas o glacis de erosión de la Península Ibérica*. Aport. Española al XX Congr. Geogr. Internacional, pp. 13-18. Reino Unido (1964).
- TRICART, J.: *Le modelé des régions sèches*. S. E. D. E. S., 472 pp. París (1969).
- TRICART, J., RAYNAL, R. y BESANÇON, J.: *Cônes rocheux, pédiments, glacis*. "Ann. de Géographie", núm. 443, pp. 1-24 (1972).
- VIERS, G.: *Elements de Geomorphologie*. F. Nathan. París (Trad. española de Ll. Casassas, ed. Oikos-tau, 320 pp. Barcelona (1973)).
- VILLALÓN, C., TRIGUEROS, E. y NAVARRO, A.: *Mapa Geológico de España, escala 1:50.000, hoja núm. 542 — Alfambra—*. IGME. Madrid (1959).

Recibido: Septiembre 1976.

Rasgos estratigráficos y tectónicos de la cuenca del río Besaya, entre Reinosa y los Corrales de Buelna (prov. de Santander).

Por J. GARCIA MONDEJAR (*) y V. PUJALTE (*)

RESUMEN

Reconocimientos y cartografía geológica en la cuenca del río Besaya (provincia de Santander), han mostrado la existencia de complejas relaciones estratigráficas y tectónicas en los materiales allí presentes. Estas relaciones son de gran importancia para la comprensión paleogeográfica regional (en el Cretácico inferior) y habían pasado, hasta ahora, casi desapercibidas.

En el área estudiada aflora una potente serie sedimentaria, de 6.000 metros de espesor, de edad Carbonífero-Cretácico inferior (inclusivos). Los materiales del Jurásico superior y Cretácico inferior, que quedaban agrupados en trabajos de otros autores en un conjunto único (de "facies Weald" o "Wealdico"), son subdivididos aquí en seis formaciones diferentes. Se ha puesto de manifiesto la presencia de tres discordancias importantes dentro de los materiales del Cretácico inferior.

Tectónicamente, destaca la presencia de dos sistemas de deformación, subparalelas a las direcciones N-S y E-W. Su preformación ocurrió durante el Cretácico inferior, ejerciendo una influencia importante en la acumulación de los depósitos sedimentarios de esa edad. Existen además deformaciones en otras direcciones (posteriores al parecer a las de directriz N-S y E-W), sin incidencia manifiesta en la sedimentación cretácica.

ABSTRACT

Field mapping and geological survey in the watershed of the Besaya river (province of Santander, northern Spain), have shown the existence of complex stratigraphic and tectonic relations among outcropping beds. These relations are of great importance for the paleogeographic comprehension of the region (during the Lower Cretaceous), and they were so far largely unnoticed.

In the studied area, outcropping beds comprise a 6.000 m. thick sequence of sediments, ranging in age from the Carboniferous up to the top of the Lower Cretaceous. Upper Jurassic and Lower Cretaceous rocks, that in other authors' works were grouped in a single unit ("Weald facies" or "Wealdico"), are subdivided in this paper in six different Formations. The occurrence of three important angular unconformities within the Lower Cretaceous sediments have been noticed and documented here the first time.

The most outstanding tectonic feature in the area is the coexistence of two deformational trendings, respectively subparallel to the N-S and E-W directions. Structures with these trendings were preformed during the Lower Cretaceous (towards the Aptian), having an important influence in the accumulation of contemporaneous sedimentary deposits. There are also deformations with other orientations (seemingly postdating the ones with N-S and E-W trendings), that have not influenced the Lower Cretaceous sedimentation.

INTRODUCCION

En la parte central de la provincia de Santander, dos macizos permotriásicos, la Sierra de Santa María (1.288 m.), y el Alto del Cueto (642 m.), se alinean en una franja de dirección aproximada N-S.

(*) Departamento de Geología. Facultad de Ciencias, Ap. 644, Bilbao.

Dicha franja está flanqueada por regiones en las que afloran materiales mesozoicos suavemente plegados.

La existencia de estos macizos permotriásicos ha sido advertida desde antiguo, pero, aparte de su presencia, no ha trascendido de ninguna otra forma el hecho. Así, en determinados esquemas cartográficos de la región, el Permotriásico se dibuja aflorando

en el núcleo de un abombamiento anticlinal de dirección N-S (MANGIN y RAT, 1962; varios autores, 1973). En otros mapas geológicos dicho anticlinal N-S queda limitado al Este con una falla (varios autores, 1956, 1971: CIRY et al., 1967; varios autores, 1968). En ningún caso se supone que esta estructura haya podido tener trascendencia en lo que concierne a la paleogeografía de la región.

Estudiando la sucesión del Complejo Urganiano (Aptiense-Albiense inferior) en la zona del Puerto de las Estacas-Puerto de Lunada (unos 20 kilóme-

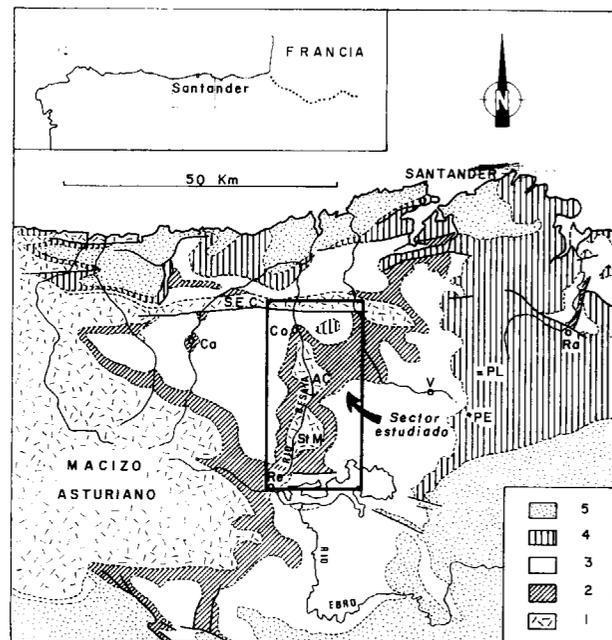


Figura 1

Localización y encuadre geológico de la zona estudiada. (Mapa geológico modificado de P. Rat, 1962)

1. Carbonífero y Triásico.—2. Jurásico (marino).—3. Jurásico superior - Cretácico inferior (no marino: Complejo Purbeck-Weald).—4. Aptiense y Albiense (Complejos Urganiano y Supraurgoniano).—5. Cretácico superior y Terciario

S.E.C., Sierra del Escudo de Cabuérniga; AC, Alto del Cueto; St. M., Sierra de Santa María. Ca, Cabuérniga. CO, Los Corrales de Buena; Ra, Ramales; Re, Reinoso; V, Vega de Pas. PL, Puerto de Lunada; PE, Puerto de las Estacas

tros al Este de la franja que nos ocupa), J. GARCÍA MONDEJAR (1973), interpretaba una de sus formaciones detríticas inferiores, las "areniscas del Puerto de las Estacas", como depósitos correlativos de una falla situada aproximadamente en la termina-

ción E de los afloramientos permotriásicos en cuestión.

Para verificar esta hipótesis, y como parte del área de las tesis doctorales, hemos efectuado reconocimientos y cartografía geológica, en una franja paralela al río Besaya. La región, de unos 700 kilómetros cuadrados, se describe en el presente artículo.

Los datos obtenidos nos obligan a considerar esta franja como una zona con importantes fracturas (cuya edad comentaremos) del basamento paleozoico y triásico. El desarrollo de las fracturas fue máximo durante el Cretácico inferior (hacia el Aptiense), si bien han vuelto a actuar en épocas posteriores. Los buzamientos que presentan los materiales mesozoicos ubicados en la franja son mucho más acentuados que los medidos en materiales de igual edad en áreas colindantes. Creemos que son consecuencia de un comportamiento diferente de la cobertera y el basamento ante las mismas deformaciones. Mientras este último se falla, la cobertera se acomoda disarmonicamente con aparición de flexuras y monoclinales.

Como novedades estratigráficas importantes, se señala la existencia en el área de un gran volumen de sedimentos pertenecientes al Complejo Urganiano, y también, la de algunos afloramientos de areniscas que, probablemente, se corresponden con los del Complejo Supraurgoniano de áreas más orientales.

SUCESION ESTRATIGRAFICA

El establecimiento de la estratigrafía detallada de la región queda fuera de los objetivos de este trabajo. La sucesión que describimos a continuación pretende dar una idea de los rasgos más destacados de las unidades distinguidas en cartografía, sin considerar en detalle las variaciones o peculiaridades locales de las diversas formaciones.

De más antiguo a más moderno, los materiales que afloran son:

1. Caliza de Montaña.

Los materiales englobados en esta denominación aparecen exclusivamente en el Norte de la zona estudiada, en la Sierra del Escudo de Cabuérniga. Son principalmente calizas masivas de colores gris y crema claros. Se presentan recristalizadas, y en frac-



tura despiden un olor fétido. No aflora el muro, lo que impide conocer su espesor total. La potencia mínima estimada es de 800 metros.

Se admite generalmente que la Caliza de Montaña es de edad Namuriense, ya que en el Macizo Asturiano reposa sobre la "caliza griotte", Viseense. (Varios autores, 1971; JULIVERT et al., 1971). Unas pizarras carbonosas intercaladas en algunos puntos entre la Caliza de Montaña y las formaciones rojas suprayacentes, podrían atribuirse al Estefaniense.

2. Formaciones detríticas rojas del Pérmico y Triásico.

Denominamos así a la potente serie detrítica roja que descansa, en neta discordancia, sobre la Caliza de Montaña.

La parte inferior de estas formaciones la constituyen gruesos conglomerados silíceos. La mayor parte de la serie está formada por areniscas en bancos potentes, que constituyen el armazón de la Sierra de Santa María, Alto del Cueto y Sierra del Escudo de Cabuérniga. Hacia arriba en la serie, las lutitas rojas se hacen predominantes. Por lo general la serie roja culmina con unos niveles poco potentes (menos de 100 m.) de arcillas plásticas rojas y verdes, con evaporitas y ofitas en algunos puntos. En las cercanías de Reinoso, sin embargo, los niveles de arcillas varioladas aparecen muy desarrollados, y además contienen intercalaciones de calizas tableadas negras. En total, la potencia de las formaciones rojas, varía entre 600 y 800 metros.

No hemos encontrado fósiles en esta serie. Por sus facies y posición estratigráfica parece probable que represente, al menos parcialmente, al Pérmico y al Triás.

3. Formaciones carbonatadas marinas del Jurásico.

Con este nombre designamos a la potente sucesión calcárea que sucede a la serie detrítica roja del Pérmico y Triás.

Los detalles del contacto entre ambas series eran poco conocidos. En ciertos cortes hemos observado que las dolomías basales jurásicas se apoyan sobre arcillas varioladas con evaporitas, mientras que en otros lo hacen sobre areniscas en bancos potentes, más antiguas. Una discordancia entre ambos conjuntos litológicos parece por tanto probable.

Las calizas negras intercaladas en las arcillas varioladas próximas a Reinoso se ven truncadas, en varios puntos, bajo las capas basales del Jurásico, dan-

do la apariencia de una discordancia angular. Tal disposición debe ser interpretada con cautela: podría haberse originado por la erosión subsiguiente a una etapa de plegamiento, previa a la sedimentación de las calizas jurásicas. Pero, también podría haberse originado por fenómenos de comportamiento disarmonico entre la serie detrítica roja y la serie carbonatada jurásica, durante plegamientos posteriores.

La estratigrafía de la sucesión marina jurásica es bien conocida, sobre todo por los estudios de H. DAHM (1966). Este autor ha descrito con detalle varios cortes completos de la serie, uno de ellos al N de Reinoso, y ha establecido su zonación con ammonites.

La sucesión está constituida en su parte inferior por carnioles, dolomías y calizas masivas. Sobre ellas se encuentran margas grises azuladas. En la parte alta, las calizas arcillosas en capas delgadas alternan con margas grises. Los niveles basales son azoicos, pero en el resto de la sucesión se encuentra una fauna de Ammonites, Belemnites, Lamelibranquios y Braquiópodos, relativamente abundante. La potencia de la serie, muy similar en toda la zona, es de unos 900 m. H. DAHM (op. cit.) asigna a la sucesión una edad Retiense-Calloviense inferior, señalando que existen unos pequeños hiatos en el Lías superior. En su trabajo quedan datados los pisos Sinemuriense, Pliensbaquiense, Toarciense, Bajociense y Batoniense, culminando la serie en la zona *macrocephalus* del Calloviense.

4. Formación de Cabuérniga.

Las características de los materiales de esta Formación (PUJALTE, 1974, b), varían significativamente de los que constituyen la serie marina jurásica, a los cuales se superponen estratigráficamente. La Formación consta de tres tramos bien diferenciados, que de más antiguo a más moderno son:

a) *Conglomerado basal*.—Formado por unos niveles ciclotemáticos de conglomerados, areniscas, margas y arcillas. Los conglomerados son la litología más característica y, según los puntos, están formados por cantos silíceos o calcáreos. El contacto con los materiales marinos jurásicos es invariablemente brusco e irregular, pero sin que se observe discordancia angular.

b) *Capas de Ostrácodos*.—Consisten en una alternancia de calizas, margas, arcillas grises y areniscas. Los niveles areniscosos son más frecuentes en las

zonas situadas más al Oeste. El tramo contiene fósiles en abundancia, principalmente Gasterópodos, Ostrácodos y Characeas.

c) *Capas de Briozoos*.—Lo forman calizas, calizas arenosas, areniscas y niveles lutíticos. Contienen una abundante fauna marina de Briozoos, Crinoides, Espongiarios, Gasterópodos y Lamelibranquios. Existen también algunos niveles de lumaquelas de Ostreidos.

La potencia máxima estimada de la Formación de Cabuerniga es de 750 m. Con toda seguridad esta Formación representa el Jurásico terminal y Cretácico basal, si bien la edad precisa de sus diferentes tramos es aún objeto de discusiones (PUJALTE, op. cit.).

5. *Grupo Pas*.

Está formado por una potente sucesión detrítica que descansa en discordancia angular sobre los materiales infrayacentes, en unos casos la Formación de Cabuerniga, y en otros las formaciones carbonatadas marinas del Jurásico (PUJALTE, 1974, b).

El Grupo Pas se divide en tres Formaciones, que en orden estratigráfico ascendente son:

a) *Formación de Bárcena Mayor* (50-350 m.), constituida principalmente por areniscas cuarzosas microconglomeráticas, con estratificación cruzada.

b) *Formación de Vega de Pas* (1.000 m.), subdividida en dos miembros. El inferior, *Capas de Vivíparus* (350 m.), es el único tramo fosilífero del Grupo Pas. Lo forman arcillas negras con grietas de desecación y areniscas de grano fino con ripples simétricos. El superior, *Capas Rojas* (650 m.), incluye lutitas rojas y en menor proporción, areniscas.

c) *Formación del río Yera* (550 m.), que consta de areniscas con estratificación cruzada como litología predominante.

La edad probable del Grupo Pas, a juzgar por la de los materiales que lo encajan, es Valanginiense superior-Barremiense.

La sucesión descrita sólo se presenta completa en su corte tipo, en Vega de Pas (PUJALTE, 1974 a). En el área objeto del presente artículo falta la Formación del río Yera, y una apreciable parte de la Formación de Vega de Pas.

6. *Complejo Urganiano*.

Siguiendo a P. RAT (1959), denominamos como "Complejo Urganiano" a la unidad litoestratigráfica caracterizada por poseer intercalaciones de calizas con "facies urgoniana". Las calizas con esta facies generalmente son masivas, tienen pocos elementos terrígenos, se presentan comúnmente recristalizadas, y poseen Rudistas como fósiles más característicos. La edad de este Complejo es Aptiense-Albiense inferior.

El Complejo Urganiano de la zona estudiada se puede subdividir en dos unidades, que denominaremos *Formación de Silió*, la inferior y *Formación de Calizas de Tarriba*, la superior.

La delimitación de estas unidades, sus relaciones mutuas, y la mayoría de sus afloramientos, aparecen aquí por vez primera, siendo todo ello de una gran importancia para la comprensión de la historia tectono-sedimentaria de la región.

La Formación de Silió descansa discordantemente sobre las Capas Rojas de la Formación de Vega de Pas; a escala de afloramiento, la discordancia sólo es visible en el arroyo de Fuente Rabia, próximo a Silió. A escala cartográfica se refleja en la disminución de potencia —como resultado de erosión— de la Formación de Vega de Pas infrayacente. El límite superior de la Formación de Silió es también una superficie de discordancia, muy neta en casi todos los afloramientos.

La potencia máxima de la Formación se presenta en el arroyo de Fuente Rabia, al E de Silió donde se ha medido 1.350 m. En este corte predominan las areniscas, existiendo en proporción inferior, lutitas y calizas.

Los rasgos más característicos de las areniscas son estratificación cruzada de surco, laminaciones paralelas, presencia de lignito, etc., ofreciendo en conjunto un carácter claramente continental.

Las calizas se presentan en barras de 10 a 20 m. de potencia, intercaladas a lo largo de toda la serie. Su facies es la "urgoniana" típica, ya descrita, siendo de destacar la presencia en algunas barras de grandes cantidades de ostreas (localmente lumaquelas).

Los afloramientos de la Formación de Silió situados más al Norte no muestran la elevada proporción de areniscas que se encuentra en la subárea de Silió; la potencia en ellos es más reducida y predominan las calizas.

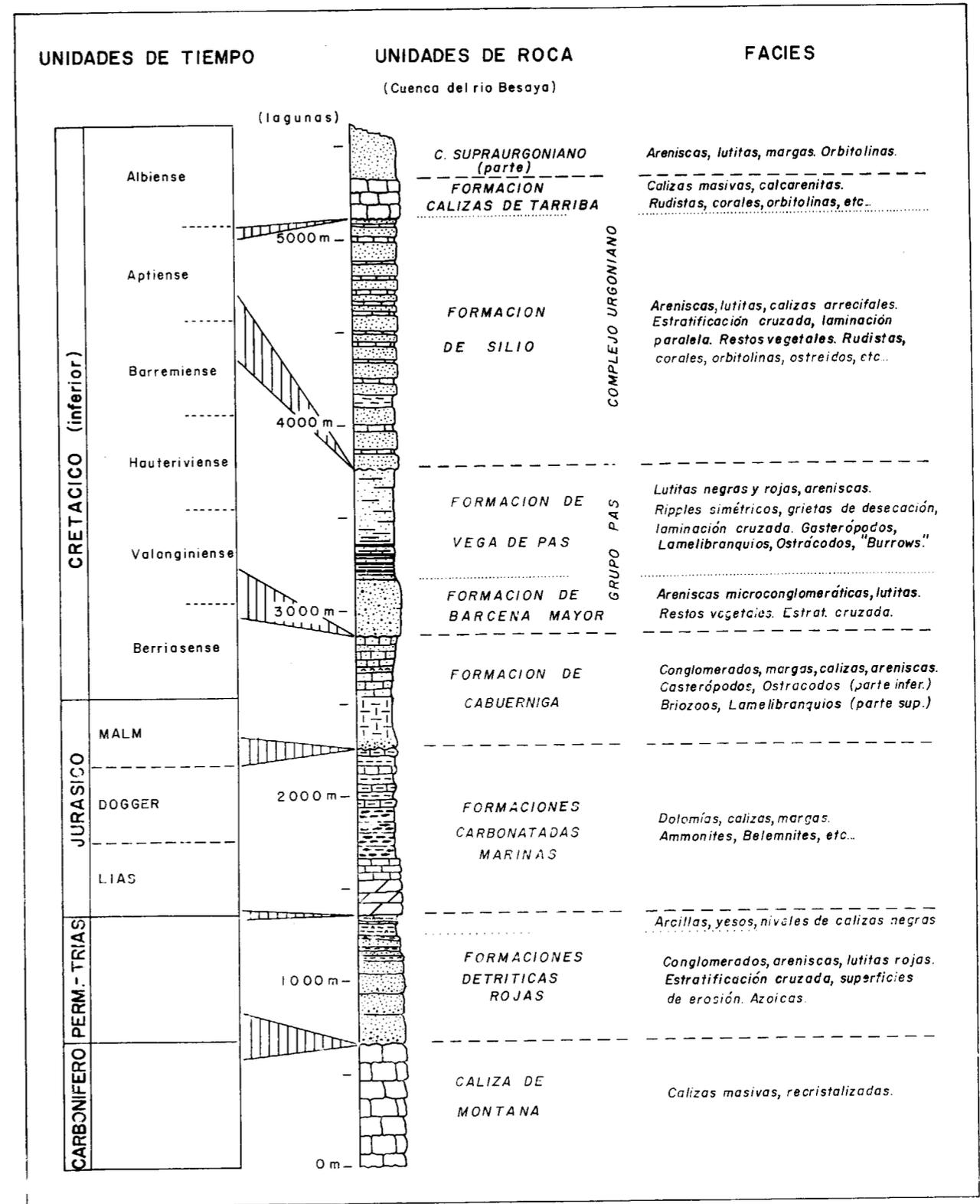


Figura 2

Columna estratigráfica compuesta (máximas potencias) de la zona del río Besaya. Explicación en el texto. Los espacios asignados a las unidades de tiempo en el esquema no guardan ninguna relación

Por el momento no se ha efectuado el estudio paleontológico preciso para datar la Formación; los datos regionales permiten asignarle una edad Aptiense, muy probablemente, medio-superior.

La Formación Calizas de Tarriba descansa en discordancia sobre las formaciones más antiguas (incluso sobre las marinas del Jurásico, al Norte de Villasuso). Su potencia máxima (240 m.), se ha medido en el afloramiento situado al E de los Corrales de Buelna, cerca de Tarriba. La sucesión estratigráfica se puede resumir así: margas, margocalizas y calcarenitas arenosas en la parte inferior, sucedidas por calcarenitas arenosas con calizas masivas que forman el grueso de la unidad.

Por datos estratigráficos regionales creemos que la edad de la Formación Calizas de Tarriba es Albiense inferior, y quizá en parte Aptiense final.

7. Complejo Supraurgoniano.

Coronando a la Formación de Tarriba se encuentran unas areniscas con margas arenosas intercaladas. Información de áreas próximas nos hacen atribuir estas areniscas al *Complejo Supraurgoniano* de P. RAT (1959). La máxima potencia preservada de este Complejo es de 400 m.

La sucesión estratigráfica descrita (figura 2) presenta notables lagunas que representan en unos casos, períodos erosivos que siguieron a movimientos tectónicos, y en otros, cambios importantes en el régimen de sedimentación.

Las interrupciones sedimentarias marcadas por el carácter discordante de la base de las Formaciones de Silió y Tarriba son las que interesa resaltar aquí. Tales interrupciones tienen carácter local, ya que en los Puertos de Estacas y Lunada, 20 kilómetros al Oeste de la franja del Besaya, las sucesiones del Grupo Pas y del Complejo Urganiano parecen razonablemente continuas, sin signos de lagunas sedimentarias de importancia.

La magnitud de la erosión en la laguna que existe bajo la Formación Calizas de Tarriba es, desde luego, notable y excepcional. Por comparación con las series de Estacas y Lunada, puede estimarse en unos 3.000 m. el espesor de sedimentos que falta en los puntos en que esta Formación descansa sobre la de Bárcena Mayor, y en casi 4.000 m. donde lo hace sobre las formaciones marinas del jurásico.

Es obligado resaltar la enorme potencia de la

columna estratigráfica y la preponderancia de niveles competentes sobre incompetentes. Sin duda, esta peculiaridad ha influido decisivamente en la configuración tectónica de esta zona y de las vecinas.

RASGOS TECTONICOS

El esquema estructural y los cortes (figs. 3 y 4) ilustran la configuración tectónica de la región. Conviene resaltar que la relativa complejidad estructural de la franja del Besaya destaca como un rasgo singular en el contexto regional. En efecto, tanto al Este como al Oeste, se encuentran exclusivamente pliegues de gran radio y fallas de distensión de pequeños saltos. Dicha situación sugiere, por sí sola, que las estructuras de la franja del Besaya responden a fenómenos tectónicos muy localizados.

Las estructuras principales son:

1. Fallas.

La mayor parte de ellas pueden agruparse en dos sistemas de direcciones que, con alguna dispersión, corresponden a N-S y E-W, aunque también existen varias direcciones oblicuas a las anteriores.

Las fallas de dirección N-S, más importantes son las de Alsa-Silió, Monte Redondo y Villasuso. La primera de ellas coincide "grosso modo", con la señalada en algunas cartografías (por ejemplo. Varios autores, 1956); las de Monte Redondo y Villasuso habían pasado desapercibidas hasta ahora. El salto de estas fallas, estimado por los términos puestos en contacto, es de 2.500-3.000 m. para la de Alsa-Silió; alrededor de 2.500 m. para la de Monte Redondo en el sinclinal de Barriopalacio; y de unos 1.500 m. para la de Villasuso.

En ningún punto hemos observado el espejo de falla, por lo que no se tienen datos directos sobre su geometría. Sin embargo, el trazado rectilíneo de la falla de Monte Redondo requiere una superficie de falla prácticamente vertical. El trazado de la falla de Alsa-Silió, más sinuoso, sugiere una superficie inclinada hacia el W, que corresponde a una falla inversa. Entre estas dos fallas queda delimitada una fosa de historia compleja, en la que se han preservado el mayor volumen de sedimentos urgonianos y supraurgonianos.

Las fallas que limitan por el Sur la Sierra del Escudo de Cabuérniga son las más importantes en-

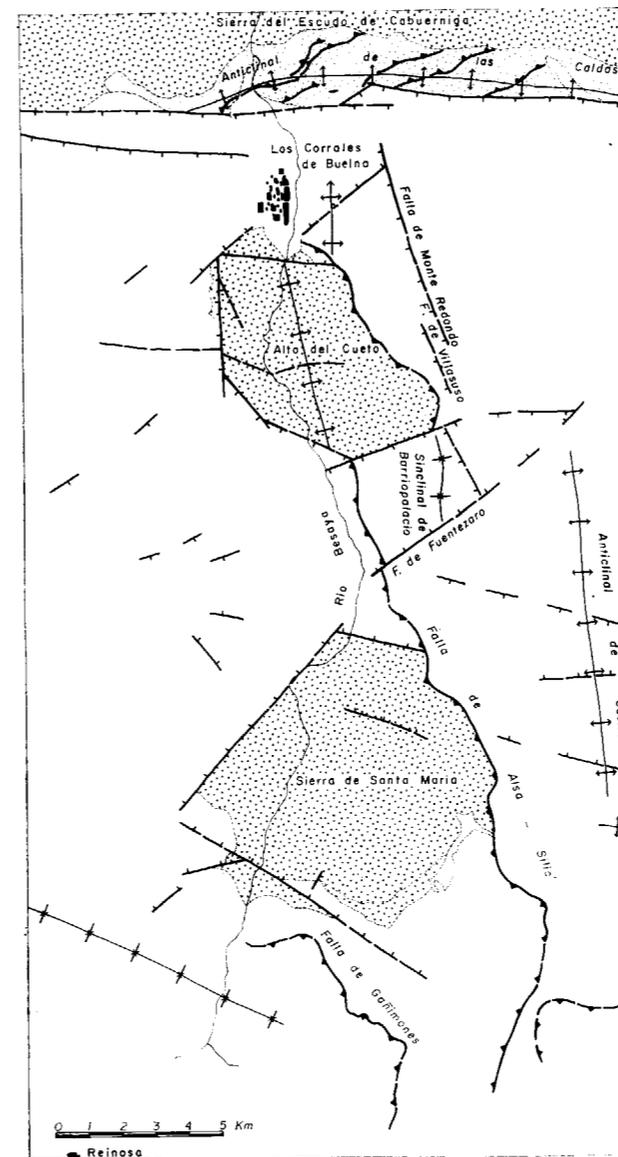


Figura 3

Esquema estructural de la zona del río Besaya. Punteado fino, Caliza de Montaña. Punteado grueso, Formaciones detríticas rojas

tre las de directriz E-W. Su salto aparente, también deducido por los niveles estratigráficos puestos en contacto, es de gran envergadura, superior a 3.000 metros en algunos puntos, y siempre mayor de 2.000 m. El trazado rectilíneo de estas fallas indica que tienen planos subverticales, lo que ha podido ser constatado en varios puntos de su trazado (por ejemplo, en el pequeño alto de la carretera entre Puente Viesgo y Los Corrales). Pertenecen tam-

bién a este sistema E-W las fallas que limitan por N y por S al Macizo del Alto del Cueto.

De entre las fallas que no se ajustan a las directrices N-S o E-W, la más importante es la de Fuentezaro, que corta a los sistemas anteriores según una diagonal SW-NE.

El panorama de fracturas se completa con la falla inversa de Gañimones, situada en la parte S de la franja cartografiada (1).

2. Pliegues.

Los pliegues de la franja estudiada se distribuyen en dos sistemas de directrices subparalelas a las de las fallas.

El pliegue E-W de mayor envergadura es el anticlinal de las Caldas, del que sólo se conserva su flanco Norte, al estar limitado por el Sur por las fallas E-W ya citadas. Unos pocos kilómetros al Este de la zona representada en el mapa aparece también su flanco Sur.

Entre los pliegues N-S los más prominentes son el sinclinal de Barriopalacio y el anticlinal suave de Castrucos. El sinclinal de Barriopalacio se encuentra encajado entre las fallas de Alsa-Silió y Monte Redondo (fig. 3, anexo 1). Es una estructura relativamente apretada, ya que sus flancos buzan 45° por término medio.

El anticlinal de Castrucos presenta el flanco W muy inclinado, entre 45° y 90°. El buzamiento del flanco Este es mucho más suave, entre 10-15°. Se trata, por tanto, de una estructura fuertemente asimétrica. Es importante resaltar el hecho de que en la subárea ocupada por el anticlinal de Castrucos, la falla de Monte Redondo no ha sido localizada. Dada la dirección de la falla, su eventual prolongación hasta el S pasaría por el flanco W de dicho anticlinal.

Los macizos del Alto del Cueto y Sierra de Santa María afloran también a favor de un abombamiento anticlinal N-S; pero el eje de este anticlinal presenta unas ensilladuras jalonadas por fallas, tan acentuadas, que estos macizos permotriásicos adoptan la disposición de "domos" cuyos ejes principales presentan direcciones N-S y E-W.

(1) Las fallas inversas cartografiadas sobre la Caliza de Montaña y fosilizadas por las formaciones detríticas rojas no son comentadas ya que pertenecen a otro ciclo orogénico.

CAUSA DE LAS DEFORMACIONES

CRONOLOGIA DE LAS DEFORMACIONES TECTONICAS

1. Estructuras E-W.

Las fallas Sur de la Sierra del Escudo de Cabuérniga son prolongación de un sistema de fracturas E-W bien desarrollado en Asturias, donde, entre otros autores, ha sido descrito por M. JULIVERT et al. (1971). Estas fracturas tienen una larga historia geológica ligada a accidentes del zócalo. M. JULIVERT et al. (op. cit.) señalan que sus espejos de falla son superficies de corrimiento hercínicas verticalizadas, que durante el mesozoico han actuado como fallas inversas de vergencia Sur.

Nuestras observaciones concuerdan con las arriba expuestas en lo que concierne a la existencia de esfuerzos de compresión N-S de edad mesozoica. Prueban dichos esfuerzos los pliegues E-W.

Pero no todas las estructuras E-W se deben a esfuerzos de compresión, ya que existen algunas fallas que reflejan esfuerzos distensivos. Cabe suponer que algunas fallas de primitivo carácter inverso han podido actuar después como normales. Tal pudiera ser el caso de las fallas Sur del Escudo de Cabuérniga y de la que limita por el N al Alto del Cueto.

2. Estructuras N-S.

Ya hemos indicado que las fallas más importantes con esa directriz son las de Alsa-Silió y la de Monte Redondo. Sus grandes saltos sugieren fallas de zócalo, con la subsiguiente adaptación o fracturación de la cobertera.

Por ejemplo, la fuerte inclinación del flanco W del anticlinal de Castrucos, se explica mejor admitiendo que ha existido una acomodación de las capas cretácicas a fallas existentes en niveles estructurales más profundos. La falla de Monte Redondo representaría una zona donde el accidente del basamento ha inducido una falla en los materiales mesozoicos de cobertera.

Quizá, la apretada conformación del sinclinal de Barriopalacio, y el paralelismo de sus flancos con el trazado de las fallas que lo encajan, se deban también a esta adaptación.

Sin embargo, no todas las estructuras N-S pueden explicarse satisfactoriamente por este mecanismo. Así, las fallas de Alsa-Silió, y Gañimones, muestran claramente la acción de esfuerzos de compresión E-W, en el pasado geológico de la región. Es muy posible que estas fallas hayan funcionado después de originados los pliegues N-S.

La historia de la mayor parte de los accidentes importantes es relativamente larga; el funcionamiento ha sido pulsante con varios máximos a lo largo del Cretácico. Ello se pone de manifiesto con el concurso de datos estructurales y sedimentológicos.

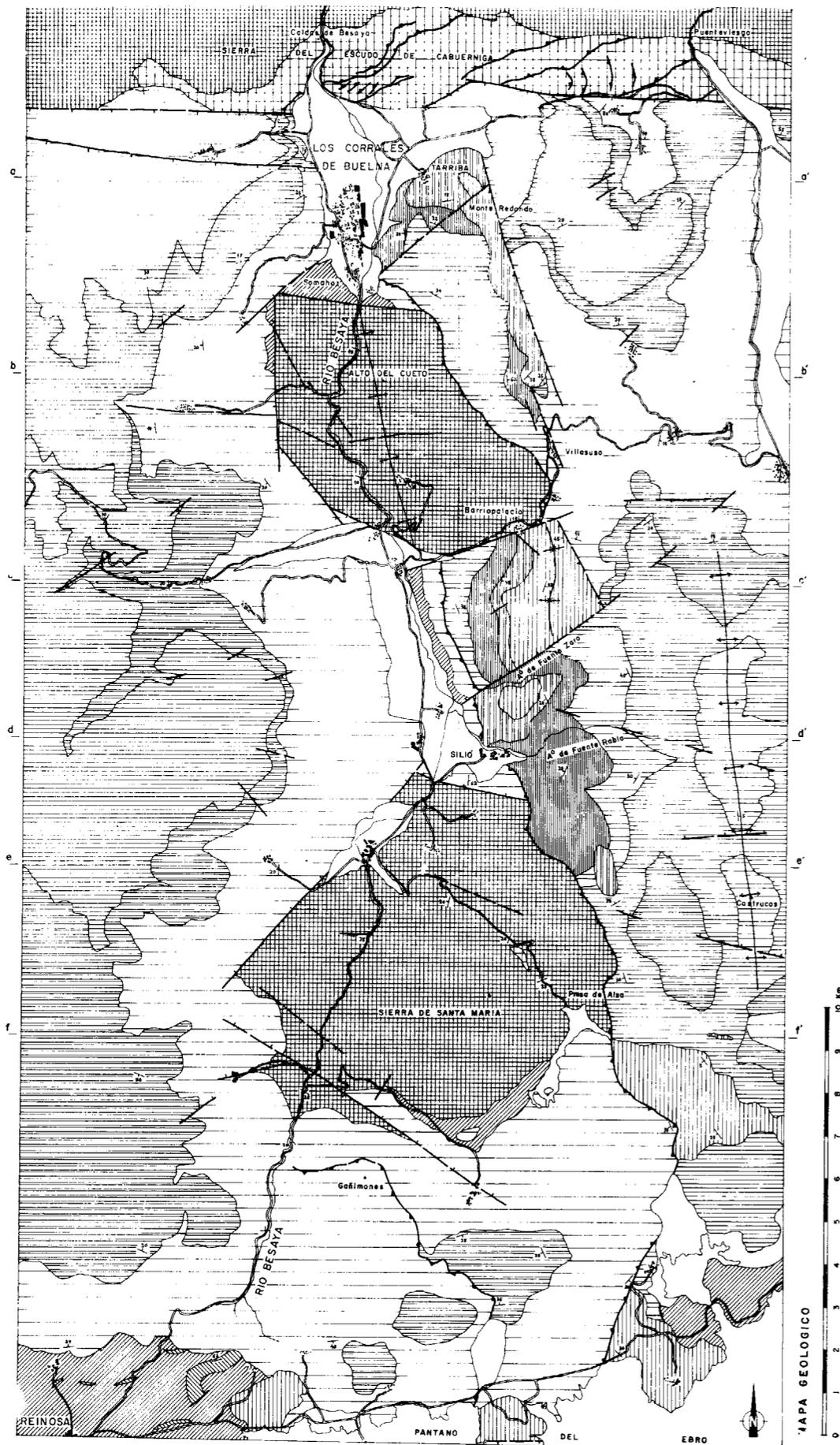
Los primeros acontecimientos tectónicos notables son anteriores a la edad de la Formación de Bárcena Mayor. Ello fue avanzado por uno de nosotros (PUJALTE, 1974 b), al señalar que al S de la Sierra del Escudo de Cabuérniga, dicha Formación descansaba sobre materiales plegados en dirección E-W. Reconocimientos posteriores al N de la citada Sierra, nos han confirmado que el anticlinal de las Caldas se prefiguró con anterioridad a los tiempos de Bárcena Mayor (Valanginiense superior). Podemos adelantar también que la actividad de las fracturas de distensión E-W fue muy importante durante el Aptiense.

La cronología de las deformaciones N-S puede localizarse en el tiempo con bastante exactitud. De una parte, deben ser posteriores a la Formación de Vega de Pas (Hauteriviense?). En efecto, las formaciones carbonatadas marinas (Jurásico), y las de Cabuérniga, Bárcena Mayor y Vega de Pas presentan potencias y facies similares a ambos lados de la franja del Besaya, y en la franja misma. Ello prueba que las regiones de Cabuérniga y Pas (situadas respectivamente al W y E de la franja tectonizada), formaron parte de una sola cuenca sedimentaria, sin solución de continuidad, durante el Jurásico y primeros tiempos del Cretácico.

De otra parte, las deformaciones N-S debían estar en gran parte configuradas antes de la sedimentación de la Formación Calizas de Tarriba (Albise basal?).

En efecto, la Formación de Silió está afectada por la falla de Villasuso (del mismo tipo de la de Monte Redondo). Pero está fosilizada por la Formación Calizas de Tarriba. De ello se deduce que las fallas de este sistema tuvieron un juego importante en el intervalo de tiempo comprendido entre la Formación de Silió, y la de Tarriba.

Otro ejemplo que refuerza esta hipótesis lo proporciona el flanco W del anticlinal de Castrucos, que ya hemos interpretado como una acomodación a accidentes de zócalo. La Formación de Silió forma parte de dicho flanco, con igual inclinación las



ANEXO

MAPA GEOLOGICO

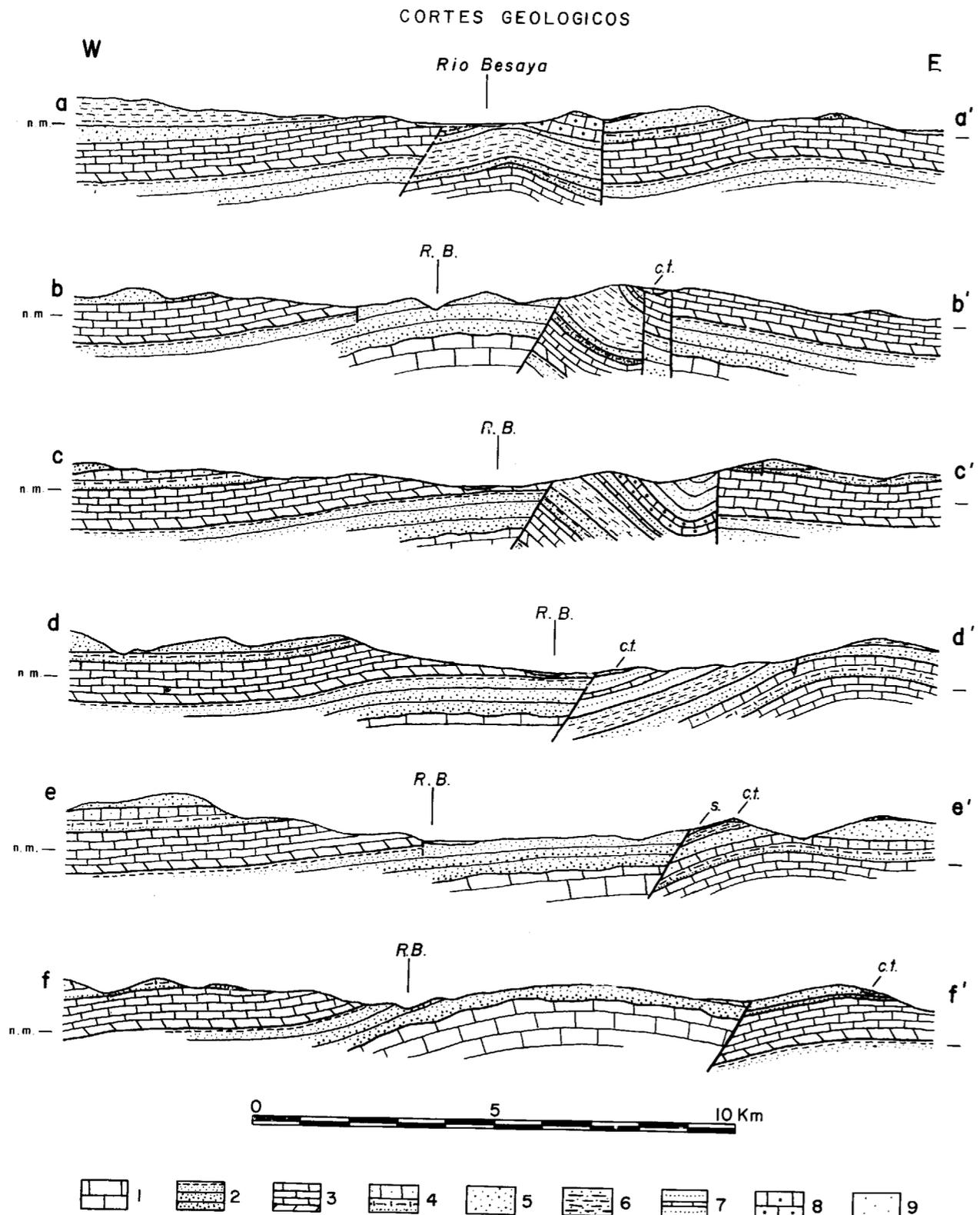


Figura 4

Cortes geológicos. La escala vertical igual a la escala horizontal. Para localización, ver anexo 1. n. m., nivel del mar.—1. Caliza de montaña.—2. Formaciones detríticas rojas.—3. Formaciones carbonatadas marinas.—4. Formación de Cabuérniga.—5. Formación de Bárcena Mayor.—6. Formación de Vega de Pas.—7. Formación de Silió.—8. Formación Calizas de Tarriba.—9. Areniscas del Complejo Supraurgoniano. En blanco, aluviales recientes.

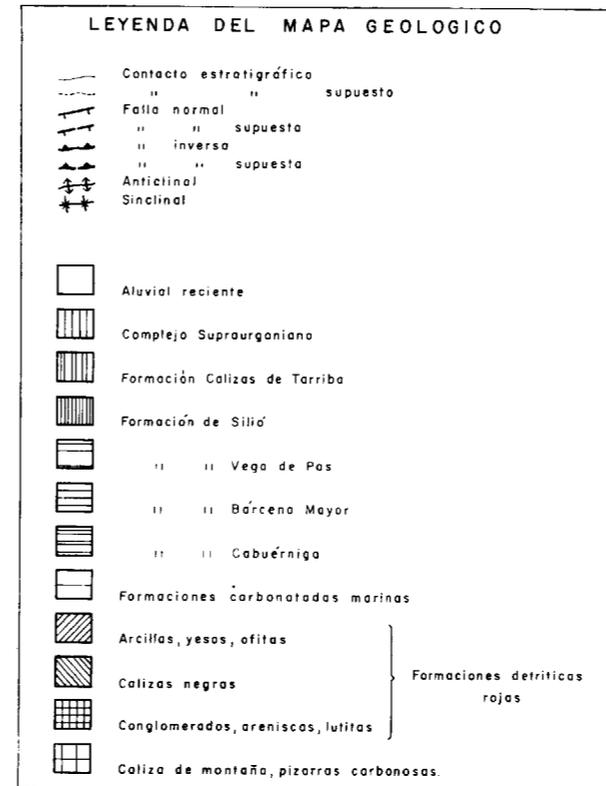


Figura 5

Leyenda del mapa geológico

capas infrayacentes. Las Calizas de Tarriba, por el contrario descansan, casi horizontales, sobre materiales más antiguos.

Las relaciones estructurales de la franja del Besaya, no permiten establecer las etapas de funcionamiento de la falla de Alsá-Silió. Pero ya se ha concluido (GARCÍA-MONDÉJAR, 1973; GARCÍA-MONDÉJAR y PUJALTE, 1975) que la zona W del río Besaya estuvo sobreelevada, y sirvió de área fuente, durante un lapso de tiempo que abarcaría la parte final del Barremiense y primeros tiempos del Aptiense. Dada la posición de la falla de Alsá-Silió, y subrayando el profundo accidente de zócalo que supone, hemos de concluir que los relieves al W del Besaya debieron estar en relación con dicha falla, y que por tanto, ésta tuvo un juego importante hacia el tránsito Barremiense-Aptiense.

El significado de las discordancias que jalonan la serie del Cretácico inferior conservada en la franja del Besaya, queda ahora manifiesto: a) la discordancia bajo la Formación de Bárcena Mayor (dis-

cordancia de los Llares, PUJALTE, 1974, b), fue subsiguiente a los esfuerzos de compresión y distensión N-S, que plegaron la zona. b) La discordancia basal de la Formación de Silió fue subsiguiente a una actuación de la falla de Alsá-Silió. c) La discordancia que existe bajo la Formación Calizas de Tarriba fue subsiguiente a los movimientos que originaron, entre otras estructuras, la falla de Villaso, la preformación de la de Monte Redondo y el anticlinal de Castrucos.

Aunque la conformación de los principales accidentes tectónicos de la franja se realizó durante el Cretácico inferior, es claro que algunas de las estructuras se han reactivado en épocas posteriores, ya que afecta a los más modernos de los sedimentos presentes (con exclusión de los cuaternarios). El cabalgamiento al E de las fallas de Alsá-Silió, y Gañimones se produjo con toda probabilidad, en estas épocas posteriores.

Accidentes no asimilables a los sistemas N-S y E-W, como la falla de Fuentezaro, deben ser atribuidos a estas épocas tardías, ya que afectan a todos los materiales presentes (con excepción de los cuaternarios), y no muestran haber influenciado la acumulación de sedimentos jurásicos y cretácicos. Lógicamente, su historia geológica de detalle no puede ser establecida.

En nuestra opinión todas las deformaciones aquí consideradas deben haber repercutido modificando la espontánea movilidad del Trías salífero. Pero por simplificar el esquema de deformaciones propuestas no hemos tenido en cuenta los efectos halocinéticos del Trías, ciertamente presentes.

CONCLUSIONES

1. Del análisis efectuado, resulta evidente que en la franja del río Besaya coexisten dos sistemas de deformaciones de directrices ortogonales, respectivamente subparalelas a las direcciones N-S y E-W. La superposición de estructuras es evidente por la misma configuración de los macizos permotriásicos.

2. Las fallas E-W, ampliamente desarrolladas en el N de España, están ligadas a accidentes de zócalo, como ya ha sido indicado por otros autores. Se trata de estructuras de una evolución compleja que han actuado en repetidas ocasiones a lo largo de la historia geológica de la región.

3. Existen pliegues E-W reveladoras de esfuerzos de compresión N-S. Tales esfuerzos tuvieron una actuación importante con anterioridad al depósito de la Formación de Bárcena Mayor. (Valanginiense superior?).

4. Es manifiesto también, que se generaron estructuras de distensión E-W en época anterior a la Formación de Bárcena Mayor (Valanginiense superior?). Datos de regiones vecinas señalan que también se produjeron durante el Aptiense.

5. Las estructuras N-S reflejan un eje de actividad tectónica localizado en la zona estudiada. Existen en pliegues y fallas de gran salto... inducidos en la cobertera por accidente de zócalo. Se formaron principalmente en el Cretácico inferior.

6. La falla de Alsa-Silió es la primera que actuó de las de directriz N-S. A consecuencia de su actuación en el tránsito Barremiense-Aptiense, la sedimentación del Grupo Pas quedó detenida en la franja del Besaya erosionándose parcialmente la sucesión previamente depositada. Ello explica el carácter discordante de la Formación de Silió.

7. Los primeros movimientos detectados de la falla de Monte Redondo son posteriores a la Formación de Silió (Aptiense medio-superior?), y anteriores a la Formación Calizas de Tarriba (Albiense basal?).

8. Esfuerzos posteriores (alpínicos?) han reactivado las estructuras previamente constituidas, y quizá han originado alguna nueva, como la falla de Fuentezaro, cuyo trazado es oblicuo a los sistemas E-W y N-S.

REFERENCIAS

- CIRY, R.; RAT, P.; MANGUIN, J. Ph.; FEUILLEE, P.; AMIOT, M.; COLCHEN, M. et DELANCE, J. H.: *Comptendu de la Réunion extraordinaire de la Société géologique de France en Espagne: Des Pyrénées aux Asturies*. C. R. Som. S. G. F., v. 9, pág. 289-444 (1967).
- DAHM, H.: *Stratigraphie und paläogeographie im Kantabrischen Jura (Spanien)*, "Beih. geol. Jb", pp. 13-54 (1966).

GARCÍA MONDEJAR, J.: *Aspectos paleogeográficos del Complejo Urgoniano de la Cuenca Cantábrica, en la provincia de Santander*. En I Coloquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Cretácico de España, Barcelona-Tremp, 1973, y Enadimsa Ediciones. Serie 7, n. 1, pp. 73-84 (1975).

GARCÍA MONDEJAR, J. y PUJALTE, V.: *Contemporaneous tectonics in the Early Cretaceous of Central Santander province, North Spain*. IX^{em} Congrés International de Sedimentologie, t. 4, pp. 131-137. Niza (1975).

JULIVERT, M.; RAMÍREZ DEL POZO, J., y TRUYOLS, J.: *Le réseau de failles et la couverture post-hercynienne dans les Asturies*, in "Histoire structurale du Golfe de Gascogne", t. 2, v. 3.1, v. 3-34. Ed. Technip (1971).

MANGIN, J. Ph., et RAT, P.: *L'évolution posthercynienne entre Asturies et Aragon (Espagne)*. Livre Mémoire du Prof. P. Fallor, t. I, pp. 333-349 (1962).

PUJALTE, V.: *Litoestratigrafía de la facies Weald (Valanginiense Superior-Barremiense), en la provincia de Santander (Norte de España)*, "Boletín Geol y Min.", t. LXXXV-I, pp. 10-21, año 1974, a.

PUJALTE, V.: *Posibilidad de una nueva división estratigráfica de los sedimentos no marinos del Jurásico superior y Cretácico inferior, en la provincia de Santander*. VII Congreso del Grupo Español de Sedimentología, Barcelona, Tremp, 1974 b; y "Boletín Geol. y Min.", t. LXXXVII-II, pp. 101-118, año 1976.

RAT, P.: *Les Pays crétacés basco-cantabriques*. Thèse Fac. Sci. Dijon (1957) et Publ. Univ. Dijon, t. XVIII, 525 pp. (1959).

VARIOS AUTORES: Mapa Geológico de España. Escala, 1:400.000, hoja n. 12 (Santander, Alava, Vizcaya, Burgos, Logroño, Palencia), 5.^a Ed., IGME (1956).

VARIOS AUTORES: Carte Géologique de la France. Escala, 1:1.000.000. 5^{em}e edit. BRGM (1968).

VARIOS AUTORES: Mapa Geológico de España (síntesis cartografía existente). Escala, 1:200.000, hoja n. 11: Reinosa. IGME (1970).

VARIOS AUTORES: International Geological Map of Europe. Escala, 1:1.500.000, 3.^a ed. Hoja B-5 Paris-Sud. Budensanstalt für Bodenforschung/UNESCO (1973).

Recibido: Mayo 1976.



Sobre *Homeorhynchia batalleri* (Dubar, 1931) Braquiópodo del Toarciense

Por S. CALZADA (*) y J. H. DELANCE (**)

RESUMEN

Se revisa la especie toarciense *Rhynchonella batalleri* DUBAR, 1931. De acuerdo con sus caracteres externos e internos pertenece al género *Homeorhynchia*, mostrando gran relación con *H. meridionalis*.

SUMMARY

Rhynchonella batalleri, a toarcian species created by DUBAR in 1931, is revised. After external and internal features it belongs to genus *Homeorhynchia* and shows a close relation to *H. meridionalis*.

En 1931 el canónigo DUBAR creó la especie *Rhynchonella batalleri* del Toarciense de Alfara. Los geólogos alemanes, BEHME y GEYER principalmente, que han tratado de la estratigrafía y paleontología del Jurásico español, incluyen esta forma en el género *Homeorhynchia*. AGER (1967) por el contrario la considera como *Pseudogibbirhynchia*. Últimamente DELANCE (1969) advierte que la inclusión en tal género es incierta por el desconocimiento de los caracteres internos y de acuerdo con su duda escribe *Pseudogibbirhynchia? batalleri*. De igual forma actúan COMAS-RENGIFO y GOY (1975).

Esta nota pretende aclarar esta cuestión. Para ello se ha contado con lo que resta de los materiales originales empleados por DUBAR y como éstos son escasos se ha estudiado la localidad tipo recogiendo nuevos ejemplares.

Se divide en dos partes: una, estratigráfica (SCB) y otra paleontológica (S. C. B. y J. H. D.). Agradecemos la colaboración de la Prof. Linares en la determinación de los Ammonites de la parte estratigráfica.

I. ESTRATIGRAFIA

La localidad tipo escogida por DUBAR, que estudió los materiales enviados por BATALLER, se deno-

(*) Museo Geológico del Seminario. Sección de Bioestratigrafía del C.S.I.C. Diputación, 231, Barcelona-7.

(**) Institut des Sciences de la Terre. Université de Dijon.

mina Les Feixes del Estudiant y está situada al Este de Alfara (provincia de Tarragona). El nombre de Feixes alude a la antigua disposición en bancales ("feixes" en catalán) y que eran propiedad de una masía llamada del Estudiant, actualmente en ruinas. En BATALLER (1926) se encuentran otros interesantes pormenores topográficos.

El yacimiento se halla en un conjunto estratigráfico muy tectonizado. Por ello los espesores son aproximados.

De abajo a arriba la serie empieza por:

60 m. de calizas grises, que externamente destacan por su intenso color blanco. Son micritas de grano muy fino con algunos elementos detríticos mayores cuya distribución y abundancia es muy irregular. Abundan los fragmentos recristalizados de moluscos y braquiópodos. Están bien estratificados en estratos de unos 12 cm. de potencia y cuya superficie es irregular y nodulosa. Como fauna determinable sólo se ha obtenido dos terelratúlidos que por su forma externa —su interior está recristalizado— pueden darse como del grupo de "*Terebratulina? davidsoni* HAIME, 1855.

De acuerdo con BATALLER (1926) se consideran del Lías medio.

20 metros de calizas nodulosas compactas con intercalaciones margosas menos compactas. El color dominante del tramo es gris oscuro destacando claramente de las calizas blancas interiores. Contiene abundante fauna constituida especialmente

por Braquiópodos. En un nivel a unos 10 m. de la base hemos determinado:

Belemnites sp. (fragmentos).

Pecten aff. *vimineus* (SOWERBY, 1826).

Pholadomya sp.

Quadratorhynchia dumbletonensis (DAVIDSON, 1878) y formas afines.

Lobothyris subpunctata (DAVIDSON, 1851).

Aulacothyris iberica (DUBAR, 1931), y formas transición a *A. agnata* y *A. resupinata*.

Hungarella etaulensis (APOSTOLESCU, 1959).

Hungarella contractula (TRIEBEL, 1941).

Lenticulina sp.

Nodosaria sp.

Por todo ello, el tramo parece abarcar el Dome-riense —todo o parte— y algo del Toarciense inferior.

10 m. de esparitas calizas en estratos potentes de medio metro, que resaltan como cantil en la topografía y que localmente forman el techo de la Cova del Bosch (Cueva del bosque) excavada por la erosión al amparo de la charnela de un anticlinal. Tienen un tinte rosado en la parte baja y luego adquieren un color castaño. A un metro de la base hay una capa con grandes Lamelibranquios.

4 m. de niveles calcáreos margosos de colores castaño amarillentos con escasos horizontes compactos por lo que antiguamente fueron campos de cultivo.

En la fauna dominan los rinconélidos sobre todo *S. bouchardi* que casi forma lumaquelas. Se señalan, pues:

Belemnites sp. (fragmentos).

Pseudogibbirhynchia moorei (DAVIDSON, 1852).

Stolmorhynchia bouchardi (DAVIDSON, 1852) con múltiples variedades.

8 m. de niveles calcáreos margosos de color castaño amarillento cuya fauna está constituida por:

Hildoceras bifrons (BRUGIERE, 1789) (juvenil).

Hildoceras sublevisoni (FUCINI, 1919) dominantes.

Hildoceras sublevisoni var. *raricostata* (MITZOPoulos, 1930).

Ctenostreon pectiniforme (SCHLOTHEIM, 1820).

Plagiostoma gigantea (SOWERBY, 1816) (frecuentes)

Lopha gregaria (SOWERBY, 1816).

Gryphea, sp.

"*Terebratula*" *jauberti* (DESLONGCHAMPS, 1863) y sus variedades, sobre todo la var. *batalleri* (DUBAR, 1931). (Dominantes).

Lobothyris subpunctata (DAVIDSON, 1851).

Stolmorhynchia bouchardi (DAVIDSON, 1852).

Stolmorhynchia limata (DUBAR, 1931).

Homeorhynchia sp. aff. *Rh. tifritensis* (FLAMAND, 1911).

Homeorhynchia meridionalis (DESLONGCHAMPS, 1863).

Homeorhynchia batalleri (DUBAR, 1931).

La edad de este tramo puede considerarse como Toarciense medio. Zona bifrons y subzona sublevisoni.

1 m. de esparitas calcáreas de color rojizo amarillento por la presencia de óxidos de hierro en dos estratos de medio metro de potencia. Contienen:

Dumortieria sp. grupo *D. moorei* (LYCETT, 1850).

Hammatoceratinae (?).

"*Trochus*" *perinianus* (D'ORBIGNY, 1860).

Stolmorhynchia limata (DUBAR, 1931).

"*Terebratula*" *jauberti* (DESLONGCHAMPS, 1863).

Los Ammonites indican la base del Toarciense superior.

Techo:

6 m. de esparitas calizas de color gris rosado con abundantes nódulos de sílex de formas alargadas. Topográficamente forman un cantil y están formadas por estratos de una potencia media de 0,4 m.

Cronológicamente la serie abarca desde el Lías medio hasta la parte alta del Lías superior (Toarciense superior).

II. PALEONTOLOGIA

Orden *Rhynchonellida* (KUNN, 1949).

Familia *Rhynchonellidae* (GRAY, 1848).

Subfamilia *Rhynchonellinae* (GRAY, 1848).

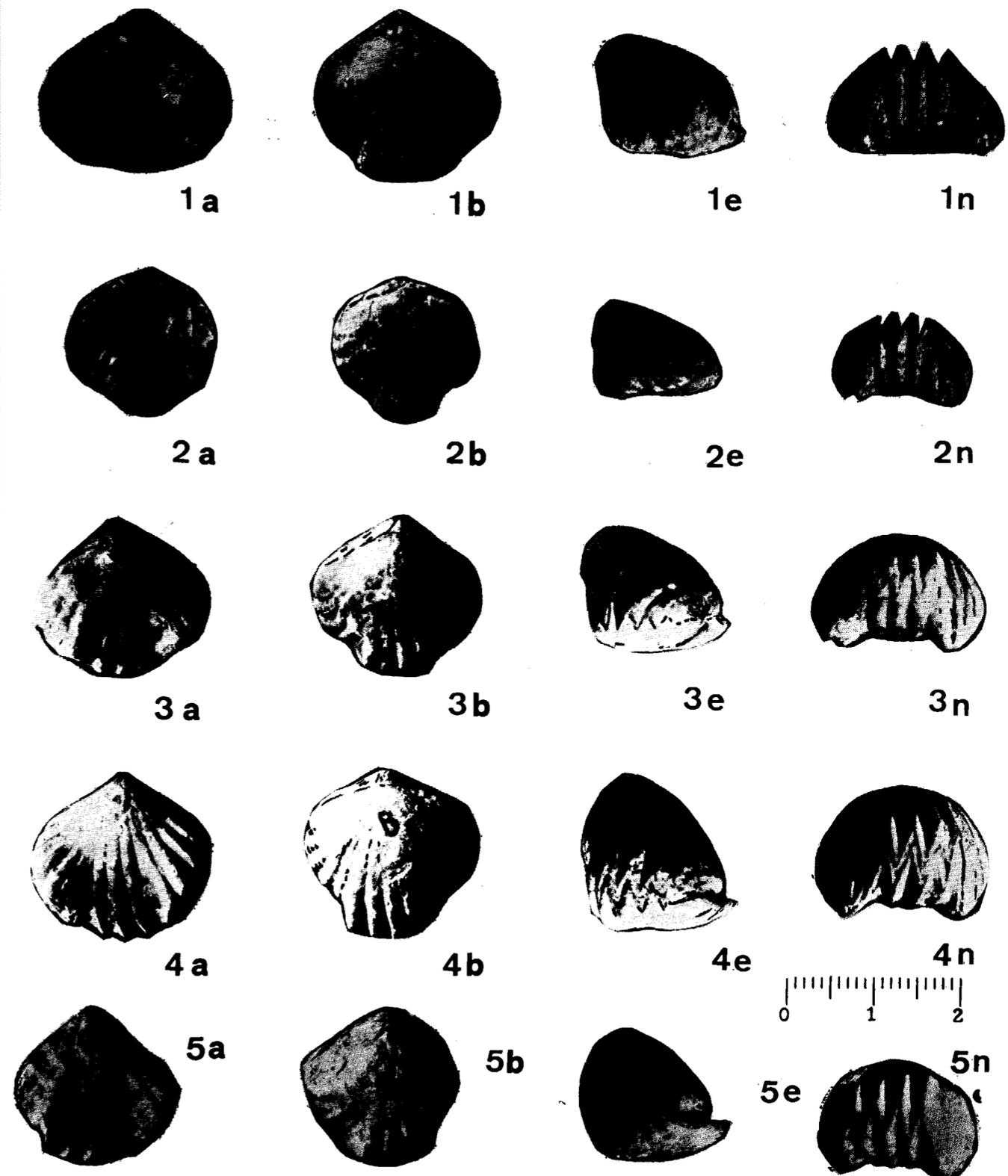


Figura 1

Homeorhynchia batalleri (DUBAR, 1931). Toarciense medio de Alfara. Ejemplares 1 y 2 estudiados por DUBAR. Ejemplar 3: Neotipo. Ejemplar 4: Forma transición a *H. meridionalis*. (a=vista ventral, b=vista dorsal, e=vista lateral y n=vista anterior). Escala en cm., no válida para figuras 1 e y 2 e, ligeramente mayores en realidad.

Género *Homeorhynchia* BUCKMAN, 1918, emendatum AGER, 1967.

Especie tipo: *Homeorhynchia acuta* (SOWERBY).

Diagnosis.—Conchas de tamaño pequeño a medio con un pliegue dorsal elevado y agudo con costillas poco numerosas y agudas en su parte anterior. El umbo es pequeño e incurvado. El septo dorsal es corto y los crura, algo largos, son del tipo radulifer.

Especie: *Homeorhynchia batalleri* (DUBAR, 1931).

1863 *Rhynchonella meridionalis* (DESLONGCHAMPS) (pars) "Brachiopodes Lias Espagne", lám. 12, fig. 8 (sólo).

1931 *Rhynchonella batalleri* (DUBAR): "Brachiopod. liasiques", pp. 125-128, lám. I, figs. 12-23.

1960 *Rhynchonella batalleri* (DUBAR): GOURION "Révision Brachiop. liasiques", p. 99, lám. 1, fig. 12.

1962 *Gibbirhynchia batalleri* (DUBAR): AGER "British liassic Rhynchonellidae", p. 108.

1966 *Homeorhynchia batalleri* (DUBAR): BEHMEL & GEYER "Paläontologie des Juras Ostspanien", p. 26.

1967 *Pseudogibbirhynchia batalleri* (DUBAR): AGER "British liassic Rhynchonellidae", IV, p. 163.

1969 *Pseudogibbirhynchia (?) batalleri* (DUBAR): DELANCE "Brachiopodes liasiques Espagne", p. 20, lám. B., fig. 16.

1972 *Rhynchonella* gr. *batalleri* (DUBAR): GOY in MELÉNDEZ & RAMÍREZ DEL POZO "Jurásico Cuenca", p. 334, lám. 8, figs. 4-5.

1975 *Pseudogibbirhynchia (?) batalleri* (DUBAR): COMAS-RENGIFO & GOY "Jurásico Ribarredonda", p. 320, lám. 6, figs. 1 y 3.

Neotipo. En la devastación que sufrió el Museo del Seminario en 1936 se perdió el holotipo escogido por DUBAR e igualmente los ejemplares figurados. Los ejemplares estudiados por DUBAR y que se pudieron recuperar son, en general, defectuosos. Por ello se ha escogido un neotipo entre los locotipos recogidos últimamente. Se figura y se indica el número de registro: 25.259.

Estrato tipo. Toarciense medio.

Localidad tipo. Les Feixes del Estudiant (Alfara, provincia de Tarragona). Hoja 496, Horta de San

Juan. Coordenadas: 40° 52' 25" y 04° 03' 30" al Este de Madrid.

Ambiente tipo. Parte media de la plataforma litoral de moderada profundidad. Ambiente V de AGER (1965 b): Sublitoral de fondos fangosos.

Razón del nombre. Dedicada al Dr. José R. Bataller.

Diagnosis. *Homeorhynchia* cuya longitud es algo mayor que su espesor y con tres o cinco costillas en el seno.

Descripción. Caracteres externos.

Conchas de tamaño mediano, siendo la máxima dimensión observada 22,5 mm. La anchura es siempre mayor que la longitud. Las principales dimensiones obtenidas en el estudio de 36 ejemplares tienen los siguientes valores medios (en mm.).

Longitud entre valores acotados (13-20)=17,3 (Sigma=1,6).

Anchura entre valores acotados (14-24)=20,2 (Sigma=2,0).

Espesor entre valores acotados (12-20)=15,9 (Sigma=2,0).

Anchura referida a longitud=1,168. Extremos 1,06-1,24 (S=0,027).

Espesor referido a longitud=0,903. Extremos 0,78-1,18 (S=0,090).

La máxima anchura se sitúa hacia la mitad de la longitud. El máximo espesor está a un tercio del borde frontal en las formas de seno profundo y hacia un cuarto en las formas de seno bajo.

La valva menor es mucho más convexa que la mayor adoptando en vista posterior un contorno semicircular interrumpido sólo por el perfil cuadrangular del bocel. La valva mayor es casi plana o débilmente convexa en su parte posterior, mientras que en su porción anterior —hacia los 3/4 de la longitud— arranca la concavidad del seno.

En vista ventral el contorno es subtriangular posteriormente con un vértice cuyo valor varía de 100 a 140°. Anteriormente es subcircular u ovalado. Con frecuencia en esta vista ventral se observa la valva menor, que desborda posteriormente la valva mayor.

En vista lateral el contorno es subtriangular con una altura casi igual a la base. Generalmente es menor.

La forma general tiende a ser tetraédrica (cinocéfala).

La comisura posterior es casi recta. La comisura lateral, muy corta, es recta o con ligera desviación ventral mostrando el zig zag de amplitud creciente de las terminaciones de las costillas.

La comisura anterior es uniplegada, ocupando el seno algo más de la mitad de la longitud de la comisura. La profundidad del seno es casi siempre mayor que su anchura. Su forma tiende a ser cuadrangular. Su fondo puede considerarse plano a pesar del zig zag de la terminación de las costillas. El número de costillas relacionadas con el seno es variable. Contadas en la valva ventral varía de 2 a 5. Lo más frecuente es encontrar 3, que equivalen a 4 en la valva dorsal. La embocadura del seno está realizada por la inflexión o pellizco de las costillas limitantes.

El umbo es muy pequeño y muy ancho. Sus crestas son algo cóncavas. Es erecto. El foramen es circular y pequeño. Su diámetro vale 1/30 de la longitud de la valva menor. Es mesotiridido y a veces separa completamente las placas deltoidales poniéndose en contacto directo con el umbo de la valva menor.

Las placas deltoidales son triangulares y poco aparentes. Las áreas son muy estrechas y algo cóncavas bien delimitadas por las agudas crestas del umbo. El ángulo apical vale por término medio 120° (Extremos 100-140).

Las valvas en el tercio anterior de su longitud están recubiertas por costillas. Posteriormente son lisas, pero muestran la zonación característica del crecimiento en la zona fibrosa de la concha.

El número de costillas medidas en la valva ventral es variable oscilando entre 4 y 6 en cada lado y 2 ó 5 en el pliegue. Lo más común es de 5 en cada lado y 3 en el seno. La disparidad con la descripción de DUBAR —"4 ou 5 sur le sinus, plus rarement 6-7"— proviene de dos causas. Primera: La de no precisar sobre qué valva se cuentan las costillas ya que tres costillas en el pliegue de la valva ventral equivalen a cuatro contadas en la valva dorsal. Segunda: La posible inclusión en la especie de otras formas consideradas aquí como extrañas por no cumplir otros requisitos (superficie no lisa, sección redondeada de las costillas, etc.). La sección de las costillas es aguda y angulosa, siendo su anchura igual a la intercostal.

Caracteres internos.

El umbo ventral está parcialmente obliterado por capas calcáreas que recubren el espacio entre el borde de la concha y las láminas dentales. Su grosor equivale a 0,1 de la longitud de la valva ventral. Igualmente el umbo dorsal, muy abombado, presenta esas concreciones calcáreas, cuya extensión es 0,05 de la valva dorsal.

Cuando se esbozan las fosas cardinales aparecen también una escotadura central que delimita las placas cardinales relacionadas con el prominente septo medio. Se tiene un septalio propiamente dicho (DELANCE & LAURIN, 1973). Esta disposición es muy breve (0,02 de la longitud de la valva dorsal). Las placas de la charnela, tras un estadio en el que se inclinan dorsalmente, adoptan una forma horizontal con una ligera concavidad ventral, que se conservará más o menos constante hasta originar las ramas crurales.

Los dientes son pendunculados posteriormente y su longitud, medida en las secciones seriadas, vale 0,05 de la valva dorsal. Son, pues, pequeños, estrechos, poco robustos y de sección indefinida. Se implantan casi verticalmente en fosas cardinales estrechas y poco profundas pero bien delimitadas, equidistantes del eje de la concha y de su superficie externa. En su terminación anterior se confunden con la base de las láminas dentales, que prolongan ligeramente los dientes.

Las láminas dentales divergen del eje de la concha.

Los crura son radulifer. Las ramas crurales equivalen a 0,14 de la valva dorsal. Su sección es subtriangular teniendo su mayor lado horizontal, luego adopta una forma convexa ventralmente y acaba con una expansión subtriangular.

El septo medio destaca mucho y es muy persistente con una longitud igual a la del braquidio.

En total el braquidio equivale a 0,19 de la longitud dorsal.

Variación intraespecífica.

La especie manifiesta una dispersión en sus caracteres que puede considerarse normal. Se ha indicado las principales variaciones en las medidas.

Además señalamos las siguientes variaciones:

— Número total de costillas (medidas en la valva ventral): Oscila entre 10 y 18, siendo el valor más frecuente de 13.

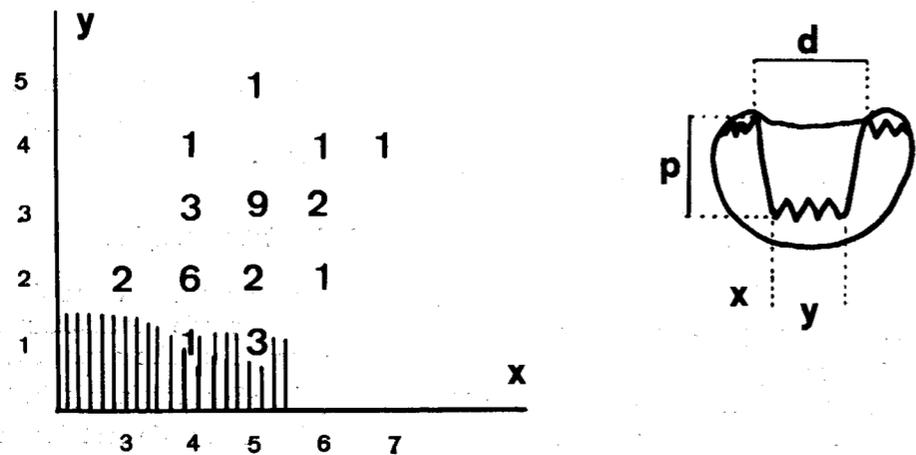
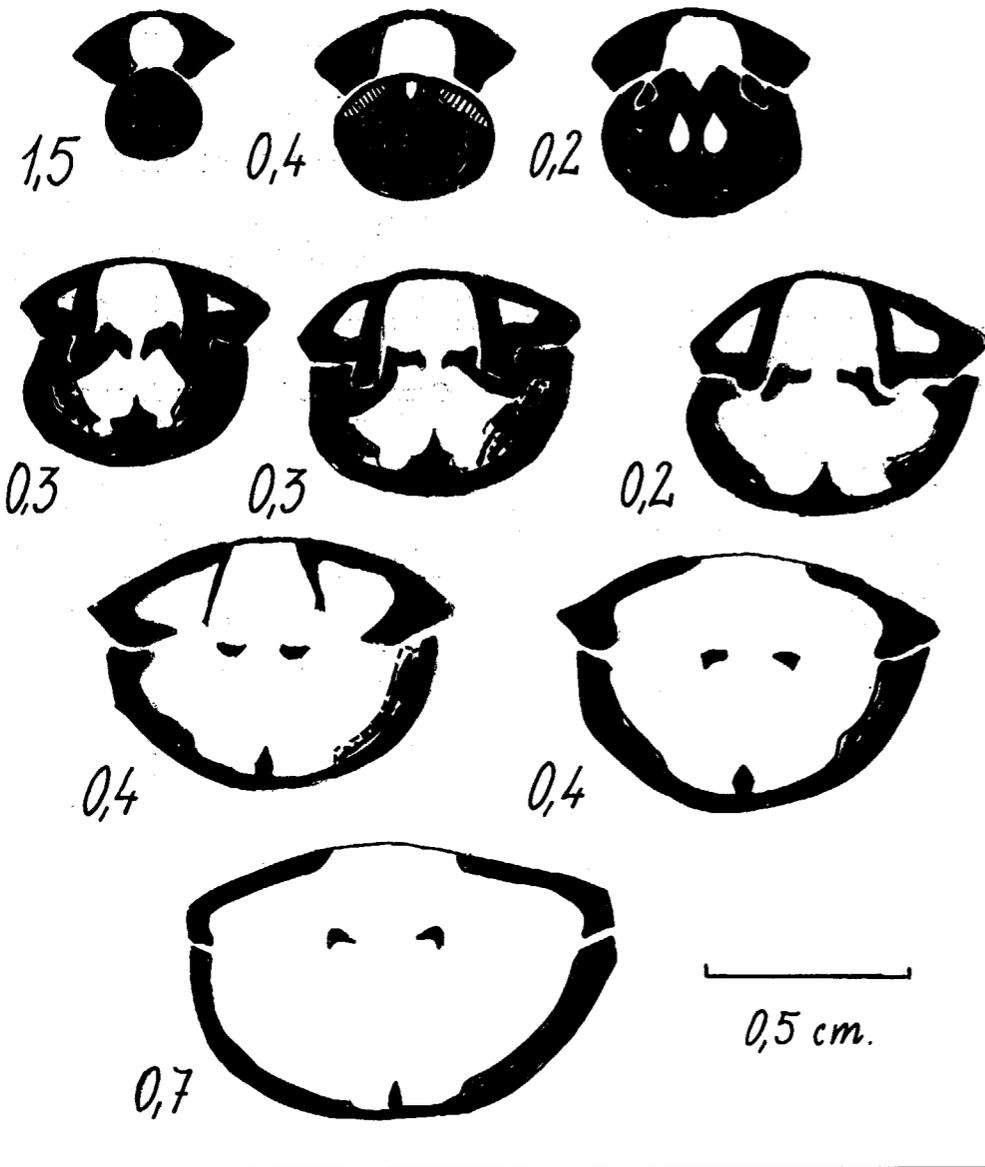


Figura 2

Arriba. Secciones seriadas de *H. batalleri*. Toarciense de Alfara. Abajo. Diagrama de frecuencias. Número de costillas en *H. batalleri* contadas en la valva ventral. (x=número de costillas en un lado, y=número de costillas en el seno) La zona rayada indica el dominio de *H. meridionalis*.

— Número de costillas en el seno (medidas en la valva ventral): Oscila entre 2 y 5, siendo el valor frecuente de 3. Las formas que no alcanzan este mínimo de 2 se relacionan con *H. meridionalis*. En el otro extremo se encuentran formas relacionadas con *H. sp. aff. tifritensis* u otras.

— La relación l/Lv es mucho más estable que la relación E/Lv, que en los casos que supera el valor 1,06 se acerca a la especie *meridionalis*.

— En general, puede decirse que a mayor espesor de la concha corresponde un seno más profundo (p), mientras que considerando la profundidad (p) y la anchura del seno (d) no se observa una relación clara. Hay una cierta proporcionalidad entre la anchura de la concha y la del seno. Los valores de p/d oscilan entre 1,7 y 0,9. Los de p/E oscilan entre 0,7 y 0,5. Los de d/l oscilan entre 0,7 y 0,4.

— El valor del ángulo apical tiende a crecer de acuerdo con el tamaño de la concha. Alcanza valores cercanos a 90 en las conchas menores, contribuyendo a que su contorno sea más triangular.

Razón de la atribución genérica.

Tanto los caracteres internos como externos son los de la subfamilia *Rhynchonellinae*, especialmente los del género *Homeorhynchia*. A esta conclusión llegó también ROUSSELLE (1973, p. 132). Como se verá algunas de las especies del género son formas muy relacionadas con *H. batalleri*. Destacando el carácter de su septo medio algo largo podría incluirse en el género *Slovenirhynchia*, SIBLIK, 1967, pero de acuerdo con lo expuesto por AGER, CHILDS y PEARSON (1972) (p. 191) creemos improcedente la creación de ese nuevo taxón.

Delimitaciones de la especie. Comparación con otras formas.

DUBAR (1931) describió una variedad de *H. batalleri* llamada *tifritensis*, que parece distinguirse principalmente por su menor tamaño. En la Colección del Seminario (núm. 8219) consta otra variedad: *Rh. batalleri* var. *minor*, representada por tres ejemplares. En nuestra opinión es muy difícil separarla de la var. *tifritensis*. De hecho la var. *minor* no fue publicada. Advertimos ahora una objeción respecto de la var. *tifritensis*. Si como se indica en la nota al pie de la p. 129 de DUBAR (1931) hay identidad en

tre esa variedad y la especie creada por FLAMAND en 1911, no hay motivo para conservar la variedad y sí el de continuar con la especie de FLAMAND. ALMERA (1964) obra de esta manera en su Catálogo.

En este trabajo separamos la especie *batalleri* de esas especies o variedades principalmente por el mayor tamaño de *batalleri*, su relativo menor número de costillas y por la sección aguda de estas costillas. Por lo demás son muy semejantes y se encuentran en niveles estratigráficos inmediatos. Por no poder estudiar la forma de FLAMAND y su relación con las de Alfara se han nombrado éstas como *Homeorhynchia sp. aff. Rh. tifritensis*. Ello no se opone a ROUSSELLE (1975) que con duda incluye esta forma en su n. sp. *Rhynchonelloidella marini*.

La relación con *Homeorhynchia meridionalis* (DESLONGCHAMPS, 1863) es más interesante. Fue señalada por DUBAR (p. 132). En la localidad tipo hay ejemplares que relacionan estas formas, que casi podrían considerarse como extremos de una serie. La descripción de DESLONGCHAMPS da pie a esa interpretación. En efecto, la figura 8 de la lámina XII puede clasificarse como un caso extremo de *H. batalleri* siendo las restantes figuras *H. meridionalis*. De acuerdo con esa presunta interpretación, hecha también por DUBAR, se ha puesto en la sinonimia la tal figura 8.

Por otra parte advertimos que no es habitual que dos especies biológicas distintas pero taxonómicamente cercanas, cohabiten en las mismas localidades. Es, pues, muy posible que *batalleri* y *meridionalis* sean dos formas de una misma y única especie. El problema se plantea sin embargo de saber si debemos considerarlas sólo como dos variantes de una especie polimorfa o bien como dos subespecies. Si se confirma que *meridionalis* es anterior a *batalleri* podemos ver en ellas dos estadios sucesivos ("transientes") de una misma secuencia evolutiva ("cronoespecie") que conservaría el nombre de *H. meridionalis*. Para solucionar tal problema se necesitaría estudiar cuantitativamente diversas poblaciones con *batalleri* y *meridionalis* y su distribución en tiempo y espacio. Esto supera el fin de esta nota. A pesar de este innegable parentesco creemos que por ahora ambas formas pueden considerarse como especies independientes.

En espera de un estudio de los materiales de DESLONGCHAMPS y de sus locotipos se señala como característico de *H. meridionalis*:

— La presencia de estrías de crecimiento muy desarrolladas en el borde frontal.

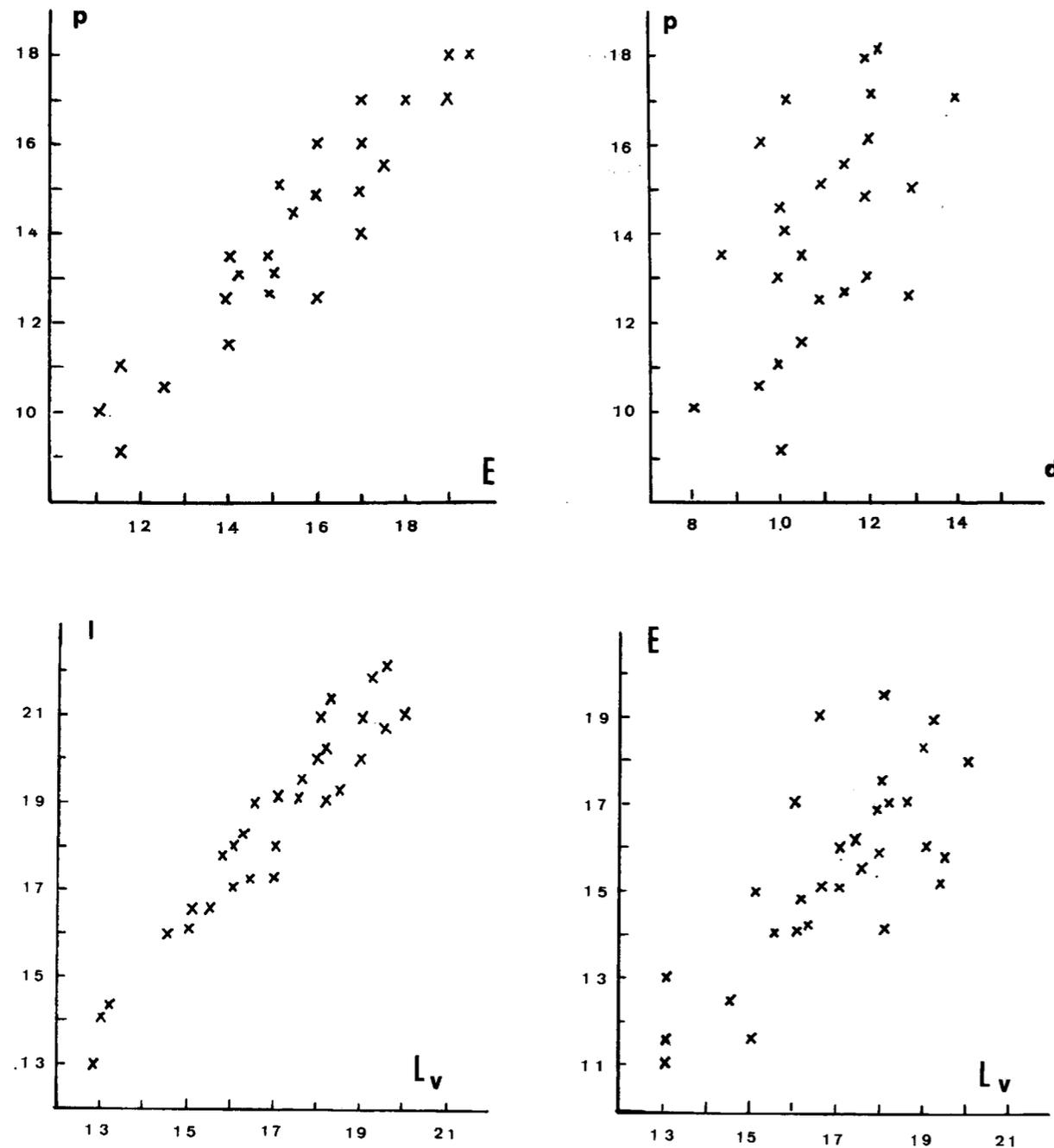


Figura 3

Diagramas de medidas (Valores en mm.)

Interpretación:

Lv=Longitud de la valva ventral.
 I=Anchura de la concha.
 E=Espesor de la concha.
 p=Profundidad del seno.
 d=Anchura del seno (valva ventral).

— El gran desarrollo del seno, muy profundo, que hace que el espesor total sea siempre mucho mayor que la longitud.

— La posición de este espesor máximo desplazado hacia 1/4 del borde anterior.

— La tendencia a tener menos costillas en el seno (una o dos medidas en la valva ventral).

— La tendencia a que las costillas del seno sean menos agudas.

— La superficie lisa algo menor.

H. batalleri se separa fácilmente de otras formas por sus superficies lisas y la sección aguda de sus costillas (DUBAR, 1931).

Nada podemos afirmar respecto de la hipótesis de AGER de relacionar con el rango de subespecies geográficas *H. meridionalis* y *H. cynocephala* (RICHARD, 1840).

En las colecciones del Museo del Seminario y consideradas por BATALLER como *Rh. batalleri* se guardan varias formas de procedencias distintas—sobre todo Sierra de Albarracín— que por su costulación no pueden ser auténticas *batalleri*, acercándose a la forma descrita por DUBAR como *Rh. vasconcellosi*.

Material examinado y localidades.

En este estudio se ha utilizado:

Ocho ejemplares clasificados por DUBAR, procedentes de localidades cercanas a Alfara (Pilot, Feixes de Marraña, etc.).

Nueve ejemplares guardados en el Museo del Seminario de localidades semejantes (Cova dels Adells, Alfara, etc.) clasificados por BATALLER u otros.

Unos 32 locotipos recogidos personalmente, por el Dr. Vía y por el escolapio P. Solé.

Como localidades repetimos las citadas por DUBAR: Alfara (provincia de Tarragona), Camarasa (provincia de Lérida), Villar del Cobo, cerca de Albarracín (provincia de Teruel), Valle del Segre, al Sur de Seo de Urgel (provincia de Lérida) y la región de Saint Giron (Francia).

En el Museo del Seminario hay ejemplares de las siguientes procedencias: Alcalá de la Selva (provincia de Teruel), Los Pajares, Albarracín (provincia de Teruel), Serra Montroig (Camarasa, provincia de Lérida) y de Tartareu (provincia de Lérida). DELANCE (1969) citó también esta última localidad. COMAS-RENGIFO y GOY (1975) indican Ribarredonda y Ablanquejo (provincia de Guadalajara).

Distribución estratigráfica.

En su localidad tipo *H. batalleri* no se encuentran por debajo del Toarciense concentrándose exclusivamente en las capas atribuidas al Toarciense inferior alto y Toarciense medio.

DUBAR (1931) la consideró del Toarciense inferior medio (Toarciense calizo con *Hildoceras bifrons*) dudando de su existencia en la zona spinatum (Pliensbachiense superior). Se ratificó en tal opinión en 1960 (DUBAR in AGER, 1960).

En los trabajos de los geólogos alemanes (BEHMEL, GEYER, HINKELBEIN, etc.) *H. batalleri* se cita como relativamente frecuente desde Pliensbachiense inferior hasta el Toarciense inferior inclusive, no apareciendo en el Toarciense medio. Con igual distribución y frecuencia se cita *H. meridionalis*.

Para ALMERAS (1964) *H. batalleri* abarca el Toarciense inferior y medio (Zonas tenuicostatum, falciiferum, bifrons y jurensis), siendo *H. meridionalis* propia del Domeriense (Zonas margaritatus y spinatum).

Para DELANCE (1969) *H. meridionalis* se encuentra en el Toarciense inferior y medio habiéndose citado del Pliensbachiense de Turquía y Checoslovaquia. Respecto de *H. batalleri* señala su hallazgo en el Toarciense inferior de Tartareu con un ejemplar de *Dactyloceras* gr. *tenuicostatum*.

En el corte del Lías de Obón (provincia de Teruel) hecho por MOUTERDE (1971) en el que DELANCE clasificó parte de los Braquiópodos, *H. batalleri* o formas afines aparece en el Toarciense inferior y en la base del Toarciense medio (Zonas serpentinus y bifrons).

Este corte en conjunto concuerda mucho con el hecho en la localidad tipo.

GOY (in MENÉNDEZ HEVIA y RAMÍREZ DEL POZO, 1974) al tratar del Jurásico de la Serranía de Cuenca determina *Rh. aff. batalleri* en las "margas con Ammonites" (Toarciense inferior). Igualmente se cita en las "calizas lumaquéllicas".

COMAS-RENGIFO y GOY (1975) señalan la especie *batalleri* desde la zona serpentinus hasta la zona variabilis aunque manifiestan cierta duda sobre su presencia en este límite superior. La especie *meridionalis* casi le corresponde estratigráficamente ya que empieza también en la serpentinus y sobrepasa ligeramente la variabilis.

Todas esas opiniones confirman la primitiva y original distribución así como indican la estrecha relación entre *batalleri* y *meridionalis*.

Paleoecología.

No se ha observado ningún ejemplar en posición de vida. Sin embargo, por la litología, que sugiere un ambiente de aguas quietas, y por su morfología, puede deducirse que *H. batalleri* se fosilizó cerca del lugar de vida. Del hecho del tamaño pequeño del foramen y de la presencia de callosidades apicales en el interior de los umbos de las dos valvas puede deducirse que el pedúnculo no tuvo gran importancia para sostener la concha en posición de vida si bien pudo cumplir la función de anclar al animal en un sustrato poco consolidado. En estas condiciones ambientales puede suponerse que el desarrollo del saliente o burlate dorsal representaría una ventaja adaptativa.

BIBLIOGRAFIA

- AGER, D. V.: *A monograph of the British liassic Rynchonellidae*. "Palaeontographical Society", vol. 110, 112, 116 y 121, 172 p., 13 láms. London (1956-1967).
- AGER, D. V.: *La répartition géographique des Brachiopodes dans le Lias français*. "Mém. B. Rech. Geol. Min.", Coll. Lias français 4, Rapport III B Les Brachiopodes (1960).
- AGER, D. V.: *Mesozoic and Cenozoic Rhynchonellacea*, in "Treatise on Invertebrate Paleontology", Part H. Brachiopoda, p. H. 597 H. 632 (1965 a).
- AGER, D. V.: *The adaptation of Mesozoic brachiopods to different environments*. "Palaeogeog. Palaeoclim. Palaeocol", 1, pp. 143-172 (1965 b).
- AGER, D. V.: *Brachiopod palaeoecology*. "Earth Sci. Rev.", 3, pp. 157-179 (1967).
- AGER, D. V., CHILDS, A., PEARSON, D. A.: *The evolution of the mesozoic Rhynchonellida, I*. "Geobios", 5, páginas 157-233 (1972).
- ALMERAS, Y.: *Brachiopodes du Lias et du Dogger*: "Doc. Labo. Géol. Fac. Sci. Lyon", 5, 161 p. (1964).
- BATALLER, J. R.: *Sur le Jurassique de la partie méridionale de la Catalogne (Puertos de Tortosa)*. "Bull. Soc. Géol. Fr.", 4 ser., XXVI, pp. 101-116 (1926).
- BEHMEL, H. y GEYER, O.: *Beitrage zur Stratigraphie und Paläontologie des Juras von Ostspanien*. "N. Jb. Geol. Paleont. Abh.", 124, pp. 1-52, 6 láms. Stuttgart (1966).
- COMAS-RENGIFO, M. J. & GOY, A.: *Estratigrafía y Paleontología de Jurásico de Ribarrodonada (Guadalajara)*. "Est. Geol.", XXXI, pp. 297-339, 6 láms. Madrid (1975).
- DELANCE, J. H.: *Etude de quelques Brachiopodes liasiques du Nord-Est de l'Espagne*. "Ann. Paléont". (Invert.) LV, pp. 1-44, 2 láms. Paris (1969).
- DELANCE, J. H. y LAURIN, B.: *Septalium et encoche cardinale, deux dispositifs structuraux non homologues des Brachiopodes mésozoïques*. "C. R. Acad. Sc. Paris", 277, pp. 2337-2339 (1973).
- DESLONGCHAMPS, E.: *Brachiopodes recueillis par M. de Verneuil dans le Lias d'Espagne. Etudes critiques sur des Brachiopodes nouveaux ou peu connus*. "Bull. Soc. Linn Normandie", ser. 2, v. 8, pp. 273-286, 2 láms. Caen. (1863).
- DUBAR, G.: *Brachiopodes liasiques de Catalogne et des régions voisines*. "Butill. Inst. Cat. Hist. Nat.", ser. 2, XXXI, pp. 103-178, 5 láms. Barcelona (1931).
- FLAMAND, G. M. B.: *Recherches géologiques et géographiques sur le Haut Pays de l'Oranie et sur le Sahara*. "Thèse de doctorat, n. 47", 950 p., 16 láms. Lyon (1911).
- GOURION, A.: *Révision de certains Brachiopodes liasiques de l'Ouest de l'Algérie*. "Publ. Serv. Carte géol. Algérie", 28, pp. 68-148, 4 láms. (1960).
- MELÉNDEZ HEVIA, F. y RAMÍREZ DEL POZO, J.: *El Jurásico de la Serranía de Cuenca*. "Bol. IGM España", LXXXIII, pp. 313-342, 11 láms. (1972).
- MOUTERDE, R.: *Une coupe du Lias à Obón aux confins des Provinces de Teruel et de Saragosse*. "Cuadernos Geol. Ibérica", 2, pp. 345-354. Madrid (1971).
- ROUSSELLE, L.: *Le genre Pseudogibbirhynchia (Rhynchonellacea) dans le Toarcien et l'Aalémien inférieur du Haut Atlas central et oriental*. "Not. Serv. Géol. Maroc", 34, pp. 121-133, 5 figs. Rabat (1973).
- ROUSSELLE, L.: *Présence du genre Rhynchonelloidella (Brachiopodes, Rhynchonellacea) dans le Toarcien moyen d'Espagne. Description de Rhynchonelloidella marini, nov. sp.* "Geobios", 8, pp. 139-142, 2 figs. Lyon (1975).

Recibido: Mayo 1976.

Horizontes portadores de mineralización (sulfuros y manganeso) en la zona de El Castillo de las Guardas, de la Faja Pirítica del SO. de España. (*)

Parte II - Control Estructural

Por J. RAMIREZ COPEIRO DEL VILLAR (**)

RESUMEN

Una vez establecido el control estratigráfico de los yacimientos de sulfuros masivos y de manganeso, existentes en la zona de El Castillo de las Guardas (ver parte I de esta publicación), queda por determinar el estudio de las deformaciones tectónicas sufridas por los horizontes portadores de la mineralización.

La geometría de los depósitos existentes en el área está claramente controlada por dos fases mayores de plegamiento, correspondientes a la orogenia Hercínica. Existe un fuerte control tectónico referido geoméricamente a la primera fase, que originó una intensa deformación con pliegues predominantemente asimétricos, de vergencia sur y de dirección ONO-ESE o E-O, y algunas estructuras volcadas hacia el S. La segunda fase que se superpone a la anterior, originando pliegues abiertos de orientación NNE-SSO o N-S en una tectónica de ejes cruzados, es responsable de las mayores ondulaciones de los criaderos.

Los principales criaderos de la zona, El Castillo de las Guardas y Coto Vicario, constituyen los núcleos de estructuras sinclinales, disponiendo sus ejes macroscópicos de forma subhorizontal, con hundimiento de 5° hacia levante, en ambos casos.

ABSTRACT

Once the stratigraphic control of the massive sulphid and manganese ore bodies, present in the area of El Castillo de las Guardas, is established (see part I of this report), there is left to determine the study of the tectonic deformations undergone by the ore-bearing horizons.

The geometry of the deposits present in the area, is clearly controlled by two major fold phases belonging to the Hercynian Orogeny. There is a strong tectonic control of the ore bodies, related geometrically to the first phase, which caused an intense deformation with mainly asymmetric, folds of south vergency, with axial trends WNW-ESE and some southward overturned structures. The second phase, superimposed to the former, caused folds more open in style, showing axial trends NNE-SSW y or N-S in a cross girde tectonic, and is responsible for the major undulations of the ore bodies.

The main deposits in the area, El Castillo de las Guardas and Coto Vicario, are confined to the cores of synclinal structures with their macroscopic axes in subhorizontal position, plunging 5° towards east in both cases.

INTRODUCCION

Una vez admitido el origen exhalativo singenético sedimentario de los yacimientos de sulfuros masivos de la zona de El Castillo de las Guardas y definida su asociación a los horizontes tobáceos de

la serie volcánica ácida inferior y de la serie volcánica ácida superior —control estratigráfico (ver parte I de esta publicación)—, queda por determinar la estructura de la zona donde están enclavadas las mineralizaciones —control tectónico— (fig. 1). Este es el motivo del presente trabajo, el estudio de las deformaciones tectónicas sufridas por dichos horizontes que nos permitirán conocer la estructura actual de las masas.

(*) Trabajo efectuado para la Reserva Zona de Huelva del IGME.

(**) Doctor Ingeniero de Minas, Empresa Nacional ADARO de Investigaciones Mineras, S. A.

Conocidos ambos controles, estratigráfico y tectónico, se podrán decidir con un mayor rigor las etapas sucesivas a efectuar en los futuros trabajos de prospección.

GEOLOGIA ESTRUCTURAL DE LA ZONA DEL CASTILLO DE LAS GUARDAS.

La zona estudiada, perteneciente al cinturón pirítico hispano-portugués, ha sido afectada por la orogenia Hercínica de dirección ONO-ESE. Dicha orogenia muestra, a lo largo de la faja pirítica, deformaciones varias, cuya intensidad y extensión varían de unos sitios a otros e incluso algunas de éstas pueden ser consideradas como diferentes estadios dentro de una misma fase de plegamiento.

En la búsqueda de yacimientos, en general, y para aquellos que, como en nuestro caso, han sufrido los efectos del plegamiento durante la orogenia Hercínica, en particular, es importante realizar el estudio cronológico de las fases regionales de plegamiento. Lo mismo que el estudio detallado de yacimientos de origen pretectónico, contribuye al entendimiento del desarrollo estructural de sus alrededores, recíprocamente, y dado que las labores mineras de los dos principales criaderos de la zona (El Castillo de las Guardas y Coto Vicario) son inaccesibles al estar completamente abandonadas e inundadas, siendo imposible el reconocimiento de estos depósitos para ver su forma y estructura, podemos decir que el único método de trabajo para el entendimiento de la geometría de los criaderos es el estudio de las deformaciones tectónicas sufridas por los horizontes portadores de la mineralización, deformaciones que han de ser semejantes a las producidas en las posibles masas de sulfuros que contengan.

Vamos a describir a continuación las diferentes estructuras macroscópicas y mesoscópicas encontradas en el área.

ESTRUCTURAS MACROSCOPICAS.

Se han determinado las siguientes estructuras en el área considerada: sinclinorio carbonífero, continuación del de Riotinto, situado en la zona SO y flanqueado por el Complejo Volcánico Sedimentario (C. V. S.). Su flanco sur es normal y el norte tectónico, en forma de falla inversa de buzamiento norte. El sinclinorio está constituido por una serie

de pliegues menores asimétricos de vergencia sur, cuyo eje se hunde 5° hacia poniente.

Anticlinorio de Coto Vicario, situado al sur de la aldea de La Aulaga, constituido por materiales pertenecientes a la serie volcánico sedimentaria ácida inicial, pizarras, areniscas y tobas. Su flanco norte es normal y el sur tectónico, en forma de falla inversa de buzamiento norte. El eje de la estructura se hunde 5° hacia levante.

Anticlinales al sur de la aldea de El Peralejo, cuyo núcleo está constituido por lavas ácidas (riolitas) del volcanismo ácido superior. El más meridional, con su flanco sur en forma de falla inversa.

Sinclinal del Escalante, al norte del sinclinorio carbonífero, cuyo núcleo está constituido por rocas básicas del volcanismo básico superior, con ambos flancos normales, descansando sobre las tobas ácidas del volcanismo ácido superior.

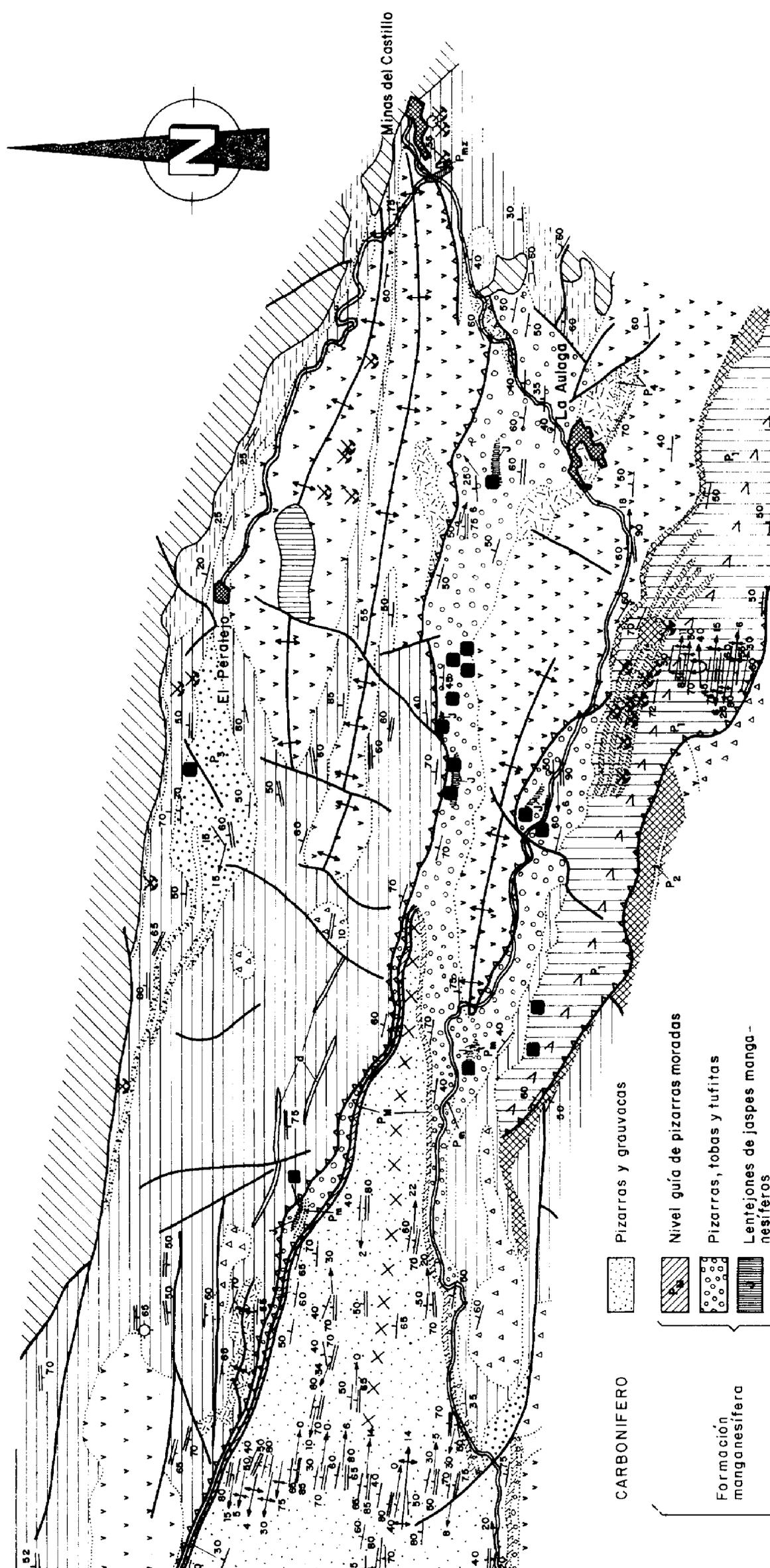
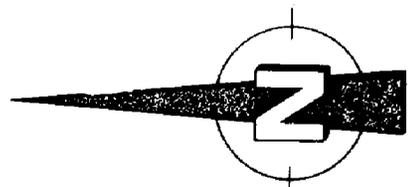
Todas estas estructuras se orientan en dirección aproximada E-O, siguiendo la dirección regional hercínica.

ESTRUCTURAS MESOSCOPICAS.

Los datos mesoscópicos estructurales han sido examinados en detalle, siguiendo las más modernas técnicas estructurales, realizadas por RAMSAY, 1960; TURNER, 1963; WEISS, 1957, 1959, 1963; MC INTYRE, 1957, y otros. Este análisis condujo al reconocimiento de varias estructuras penetrativas planas, lineales y ejes de pequeños pliegues, que son designados de acuerdo con la nomenclatura adoptada por TURNER y WEISS (1963). A lo largo de la zona estudiada fueron encontrados tres grupos distintos de estructuras mesoscópicas, de estilo claramente diferente. Su descripción es como sigue:

a) Primera generación de estructuras:

S_1 : Estratificación. Se aprecia en las pizarras por la alternancia de franjas de distinta composición y color. La alternancia de cuarcitas o grauvacas con pizarras sirve también para determinar a S_1 . En las volcánicas ácidas e intermedias la S_1 viene a veces representada por un bandeo de color (ver figura 4 de la parte I), que obedece a coladas de distinta composición, aunque está mucho más marcada en las rocas piroclásticas (ver figura 6 de la parte I).



COMPLEJO VOLCANICO SEDIMENTARIO

- CARBONIFERO**
 - Formación manganesífera
 - Serie volcánica sedimentaria básica sup.
 - Serie volcánica sedimentaria ácida sup.
 - Serie volcánica sedimentaria básica inf.
 - Serie volcánica sedimentaria ácida inf.
- Pizarras y grauwacas
 - Nivel guía de pizarras moradas
 - Pizarras, tobas y tufitas
 - Lentejones de jaspes manganesíferos
 - Lentejones de pizarras moradas
 - Lavas básicas
 - Pizarras y grauwacas
 - Lavas ácidas
 - Aglomerados y brechas ácidas
 - Tobas ácidas con mineral
 - Pizarras y grauwacas
 - Lavas básicas
 - Pizarras y grauwacas
 - Tobas con piritita
 - Pizarras y grauwacas
- Pizarras
 - Gabros
 - Pórfido granítico
 - Pórfido monzonítico
 - Sill de diabasa
 - ROCAS METAMORFICAS
 - Pizarras y filitas mosqueadas, corneanas



SIGNOS CONVENCIONALES

- Contacto normal
- Contacto mecánico
- Falla
- Falla inversa
- Rumbo y buzamiento de la estratificación
- Rumbo y buzamiento de la pizarrosidad
- Lineación del primer plegamiento
- Lineación de los pliegues en V
- Anticlinal
- Anticlinal volcado al sur
- Sinclinal
- Anticlinorio
- Sinclinorio
- Minas abandonadas y registros de pirita
- Minas y registros de manganeso
- Sondeo mecánico

MAPA GEOLOGICO-ESTRUTURAL SIMPLIFICADO DE LA ZONA DE EL CASTILLO DE LAS GUARDAS

AÑO 1976

Figura 1
Mapa geológico-estructural simplificado de la zona de El Castillo de las Guardas

S_2 : Pizarrosidad longitudinal o superficie axial de los pliegues de la primera generación, más acentuada en los estratos incompetentes (pizarras, rocas piroclásticas) (fig. 2), que en los competentes (lavas,



Figura 2

Estratificación S_1 y pizarrosidad S_2 (martillo) en pizarras pelíticas del Carbonífero del SO. Carretera de Nerva al Castillo de las Guardas

cuarcitas, grauvacas) y originada por una orientación preferente de los minerales micáceos. Esta pizarrosidad sincrona con el metamorfismo regional epizonal está muy desarrollada y con frecuencia enmascara a la estratificación, posee una dirección de $N 90^\circ-105^\circ E$, con un buzamiento de $60^\circ-80^\circ$, generalmente al norte. A veces es subparalela a S_1 .

$L_1 = B_{S_1}^{S_2}$ = Ejes de pliegues de la primera generación en S_1 , que tiene por plano axial a S_2 y son paralelos a la intersección de S_1 y S_2 . La intersec-

ción de la pizarrosidad con la estratificación da lugar a una fina estriación sobre la última.

Los pliegues de esta primera generación, puestos de manifiesto en cortes perpendiculares a la dirección axial, son pliegues asimétricos (los más abundantes), con neto predominio de la rama que buza al norte, que es menos empinada (fig. 3), y menos



Figura 3

Pliegue de tipo asimétrico con la rama que buza al norte, menos empinada y suave que la que buza al sur, en el Carbonífero

frecuentes los apretados, concéntricos, similares, isoclinales y volcados, con vergencia hacia el sur (figura 4). La escala de estos pliegues varía desde milimétrica a métrica.



Figura 4

Pliegue volcado al sur, asimétrico, con la rama sur buzando más y ambas buzando al norte. I: en la serie volcánica ácida inferior. Carretera de La Aulaga al Madroño

Este primer movimiento tectónico originó pliegues de eje $B_{S_1}^{S_2}$, de vergencia sur, de dirección ONO-ESE o E-O, con cabeceo hacia el este y el oeste, pero siempre contenidos en el plano axial del pliegue macroscópico, y una pizarrosidad longitudinal S_2 , que generalmente buza al norte, subparalela a la superficie axial de estos pliegues y originada contemporáneamente con ellos. Esta primera fase originó, pues, un plegamiento plano no cilíndrico (TURNER y WEISS, 1963, pág. 109, fig. 4-17b).

b) Segunda generación de estructuras.

S_3 =Pizarrosidad transversa o superficie axial de los pliegues de la segunda generación, poco penetrativa y difícil de reconocer en el campo, pero su existencia está confirmada por la aparición de una disyunción acicular en las pizarras, motivada por la intersección de S_2 y S_3 . Las direcciones medidas para S_3 en las ocasiones en que fue posible dieron N 20° E y 50° N de buzamiento.

$L_2 = B_{S_1}^{S_3}$ =Ejes de pliegues de la segunda generación, en S_1 , que tienen por plano axial a S_3 y son paralelos a la intersección de S_1 y S_3 .

Los pliegues de la segunda generación, menos frecuentes que los de la primera, se han encontrado en recorridos o cortes paralelos a la dirección axial y se presentan en forma de suaves ondulaciones o pliegues abiertos de dirección NNE-SSO o N-S, ortogonales a los anteriores y motivados por esfuerzos que actuaron en dirección ESE-ONO.

c) Tercera generación de estructuras.

S_4 =Crucero de clivo-deslizamiento (strain-slip cleavage) o plano axial de los pliegues en V (Kink folds) de S_2 .

$L_3 = B_{S_2}^{S_4}$ =Ejes de pliegues en V en S_2 , que tienen por plano axial a S_4 y son paralelos a la intersección de S_2 y S_4 .

Estos pliegues (fig. 5) son rizos y ondulaciones de pequeña amplitud, originados por un movimiento tardío, que pudo pasar fácilmente inadvertido por ser coaxial con la primera deformación y solamente verse su acción en la pizarrosidad S_2 (se midieron como promedio para S_4 : N 125° E con 55° N de buzamiento y para la L_3 : 30° N 120° E). Estos pliegues, originados por una última fase de plegamiento o una etapa final de la primera, están simétricamente relacionados con los que originaron los pliegues mayores.



Figura 5

Pliegues en V o kink folds en la pizarrosidad S_2 . Serie volcánica ácida inferior. Carretera de La Aulaga al Madroño

GEOMETRIA DEL PLEGAMIENTO. ANALISIS- β

En escala mesoscópica, las superficies S_1 son las estructuras planas más prominentes en las rocas; sus posiciones definen el estilo de deformación. El estudio estadístico de la geometría mesoscópica de S_1 revela la geometría y orientación de las estructuras megascópicas en el área. El área megascópica debe ser homogénea con respecto a una o más estructuras penetrativas. El objeto de este estudio es encontrar áreas monoclinicas estadísticamente homogéneas con respecto a β . Esto puede ser establecido dividiendo el área en pequeños dominios homogéneos, que posteriormente son agrupados en otros mayores. El área ha sido dividida en cuatro dominios correspondientes a las diferentes unidades estratigráficas de la zona del Castillo, con excepción

de las series volcánicas básicas (ver apartado de Estratigrafía, parte I) y efectuado el análisis de la orientación y relaciones geométricas de los elementos estructurales (estratificaciones, pizarrosidades y lineaciones) en cada uno de ellos (fig. 6). Esto hace una posición N 95° E y buzamiento 65° N. El diagrama refleja el tipo de pliegues que generalmente observamos en el campo (pliegues de la primera generación), pliegues asimétricos con neto predominio de la rama normal, que buza al norte, sien-

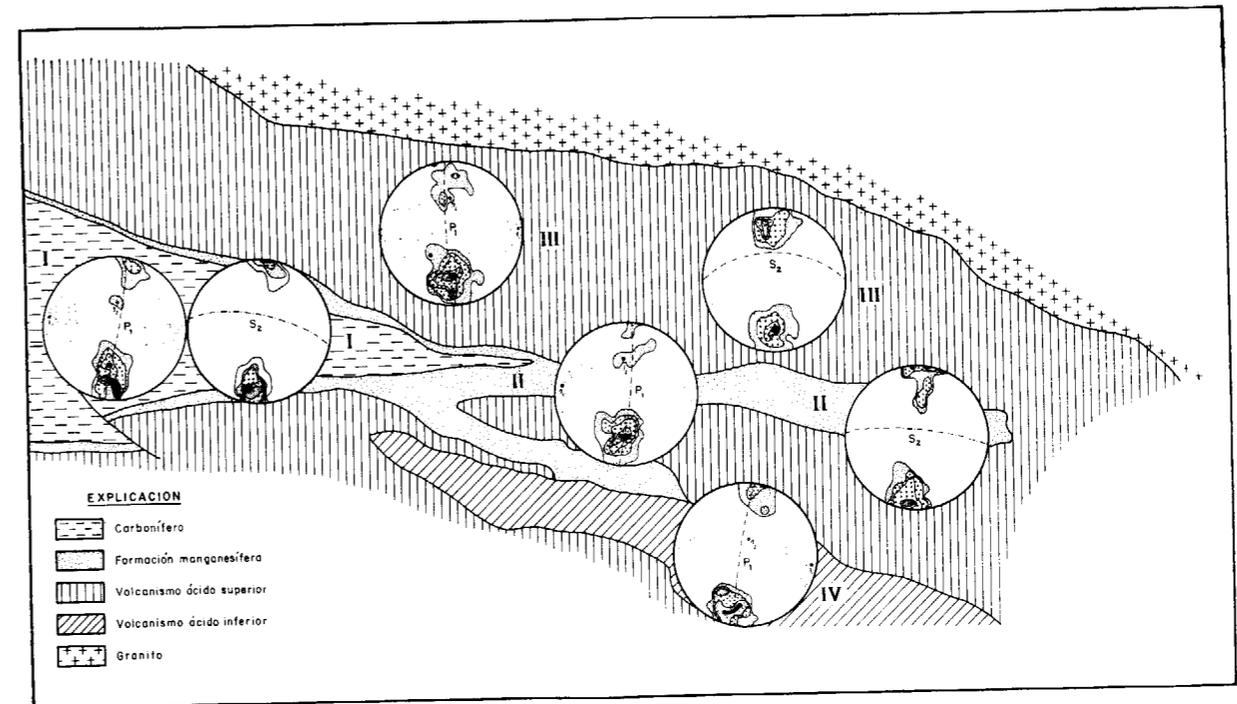


Figura 6

Diagramas estructurales de las estratificaciones, pizarrosidades y lineaciones en la zona de estudio

posible la obtención de una imagen clara de la orientación de dichos elementos en cada dominio y de sus variaciones de uno a otro. Los resultados son combinados para dar la geometría megascópica del área completa. Los datos fueron proyectados en el hemisferio inferior de una proyección de áreas iguales. El proceso seguido para el análisis geométrico es el mismo que fue seguido por el autor para el área de Haugerud, en Noruega (RAMÍREZ COPEIRO DEL VILLAR, 1975).

Geometría del dominio I (Sinclinorio carbonífero del SO).

En el diagrama 1 se han proyectado 77 polos de S_1 , que definen un eje β_1 subhorizontal, hundándose 5° en dirección N 282° E, representando el eje estadístico del primer plegamiento. La mayor parte de los S_1 definen un máximo (12,9 por 100), con

do la rama que buza al sur la que presente buzamientos más fuertes.

Los polos no están distribuidos sobre un círculo máximo por lo que el plegamiento no es cilíndrico. También se observa el tipo de plegamiento plano no cilíndrico de esta primera fase en el sentido del hundimiento de los 65 ejes y lineaciones medidos L_1 , con una dispersión acusada y con hundimiento hacia el E y O, pero yaciendo siempre en el círculo máximo definido por la traza del plano axial S_2 , que se presenta plano y sin ninguna deformación. La casi geométrica coincidencia entre el eje β_1 y la mayoría de las 65 L_1 sugiere que ambos están relacionados con la misma fase de deformación, la primera fase. La dispersión lateral de los polos S_1 en torno al círculo máximo P_1 o, lo que es igual, la distribución de los polos a lo largo del plano P_2 (N 95° E, 30° S), indica la existencia de un segundo

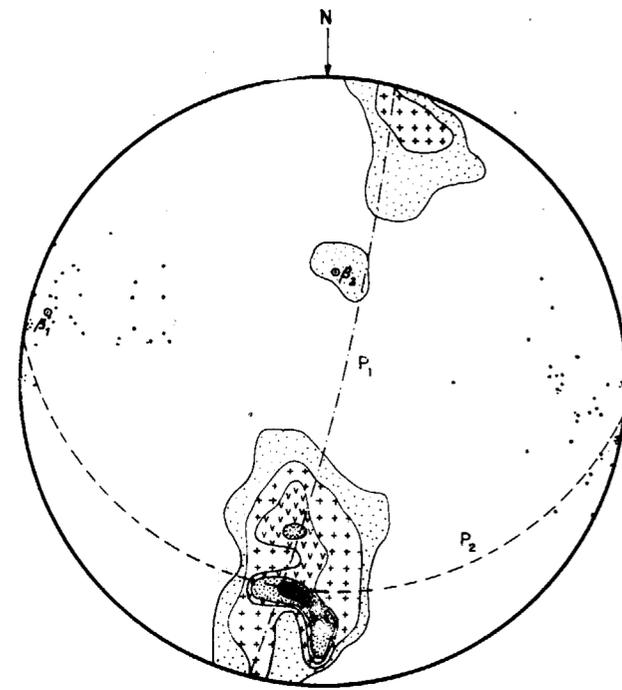


Diagrama 1

77 polos de S_1 (contornos 2, 5, 8, 10, 12 %) y 65 L_1 en el sinclinorio carbonífero del SO

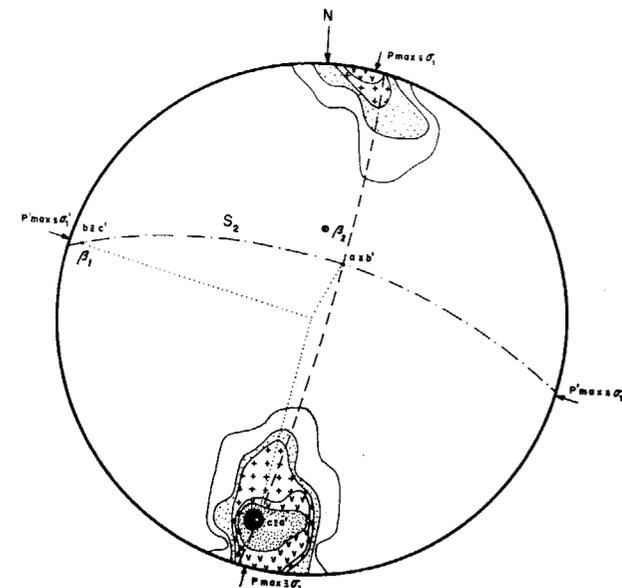


Diagrama 2

77 polos de S_2 (contornos 2, 4, 8, 11, 15, 19 %) en el sinclinorio carbonífero del SO

movimiento tectónico definido por un eje β_2 que se hunde 60° en dirección $N 5^\circ E$ y, aproximadamente ortogonal a β_1 ($\beta_1 \wedge \beta_2 = 82^\circ$).

En el diagrama 2 se han proyectado 77 polos de S_2 , mostrando un máximo (19,4 por 100) correspondiente a una posición $N 103^\circ E$, con un buzamiento de $70^\circ N$. Dicha pizarrosidad contiene el eje β_1 , es decir, es subparalela al plano axial de la estructura definida por los polos S_1 .

Este dominio pone de manifiesto la existencia de dos deformaciones superpuestas. Considerando la orientación de los S_1 con respecto al eje β_1 , la fábrica megascópica parece tener simetría monoclinica, ya que el único elemento de simetría es el plano P_1 ($N 13^\circ E, 85^\circ S$) normal a β_1 .

Geometría del dominio II (Formación manganesífera).

En el diagrama 3 se han proyectado 57 polos de S_1 y 16 L_1 , definiendo un eje β_1 hundiéndose 6° en dirección $N 277^\circ E$.

La mayoría de los polos S_1 con un máximo de 21 por 100, corresponden a un rumbo de $N 90^\circ E$ y $50^\circ N$ de buzamiento.

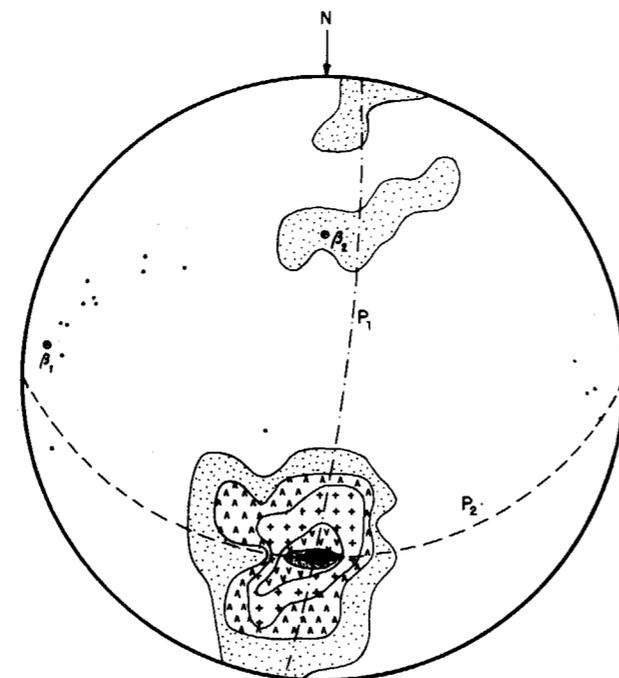


Diagrama 3

57 polos de S_1 (contornos 1, 4, 8, 14, 17, 21 %) y 16 L_1 en la formación manganesífera

La dispersión lateral de los S_1 entorno al círculo máximo P_1 ($N 7^\circ E, 84^\circ S$) muestra la existencia de un segundo movimiento tectónico de eje β_2 ($50^\circ N 1^\circ E$), que es el polo del círculo máximo P_2N ($91^\circ E, 40^\circ S$). El ángulo entre β_1 y β_2 es también de 82° .

El pequeño porcentaje de polos buzando al sur indica que estas partes de los pliegues fueron eliminadas por erosión o por fallas con buzamiento norte, apareciendo como normal el que las capas que forman las estructuras originen una sucesión ininterrumpida de ramas que buzando al norte.

Los 30 polos de S_2 (diagrama 4) están concentrados en un máximo (23,3 %) correspondientes a un rumbo $N 97^\circ E$ y $80^\circ N$ de buzamiento. El S_2 así definido, es estadísticamente subparalelo al plano axial de la mayor estructura definida en el diagrama 3.

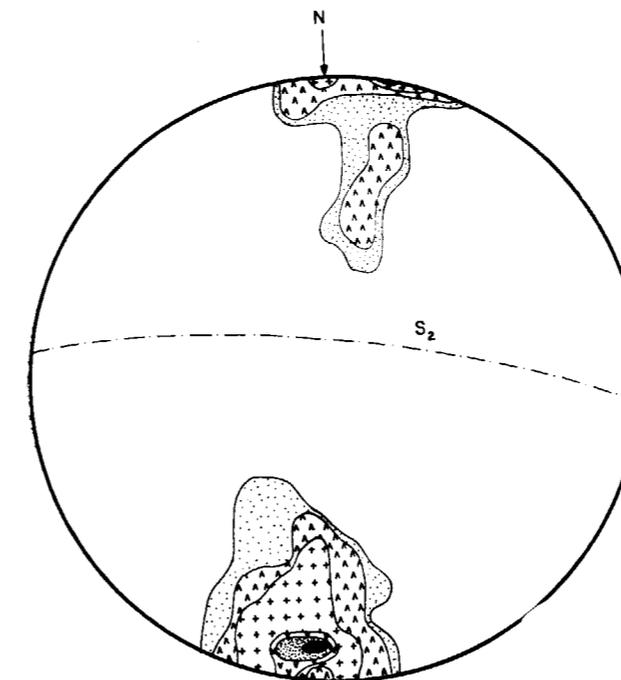


Diagrama 4

30 polos de S_2 (contornos 1, 4, 8, 14, 18, 22 %) en la formación manganesífera

Geometría del dominio III (Serie volcánica ácida superior).

En el diagrama 5 se han proyectado 107 polos de S_1 y 20 lineaciones L_1 . El eje β_1 obtenido se hunde 5° en dirección $N 88^\circ E$, siendo prácticamente sub-

horizontal. Como en el diagrama 3 gran parte de las ramas sur de los pliegues fueron eliminadas por fallas con buzamiento norte. El diagrama muestra asimismo las ramas volcadas hacia el sur de los pliegues de esta primera tectónica, pues constitu-

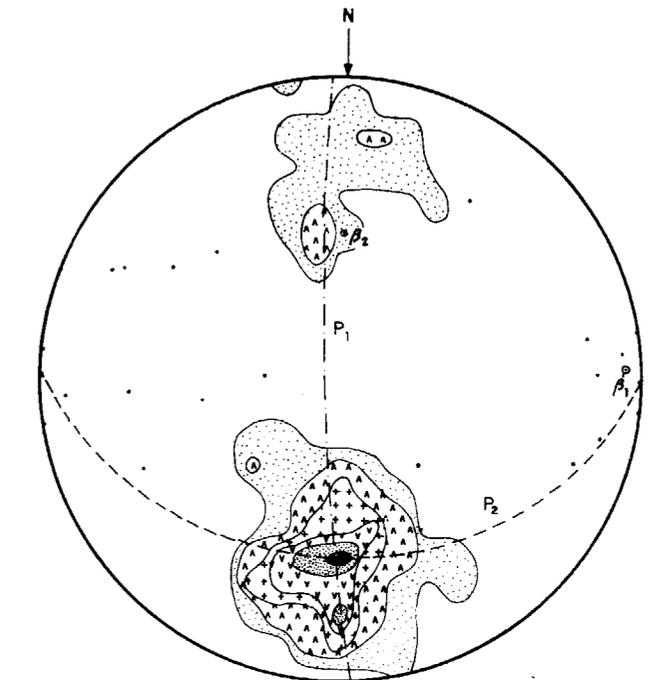


Diagrama 5

107 polos de S_1 (contornos 1, 3, 6, 8, 11, 15 %) y 20 L_1 en la serie volcánica sedimentaria ácida superior

yen un submáximo (11,2 %) correspondiente a una posición $N 90^\circ E$ y buzamiento de $68^\circ N$. De forma que la rama invertida o la que buza hacia el sur si el pliegue no es volcado, presenta buzamientos más fuertes.

Existe una dispersión lateral de los polos S_1 en torno al círculo máximo P_1 ($N 3^\circ O, 85^\circ S$), distribuyéndose a lo largo del círculo máximo P_2 ($N 90^\circ E, 40^\circ S$), mostrando la existencia de un segundo movimiento tectónico de eje β_2 que se hunde $50^\circ N$ en dirección $N-S$ y que forma un ángulo de 82° con el β_1 .

Los 127 polos de S_2 (diagrama 6) forman en este dominio una concentración (13,3 %) correspondiente a una posición $N 90^\circ E$ con un buzamiento de $60^\circ N$. Dicho máximo está situado en posición simétrica respecto del máximo (ramas normales) y submáximo

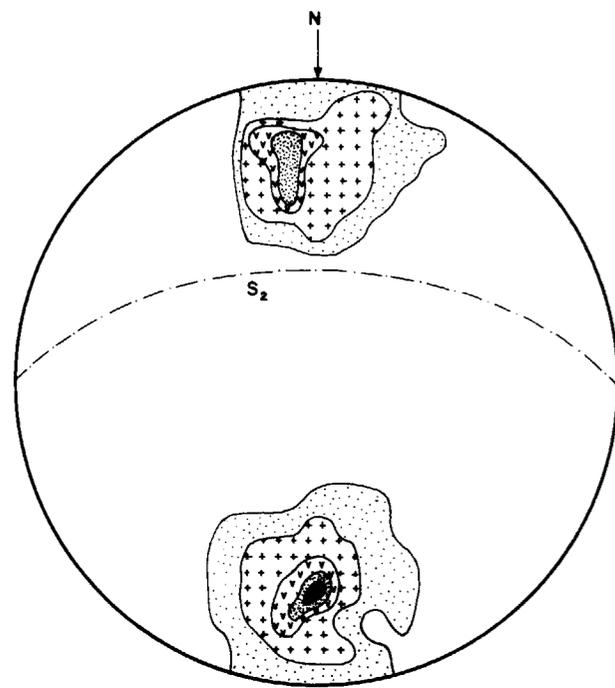


Diagrama 6

127 polos de S_2 (contornos 1, 4, 7, 9, 13 %) en la serie volcánica sedimentaria ácida superior

(ramas volcadas) del diagrama 5, y además dicha S_2 contiene al eje β_1 , por tanto, es subparalela al plano axial de la estructura definida por los polos de S_1 .

Este dominio muestra también evidencia de dos deformaciones superpuestas y la fábrica megascópica parece tener simetría monoclinica.

Geometría del dominio IV (Serie volcánica ácida inferior).

En el diagrama 7 se han proyectado 27 polos de S_1 y 12 lineaciones L_1 , definiendo un eje β_1 subhorizontal que se hunde 5° en dirección N 100° E. El diagrama representa la geometría de las dos series de limbos de un gran anticlinorio constituido por una serie de anticlinales y sinclinales planos y no cilíndricos. La presencia del submáximo (11,1 %) podría interpretarse como la existencia de ramas volcadas hacia el sur de los pliegues de la primera fase (estadísticamente la falta de planos de pizarrosidad hace difícil la interpretación del mismo), pero en el campo se han encontrado pliegues volcados como el de la figura 4.

La dispersión lateral de los polos S_1 alrededor del plano P_1 (N 10° E, 85° N) y distribución a lo largo del plano P_2 (N 104° E, 20° S), muestra la existencia de una segunda fase de deformación de eje β_2 (70° N 15° E) que forma 84° con el eje β_1 .

La falta de suficientes medidas de planos de pizarrosidad S_2 , ha hecho imposible la construcción del diagrama correspondiente, pero los datos tomados no difieren en absoluto de los del resto del área estudiada.

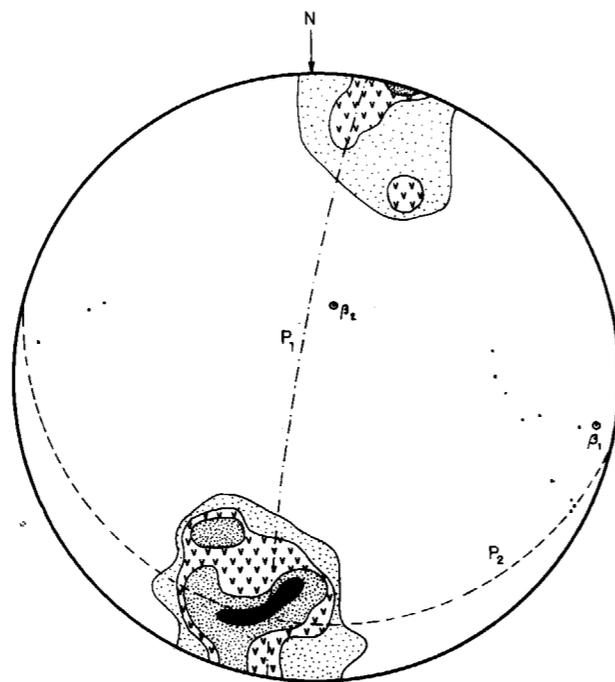


Diagrama 7

27 polos de S_1 (contornos 1, 4, 8, 14 %) y 12 L_1 en la serie volcánica sedimentaria ácida inferior

SUGERENCIA DE ALGUNAS OBSERVACIONES CINEMATICAS Y DINAMICAS

La única propiedad de los diagramas estructurales de valor para una interpretación cinemática es su simetría, es decir, que la simetría de una fábrica tectónica refleja la simetría de los movimientos o deformaciones responsables para la evolución de la fábrica, pero no da información sobre la naturaleza y distribución de los esfuerzos que han causado estas deformaciones. En el estado actual de conocimiento de la geología estructural, sin haberse pro-

puesto todavía un modelo de la deformación registrada en las fábricas tectónicas, una interpretación fidedigna ha de limitarse tan sólo a la cinemática, pues sin tal modelo la discusión de los posibles esfuerzos carece de fundamento (Turner y Weiss, 1963, página 363). No obstante vamos a intentar dar una interpretación dinámica que explique los hechos observados, pero tan sólo como mera hipótesis.

Para describir y referir las características geométricas de los pliegues usamos los ejes geométricos, tres ejes perpendiculares mutuamente a, b, c que se refieren a la geometría de la fábrica y por tanto a su simetría (Whitten, 1966). Nos estamos refiriendo a la simetría monoclinica, caracterizada por tener un simple plano de simetría perpendicular al eje del pliegue.

Para realizar este estudio se ha elegido en el diagrama 2 (lo mismo hubiera sido en el diagrama 4 o en el 6), el plano de pizarrosidad S_2 (el de máxima frecuencia, que corresponde al máximo de las S_2 proyectadas) como plano ab (N 103° E, 70° N) o plano de pizarrosidad de plano axial, haciendo coincidir el eje b (5° N 282° E) con el eje β_1 del pliegue macroscópico (diagrama 1) y así el eje a (70° N 27° E) queda ya fijo por ser perpendicular al b en el plano ab . Por último, el eje c (20° N 191° E) viene definido como el polo de este plano, es decir, es el máximo del diagrama 2.

Supongamos que la dirección a coincide con la "dirección del movimiento", entramos así en un concepto cinemático y genético, abandonando el geométrico y descriptivo. En este caso la dirección más frecuente de compresión máxima $P_{max} \equiv \sigma_1$ correspondería a la del eje c (perpendicular a la pizarrosidad) pues en efecto, según Turner y Weiss (1963, pág. 458) "Ha sido ampliamente sostenido que la pizarrosidad se desarrolla normal a una fuerza de compresión, que es también responsable del plegamiento de la estratificación asociada", y más adelante "...el máximo en el diagrama S_2 es correlacionado con el eje de esfuerzo σ_1 ". Se origina así un flujo en el plano ab cuya dirección no se conoce con seguridad aunque debe de coincidir con la del eje a .

La segunda deformación queda confirmada como ya dijimos al describir la geometría del dominio I, por la dispersión de los polos S_1 alrededor del plano P_2 (diagrama 1) o lo que es igual alrededor de un eje β_2 que casi coincide con el eje a . Esta deformación es menos intensa que la primera y producida por un cambio en el dominio de esfuerzos, de

modo que la compresión P'_{max} que origina estructuras de dirección NNE-SSO habría actuado en dirección ESE-ONO (diagrama 2). Los ejes $a' b' c'$ de esta segunda deformación coincidirían respectivamente más o menos con los c, a, b de la primera (Tectónica $\beta_1 \perp \beta_2$).

En las fábricas monoclinicas el único plano de simetría ac puede hacerse corresponder con un plano de simetría del elipsoide de deformación y el eje normal a este plano con un eje de rotación. Comúnmente el plano axial S_2 del pliegue puede ser equiparado con el plano AB del elipsoide de deformación. Todo ello queda reflejado en la figura 7

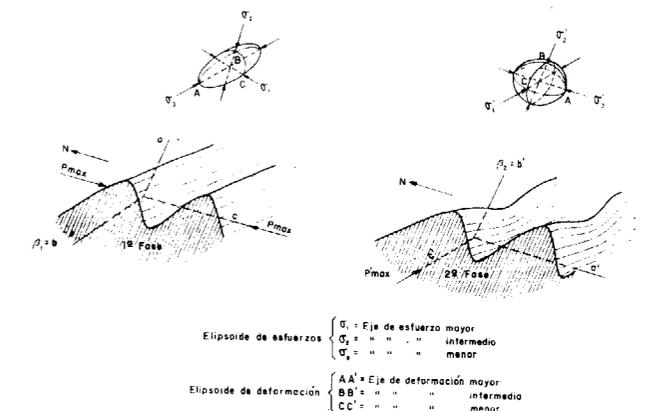


Figura 7

Esquema macroscópico de las deformaciones existentes en la zona estudiada con sus correspondientes elipsoides de deformación

donde se han representado de forma esquemática, los dos tipos de deformación de la zona de El Castillo de las Guardas, con sus correspondientes elipsoides de deformación y la hipotética interpretación dinámica del origen de dichas deformaciones.

Lo único que podemos asegurar con los datos de que disponemos es que a la primera fase tectónica, le corresponde una dirección más frecuente de compresión máxima NNE-SSO ($P_{max} = \sigma_1 = c$) pero respecto a los otros dos ejes de esfuerzos puede haber diferencias. Así, además de considerar $\sigma_1 = c, \sigma_2 = a, \sigma_3 = b$ podíamos haber considerado $\sigma_1 = c, \sigma_2 = b, \sigma_3 = a$. Respecto a la segunda fase de deformación con una dirección más frecuente de compresión máxima ESE-ONO ($P'_{max} = \sigma'_1 = c'$), además de considerar $\sigma'_1 = c', \sigma'_2 = b', \sigma'_3 = a'$ podíamos haber considerado $\sigma'_1 = c', \sigma'_2 = a', \sigma'_3 = b'$.

Resumiendo, en una deformación monoclinica la dirección de uno de los ejes del esfuerzo principal es conocido, pero las direcciones de los otros dos son indeterminadas siendo necesarios otros criterios distintos de los de simetría para su determinación. A falta de dichos criterios la interpretación dinámica actualmente continúa siendo especulativa.

SINOPSIS DE LA GEOMETRIA ESTRUCTURAL

En la figura 6 se puede ver que los diferentes diagramas construidos para las estructuras más penetrativas medidas (S_1 , S_2 , L_1) son homogéneos con respecto a la correspondiente estructura y que no difieren prácticamente unos de otros respecto a las mismas. Todos los dominios son estadísticamente homogéneos respecto a β_1 , existiendo poca variación en cuanto a su dirección y hundimiento, por lo que resulta obvio la construcción de los diagramas sinópticos de la geometría macroscópica de S_1 , S_2 y L_1 . La comparación de las subfábricas de los diferentes dominios revela que todas las estructuras mantienen prácticamente una dirección constante a lo largo del área.

De la figura 6 deducimos las siguientes relaciones geométricas entre planos y ejes:

— El β_1 regional que es *subhorizontal* en dirección N 280° E, yace muy próximo al $B_{S_1}^{S_2}$ regional, por lo que a pesar de la presencia de la segunda generación de estructuras, la región como un conjunto está todavía plegada por la primera fase.

— El β_2 regional se hunde 60° en dirección N 5° E, siendo el ángulo entre β_1 y el superpuesto β_2 constante y de 82°. Ambas deformaciones son prácticamente ortogonales.

— El S_2 pasa a través de β_1 . Esto está de acuerdo con el reconocimiento de las S_2 como superficies axiales de los pliegues $B_{S_1}^{S_2}$.

— Toda la superficie de la zona estudiada se comporta estadísticamente como un cuerpo homogéneo, por ser homogéneo con respecto a S_1 , S_2 y L_1 , siendo cada una de dichas estructuras un elemento de fábrica de la escala macroscópica y definiendo su orientación preferente una subfábrica en el cuerpo geológico. Las estructuras de la primera generación son monoclinicas en la escala del área completa.

— La geometría estructural del área completa es triclinica debido a la presencia de más de un grupo de estructuras lineales.

— El cabeceo hacia el este y el oeste de los ejes y lineaciones de la primera deformación no presupone, en este caso, la existencia de una fase posterior de deformación que los hubiera replegado, sino que por estar contenidos en el círculo máximo definido por la traza del plano axial S_2 , que se presenta plano y sin ninguna deformación, revela el tipo de plegamiento plano no cilíndrico de esta primera fase tectónica.

— El área ha sido afectada por dos episodios de plegamiento. El primero fue un plegamiento plano no cilíndrico de eje $B_{S_1}^{S_2}$ y plano axial de dirección ONO-ESE y el segundo un plegamiento también plano no cilíndrico de eje $B_{S_1}^{S_2}$ y de plano axial S_2 de dirección NNE-SSO ortogonal al anterior. En la figura 8 se ha representado la superposición de los

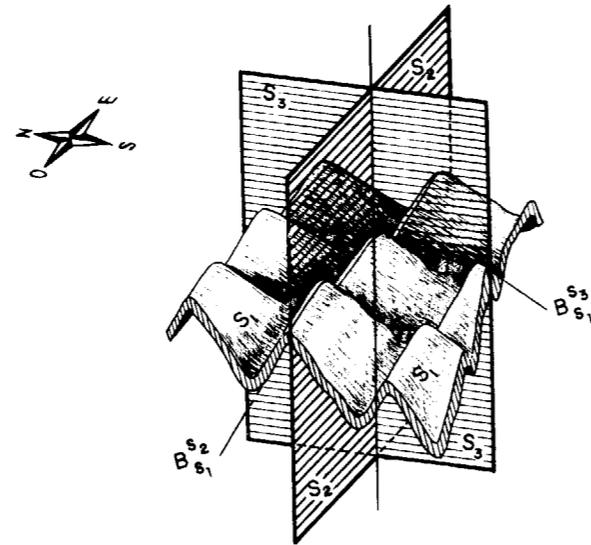


Figura 8

Esquema de la superposición de los dos sistemas de plegamientos planos no cilíndricos en la zona estudiada

dos sistemas de plegamientos planos no cilíndricos para la zona de El Castillo de las Guardas.

De la figura 9 que representa la columna esquemática de los diagramas estructurales, correspondientes a las diferentes unidades estratigráficas de la zona del Castillo (con excepción de las series volcánicas básicas), sacamos las siguientes conclusiones:

Tanto el Carbonífero como los diferentes términos que componen el C. V. S. (formación manganésifera, serie volcánica ácida superior y serie vol-

de plegamiento y en cuanto a sus direcciones axiales macroscópicas (β_1), que son sensiblemente paralelas con muy ligeras variaciones en su hundimiento hacia el este y el oeste.

— Los hechos expuestos en el apartado anterior nos permiten sugerir, como ya indicamos en el apartado de Estratigrafía (ver Parte I), que todo este Complejo Volcánico Sedimentario pudiera pertenecer al Carbonífero inferior en su parte media a baja, al no existir prácticamente variaciones entre los diagramas del Carbonífero (Viseense superior) y los del C. V. S.

— Las direcciones axiales macroscópicas (β_1) del Carbonífero y de la formación manganésifera son subhorizontales, con ligeros hundimientos (5° y 6°, respectivamente) hacia poniente, por lo que los posibles yacimientos existentes bajo estas unidades estratigráficas han de comportarse de modo semejante, es decir, sus ejes macroscópicos también serán subhorizontales.

— El eje β_1 de la estructura macroscópica sinclinoria de la serie volcánica ácida superior es subhorizontal (se hunde 5° hacia levante), por lo que la dirección axial del criadero de El Castillo de las Guardas asociado a los niveles tobáceos de esta serie, que constituyen los núcleos de estructuras sinclinales, se ha de disponer igualmente, de forma subhorizontal.

— El eje β_1 del anticlinorio de la serie volcánica ácida inferior, es subhorizontal (se hunde 5° hacia levante), por lo que el criadero de Coto Vicario asociado a los niveles de tobas ácidas esquistas de esta serie, que afloran constituyendo una serie de estructuras sinclinales, mantendrá su dirección axial igualmente subhorizontal a lo largo de toda la macroestructura.

— Resumiendo, las direcciones axiales de los yacimientos de sulfuros masivos se han de disponer, dentro de sus unidades respectivas (series volcánica ácida superior e inferior) de forma subhorizontal a lo largo de toda la zona de El Castillo de las Guardas, con suaves hundimientos hacia el este en la parte oriental del área y hacia el oeste debajo del Carbonífero y de la formación manganésifera, en la parte occidental. Las pequeñas ondulaciones o pliegues abiertos de la segunda deformación afectarían también a los criaderos aunque de forma suave.

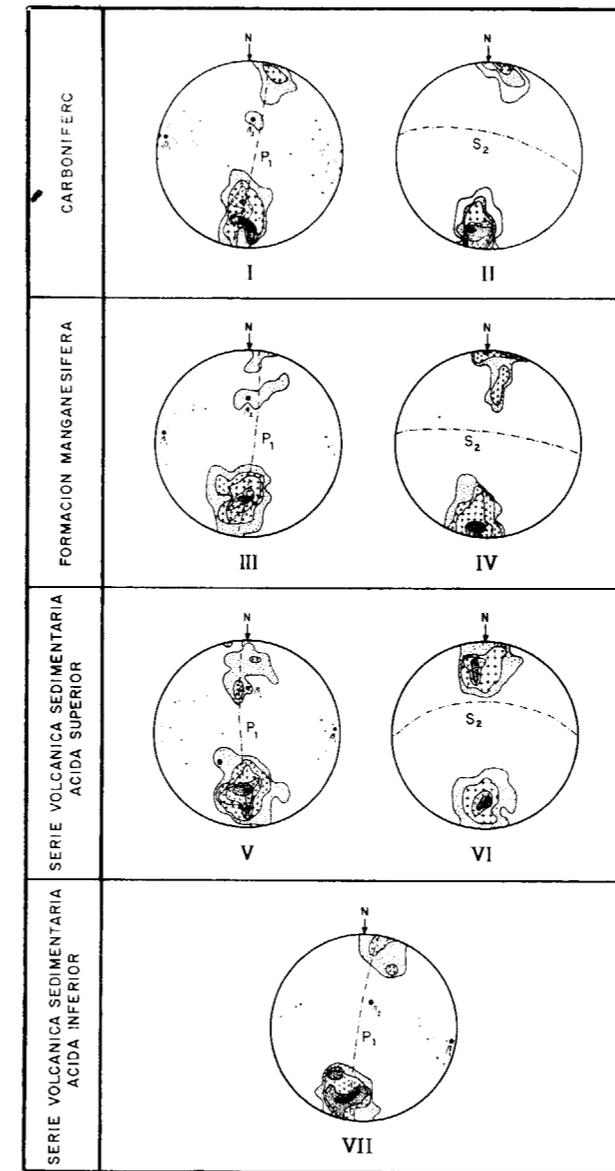


Figura 9

Columna esquemática de los diagramas estructurales correspondientes a las diferentes unidades estratigráficas

cánica ácida inferior), han sido afectados de forma semejante por la orogenia Hercínica, apreciándose una cierta uniformidad de estilo en cuanto al tipo

SINOPSIS DE LA GEOLOGIA ESTRUCTURAL

El análisis estructural revela que el desarrollo de las estructuras puede ser atribuido a dos impulsos superpuestos (tectónica de ejes cruzados), posiblemente coetáneos y uno posterior de menor importancia. En resumen, la fase orogénica principal, de edad posterior al Visense superior, corresponde probablemente a la orogenia Hercínica en su fase Astúrica, originando una intensa deformación con una serie de pliegues de vergencia sur y dirección ONO-ESE o E-O algunas y estructuras volcadas al So-SO. La segunda fase originó pliegues abiertos de dirección NNE-SSO o N-S ortogonales a los anteriores (cross folding). De lo dicho se deduce que el plegamiento de la zona no es cilíndrico. Contemporáneamente a la orogenia se desarrolló un metamorfismo regional de bajo grado y se produjeron fallas en dirección a menudo inversas de buzamiento norte, fallas transversales y dos grupos de fallas conjugadas (NNE-SSO y NNO-SSE) asociadas a otras con rumbos ortogonales a las anteriores.

No se han encontrado en la zona evidencias de los cabalgamientos observados en Aljustrel (Portugal), descritos por Schermerhorn y Stanton (1969), correspondientes a una primitiva fase de deformación anterior a la fase orogénica principal. Las fallas inversas al norte del sinclinorio Carbonífero y las situadas al sur de la aldea de La Aulaga, están afectadas por las ondulaciones de la segunda fase de plegamiento, por lo que deben estar relacionadas con una fase anterior a ésta, pero no creemos sea la apuntada por los autores antes mencionados, sino más bien con la primera fase de plegamiento.

Queremos hacer constar que el plegamiento de la región no es isoclinal como afirman algunos autores (Desprez y Soler, 1970, Lecolle, 1971, Fernández Alvarez, 1975, etc.) sino que se trata de un plegamiento de tipo asimétrico, como ya dijimos al describir los pliegues de la primera fase y como puede también observarse en los diagramas estructurales, en cuanto a la distribución de los polos correspondientes a los planos de estratificación, que poseen buzamientos al norte y al sur. El predominio de planos de estratificación con buzamiento norte sobre los de buzamiento sur, se debe en parte a la presencia de pliegues volcados, pero principalmente a la desaparición en muchas zonas de la rama sur de los pliegues por la presencia de fallas

longitudinales con buzamiento norte, determinando de esta forma la aparición de nuevas ramas de pliegues con buzamiento norte, produciéndose una estructura imbricada.

Los movimientos hercínicos causantes de estos pliegues son anteriores a la intrusión del complejo granítico. Esto ha sido puesto de manifiesto en el estudio petrográfico (Ramírez Copeiro del Villar y Varea Nieto, 1976), ya que la banda de strain es interrumpida por las segregaciones a modo de mosqueo originadas por metamorfismo térmico. Se ha observado asimismo en dicho estudio que la orogenia Hercínica fue posterior a la formación de la pirita, ya que la tectónica fragmenta la pirita primaria y en su entorno se producen sombras de presión con recristalización mayor que en el resto de la matriz.

Rui (1973, 1975) apunta en Noruega en los sulfuros (masivos o diseminados), también de origen exhalativo sedimentario (Oftedahl, 1958), una removilización durante el metamorfismo y plegamiento Caledoniano (dependiendo de la intensidad de estos sucesos). Los sulfuros asociados originalmente a rocas volcánicas fueron removilizados, transportados y redepositados en áreas estructurales favorables, como son las charnelas de los pliegues por ser zonas de descompresión. Este transporte fue probablemente favorecido por la presencia de soluciones metamórficas que debieron de ser capaces de extraer los sulfuros de las rocas encajantes (Park y Mc Diarmid, 1964).

En la zona de El Castillo de las Guardas si bien el plegamiento hercínico ha sido intenso, los efectos del metamorfismo regional son de escasa intensidad, correspondiendo a la epizona superior o zona de la clorita de los esquistos verdes. Los movimientos hercínicos han plegado las distintas unidades de la zona formando anticlinales con núcleo de lavas y rodeados de tobas que constituyen sinclinales, por lo que la mineralización se encuentra localizada en los sinclinales tobáceos, habiéndose producido pues, una redistribución de las masas sulfurosas que por su diferente competencia respecto a las rocas encajantes, ocupan los núcleos de los sinclinales.

En resumen podemos decir que la frecuente dependencia de los sulfuros masivos con las estructuras tectónicas regionales debe indicar una localización de los sulfuros originales en áreas sinclinales.

CONCLUSIONES

— La investigación estructural de la zona de El Castillo de las Guardas ha demostrado claramente que las fases regionales de plegamiento son de vital importancia para el entendimiento de la geometría de los yacimientos, existiendo una estrecha relación entre la forma del criadero, las estructuras plegadas de los horizontes mineralizados y la localización de los depósitos estratiformes.

— La dirección general de las masas es la de la estratificación, por lo que la situación actual de las mismas viene relacionada con la estructura tectónica de la cuenca.

— La geometría de los depósitos existentes en el área estudiada está claramente controlada por dos fases mayores de plegamiento, correspondientes a la orogenia Hercínica, que también dominan la estructura regional de los materiales paleozoicos de la Faja Pirítica. La primera y principal fase (F_1) originó pliegues predominantemente asimétricos, de vergencia sur y de dirección ONO-ESE o E-O y algunas estructuras volcadas hacia el S o SO, con planos axiales subverticales buzando generalmente al norte. La segunda fase (F_2) se superpone a la anterior originando pliegues abiertos de orientación NNE-SSO o N-S (tectónica de ejes cruzados o cross folding).

— El ángulo entre F_1 y el superpuesto F_2 es alto (82°), manteniéndose constante en las diferentes unidades estratigráficas, siendo las dos fases tectónicas prácticamente ortogonales.

— El primer plegamiento F_1 es responsable de las estructuras macroscópicas plegadas en el área. La forma general y potencia de los yacimientos es controlada por esta fase tectónica principal. Existe, pues, un fuerte control tectónico de los depósitos, referido geoméricamente a la fase F_1 . La fase F_2 es responsable de las mayores ondulaciones de los criaderos.

— El criadero de El Castillo de las Guardas asociado a los niveles de tobas ácidas esquistosas de la serie volcánica ácida superior, constituye el núcleo de una estructura sinclinal, disponiéndose su eje macroscópico de forma subhorizontal (se hunde 5° hacia levante).

— El criadero de Coto Vicario asociado a los niveles de tobas ácidas esquistosas de la serie volcánica ácida inferior (niveles que se reducen a uno

sólo que aflora repetidas veces debido al intenso plegamiento, constituyendo los núcleos de una serie de estructuras sinclinales), dispone su eje macroscópico también de forma subhorizontal (hundiéndose 5° hacia levante).

— Resumiendo, los yacimientos de sulfuros masivos conocidos y posibles existentes de la zona de El Castillo de las Guardas, están asociados a niveles tobáceos de las series volcánicas ácidas superior e inferior (niveles que constituyen los núcleos de estructuras sinclinales), disponiendo sus direcciones axiales macroscópicas de forma subhorizontal, con suaves hundimientos hacia el este en la parte oriental del área y hacia el oeste en la parte occidental.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Instituto Geológico las facilidades dadas para la publicación de este trabajo y a los ingenieros don Fernando Vázquez, del IGME y don Joaquín Armengot, de la E. N. ADARO por sus sugerencias y estímulo a lo largo del mismo. Finalmente un agradecimiento especial a don Fabián Mena por su inestimable y valiosa ayuda durante el trabajo de campo, habiéndonos acompañado en todo momento, y a don Rafael Garrido por su amabilidad en la delineación de las figuras.

BIBLIOGRAFIA

- DESPREZ, D., y SOLER, E.: *Les minéralisations pyriteux et manganésifères liées aux formations volcano-sédimentaires de la province de Huelva*. "Bull. B. R. G. M.". París, sect. II, n. 6, p. 5-16 (1970).
- FEBREL, T.: *Sobre la existencia de dos cruceros representativos de dos distintas deformaciones en el Devónico-Carbonífero de la Hoja de Calañas*, n. 959. "Not. Comm. Inst. Geol. Min. Esp.", n. 77, p. 187-202 (1965).
- — *Estratigrafía, Tectónica y Petrografía de la zona de Calañas (Huelva)*. "Enadimsa, Madrid (1967).
- FERNÁNDEZ ALVAREZ, G.: *Los yacimientos de sulfuros polimetálicos del SO ibérico y sus métodos de prospección*. "Studia Geológica", IX, pp. 65-102. Salamanca (1975).
- LECOLLE, M.: *Note préliminaire sur le métamorphisme et la tectonique de la Province pyrito-cuprifère de Huelva (Espagne). Conséquences pétrologiques*. "C. R. Acad. Sci.", París, t. 270, pp. 1563-1566 (1971).

- — *Séquence lithostratigraphique et phases de déformations dans une partie de la province pyrítico-cuprifère de Huelva. Conséquences à l'échelle régionale.* "C. R. Acad. Sci", París, t. 272, pp. 1956-1959.
- OFTEDAHL, Chr.: *A theory of exhalative-sedimentary ores.* "Geol. fören", Stockholm Förh, 80, pp. 1-19 (1958).
- PARK, C. F., y MC DIARMID, R. A.: *Ore deposits W. H. Freeman and Company*, San Francisco, 475 pp. (1964).
- RAMBAUD PÉREZ, F.: *Notas geológico-estructurales de la zona norte de Riotinto.* "Est. Geol. Inst. Lucas Mallada", t. 19, pp. 67-99 (1963).
- RAMÍREZ COPEIRO DEL VILLAR, J.: *Estudio petrográfico y estructural de rocas metamórficas de una zona cercana a Oslo (Noruega).* Resumen de la tesis doctoral. "Enadimsa", 72, pp. (1975).
- RAMÍREZ COPEIRO DEL VILLAR Y VAREA NIETO, R.: *Memo-ria explicativa de la Hoja Geológica de El Castillo de las Guardas*, n. 939. IGME (In. Lit.) (1976).
- RAMSAY, J. G.: *The deformation of early linear structures in areas of repeated folgin.* "Jour. Geol.", vol. 68, pp. 75-93 (1960).
- RUI, I. J.: *Structural control and wall rock alteration at Killingdal Mine, central Norwegian Caledonides.* "Econ. Geol.", 68, pp. 859-883 (1973).
- — *Geology and structures of the Røstvangen sulphide deposit in the Kvikne district, central Norwegian Caledonides* "N. G. T.", v. 53, pp. 433-442. Oslo (1973).
- RUI, I. J., y BAKKE, I.: *Stratabound sulphide mineralization in the Kjølvi area, Røros district, Norwegian Caledonides.* "N. G. T.", v. 55, pp. 51-75. Oslo (1975).
- SCHERMERHORN, L. J. G., y STANTON, W. I.: *Folded over-thrusts at Aljustrel (South Portugal).* "Geol. Mag. Cambridge", v. 106. n. 2, pp. 130-141 (1969).
- SOLER, E.: *Observations préliminaires sur la province métalogénique de Huelva. Stratigraphie et tectonique.* "C. R. Acad. Sci. París", t. 272, pp. 1197-2000 (1971).
- TURNER, F. J., y WEISS, L. E.: *Structural analysis of metamorphic tectonites.* "Mc. Graw. Hill. New York. London. 545 pp. (1963).
- VEGAS, R.: *Las fallas de desgarre del SO de la Península Ibérica.* "Bol. Inst. Geol. Min.", t. LXXXV-II, pp. 153-156 (1974).
- WEISS, L. E.: *Geometry of superposed folding.* "Geol. Soc. American Bull", vol. 70, pp. 91-106 (1959).
- WEISS, L. E., y MC INTYRE, D. B.: *Structural geometry of Dalradian rocks at Loch Leven, Scottish Highlands.* "Jour Geol.", 65 (1957).
- WHITTEN, E. H.: *Structural geology of folded rocks.* "Rand Mc Nally. Chicago", 663 pp. (1966).
- ZACHRISSON, E.: *The structural setting of the Stekenjokk ore bodies, central Swedish Caledonides.* "Econ. Geol.", 66, pp. 641-652 (1971).

Recibido: julio 1976.

Posibilidades de utilización del Rn y ThB en la predicción de terremotos

Por L. GARZON RUIPEREZ (*)

RESUMEN

Se exponen los fundamentos teóricos de la utilización de los trazadores radiactivos naturales Rn y ThB en la predicción de terremotos.

SUMMARY

The theoretical basis on the use of the natural Rn y ThB tracers in the earthquake prediction have been stated.

INTRODUCCION

Según la teoría de las placas tectónicas, la litosfera está constituida por una serie de placas —unas 12, en total—, las cuales se supone que flotan en el seno del sima. Su espesor se ha estimado en unos 100 kilómetros. Sobre cada placa, supuesta aislada de las demás, se ejercen una serie de fuerzas: las de presión (causantes del empuje de Arquímedes), el peso y las fuerzas de inercia debidas a la rotación de la Tierra (fuerzas centrífuga y de Coriolis). Debido a la gran extensión de las placas, la resultante (módulo y dirección) de dichas fuerzas en cada punto será función de sus coordenadas. De una manera simplificada se puede considerar que cada placa se movería, a favor de las fuerzas citadas, como un iceberg; es decir, a la deriva. El movimiento, lógicamente consistiría en una traslación y rotación simultáneas. Como cada placa se halla rodeada de otras, los movimientos citados se verán constriñidos, con el resultado de que, en las zonas de contacto entre dos placas se

ejercerán fuerzas. Considerando una zona limitada, la fuerza entre placas puede considerarse descompuesta en dos: una, perpendicular a la superficie de contacto; la otra, paralela a dicha superficie. Si esta última no es anulada por el rozamiento, se producirá un deslizamiento y la energía quedará absorbida bajo la forma de movimiento y/o trituración local de las partes adyacentes. Si, por el contrario, la fuerza de rozamiento es superior a la componente tangencial, la otra componente ejercerá una tensión que tenderá a ser absorbida con la deformación elástica de la roca. Cuando la tensión alcanza un valor que corresponde, aproximadamente, a la mitad del correspondiente a la rotura, sobreviene un fenómeno denominado dilatación (AGGARWAL, 1973), que macroscópicamente se manifiesta en un aumento de volumen y que, estructuralmente, viene caracterizado por la aparición en el seno de la masa rocosa de multitud de pequeñas fisuras. Según el modelo propuesto por los americanos (SCHOLZ, C. K., y otros, 1973), el número de fisuras aumenta con el tiempo, a partir del momento en que aparece la dilatación. El agua interviene llenando una fracción del total de fisuras existentes en cada momento,

(*) Departamento de Energía Nuclear. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Universidad de Oviedo.

lo que determina una disminución de la resistencia de la roca, hasta que, transcurrido un cierto tiempo, tiene lugar la rotura, apareciendo el terremoto. En el modelo ruso (PRESS, F., 1975) se acepta que las fisuras aparecen instantáneamente; es decir, en avalancha. Desde un punto de vista teórico y de acuerdo con otros tipos de procesos en sólidos, cabría considerar que la dilatancia se desarrollaría en dos fases: la primera consistiría en un proceso de nucleación consistente en la aparición de núcleos de fisuración, el cual transcurriría lentamente; la segunda, mucho más rápida, correspondería al crecimiento de los núcleos. Esta segunda fase vendría a coincidir con la avalancha del modelo ruso. Una vez formadas las fisuras, la roca se debilitaría y sobrevendría el terremoto.

La aparición de fisuras es la que determina las variaciones observadas en determinadas propiedades, tales como resistividad, relación de velocidades de propagación de las ondas P y S y desprendimiento de radón. Por lo que se refiere a este fenómeno, las experiencias rusas y chinas han puesto claramente de manifiesto que la concentración de aquel gas en el agua de pozos profundos (dentro del área afectada por el futuro terremoto) aumenta con el tiempo hasta el momento de producirse el terremoto, a partir de cuyo momento dicha concentración disminuye bruscamente al valor inicial. La bibliografía consultada no hace alusión, sin embargo, al mecanismo de producción de Rn ni considera tampoco la posibilidad de utilizar el Rn atmosférico como predictor de movimientos sísmicos. En este departamento llevamos varios años dedicados a la medida del Rn y ThB, tanto en la atmósfera como en diversos materiales, y es por esta razón que deseamos llamar la atención acerca de las posibilidades que podría ofrecer la técnica de medida continua del Rn (y discontinua del ThB) en la predicción de terremotos, constituyendo el estudio de dichas posibilidades el objeto del presente trabajo.

FUNDAMENTOS

El radón (Rn-222) y el torón (Rn-220) son gases radiactivos que pertenecen, respectivamente, a las series radiactivas del U-238 (serie del uranio) y del Th-232 (serie del torio). El uranio y el torio se encuentran en la corteza terrestre en unas concentraciones medias de algunas partes por millón,

dependiendo el valor de dichas concentraciones de la composición química de la roca.

Debido a sus características geoquímicas, el U y Th se hallan preferentemente concentrados en las rocas ácidas. Cualquiera que sea la concentración de U o de Ra-226 (puesto que este elemento es el progenitor del Rn), o de Th, el Rn (y el Tn) podrán quedar retenidos en el interior de las redes en los que el U y Th se encuentren (sustituyendo a un elemento de radio similar, por ejemplo en los circones, allanita, etc.), o bien podrán salir hacia el exterior por haberse formado en el seno de estructuras más abiertas (caso de los minerales de uranio). En cuanto al primer caso conviene, sin embargo, advertir que, debido al fenómeno de la metamictización que suele acompañar a los minerales radiactivos, en especial cuando existen emisores alfa, el escape de los gases radiactivos puede venir facilitado por el proceso mencionado. En el caso del Rn, el precursor inmediato es, según se indicó anteriormente, el Ra-226, pudiendo haber ocurrido, incluso, que el uranio haya emigrado (recuérdese la gran movilidad del catión (UO_2^{++})). En cambio, en el caso del Tn, el precursor inmediato, el Ra-224, se hallará probablemente en presencia del Th-232. Quiere decirse, por tanto, que las fuentes de Rn y Tn son el Ra-226 y el Ra-224, respectivamente. Los gases desprendidos, Rn y Tn, una vez liberados de las redes en las que se originaron, se difundirán a través de grietas, poros, etc., desde el interior de la corteza hacia las zonas de menor concentración y, en particular, hacia la atmósfera. Este proceso de difusión viene descrito mediante una ecuación de difusión.

Con objeto de simplificar el tratamiento matemático, sin afectar a las conclusiones, se considerará una concentración uniforme de los precursores del Rn y Tn y una superficie plana, suficientemente extensa, ya que de esta manera sólo será necesario utilizar una variable. La ecuación de difusión para el interior de la corteza es la siguiente:

$$K_s \frac{d^2 C}{dz^2} - \lambda C + S = 0, \quad [1]$$

siendo K_s el coeficiente de difusión aparente del gas, en el aire que llena los poros del suelo; C , la concentración de gas a la profundidad z ; λ , su constante radiactiva, y S , el término de fuente, cuyo valor se deducirá más adelante. La ecuación [1]

traduce un balance de materia en cada punto del macizo considerado. Su primer término representa la difusión-escape en un cm^3 centrado alrededor del punto de profundidad, z ; el segundo da cuenta de la desaparición del gas por desintegración radiactiva, y el tercero representa la producción en dicho cm^3 por la desintegración del precursor.

Para la difusión del gas en el seno de la atmósfera, la ecuación correspondiente es la siguiente:

$$K_a \frac{d^2 C}{dz^2} - \lambda C = 0, \quad [2]$$

siendo K_a el coeficiente de difusión del gas en la atmósfera y C la de su concentración a la altura z . K_a es mucho mayor que K_s .

Con objeto de calcular las constantes de integración de las ecuaciones [1] y [2] se imponen unas condiciones de contorno a la interfase suelo-atmósfera. Estas condiciones son las siguientes:

- Continuidad de la corriente de gas.
- Continuidad de las concentraciones.

La expresión de la corriente es:

$$J = -K \text{ grad } C = -K \left(\frac{dc}{dz} \right)_0 \quad [3]$$

Integrando las ecuaciones [1] y [2] y utilizando las condiciones mencionadas, se deduce la siguiente expresión (DRUILHET, 1973).

$$C(z) = \frac{S}{\lambda} \left[1 - \frac{\sqrt{K_a}}{\sqrt{K_a} + \sqrt{K_s}} \exp \sqrt{\frac{\lambda}{K_s}} z \right], \quad [4]$$

la cual es válida para $Z < 0$.

A partir de las expresiones [4] y [3] se deduce la siguiente para la corriente $J(o)$:

$$J(o) = S \sqrt{\frac{K_s}{\lambda}} \frac{1}{1 + \sqrt{\frac{K_s}{K_a}}} \approx S \sqrt{\frac{K_s}{\lambda}}$$

puesto que $K_s \ll K_a$. Las dimensiones de $J(o)$ son átomos/ $m^2 \cdot s$.

Como resulta más conveniente referirnos a actividades, multiplicaremos $J(o)$ por λ , resultando:

$$J(o)\lambda = S \sqrt{K_s \lambda} \quad [6]$$

El valor de la fuente viene dado por $S = f C_{1\lambda_1}$, siendo $C_{1\lambda_1}$ la actividad del precursor correspondiente y f un factor, sobre cuyo significado se hablará más adelante.

La expresión [4] pone de manifiesto que la concentración del gas aumenta con la profundidad, alcanzándose un valor asintótico o de saturación para un valor de Z dado por la siguiente expresión:

$$z \approx 5 \sqrt{\frac{K_s}{\lambda}}$$

Como K_s es del orden de 10^{-6} , sustituyendo los valores de las λ para el Rn y Tn, se encuentran los siguientes valores:

$$Z(Rn) \approx 3,5 \text{ m.}$$

$$Z(Tn) \approx 9 \text{ mm.}$$

Quiere decirse, por tanto, que a efectos de producción de Rn y Tn atmosféricos, sólo son efectivos los primeros 3,5 m. y 9 mm. de superficie, respectivamente, para uno y otro gas.

La expresión de la corriente en la interfase suelo-aire pone de manifiesto que su valor depende del coeficiente de transmisión, el cual es función de la composición y estructura física de la roca. Para una dada composición, que determina el valor de C_1 , el valor de $J(o)\lambda$ dependerá de las características físicas de la roca. Esta circunstancia la hemos puesto de manifiesto mediante la siguiente experiencia de laboratorio. Si en un determinado material, por ejemplo un granito, se analiza su contenido en Ra, mediante la utilización de un analizador de altura de impulsos, se obtiene el típico espectro del Ra y sus descendientes. A partir del pico 609 Kev del RaC se puede calcular, en la suposición de existencia del equilibrio radiactivo, la concentración de Rn.

Si el material se somete a una trituración gruesa, de manera que el tamaño de grano medio

sea de pocos milímetros, se puede comprobar que ha desaparecido prácticamente todo el Rn , siendo necesario esperar unos veinte días (estando la muestra confinada en un recipiente cerrado) para que vuelva a recuperar el contenido inicial de aquel elemento. Ello es debido a que, al ser el período de dicho gas de 3,8 días, se precisan unos cinco períodos para que se establezca de nuevo el equilibrio radiactivo. Por consiguiente cabe esperar que, como consecuencia del proceso de fisuración que precede a la aparición del movimiento sísmico, el valor del coeficiente de transmisión experimente un aumento y, en consecuencia, se tendrá un aumento proporcional de la corriente de gas.

El radón desprendido en las zonas profundas afectadas se incorporaría al agua allí existente elevando la concentración de dicho gas por encima del valor normal (correspondiente al factor de transmisión de la roca no afectada). Las experiencias rusas y chinas, según se indicaba al principio, han puesto de manifiesto que, en efecto, la concentración de Rn en el agua de pozos profundos aumenta con el tiempo. No existe ningún motivo para que no se pueda admitir un incremento paralelo de las fuentes superficiales de dichos gases con respecto a sus valores normales, el cual deberá ir aumentando a medida que se vaya aproximando el momento de la aparición del movimiento sísmico. El valor de las nuevas fuentes dependerá de los valores que tome el coeficiente de transmisión, los cuales, según ya se indicó, dependen del grado de fisuración alcanzado. Por ello los valores más elevados de las fuentes correspondrán a las zonas más afectadas, las cuales se hallarán probablemente, próximas al futuro epicentro.

MÉTODOS

Los flujos de Rn y Tn se pueden determinar por medio de un sistema colector acoplado a una cámara de ionización (BLANC y otros, 1967; GUEDALIA y otros, 1970). Este procedimiento tendría el inconveniente, a efectos de predicción de terremotos, de que habría que disponer de una red muy extensa de equipos, de difícil mantenimiento. Otro procedimiento más cómodo consiste en la determinación continua del Rn en el aire, método que venimos utilizando desde hace más de un año para el estudio de la estabilidad vertical de la baja at-

mósfera (FONTAN, 1964). El equipo de medida permite obtener un total de 24 datos, habiéndose tratado los correspondientes a 12 meses. El análisis estadístico de dichos datos permite llegar a poseer suficiente información acerca de lo que pudiéramos denominar meteorología del radón. La concentración de este gas en un lugar y momento dados depende del valor de las fuentes locales, de la naturaleza de las masas de aire, así como de las condiciones de difusibilidad de la atmósfera. Aunque se aparta del objeto de este artículo, no obstante será conveniente resumir brevemente los resultados obtenidos.

Prescindiendo de situaciones extremas, de las que se hablará más adelante, las variaciones diurnas standard ponen de manifiesto un comportamiento periódico con un máximo coincidente con las condiciones de máxima estabilidad atmosférica y cuya situación es a primeras horas de la mañana, dependiendo de la estación. A continuación del máximo la concentración de Rn disminuye bruscamente debido a la desaparición de la inversión, alcanzándose posteriormente un valor prácticamente constante que se mantiene hasta que, una vez puesto el sol (y a consecuencia del cambio que se inicia en el gradiente de temperatura) la concentración de dicho gas comienza a aumentar hasta alcanzar un valor máximo, cerrándose así el ciclo. Las situaciones anómalas, citadas previamente, se originan especialmente cuando persisten períodos de lluvia o nieve; en tales circunstancias las variaciones de la concentración de Rn no muestran la periodicidad mencionada, reduciéndose la representación (C, t) a una recta prácticamente horizontal.

Si en una zona sísmica en la que se llevaran a cabo determinaciones continuas del Rn en el aire se separaran las contribuciones "atmosféricas", se podría seguir la evolución de la inestabilidad de las rocas. En especial y por lo dicho anteriormente, las medidas más útiles en cuanto a la facilidad para poder realizar esa separación "atmosférica" serían aquellas que corresponden a horas del día en las que la concentración es pequeña (entre las 10 y las 20 H Tu) y a situaciones meteorológicas caracterizadas por vientos de muy pequeña intensidad, puesto que son estas circunstancias las que pueden proporcionar mejores indicaciones acerca del valor de las fuentes locales.

En el caso en que los valores correspondientes



BIBLIOGRAFIA

a los mínimos fuesen aumentando progresivamente, ello podría significar el comienzo del fenómeno de la dilatación, previo a la aparición del terremoto.

Otra posibilidad consiste en la utilización del ThB , isótopo radiactivo de período 10,6 horas. En este caso, en las variaciones de las concentraciones de dicho trazador influye más acusadamente que en el caso del Rn (período 3,86 días) la meteorología local, lo que, evidentemente conferiría a este método una ventaja sobre el que utiliza el Rn .

Finalmente, estimamos que un primer estudio experimental podría realizarse instalando en un observatorio sismográfico o en sus proximidades un equipo de determinación continua de Rn . Los datos obtenidos, permitirían establecer las posibles correlaciones entre las variaciones de la concentración del gas y la sismografía correspondiente.

- AGGARWAL, Y. P.; SYKES, L. R.; ARMBRUSTER, J.; SBAR, M. L.: *Nature*, 241, 101 (1973).
- BLANC, D.; FONTAN, J.; GUEDALIA, D.: *C. R. Acad. Sc. París*, 264, 491 (1967).
- DRUILHET, A.: These núm. 527, Université Paul Sabatier de Toulouse (1973).
- FONTAN, J.: These núm. 218, Université de Toulouse (1964).
- GUEDALIA, D.; LAURENT, J. L.; FONTAN, J.; BLANC, D., and DRUILHET, A.: *J. Geophys. Research*, 75, 357 (1970).
- PRESS, F.: *Scientific American*, 232, 14 (1975).
- SCHOLZ, C. H.; SYKES, L. R.; AGGARWAL, Y. P.: *Science*, 181, 803 (1973).

Recibido: Mayo 1976.

Tectónica de placas y volcanismo

Por J. LOPEZ RUIZ (*)

RESUMEN

Se considera el volcanismo que se desarrolla en las diferentes áreas geotectónicas (es decir, dorsales oceánicas, rifts intercontinentales, márgenes continentales activos, arcos-isla y fallas transformantes) y se intenta establecer el grado de relación existente entre el ambiente tectónico y la naturaleza del volcanismo.

A grandes rasgos existe correlación entre ambiente tectónico y volcanismo, lo cual indica que este fenómeno, junto con determinadas estructuras geológicas, son consecuencia de un mismo proceso geodinámico. Sin embargo, la existencia en ambientes geotectónicos diferentes de series de rocas volcánicas idénticas, pone de manifiesto que esta correlación no es absoluta.

La ausencia de una relación unívoca ambiente geotectónico-volcanismo es probablemente debida a que aspectos tales como diferencias en la composición del material original, en el grado de fusión, mayor o menor contaminación cortical, etc., aparentemente no dependientes de la tectónica, pueden hacer cambiar la composición del magma originario.

ABSTRACT

It is considered the volcanism evolved in the different tectonic setting (i. e. oceanic ridges, intra-continental rifts, active continental margins, island-arcs, and transform-faults), and an attempt is made to establish the grade of relation between tectonic settings and volcanic rocks types.

In a broad sense is assumed correlation between tectonic environment and volcanism, which points out that this phenomenon, together with certain geological structures, are consequence of a single geodynamic process. Nevertheless, the existence of identical volcanic rocks series in different geotectonic settings, shows some limits to this correlation.

The absence of an univoque relation tectonic environment-volcanism is likely due to the fact some aspect as differences among the source material, in the grade of partial melting, greater or smaller crustal contamination, etc., probably not dependent of tectonic, may change the composition of the source magma.

INTRODUCCION

De acuerdo con la teoría de la tectónica de placas, la litosfera está compuesta por un número relativamente reducido de placas de dimensiones variables (fig. 1). Estas placas están en continuo movimiento unas con respecto a otras, y como consecuencia en sus límites se localiza la mayor parte de la actividad tectónica, sísmica y volcánica exist-

tente en la Tierra. Los límites entre placas, que en general no corresponden al límite entre océanos y continentes, pueden ser de tres tipos: constructivos, destructivos y conservativos. En los límites constructivos, representados por las dorsales oceánicas, se crea nueva litosfera. En los límites destructivos, que corresponden a las zonas de borde continental activo y arcos-isla, la litosfera oceánica es consumida a lo largo de los planos de subducción. Por último, en los límites conservativos, las placas se deslizan horizontalmente una con respecto a otra

(*) Departamento de Petrología y Geoquímica. Instituto "Lucas Mallada", C. S. I. C. Madrid-3.

a lo largo de las fallas transformantes, sin que se produzca creación ni destrucción de litosfera.

Teniendo en cuenta lo que acabamos de exponer, consideraremos el tipo de volcanismo que se desarrolla en zonas de dorsal oceánica rift inter-

la pertenencia a cualquiera de estas series de algunas manifestaciones lávicas resulta dudosa. Sin embargo, las rocas volcánicas que presentan problemas de filiación son, volumétricamente al menos, poco importantes.

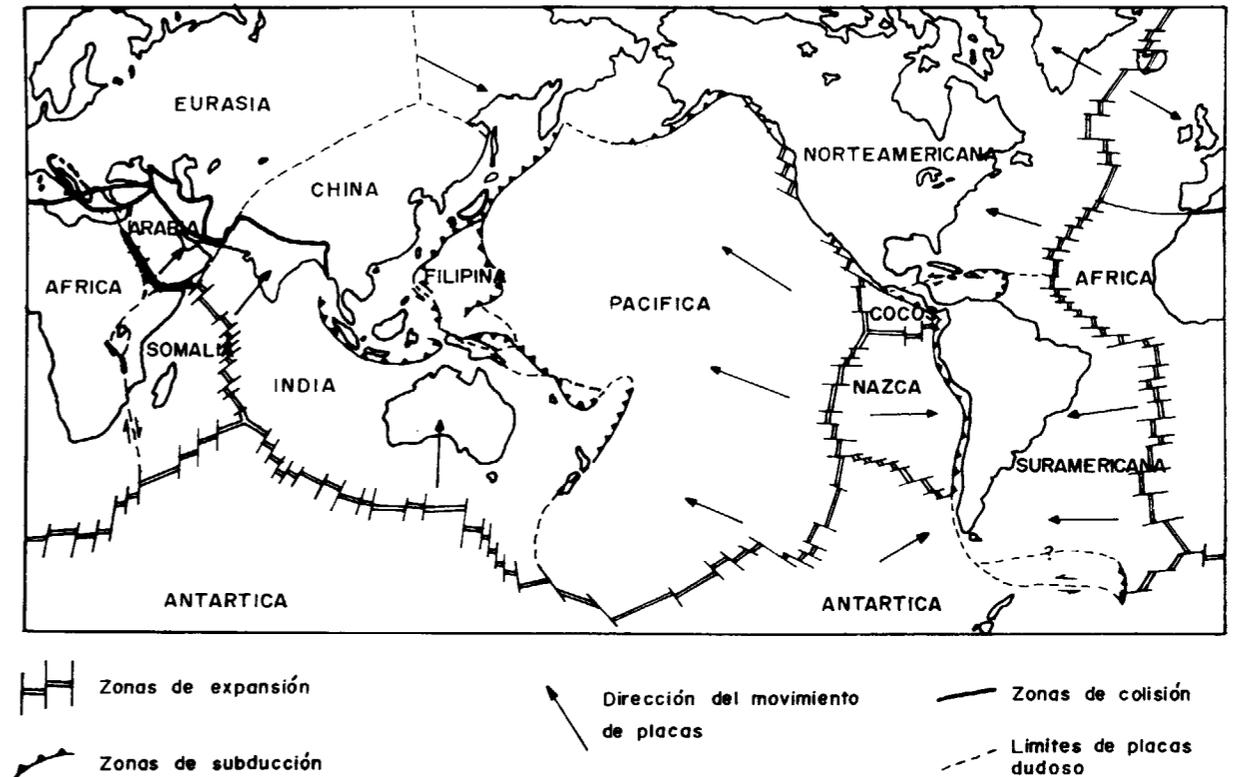


Figura 1

Placas principales que constituyen la superficie de la Tierra, según diversos autores

continental, margen continental activo, arco-isla y falla transformante. Asimismo, trataremos del volcanismo generado en el interior de placas.

De acuerdo con la mayor parte de los autores, las rocas volcánicas serán encuadradas en cuatro series: alcalina, toleítica, calco-alcalina y potásica. Los miembros de cada una de estas series, así como los caracteres petrológicos y geoquímicos de las mismas son, en general, bien conocidos (ver, por ejemplo, ARAÑA y LÓPEZ RUIZ, 1974). La única excepción la constituye la serie potásica, en la que aún no están bien establecidas las relaciones genéticas existentes entre las dos subseries (potásica saturada y potásica subsaturada), que pueden distinguirse. El agrupar las rocas volcánicas en cuatro series plantea evidentemente problemas, puesto que

ZONAS DE DORSAL OCEANICA

Como se sabe, las dorsales oceánicas constituyen el accidente lineal más largo de la superficie de la Tierra. En total, este sistema tiene una longitud de unos 80.000 kilómetros y una anchura comprendida entre los 500-1.000 kilómetros.

En general, las dorsales tienen una topografía caracterizada por una cresta, que en su zona más alta puede elevarse hasta dos kilómetros sobre el fondo de la cuenca oceánica, en el centro de la cual existe una marcada depresión (rift). La dorsal atlántico-índica es más estrecha y accidentada que la dorsal pacífica, más amplia y menos rugosa y sin depresión central. Estos contrastes morfológi-

cos pueden ser debidos a la diferente velocidad de expansión de ambos tipos de dorsales.

Las dorsales oceánicas son esencialmente submarinas. Sin embargo, determinadas islas (por ejemplo, Islandia, Azores, Ascensión, etc.) se encuentran sobre la cresta o cerca de ella. En el Atlántico y en el Indico la dorsal ocupa la línea media del océano. Por el contrario, en el Pacífico se localiza en su borde oriental, llegando incluso a incidir sobre el continente en California.

La sismicidad a lo largo de estos accidentes es relativamente elevada, predominando los focos someros (es decir, situados a profundidades inferiores a los 70 kilómetros) sobre los profundos. El flujo térmico es muy elevado, persistiendo los valores altos hasta unos 100 kilómetros a ambos lados del eje.

En estas zonas tiene lugar el ascenso del manto peridotítico, probablemente por procesos convectivos, desde áreas de alta presión y temperatura hasta otras de menor presión. Como consecuencia de este ascenso, se origina la fusión parcial (20-30 por 100) del manto peridotítico, seguida de la erupción y solidificación del magma sobre el fondo oceánico. A partir de este material se construye la nueva corteza oceánica, la cual se va agregando a las placas que están divergiendo.

Como han puesto de manifiesto diversos autores (por ejemplo, ENGEL et al., 1965; KAY, 1971, y CANN, 1971), las rocas dominantes en estas áreas son basaltos toleítico-olivínicos (es decir, con olivino e hiperstena normativos). Sin embargo, en algunos escarpes se han dragado también basaltos con afinidades alcalinas (con nefelina normativa), así como otros que caen de lleno en el campo de las típicas toleítas (con cuarzo normativo). A este respecto, de 51 análisis de basaltos oceánicos seleccionados por CANN (1971), 40 corresponden a toleítas olivínicas, 10 a toleítas sobresaturadas y sólo uno es un basalto alcalino (*). También se han encontrado rocas más diferenciadas (icelanditas-dacitas-riodacitas) especialmente en aquellos segmentos de dorsal cercanos a islas. Sin embargo, el porcentaje de ro-

(*). Puesto que la relación Fe^{2+}/Fe^{3+} afecta a la posición de los puntos sobre el diagrama Ol-Hy-Di, y como probablemente muchos de los basaltos dragados pueden haber sufrido procesos de oxidación secundarios, el porcentaje de tipos sobresaturados debe ser inferior al indicado. Si se proyectan los 51 análisis de basaltos oceánicos seleccionados, considerando todo el hierro como divalente, desaparecen los tipos sobresaturados y aumentan ligeramente los alcalinos (fig. 2).

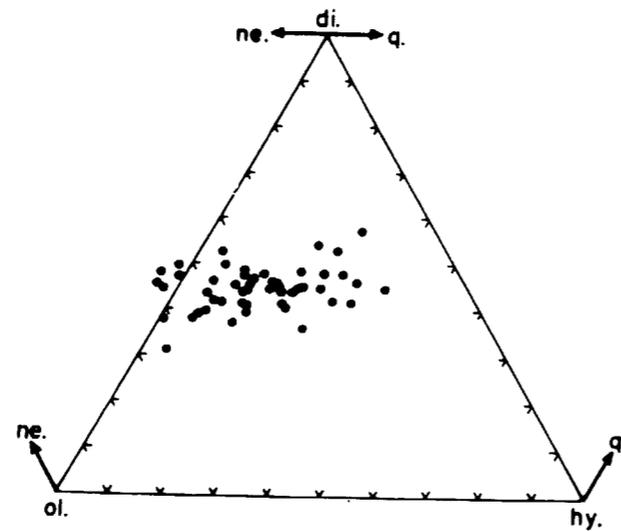


Figura 2

Composición mineralógica normativa de basaltos de las dorsales oceánicas, según CANN (1971).

cas intermedias y ácidas en estas zonas es muy inferior al existente en las islas situadas sobre las dorsales e incluso en las dorsales asísmicas (figura 3).

De acuerdo con lo que acabamos de exponer, los basaltos oceánicos constituyen un grupo bastante homogéneo. Desde el punto de vista mineralógico,

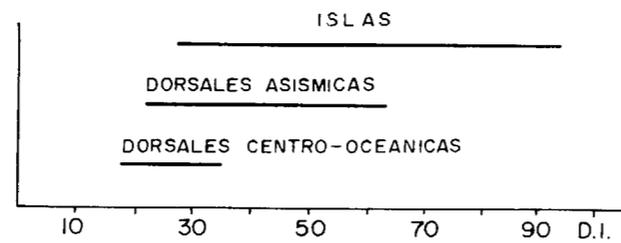


Figura 3

Variación del índice de diferenciación (cuarzo+ortosa+albita+nefelina normativos) de las rocas volcánicas de diferentes ambientes oceánicos.

las variedades con fenocristales (o microfenocristales) de olivino y plagioclasa son las más frecuentes. Desde el punto de vista químico, sus caracteres más notables son los bajos contenidos en K_2O , TiO_2 y P_2O_5 , sus relativamente elevados porcentajes de Al_2O_3 y CaO y su muy elevada relación Na/K (ver cuadro 1). En cuanto a los elementos traza, presen-

CUADRO 1

Composición química y normas CIPW de rocas de las dorsales oceánicas

	1	2	3	4	5
SiO ₂	49,20	47,50	43,15	48,30	49,90
TiO ₂	2,03	1,83	2,70	2,19	1,08
Al ₂ O ₃	16,09	16,00	13,46	14,30	17,30
Fe ₂ O ₃	2,72	—	4,52	—	—
FeO	7,77	12,20 (*)	8,22	11,70 (*)	7,60 (*)
MnO	0,18	—	0,11	—	—
MgO	6,44	5,37	10,80	6,70	7,08
CaO	10,46	11,40	9,80	10,10	12,78
Na ₂ O	3,01	2,57	3,47	2,75	2,45
K ₂ O	0,14	0,49	1,63	0,18	0,18
P ₂ O ₅	0,23	—	0,75	—	—
H ₂ O ⁺	0,70	—	1,21	—	—
H ₂ O ⁻	0,95	3,28	0,15	1,29	0,80
TOTAL	99,92	100,64	99,97	99,51	99,17
Q	0,3	—	—	—	—
Or	0,8	2,96	9,63	1,10	1,08
Ab	25,7	22,25	9,67	24,08	20,99
An	29,8	31,38	16,34	27,06	36,12
Ne	—	—	10,67	—	—
Di	17,4	15,42	22,23	19,59	21,90
Hy	16,2	6,63	—	17,73	13,16
Ol	—	9,48	16,76	3,54	2,12
Mt	4,0	2,22	6,55	2,25	2,20
Il	3,8	3,56	5,13	4,30	2,08
Ap	0,5	0,34	1,64	0,34	0,33

- 1) Basalto. Dorsal atlántica (20° 40' S - 13° 16' W) (ENGEL y ENGEL, 1964).
 - 2) Basalto. Dorsal atlántica (31° 49' N - 42° 25' W) (KAY et al., 1970).
 - 3) Basalto olivínico alcalino (St. Paul) (MELSON et al., 1967).
 - 4) Basalto. Dorsal pacífica (7° 08' N - 103° 15' W) (KAY et al., 1970).
 - 5) Basalto. Dorsal pacífica (Gordo ridge) (41° 15' N - 127° 28' W).
- (*) Todo el Fe calculado como FeO.

tan concentraciones de Ba, Rb, Sr, Pb, Th, Zr y tierras raras ligeras, bajas a muy bajas. Por otra parte, la distribución de las tierras raras con respecto a la de los meteoritos condriticos muestra un progresivo incremento en las de bajo número atómico (La-Nd) y una variación uniforme desde Nd hasta Lu (SCHILLING, 1971) (fig. 4), y las relaciones Sr^{87}/Sr^{86} están comprendidas entre 0,7010 y 0,707, aunque los valores más frecuentes son 0,702-0,704 (FAURE y POWELL, 1972).

Las rocas volcánicas de las dorsales oceánicas pueden sufrir procesos de metamorfismo y metasomatismo, que modifican más o menos intensamente sus caracteres texturales, mineralógicos y geoquímicos (ver, por ejemplo, MIYASHIRO, 1972). Metabasaltos y otras rocas metamórficas (metagabros, serpentinitas, etc.) pertenecientes a las facies de las zeolitas, de los esquistos verdes o de las anfibolitas, han sido dragados de las crestas y de las

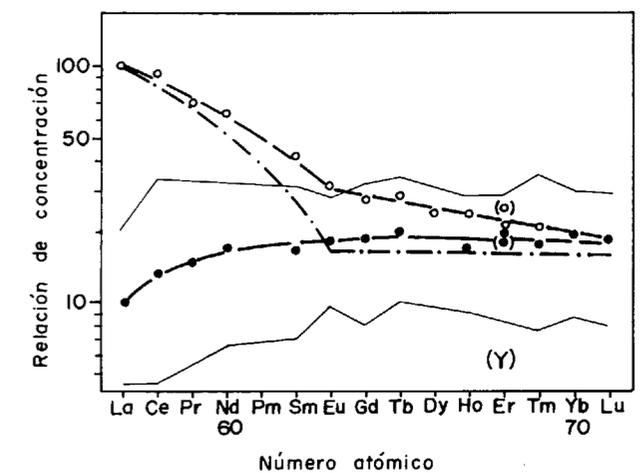


Figura 4

Abundancia media de tierras raras de los basaltos toleíticos de las dorsales oceánicas (•) y de los plateaux continentales (○), con respecto a la de las condritas. (In: SCHILLING, 1971).

zonas de fractura de las dorsales atlántica e índica. En la dorsal pacífica también deben de existir rocas metamórficas, pero su suave morfología y la ausencia de depresión central hace más difícil la posibilidad de que afloren en su superficie estas rocas. En general, las rocas metamórficas no presentan esquistosidad o ésta es débil. Desde el punto de vista mineralógico, los cambios sufridos implican la albitización de la plagioclasa cálcica original y la transformación de los minerales máficos en otros de más baja temperatura (clorita, epídota, actinolita, talco, esfena, etc.); algunos de estos minerales pueden aparecer también reemplazando al vidrio de la matriz y rellenando las vacuolas y microfracturas de la roca. En cuanto a los cambios de composición química, tiene lugar un importante empobrecimiento en CaO, K₂O, SiO₂ y un enriquecimiento en H₂O, Na₂O y MgO. Además es probable que Fe, Mn, Cu, Ni, Co y otros metales hayan sido lixiviados de la roca. Estas modificaciones pueden hacer pasar una roca del dominio toleítico al dominio alcalino.

Teniendo en cuenta las condiciones de presión y temperatura que implican las facies de los esquistos verdes y de las anfibolitas, así como el espesor de la corteza oceánica, el proceso metamórfico sólo podrá darse en las zonas de dorsal, donde la existencia de un alto flujo térmico sugiere la existencia de un elevado gradiente geotérmico.

ZONAS DEL RIFT INTERCONTINENTAL.

Desde hace unos años se admite que las zonas de rift intercontinental representan incipientes dorsales oceánicas. Esta idea está basada fundamentalmente en la similitud de caracteres morfológicos y geofísicos existentes entre ambas zonas. La ruptura y separación de un bloque continental se produce en varias etapas (fig. 5), cada una de las cuales puede llevar asociado un volcanismo diferente. En una primera etapa se produce el ascenso de material del manto, el cual provoca el adelgazamiento y la fracturación de la corteza continental. Posteriormente se origina una fosa tectónica en el eje de abombamiento. Finalmente, cuando la litosfera ya está completamente lacerada, tiene lugar la separación del antiguo bloque continental y la formación de corteza oceánica a lo largo del eje de la estructura. No todos los rifts evolucionan hasta el estadio en el que ya tiene lugar la separación continen-

tal, puesto que el fenómeno tectónico puede interrumpirse en cualquier momento y quedar abortada la formación de un nuevo océano. En algunos casos (por ejemplo, en el rift africano), después de una interrupción de varios millones de años, se ha reemprendido el proceso de separación.

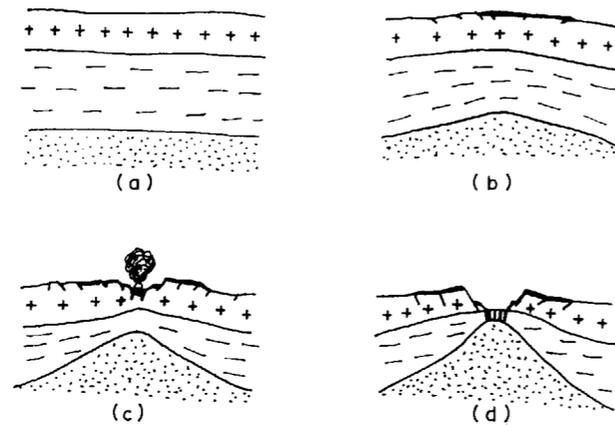


Figura 5

Esquema evolutivo de la fracturación de la litosfera continental. (In: BARBERI, 1974)

En el rift afro-arábigo, que se extiende sobre 6.500 kilómetros, desde Mozambique hasta Turquía (fig. 6), existen áreas que se encuentran en diferente estadio de evolución tectónica. Este hecho permite establecer la relación existente entre la evolución estructural del rift y la naturaleza del volcanismo generado.

Por ejemplo, el área de Kenya-Etiopía (ver, por ejemplo, BAKER et al., 1972) se encuentra en un estadio de desarrollo relativamente incipiente, a pesar de que las primeras fases distensivas son, por lo menos, de edad triásica. En la última y reciente fase de actividad, que ha sido la más estudiada, el primer episodio volcánico comenzó a principios y mediados del Terciario. Este episodio está estrechamente relacionado con el abombamiento cortical que se originó en el área en esta misma época. El volcanismo generado está representado por basaltos alcalinos, que constituyen los plateaux de Etiopía y Somalia, y por fonolitas tabulares en Kenya. A mediados del Mioceno, en el sector Norte, y a principios del Plioceno, en el sector Sur, se produjo una intensa fracturación, que originó la formación de la fosa tectónica actualmente existente. Esta fracturación fue acompañada por un cambio notable en

la composición del volcanismo. En Etiopía, las rocas traquítico-pantelleríticas fueron las predominantes, mientras que en Kenya lo fueron las rocas traquíticas. A finales del Plioceno y durante el Cuaternario, la evolución de las fosas tectónicas fue acompañada

fundamentalmente a la zona del rift, después de la fase de intensa fracturación. Notables excepciones a este respecto son los edificios volcánicos del Mt. Kenya y del Kilimanjaro, que se encuentran a unos 100 kilómetros al este del rift de Kenya.

En el área del Afar (ver, por ejemplo, BARBERI et al., 1972), que se encuentra en un estadio intermedio de evolución, el volcanismo asociado a las primeras etapas tectónicas está representado por basaltos alcalinos (trapp), similares en conjunto a los que constituyen el plateau etiópico. Este volcanismo comenzó probablemente en el Paleoceno. El desarrollo del rift propiamente dicho, implicó un cambio en la naturaleza del magmatismo, puesto que los basaltos alcalinos subsaturados de las primeras etapas fueron reemplazados por basaltos de tipo transicional con riolitas peralcalinas asociadas. Este volcanismo comenzó a principios del Mioceno y llegó hasta los 14 m. a. El progresivo adelgazamiento de la corteza continental producido originó, posteriormente, la erupción de enormes masas de material silíceo, ligeramente peralcalino (14-10 m. a.). Este volcanismo fue seguido por un volcanismo fisural que produjo enormes volúmenes de basaltos e ignimbritas (series estratoides del Afar). Finalmente, la distensión de las etapas anteriores ha llevado a la laceración completa de la corteza continental y a la generación de un volcanismo de tipo dorsal oceánica, representado por basaltos transicionales, pobres en potasio. Este volcanismo es el más reciente de los existentes en la depresión dánkala (1 m. a.-actual).

Finalmente, las áreas del Mar Rojo y del Golfo de Adén tienen actualmente características oceánicas, pudiéndoseles considerar océanos jóvenes. En el Mar Rojo, el volcanismo asociado a la primera fase de evolución tectónica del rift comenzó hace 30 m. a. y los basaltos oceánicos de la zona axial tienen una edad de 3,5 m. a. De acuerdo con estos datos, la separación entre las placas africana y arábica se ha llevado a cabo en un período de 20-25 m. a. Este intervalo de tiempo parece ser el necesario para la transformación de una estructura de rift continental en otra de tipo oceánico (VINE y HESS, 1971).

En otras áreas (por ejemplo, Deccán, Paraná, Columbia River, Karroo, etc.) que, según algunos autores, también comenzaron su evolución geodinámica como rifts intercontinentales, el volcanismo asociado al proceso distensivo es fundamentalmente de tipo

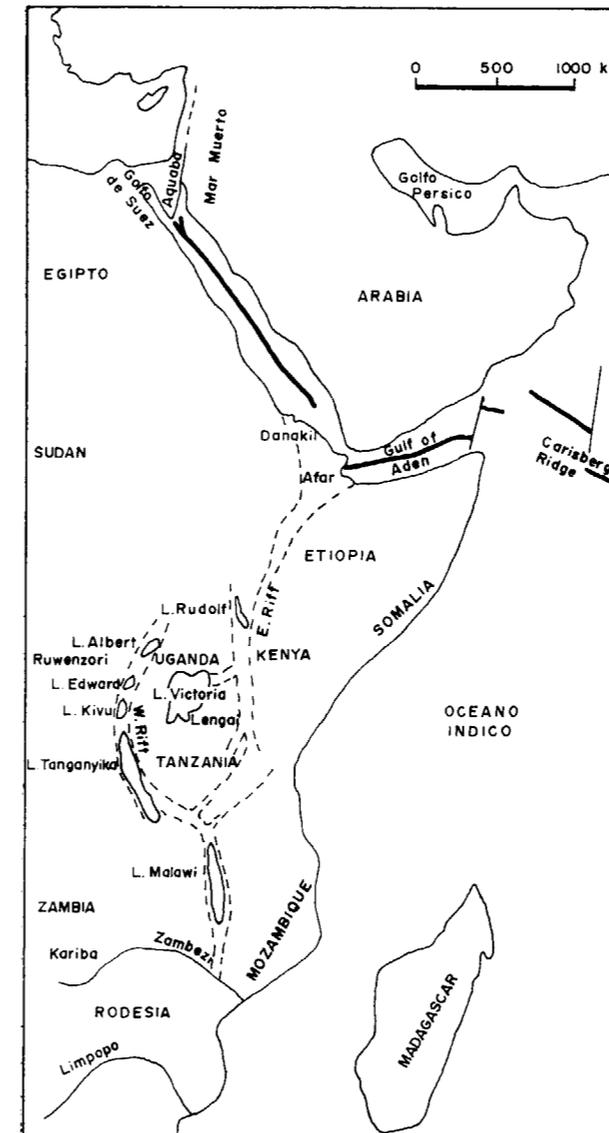


Figura 6

Fisiografía del rift afro-arábigo

por un volcanismo traquítico-pantellerítico, de tipo ignimbrítico. Además de este volcanismo fisural, desde el Plioceno hasta la actualidad han sido activos numerosos volcanes centrales. Tanto el volcanismo fisural como el central han estado confinados

toleítico (cuadro 2). La mayor parte de estas lavas —de composición fundamentalmente basáltica— han sido emitidas a través de fisuras y, en conjunto, cubren superficies enormes (Deccán, India=500.000 kilómetros cuadrados; Columbia River, NW Estados Unidos=220.000 kilómetros cuadrados).

CUADRO 2

Composición química y normas CIPW de rocas representativas de los plateaux del Deccán, Columbia River y Karroo

	1	2	3
SiO ₂	50,56	54,50	51,90
TiO ₂	2,78	1,95	1,00
Al ₂ O ₃	12,79	13,59	14,50
Fe ₂ O ₃	3,23	3,28	1,54
FeO	11,24	8,80	8,53
MnO	0,22	0,18	0,17
MgO	5,40	3,84	8,10
CaO	10,29	7,22	10,39
Na ₂ O	2,55	3,05	2,18
K ₂ O	0,59	1,45	0,60
P ₂ O ₅	0,31	0,21	0,17
H ₂ O ⁺	—	0,78	1,01
H ₂ O ⁻	—	0,92	—
TOTAL	100,00	99,77	100,09
Q	3,48	9,27	1,62
Or	3,34	8,75	3,34
Ab	21,48	26,32	18,34
An	21,96	19,49	28,63
Ne	—	—	—
Di	22,85	12,64	19,04
Hy	16,15	14,42	25,06
Ol	—	—	—
Mt	4,67	4,84	1,62
Il	5,17	3,78	1,98
Ap	0,67	0,49	—

1) Composición media de basaltos del Deccán (SUKHESWALA y POLDERVAART, 1958).

2) Basalto del grupo Yakima, Columbia River (SWANSON, 1967).

3) Basalto, Lesotho, Karroo (COX y HORNUNG, 1966).

Entre este volcanismo toleítico y el de las zonas de dorsal oceánica existen ciertas diferencias geoquímicas. En efecto, los basaltos de plateau tienen normalmente cuarzo normativo, unas relaciones isotópicas Sr⁸⁶/Sr⁸⁷ relativamente elevadas (FAURE y POWELL, 1972), y una distribución de tierras raras (fig. 4) que contrasta marcadamente con la que presentan las toleítas oceánicas y recuerda, por el contrario, a la que presentan otras rocas continentales (SCHILLING, 1971).

La distinta naturaleza del volcanismo inicial en áreas que comenzaron su evolución geodinámica como rifts intercontinentales (por ejemplo, el rift afroarábigo y el Deccán) puede ser consecuencia de la existencia de distintos regímenes térmicos y tectónicos. El diferente régimen térmico, junto con la probable contaminación cortical sufrida por las rocas volcánicas continentales, pueden explicar, asimismo, los contrastados caracteres geoquímicos existentes entre las rocas toleíticas oceánicas y continentales.

ZONAS DE MARGEN CONTINENTAL ACTIVO Y DE ARCO-ISLA.

Desde el punto de vista morfológico, estas zonas se caracterizan por presentar una estrecha fosa marginal del lado del océano y una cadena montañosa (o un arco-isla) del lado continental. Estas fosas marginales (ver fig. 1) tienen una longitud y una profundidad notables (por ejemplo, la de Perú-Chile tiene unos 4.500 kilómetros de longitud y la de Tonga alcanza los 9 kilómetros de profundidad). En general, su anchura media es inferior a los 100 kilómetros y en sección tienen forma de V asimétrica, con su pendiente más abrupta hacia el continente.

Los estudios gravimétricos y sísmicos han puesto de manifiesto que en las fosas oceánicas existe una importante anomalía isostática negativa, que la corteza es de tipo oceánico y que su espesor es, aproximadamente, igual al de las zonas oceánicas adyacentes. Por otra parte, en estas zonas existe una elevada sismicidad, con seísmos superficiales a lo largo de la fosa y de profundidad creciente hacia la cadena montañosa (o el arco-isla).

En estas zonas tiene lugar la subducción y destrucción de la corteza oceánica originada en las dorsales oceánicas. Este proceso de subducción da lugar a un intenso magmatismo, así como a una serie de procesos tectónicos y metamórficos.

Tanto en zonas de margen continental activo como de arco-isla, el volcanismo es fundamentalmente de tipo calcoalcalino (ver, por ejemplo, MIYASHIRO, 1974). No obstante, en gran número de arcos-isla circumpacíficos existe una variación lateral, que va desde el predominio de rocas de la serie toleítica en el lado oceánico a rocas de las series alcalina o shoshonítica hacia el borde continental, pasando por ro-

cas de la serie calcoalcalina. Esta variación espacial es, asimismo, temporal, puesto que las rocas toleíticas han hecho erupción antes que las rocas calcoalcalinas, y éstas, a su vez, antes que las alcalinas o shoshoníticas. Por esta razón, en los arcos-isla inmaduros predominarán las rocas de la serie toleítica, mientras que en aquellos otros bien desarrollados existen rocas de las series toleítica y calcoalcalina (cuadro 3). Finalmente, en arcos-isla maduros exis-

CUADRO 3

Porcentaje aproximado de rocas de las series toleítica y calcoalcalina en varios arcos-isla y bordes continentales activos (In: MIYASHIRO, 1974)

	% Rocas toleíticas	% Rocas calcoalcalinas
Kermadec	90	10
Tonga	100	—
Marianas	90	10
Antillas	42	58
Japón (zona volcánica externa)	53	47
Japón (zona volcánica interna)	47	53
Cascades	18	82
Andes centrales	5	95

Puesto que en estas áreas el porcentaje de rocas alcalinas, es insuficiente o nulo, se ha supuesto que la suma de porcentajes de rocas toleíticas y calcoalcalinas es igual a 100.

tirán, además, rocas de las series alcalina o shoshonítica. En zonas de margen continental activo (por ejemplo, Andes) no existen estas variaciones de quimismo o, en todo caso, éstas tienen mucha menor entidad (ver, por ejemplo, LEFEVRE, 1973). En el cuadro 4 se recogen análisis químicos de rocas de las series toleítica, calcoalcalina y shoshonítica de arco-isla.

A grandes rasgos, las rocas toleíticas de arco-isla [entre las que predominan los basaltos (SiO₂ < 52 %)] son similares a las de las dorsales oceánicas. Se diferencian de éstas en que tienen un mayor rango de SiO₂ y en que para cualquier porcentaje de sílice presentan menor concentración de FeO, MgO, Ni y Cr y mayor concentración de K₂O, Rb, Ba, Cs, Pb y Sr (JAKES y GILL, 1970).

Las rocas calcoalcalinas de arco-isla [entre las que predominan las andesitas (SiO₂ = 53-62 %)] se caracterizan petrográficamente por la presencia de

grandes fenocristales de plagioclasa normalmente zonados, así como de ortopiroxeno. Geoquímicamente presentan un elevado contenido en Al₂O₃ (del orden del 17 por 100 en los términos básicos e intermedios de la serie), moderada concentración de álcalis y aumento suave con el incremento de SiO₂, y una relación Fe/Mg prácticamente constante a lo largo de toda la serie.

Diversos autores (por ejemplo, FORBES et al., 1969; MCBIRNEY, 1969; YODER, 1969, y JACKES y WHITE, 1972) han establecido diferencias entre las rocas de la serie calcoalcalina de arco-isla y de borde continental activo. A este respecto, JAKES y WHITE (1972) han establecido que las rocas calcoalcalinas de borde continental tienen más altos contenidos en K₂O, Ba, Sr, Rb, Zr, Th y U que las de arcos-isla. Por otra parte, el rango de SiO₂ es mucho más amplio en las rocas calcoalcalinas de margen continental (56-75 por 100) que en las de arco-isla (50-66 por 100), lo cual se traduce en una gran abundancia de rocas ácidas (generalmente en forma de productos ignimbríticos) en las zonas de borde continental.

Finalmente, las rocas shoshoníticas de arco-isla se caracterizan desde el punto de vista químico por ser ricas en K₂O (en general, K₂O/Na₂O ≈ 1) y en elementos incompatibles, y por tener una relación Fe/Mg casi constante a lo largo de la serie. Desde el punto de vista mineralógico se caracterizan por la presencia de feldespatos alcalinos en la mesostasis. Los términos básicos de la serie (basaltos shoshoníticos) son normalmente subsaturados, pero las rocas más diferenciadas son saturadas.

La variación espacial y temporal del volcanismo que tiene lugar en los arcos-isla y, menos marcadamente, en los bordes continentales activos, se ha relacionado con la profundidad de generación de los diferentes magmas. De acuerdo con esta idea, los magmas toleíticos se habrán generado a menor profundidad que los magmas shoshoníticos o alcalinos. Sin embargo, otros factores (por ejemplo, las variaciones en la velocidad de convergencia de las placas, el espesor de corteza continental y el mayor o menor acceso de agua al manto superior situado por encima de la placa descendente y procedente precisamente de la deshidratación de esta última) pueden condicionar la generación de uno u otro tipo de magmas. Especialmente este último factor debe jugar un papel importante en la génesis de los diferentes tipos de magmas, puesto que mientras los magmas toleíticos se generan en condicio-

CUADRO 4

Composición química de rocas de las series toleítica, calcoalcalina y shoshonítica de arco-isla (In: JAKES y WHITE, 1971 y 1972)

	Serie toleítica			Serie calcoalcalina				Serie shoshonítica	
	1	2	3	1	2	3	4	1	2
SiO ₂	51,57	57,40	79,20	50,59	54,54	59,64	66,80	53,74	59,27
TiO ₂	0,80	1,25	0,23	1,05	1,13	0,76	0,23	1,05	0,56
Al ₂ O ₃	15,91	15,60	11,10	16,29	16,26	17,38	18,24	15,84	15,90
Fe ₂ O ₃	2,74	3,48	0,52	3,66	2,31	2,54	1,25	3,25	2,22
FeO	7,04	5,01	0,90	5,08	5,40	2,72	1,02	4,85	3,19
MnO	0,17	—	—	0,17	0,12	0,09	0,06	0,11	0,10
MgO	6,73	3,38	0,36	8,96	6,97	3,95	1,50	6,36	5,45
CaO	11,74	6,14	2,06	9,50	7,50	5,92	3,17	7,90	5,90
Na ₂ O	2,41	4,20	3,40	2,89	3,64	4,40	4,97	2,38	2,67
K ₂ O	0,44	0,43	1,58	1,07	1,49	2,04	1,92	2,57	2,68
P ₂ O ₅	0,11	0,44	—	0,21	0,23	0,28	0,09	0,54	0,41
H ₂ O	0,45	—	—	0,81	1,31	1,08	0,26	1,09	1,44
TOTAL ...	100,11	97,33	99,35	100,28	100,90	100,80	99,51	99,68	99,79
Rb	5,0	6,0	15	10	—	30	45	75	100
Ba	75	100	175	115	—	270	520	1.000	850
Sr	200	220	90	330	—	385	460	700	850
K/Rb	1.000	890	870	340	—	430	380	200	200
La	1,1	2,4	5,5	9,6	—	11,9	14	14	18
Ce	2,6	—	15	19	—	24	19	28	35
Yb	1,4	2,4	2,7	2,7	—	1,9	1,4	2,1	1,2
La/Yb	1,0	1,0	1,9	3,5	—	6,2	10	6,6	15
Th	0,5	0,31	1,6	1,1	—	2,2	1,7	2	2,8
U	0,3	0,34	0,85	0,2	—	0,7	0,6	1,0	1,3
Th/U	1,6	0,9	1,88	5,9	—	3,2	2,7	2,0	2,1
Ni	30	20	1	25	—	18	5	20	—
V	270	175	19	255	—	175	68	200	—
Cr	50	15	4	40	—	56	13	30	—
Zr	70	70	125	100	—	110	100	40	150
Hf	1,0	1,0	2,6	2,6	—	2,3	3,8	1,0	3,2

Serie toleítica:

- 1) Basalto.
- 2) Andesita (icelandita).
- 3) Dacita.

Serie calcoalcalina:

- 1) Basalto alumínico.
- 2) Andesita pobre en Si
- 3) Andesita.
- 4) Dacita.

Serie shoshonítica:

- 1) Shoshonita.
- 2) Latita.

nes de baja fugacidad de oxígeno, los magmas calcoalcalinos, y probablemente los shoshoníticos, se generan a alta fugacidad de oxígeno.

ZONAS DE FALLAS TRANSFORMANTES.

Desde el punto de vista morfológico, estas zonas se caracterizan por una fosa abrupta y profunda bordeada por una cresta que puede llegar a ser más elevada que la zona central de la dorsal, y transversal con respecto a ésta.

En estas zonas de fractura predominan las peridotitas serpentinizadas (sólo en áreas muy concretas, por ejemplo, St. Paul Rocks, aparecen peridotitas frescas), las cuales, por otra parte, muestran una intensa brechificación tectónica, texturas cataclásticas, etc. Aunque en estas zonas el volcanismo es raro, sin embargo, en algunos casos, las rocas intrusivas están parcialmente cubiertas por rocas volcánicas. Este volcanismo, a diferencia del de las dorsales, tiene un carácter alcalino.

De acuerdo con el esquema de WILSON (1965), en estas zonas las placas se desplazan según un mo-

vimiento de cizalla. Sin embargo, la existencia en algunas de estas fracturas de intrusiones ultrabásicas y de basaltos alcalinos, sugiere a THOMPSON y NELSON (1972) que en estas zonas tiene también lugar la expansión del fondo oceánico, si bien la nueva corteza generada es de diferente naturaleza a la originada en las dorsales centrooceánicas. Por otra parte, las rocas ultramáficas existentes en estas zonas parecen tener una edad muy superior a la que presentan las rocas oceánicas adyacentes y su quimismo indica que están empobrecidas con respecto al manto primario en elementos litófilos. Basándose en estos hechos, BONATTI (1973) propone que estas rocas ultramáficas, que proceden de un manto residual (subcontinental), han intruido en estado sólido (protrusión) a lo largo de unas fracturas anteriores a la apertura de los océanos y no afectadas por el proceso de expansión.

En cualquiera de los modelos propuestos se explica fácilmente la ausencia o escasez de volcanismo en estas zonas. En efecto, si se acepta el esquema clásico resulta evidente que los movimientos de cizalla no favorecen el ascenso de los magmas. En el modelo de BONATTI (1973), los bloques peridotíticos intruidos a lo largo de estas fracturas impiden el ascenso del manto pyrolítico y la subsecuente erupción basáltica.

ZONAS INTRAPLACAS.

En el interior de las placas continentales y oceánicas (es decir, lejos de las zonas de frontera de placas) existe un volcanismo, en general de tipo alcalino, cuya génesis resulta difícil de explicar según el esquema de la tectónica de placas.

En áreas oceánicas este volcanismo constituye las islas y montañas submarinas. Las rocas dominantes pertenecen a la serie alcalina (basaltos alcalinos-hawaiitas-mugearitas-traquitas-fonolitas). Desde el punto de vista mineralógico los términos más básicos de la serie se caracterizan por la presencia de fenocristales de olivino, titanogaugita (y/o augita sódica), plagioclasa (bytownita-labrador) y más esporádicamente de kaersutita, en una matriz que puede contener además feldespato alcalino, ceolitas y feldespatoideos. En los términos más diferenciados, el feldespato es anortoclasa o sanidina y el anfíbol alcalino y la biotita pasan a ser constituyentes principales; nefelina, sodalita, noseana e incluso haüy-

na pueden también estar presentes. Desde el punto de vista químico (cuadro 5) las rocas de esta serie presentan contenidos elevados de Na₂O+K₂O (4-5 por 100 en los términos menos diferenciados y 12-13 por 100 en las fonolitas) TiO₂ y P₂O₅, así como poco enriquecimiento en FeO con respecto a MgO al pasar de los basaltos a las traquitas y fonolitas. Sus relaciones isotópicas Sr⁸⁷/Sr⁸⁶ están comprendidas entre 0,702 y 0,705 (FAURE y POWELL, 1972).

A pesar de que las rocas de la serie alcalina son las típicamente presentes en estas áreas, en algunas islas oceánicas el volcanismo existente difiere más o menos del que acabamos de describir. Así, por ejemplo, en Trinidad y Fernando de Noronha las rocas pertenecen a la serie nefelinítica (nefelinitas-leuco nefelinitas-fonolitas). Estas rocas se caracterizan por ser extraordinariamente ricas en álcalis (>5 por 100 en las nefelinitas y ≈16 por 100 en las fonolitas) y pobres en sílice (≥39 por 100 y <52 por 100, respectivamente). Este quimismo extremo queda reflejado en la composición normativa por el elevado porcentaje de nefelina, que puede exceder del 25 por 100 en los términos máficos. Desde el punto de vista mineralógico, olivino, augita, biotita, hornblenda y feldespatoideos (nefelina, sodalita y analcima) predominan en los miembros menos diferenciados y feldespato alcalino y feldespatoideos en los términos más diferenciados de la serie. En Tristán de Cunha y Gough las rocas tienen un marcado carácter potásico, que se manifiesta por la aparición de feldespato alcalino en los términos más máficos. Por otra parte, en las Galápagos y en las Hawaii coexisten rocas de la serie alcalina con otras de la serie toleítica. Finalmente en otras islas (por ejemplo, Ascensión, Bouvet, Terceira, Jan Mayen) el volcanismo es de tipo transicional, es decir, con caracteres intermedios entre los de las series alcalina y toleítica; en este caso, los productos más diferenciados son de composición comendítico-pantellerítica, en lugar de fonolítica (ver, por ejemplo, BAKER, 1974).

Esta variación de quimismo en el volcanismo de las islas oceánicas, que tanto contrasta con el carácter monótono del existente en las dorsales oceánicas, ha llevado a diversos autores (AUMENTO, 1967; MCBIRNEY y GASS, 1967; BONATTI y FISHER, 1971; MIDDLEMOST, 1973; BORLEY, 1974, etc.) a intentar establecer una posible relación entre el quimismo del magma basáltico y la distancia a la cresta de la dorsal. A este respecto, AUMENTO (1967) y MCBIRNEY y GASS (1967) han encontrado tanto en el Atlántico como en el Pacífico que el grado de satura-

CUADRO 5

Composición química y normas CIPW de rocas volcánicas de Tenerife
(Islas Canarias)

	1	2	3	4	5
SiO ₂	41,00	44,15	51,95	58,50	59,35
TiO ₂	3,31	3,55	1,91	1,30	0,89
Al ₂ O ₃	16,96	16,54	19,08	17,75	18,95
Fe ₂ O ₃	2,89	5,34	3,73	2,14	1,64
FeO	9,79	6,27	3,28	2,61	1,67
MnO	0,16	0,19	0,17	0,20	0,23
MgO	8,60	6,02	2,68	2,63	0,10
CaO	11,88	10,87	6,77	3,23	2,81
Na ₂ O	3,04	3,17	5,98	7,20	8,20
K ₂ O	1,26	1,73	2,70	3,50	4,88
P ₂ O ₅	0,62	0,99	0,68	0,49	0,12
H ₂ O ⁺	0,49	0,87	1,26	0,44	1,02
H ₂ O ⁻	—	—	—	—	—
TOTAL	100,00	99,69	100,19	99,99	99,86
Or... ..	7,75	10,22	15,96	20,68	23,84
Ab... ..	1,29	18,22	36,37	52,58	46,63
An... ..	28,91	25,79	17,25	5,78	0,49
Ne... ..	13,24	4,66	7,71	4,52	12,33
Di... ..	21,02	17,05	9,28	5,59	1,80
Ol... ..	15,67	6,07	1,73	3,67	—
Mt... ..	4,19	7,74	5,41	3,10	2,38
Il... ..	6,29	6,74	3,63	2,47	1,69
Ap... ..	1,44	2,29	1,58	1,14	0,28

- 1) Basanita olivínico-augítica. Los Cristianos. (IBARROLA, 1970).
- 2) Basalto olivínico. Llanos de Ucanca. (FÚSTER et al. 1968).
- 3) Traquibasalto. Pasajirón. (FÚSTER et al. 1968).
- 4) Traquita. Llanos de Ucanca. (BRÄNDLE, 1973).
- 5) Fonolita. Llanos de Ucanca. (BRÄNDLE, 1973).

ción en sílice de los basaltos y rocas más diferenciadas aumenta progresivamente al alejarse de la cresta centro-oceánica. Sin embargo, BONATTI y FISHER (1971), MIDDLEMOST (1973) y BORLEY (1974) no encuentran, ni siquiera en un área relativamente pequeña, ninguna relación entre el tipo de magma y la posición de la isla oceánica.

En el interior de áreas continentales, además del volcanismo de rift intercontinental que ha sido tratado anteriormente, existe un volcanismo, en general no muy abundante, de tipo basáltico alcalino, cuyos caracteres no difieren notablemente del de las islas oceánicas, y un volcanismo ácido al que se asigna un origen anatético.

Además de este volcanismo basáltico alcalino, en áreas continentales existen otra serie de rocas, tales como las kimberlitas, carbonatitas y las ultrapotásicas, que hasta ahora no han sido encontradas en áreas oceánicas.

La actividad magmática en el interior de placas ha sido interpretada como consecuencia de una anomalía térmica (hot spot) en el manto inferior, la cual origina el ascenso diapírico (pluma) del mate-

rial del manto hacia zonas superficiales. La disminución de presión que implica este ascenso, provoca la fusión parcial del manto ascendente y la consiguiente generación de magmas de composición alcalina, enriquecidos en elementos incompatibles, que son, como hemos visto anteriormente, los que predominan en estas zonas.

La existencia de cadenas de islas volcánicas progresivamente más jóvenes en determinada dirección (por ejemplo, Archipiélago de las Hawaii) ha hecho que la hipótesis del punto caliente-pluma convectiva (WILSON, 1963 y MORGAN, 1971) sea ampliamente aceptada para explicar el volcanismo en estas zonas. Sin embargo, han sido propuestas otras hipótesis para explicar el volcanismo intraplacas. Por ejemplo, TURCOTTE y OXBURCH (1973) piensan que las contracciones térmicas producidas por el enfriamiento de la litósfera al alejarse de las dorsales o por la distensión sufrida al alejarse esta del ecuador hacia los polos, podrían ser responsables del volcanismo en el interior de placas. Esta idea ha sido aplicada para explicar el origen de los archipiélagos hawaiano (por ejemplo, GREEN, 1971) y canario (ANGUITA y HERNÁN, 1975).

CONCLUSIONES

A grandes rasgos existe una clara correlación entre ambiente tectónico y volcanismo. En efecto, en las dorsales oceánicas predominan las rocas de la serie toleítica, mientras que en las zonas de margen continental y arco-isla las rocas de la serie calco-alcalina están ampliamente representadas, aunque también existen rocas toleíticas y alcalinas. Sin embargo, en las islas oceánicas y en áreas continentales estables, donde el espectro de rocas es mucho más amplio que en las demás zonas consideradas, esta correlación se desvanece. En las islas oceánicas predominan las rocas de la serie alcalina, aunque rocas de la serie nefelítica, toleítica y transicional también pueden estar presentes. En zonas continentales estables, además de estas asociaciones, existen otras rocas (kimberlitas, carbonatitas, ultrapotásicas) exclusivas de estas áreas, y un volcanismo ácido al que se asigna un origen anatético.

La sistemática aparición de determinadas rocas volcánicas en ciertos ambientes geotectónicos (por ejemplo, andesitas-dacitas-riolitas en zonas de compresión) nos indica que el volcanismo, junto con determinadas estructuras geológicas, son consecuencia de un mismo proceso geodinámico. Sin embargo, la existencia en ambientes geotectónicos diferentes de series de rocas volcánicas idénticas, nos pone de manifiesto que la correlación entre el ambiente tectónico y el volcanismo no es absoluta.

Probablemente, la ausencia de una relación unívoca ambiente geotectónico-volcanismo es debida a que aspectos tales como diferencias en la composición del material original, en el grado de fusión, mayor o menor contaminación cortical, etc., aparentemente no dependientes de la tectónica, pueden hacer cambiar notablemente la composición del magma originario y por consiguiente de la serie de rocas resultante de su diferenciación.

AGRADECIMIENTOS

El autor desea agradecer a los Dres. V. Araña (Instituto "Lucas Mallada", C. S. I. C.) y F. Anguita (Universidad Complutense de Madrid) la lectura crítica del manuscrito y las sugerencias aportadas. Asimismo, agradece a V. Calleja y J. L. Casaseca la labor de delineación y de mecanografía.

BIBLIOGRAFIA

- ANGUITA, F. y HERNÁN, F.: *A propagating fracture model versus a hot spot origin for the Canary islands*. "Earth Planet. Sci. Letters", 27, 11-19 (1975).
- ARAÑA, V. y LÓPEZ RUIZ, J.: *Volcanismo. Dinámica y Petrología de sus productos*. Istmo. Madrid, 481 págs. (1974).
- AUMENTO, F.: *Magmatic evolution on the Mid Atlantic ridge*. "Earth Planet. Sci. Letters", 2, 225-230 (1967).
- BARBERI, F.: *Volcanisme et tectonique des plaques*. "Rev. Haute-Auvergne", 44, 245-276 (1974).
- BARBERI, F.; BORSI, S.; FERRARA, G.; MARINELLI, G.; SANTACROCE, R.; TAZIEFF, H., y VARET, J.: *Evolution of the Danakil depression (Afar, Ethiopia) in light of radiometric age determinations*. "J. Geol.", 80, 720-729 (1972).
- BAKER, P. E.: *Peralkaline acid volcanic rocks of Oceanic islands*. "Bull. Volcanologique", 3, 737-754 (1974).
- BAKER, B. H.; MOHR, P. A., y WILLIAMS, L. A. J.: *Geology of the Eastern rift system of Africa*. Geol. Soc. Amer. Sp. Paper, 136, 67 págs. (1972).
- BONATTI, E.: *Origin of offsets of the mid-atlantic ridge in fracture zones*. "J. Geol.", 81, 144-156 (1973).
- BONATTI, E. y FISHER, D. E.: *Oceanic basalts: chemistry versus distance from oceanic ridges*. "Earth Planet. Sci. Letters", 11, 307-311 (1971).
- BORLEY, G.: *Oceanic Islands*. In "The Alkaline rocks" (H. Sorensen, edit.). Wiley, London, 311-330 (1974).
- BRÄNDLE, J. L.: *Evolución geoquímica de los materiales sílicos y alcalinos de la isla de Tenerife*. "Estudios Geol." 29, 5-51 (1973).
- CANN, J. R.: *Major elements variations in ocean-floor basalts*. "Phil. Trans. Roy. Soc., London", A268, 495-505 (1971).
- COK, K. G. y HORNUNG, G.: *The Petrology of the Karroo basalts of Basutoland*. "Amer. Mineral", 51, 1414-1432 (1966).
- ENGEL, A. E. J. y ENGEL, C. G.: *Composition of basalts from the Mid-Atlantic Ridge*. "Science", 144, 1330-1333 (1964).
- ENGEL, A. E. J.; ENGEL, C. G., y HAVENS, R. G.: *Chemical characteristics of oceanic basalts and the upper Mantle*. "Geol. Soc. Amer. Bull.", 76, 719-734 (1965).
- FAURE, G. y POWELL, J. L.: *Strontium isotope Geology*. Springer Verlag, Berlín, 188 págs. (1972).

- FORBES, R.; RAY, D.; KATSURA, T.; MATSUMOTO, H.; HARAMURA, H., y FURST, M.: *The comparative chemical composition of continental vs. islands arc andesites in Alaska*. "Oregon Dept. Geol. and Mineral Ind. Bull.", 65, 111-120 (1969).
- FÜSTER, J. M., ARAÑA, V., BRÄNDLE, J. L., NAVARRO, J. M., ALONSO, V. y APARICIO, A.: *Geology and Volcanology of the Canary islands* Inst. "Lucas Mallada", C. S. I. C., Madrid, 218 pp. (1968).
- GREEN, D. H.: *Composition of basaltic magmas as indicators of conditions of origin: application to oceanic volcanism*. "Phil. Trans. Roy. Soc., London", 268 A, 707-725 (1971).
- IBARROLA, E.: *Variabilidad de los magmas basálticos en las Canarias orientales y centrales*. "Estudios Geol.", 26, 337-339 (1970).
- JAKES, P. y GILL, J.: *Rare Earth elements and the islands arc tholeiitic series*. "Earth Planet. Sci. Letters", 9, 17-28 (1970).
- JAKES, P. y WHITE, A. J. R.: *Composition of islands arcs and continental growth*. "Earth Planet. Sci. Letters", 12, 224-230 (1971).
- JAKES, P. y WHITE, A. J. R.: *Major and trace element abundances in volcanic rocks of orogenic areas*. "Geol. Soc. Amer. Bull.", 83, 29-40 (1972).
- KAY, R.; HUBBARD, N. J., y GAST, P. W.: *Chemical characteristics and origin of oceanic ridge volcanic rocks*. "J. Geophys. Res.", 75, 1585-1613 (1970).
- LEFEVRE, C.: *Les caractères magmatiques du volcanisme plio-quatenaire des Andes dans le Sud du Perou*. "Contr. Mineral. Petrol.", 41, 259-272 (1973).
- MCBIRNEY, A.: *Andesite and rhyolite volcanism of orogenic belts*. "Amer. Geophy. Union Mon.", 13, 501-506 (1969).
- MCBIRNEY, A. R. y GASS, I. G.: *Relations of oceanic volcanic rocks to mid-ocean rises and heat flow*. "Earth Planet. Sci. Letters", 2, 265-276 (1967).
- MELSON, W. G.; JAROSEWICH, E.; CIFELLI, R., y THOMPSON, G.: *Alkali olivine dredged near St. Paul's rocks, Mid-Atlantic ridge*. "Nature", 215, 381-382 (1967).
- MIDDLEMOST, E. A. K.: *Evolution of volcanic island*. "Lithos", 6, 123-132 (1973).
- MIYASHIRO, A.: *Pressure and temperature conditions and tectonic significance of regional and ocean-floor metamorphism*. "Tectonophysics", 13, 141-159 (1972).
- MIYASHIRO, A.: *Volcanic rocks series in islands arcs and active continental margins*. "Amer. J. Sci.", 274, 321-355 (1974).
- MORGAN, W. I.: *Convective plumes in the lower mantle*. "Nature", 230, 42-43 (1971).
- SCHILLING, J. G.: *Sea-floor evolution: rare-earth evidence*. "Phil. Trans. R. Soc. London", A 268, 663-706 (1971).
- SUKHESWALA, R. N. y POLDERVAART, A.: *Deccan basalts Bombay area, India*. "Bull. Geol. Soc. Amer.", 69, 1475-1494 (1958).
- SWANSON, D. A.: *Yakima basalt of the Teton River area, South-central Washington*. "Bull. Geol. Soc. Amer.", 78, 1077-1110 (1967).
- THOMPSON, G. y MELSON, W. G.: *The petrology of oceanic crust across fracture zones in the Atlantic ocean: evidence of a new kind of sea floor spreading*. "J. Geol.", 80, 526-538 (1972).
- VINE, F. J. y HESS, H. H.: *Sea-floor spreading*. In "The Sea", 4 (A. E. Maxwell, edit.). Interscience, New York (1971).
- WILSON, J. T.: *A possible origin of the Hawaiian islands*. "Can J. Phys.", 41, 863-870 (1963).
- WILSON, J. T.: *A new class of faults and their bearing on continental drift*. "Nature", 207, 342-347 (1965).
- YODER, H.: *Calc-alkalic andesites: experimental data bearing on origin of their assumed characteristics*. "Oregon Dept. Geol. and Mineral Ind. Bull.", 65, 77-89 (1969).

Recibido Septiembre 1976.

INFORMACION

Intervención del Ministro de Industria ante el Pleno de Las Cortes con motivo de la presentación del Proyecto de Ley de Fomento de la Minería^(*)

Sr. Presidente, Sres. Procuradores:

En estos días en que hemos convertido en cosa cotidiana la discusión sobre nuestro modo de ser en cuanto comunidad política, me permito ocupar esta tribuna y solicitar vuestra atención en torno a un tema que, aparentemente, no representa nada importante frente a la apuesta de futuro en la que estamos todos comprometidos. Hacer ahora la defensa de una Ley sobre Fomento de la Minería podría parecer inoportuno, en cuanto supone introducir entre las preocupaciones de las Cortes un tema muy alejado de otros más trascendentales y que requieren toda la atención de nuestras instituciones políticas.

Sin embargo, la economía tiene también sus leyes de hierro, sus propias exigencias inexorables. La economía, como parte sustancial de la administración cotidiana, no permite descuido alguno al Estado, máxime en momentos de dificultades graves como los que estamos atravesando.

De aquí que para el Gobierno sea inexcusable desdoblarse su atención y, al tiempo que propone una remodelación constitucional y dedica a ella gran parte de sus energías, deba proseguir el replanteamiento reflexivo, pieza a pieza, de los mecanismos ordinarios de nuestra vida colectiva y entre ellos, con carácter primordial, de los económicos. Porque sobre la suma de las cosas sencillas de cada día se construye la política nacional auténtica y eficaz.

(*) Madrid, 29 de diciembre de 1976.

1. *La crisis de las materias primas.*

La Ley de Fomento de la Minería que hoy me cabe el honor de presentar ante el Pleno de las Cortes, constituye una de las piezas de un mecanismo mucho más complejo: el del abastecimiento de materias primas. Por ello, para comprender y justificar su razón de ser, sus objetivos últimos, tengo que referirme, aunque sea brevemente, a este más amplio problema. Sin entrar en las causas que provocaron la crisis de materias primas, que venía gestándose desde el final de la década de los años 60, y que tuvo su más espectacular manifestación en 1973, con la elevación casi brutal de los precios del petróleo, hay que concluir que la industrialización y el desarrollo, el avance en todos los órdenes de la vida, se venía fraguando en los últimos decenios al calor de una infravaloración de los recursos energéticos y de las materias primas en general. Todos hemos podido constatar ya como, al caer repentinamente ese soporte, no sólo la estructura económica mundial se está resintiéndose, sino que, incluso, los supuestos de la política internacional se han visto profundamente alterados.

El encarecimiento del petróleo no solamente ha repercutido directamente sobre los precios de otras materias primas, sino que la actitud de los países de la OPEP ha constituido además un ejemplo para el tercer mundo, poniendo sobre la mesa un gran tema de presente y de futuro: la problemática de las relaciones entre los países desarrollados y los subdesarrollados; lo que, de forma algo simplista, se ha demostrado el debate Norte-Sur.

Ahora bien, sin despreciar sus efectos, la confrontación Norte-Sur es más aparente que real, pues de las materias primas minerales que consumen los países industrializados, más del 50 por 100 corresponden a naciones como Canadá, Australia o África del Sur, que forman parte del propio grupo de países desarrollados con economía de mercado, mientras que otro 25 por 100 procede de los países del Este, de economía planificada. Tampoco hay que olvidar que el comercio de minerales supone tan sólo un 2,5 por 100 del valor total de los intercambios internacionales, por lo que su posible función como redistribuidor de riqueza es muy limitada.

Cabe entonces preguntarse si la llamada crisis de las materias primas significa una amenaza seria en términos de penuria o escasez de materias primas minerales para el futuro. La respuesta es, sin duda, afirmativa, aunque las causas fundamentales no serán probablemente las de origen político, ni siquiera físico. Serán, por el contrario, más bien de tipo económico y técnico.

En efecto, es muy difícil que en una materia prima mineral concurren las circunstancias que, como en el caso del petróleo, lleven a situaciones de encarecimiento y penuria por motivos políticos, particularmente la concentración de la producción y exportación en un reducido número de países con intereses bastante afines. Es cierto, sin embargo, que las circunstancias restrictivas actuales de la demanda no permiten aventurar un diagnóstico definitivo sobre el riesgo político.

Por el lado de la penuria física —dado el carácter limitado y no renovable de los recursos de la corteza terrestre y a pesar de lo que se ha especulado y dramatizado sobre el tema— también se puede concluir que no existen serios riesgos gracias a los progresos de la tecnología, que permiten explotar yacimientos con leyes cada vez más bajas o que hasta fechas recientes no eran aprovechables.

¿Dónde puede estar entonces el riesgo? Fundamentalmente, en problemas de orden técnico y económico, pues no es posible vislumbrar por ahora el acceso a esas disponibilidades cada vez mayores de yacimientos minerales con leyes más pobres, sin recurrir a consumos específicos de energía más elevados y a mayores inversiones, en definitiva, sin incurrir en costes mucho más altos.

En esas circunstancias de coste energético e inversiones crecientes, aparecen dos nuevos problemas: por una parte, el financiero —la obtención de los capitales necesarios—, y por otra, la elección de los emplazamientos más adecuados para invertirlos. Si la inversión tiene lugar en los países en desarrollo, los planteamientos serán lógicamente menos atractivos para la iniciativa privada, ante el riesgo de posibles nacionalizaciones. Si, por el contrario, se invierte en los países desarrollados, el condicionante fundamental serán las normas cada vez más estrictas de protección del medio ambiente, en especial por lo que se refiere a explotaciones a cielo abierto.

Ante este panorama, todos los países industrializados

han planteado en los últimos años políticas de abastecimiento de materias primas minerales basadas esencialmente en los siguientes criterios:

1) Una especial preocupación por la *seguridad del aprovisionamiento*, ponderando con un valor alto el riesgo de sacrificar tal seguridad frente a la eventualidad de obtener unos precios más bajos.

2) Un movimiento de *introversión* hacia los recursos minerales nacionales, que adquieren así un carácter estratégico, al mismo tiempo que una decidida adquisición complementaria de *intereses en el exterior* para aquellas sustancias en las que cada país es necesariamente deficitario por condicionamientos inmutables de su geología.

3) Una subordinación de la concepción del negocio minero al concepto de seguridad, atribuyéndose al *Estado responsabilidades crecientes* para velar por este aprovisionamiento.

4) Y finalmente la necesidad de crear las condiciones que permitan una planificación de la producción a medio y largo plazo y una evolución más regular de los precios de los minerales.

Para que tales criterios se traduzcan en acciones concretas resulta insoslayable la necesidad de apoyar y ordenar legalmente el flujo de suministros mineros, de forma que éste tienda a aumentar en la misma medida en que lo exige el desarrollo de la actividad industrial.

Por ello, el tema del aprovisionamiento de materias primas minerales ha pasado a engrosar la relación de acciones que debe figurar con trazo grueso en el marco de toda política industrial bien concebida. De hecho, figura desde hace años entre los objetivos del Ministerio de Industria y ha tenido ya manifestaciones muy concretas, entre las que cabe destacar el Plan Nacional de la Minería, de 1971, la Ley de Minas de 1973 y el Plan Nacional de Abastecimiento de Materias Primas Minerales (no energéticas), en 1975.

La Ley de Fomento de la Minería sobre la que van a pronunciarse Sus Señorías tiene dos objetivos interrelacionados entre sí: de un lado, facilitar la planificación del abastecimiento nacional de materias primas minerales, y de otro, el establecimiento de un nuevo marco legal, imprescindible para poder instrumentar una política de reestructuración y desarrollo de la minería nacional y de toma de intereses complementarios en el exterior.

La necesidad imperiosa de cubrir ambos fines, no había pasado inadvertida a esta Cámara. Porque, al remitir el Gobierno a las Cortes este Proyecto de Ley, cumplía varios mandatos que la propia Cámara había formulado con anterioridad, de modo más o menos específico, en repetidas ocasiones. Me refiero, sobre todo, a la Ley aprobatoria del III Plan de Desarrollo Económico y Social y a la Ley de Minas de 1973, ya citada.

2. *El Proyecto de Ley en el contexto de la realidad Minera e Industrial española.*

Sirvan las consideraciones generales y los compromisos específicos expuestos como fundamentos de la iniciativa del Gobierno al promover este proyecto de Ley. Sin embargo, para justificar su estructura, su alcance y sus peculiaridades, resulta imprescindible analizar brevemente, por una parte, cuál es la importancia actual de nuestra producción minera en relación con las necesidades de la industria española y, por otra, de cara a la demanda presente y futura, cuál es la potencialidad real de nuestro subsuelo y cuáles los obstáculos que han dificultado hasta la fecha el adecuado desarrollo del sector minero.

En primer lugar, quebrando tópicos y ateniéndonos a la más rigurosa realidad, conviene afirmar como punto de partida, que nuestro brillante pasado minero no es más que un recuerdo y que, actualmente, disponemos de unas producciones mineras escasas para nuestras necesidades.

En efecto, si entendemos por materias primas minerales cualquier producto de origen mineral, hasta que sufre su primera transformación, se concluye que el abastecimiento actual de materias primas minerales a la industria nacional se realiza, en alta proporción, a partir de fuentes de suministro externas. Y aun admitiendo que cooperan a esta situación las limitaciones geológicas de nuestro subsuelo, rico en muchas sustancias, pero pobre también en muchas otras, la fuerte dependencia exterior proviene, en gran parte, del crecimiento lento o insuficiente de la producción minera nacional respecto a los rápidos aumentos del consumo industrial en los últimos tiempos.

Así, la dependencia exterior media, que era del 40 por 100 en 1960, se ha situado en el 60 por 100 en los últimos años. Para 1980-1985, esta dependencia podría llegar hasta el 70 por 100, en función del grado de maduración que alcancen ciertos proyectos de desarrollo minero, actualmente en curso. Pero, aun en el supuesto más favorable, los proyectos vigentes de ampliación de la capacidad de la oferta, contribuirán, en el mejor de los casos, a frenar el ritmo ascendente de la dependencia, pero no a reducir sus elevados niveles.

Los porcentajes citados, calculados en base a los tonelajes importados, son todavía superiores si se refieren al valor de dichas importaciones, y se traducen hoy en un déficit comercial, con la correspondiente salida de divisas, de 60.000 millones de pesetas, cifra que bien pudiera duplicarse en 1985.

Como es lógico, si descendemos de valores medios o valores individuales, es decir, a sustancias concretas, el panorama es en algunos casos mucho más grave. Hoy dependemos por completo, al 100 por 100, del exterior en nuestros suministros de aluminio, níquel, cromo, amianto, fosfatos, titanio y manganeso. Y, de cara al futuro, hay que contar con que para 1980-1985 dependeremos del exterior, en proporciones del orden o superiores al

50 por 100, en cobre, hierro, hulla coquizable, además de las siete sustancias que acabo de citar. Y todo ello a pesar de los fuertes incrementos de producción nacional de algunas de esas materias primas previstos para los años 80; del 160 por 100, para el cobre; del 50 por 100, para el hierro, y del 80 por 100, para la hulla coquizable, entre otros.

Entremos ahora en la segunda cuestión: ¿qué potencial ofrece el país para que, en base a los yacimientos conocidos y a otros que se descubran, podamos resolver, al menos parcialmente, el abastecimiento de nuestras industrias? La respuesta es compleja. Por una parte, es evidente que, dada la contextura geológica de nuestro subsuelo y el actual nivel de la tecnología, España no contará en territorio nacional con cantidades apreciables de determinadas sustancias minerales. En cambio, para aquellas cuya existencia en nuestro país es conocida, las previsiones son afortunadamente más optimistas. Los propios resultados conseguidos recientemente en la producción minera nacional, cuyo valor se ha duplicado en el curso de los últimos cuatro años, con niveles de inversión claramente insuficientes, demuestran que los objetivos de ampliación de nuestra producción minera son viables, si se consideran además las amplias posibilidades que aún ofrece nuestro subsuelo, sobre las que no quiero cansar a Sus Señorías con una información que, por otra parte, es de dominio público.

Y digo esto contradiciendo a quienes han afirmado, y a veces con tanta carga dramática, que en la etapa previa a nuestro desarrollo industrial se agotaron definitivamente la mayor parte de nuestros yacimientos. No puedo compartir esa opinión, pues todos sabemos que algunos yacimientos que se explotaron en el pasado siglo no podían aprovecharse en las condiciones humanas y económicas de hoy, al igual que muchos de los que vamos a explotar actualmente hubieran sido inexplotables años atrás. Así, cada época, con sus circunstancias peculiares de tecnología y mercados, determina los yacimientos minerales que son susceptibles de explotarse económicamente.

Si nuestra dependencia exterior es acusada y creciente, con el consiguiente coste en divisas para el país, y si contamos con serias posibilidades de modificar esta tendencia con nuestros propios recursos, lo único que se precisa es hacer realidad esas posibilidades venciendo las resistencias que hasta ahora las han frustrado y que no son otras que las que se derivan de las peculiares características de la actividad minera, netamente diferenciables del resto de los sectores industriales.

Sus Señorías conocen perfectamente los particulares riesgos que aporta al negocio minero el hecho inevitable de que se desarrolle en permanente enfrentamiento con la Naturaleza. Es también obvio el carácter no renovable de su objeto de explotación que, en consecuencia, conduce de forma inexorable al agotamiento de la mina y a la inactividad futura. Hay que reseñar además el largo

período de maduración de las inversiones, la gran inercia de la actividad minera ante variaciones de la demanda o de los precios, la difícil reversibilidad del cierre de los yacimientos y, en fin, el hecho peculiar de que el mineral existente en el yacimiento no figura en el activo de las Sociedades, dificultando el acceso de las empresas mineras al crédito.

Son asimismo conocidos la desproporción entre el inmovilizado y el valor de la producción minera, los problemas laborales de todo orden y la necesaria vinculación de la minería a zonas geográficas determinadas, origen de mayores complejidades, todavía.

Si a todo ello se añade la grave descapitalización de nuestra minería como consecuencia de la casi inevitable subordinación de sus intereses a los de la industria transformadora, especialmente en los años de nuestro mayor desarrollo industrial, resulta comprensible que el poder de captación de capitales privados por parte del sector minero haya sido y siga siendo muy escaso.

Estas dos circunstancias —la complejidad de los problemas de la minería y su marginación en el proceso de industrialización— hacían indispensable la elaboración de una normativa que permitiera potenciar la actividad inversora en minería, mediante la creación de un instrumento específico de promoción acorde con las peculiaridades reseñadas y capaz de recomponer el equilibrio con que debe producirse el desarrollo de las industrias de transformación y el adecuado suministro de materias primas minerales.

3. El contenido básico del Proyecto de Ley.

Al logro de los objetivos propuestos —con la convicción de que es factible y realista obtener grandes avances en su consecución y con la conciencia clara de los condicionantes que acabo de exponer— trata de responder el Proyecto de Ley de Fomento de la Minería.

La versión del mismo, que se somete a la consideración de Sus Señorías, tras el dictamen elaborado por la Comisión de Industria, actualiza, clarifica y enriquece sensiblemente el texto remitido por el Gobierno, por lo que, antes de reseñar su contenido, debo agradecer públicamente el esfuerzo de la Ponencia y de la Comisión que lo ha dictaminado, pues son evidentes las mejoras conseguidas.

Por lo demás, la exposición precisa y brillante que el Procurador D. Juan Antonio Gómez Angulo, en nombre de la Ponencia, ha hecho de los puntos fundamentales del dictamen, me exime de entrar en un análisis detallado del Proyecto de Ley.

Solamente quisiera destacar que este Proyecto de Ley suministra, por una parte, un marco lo suficientemente amplio y flexible como para poder adaptarse a la cambiante realidad presente y futura que rige y ha de regir el mundo de las materias primas minerales; y, por otra,

un instrumento de promoción industrial, específicamente adecuado a las peculiaridades del sector minero y, en consecuencia, espero que eficaz para desarrollar la política de abastecimiento de materias primas minerales que el país necesita.

Todos los instrumentos que aporta el Proyecto de Ley sirven a una planificación del abastecimiento de materias primas minerales, que se institucionaliza, haciendo obligatoria la elaboración y revisión, al menos bianual, del Plan correspondiente. Este, por otra parte, se configura como un Plan selectivo y realista en el sentido de que se prevé la declaración de determinadas materias primas minerales, y las actividades con ellas relacionadas, como prioritarias a efectos de establecer para cada una de ellas objetivos de abastecimiento a diversos plazos. Al logro del cumplimiento de los objetivos concretos en relación con las materias y actividades prioritarias, se dispone la aplicación de los instrumentos de promoción o control que la Ley aporta.

Al amparo de este principio de selectividad, se pretende fomentar la producción minera nacional mediante diversos estímulos de orden financiero —créditos y subvenciones— y de orden tributario: un régimen análogo al de las industrias de interés preferente, con un plazo para acogerse a los beneficios, acorde con la larga maduración de los proyectos mineros, y la implantación generosa del “factor de agotamiento”, tradicional aspiración del Sector Minero. En ambos casos, los estímulos que el Proyecto recoge han sido notablemente mejorados al admitir el Gobierno a trámite enmiendas que suponían mayores gastos o menores ingresos. También la Ley alcanza el escalafón de la comercialización, regulando las condiciones sobre las que puede actuar en materia de ordenación de precios, exportaciones e importaciones y previendo también la creación de fondos de almacenamiento.

Se contempla igualmente la seguridad de los abastecimientos del exterior, dentro de unas normas de actuación, estatal y privada, suficientemente ágiles y flexibles para que sean compatibles con las nuevas condiciones a las que apuntan las relaciones e intercambios entre los distintos países.

En fin, entre las muchas mejoras e innovaciones introducidas por el maduro estudio de que Sus Señorías han hecho gala a través de las enmiendas y de los debates, quisiera destacar la de apremiar al Gobierno para que promulgue el Estatuto del Minero y cuantas medidas sean necesarias para la dignificación y mejora del habitat minero. Ello supone reconocer, una vez más, que la base y la propia razón de ser de toda empresa ambiciosa, como la que se persigue con esta Ley, radica en el hombre, y más, si cabe, tratándose de la actividad minera.

Si el Proyecto que se somete a la aprobación de Sus Señorías parece necesario y oportuno, no debemos olvidar que su éxito final sólo se contrastará tras una cuidada evaluación de los resultados obtenidos con su apli-

cación. Por ello, conviene tener presente que la eficacia de estas medidas legales y el logro de los objetivos que las motivan dependen de otros varios factores, unos implícitos en la Ley, otros ajenos a ella, pero que si no fueran debidamente evidenciados y, en la medida de lo posible, ordenados en el marco de una auténtica política minera, podrían hacer estéril, en la práctica, este nuevo instrumento legal.

Dos grupos de factores deberán ser, sobre todo, considerados permanentemente, a fin de que esta nueva norma sea no sólo necesaria, sino suficiente, para fomentar la minería nacional y optimizar el aprovisionamiento de materias primas a nuestra industria.

Subrayo, como primera condición imprescindible, la participación activa de nuestra Sociedad. Hasta el momento, los sistemas jurídicos y las políticas económicas limitaban la ordenación minera a una cuestión a resolver entre los interesados y la Administración. Aquéllos, conducidos por un puro y lógico espíritu de enriquecimiento, y está pendiente de que la explotación de los yacimientos se realizara en los niveles cuantitativos y cualitativos deseables.

Pero hoy ya no creemos, como los clásicos de la Ciencia Económica, que el puro estímulo individual sea el mejor y único vehículo hacia el logro de los fines de interés general; el interés por unos beneficios privados no vale ya, por sí sólo, para sostener la explotación de la minería a la altura de las necesidades de nuestro tiempo. La marcha actual del orden económico exige la colaboración activa del cuerpo social, con la vista puesta algo más allá de las meras conveniencias individuales. Se imponía, por ello, un giro decisivo en las concepciones jurídicas y económicas que han venido rigiendo la minería para que este sector volviese a cobrar el impulso y la fuerza de que en la actualidad carece.

Por ello era imprescindible montar un sistema legal, en cuya virtud el soporte financiero de las actividades extractivas no estuviera tan sólo en la empresa y en la inversión privadas, sino que pasase a ser compartido por el Estado y la Sociedad; aquél, intensificando su acción directa en la investigación y explotación de minerales, y ésta, asumiendo el esfuerzo financiero de una política económica y social de protección a la minería.

Ahora bien, para adoptar esta nueva filosofía ha sido preciso tomar un punto de partida que antes he aclarado; el definitivo reconocimiento de que no somos una nación con la sobreabundante minería que contemplaron generaciones pasadas, sino que, muy al contrario, nuestra minera es y será insuficiente para cubrir nuestras necesidades.

La cobertura del consumo industrial de materias primas requiere el cumplimiento de un programa no sólo referido al interior, sino también a las fuentes de suministro exteriores.

Por ello, tengo que destacar ante Sus Señorías la importancia fundamental que tiene para el éxito de la polí-

tica minera el comercio exterior de sus productos, en cuyo ámbito ha de resolverse no menos del 50 por 100 de nuestro abastecimiento.

Hasta fechas recientes, el aprovisionamiento en el exterior era tema de la exclusiva competencia de la esfera empresarial, que cumplía este cometido en base a transacciones comerciales, mediante contratos a largo plazo o mediante operaciones de compra aisladas. Sin que se pretenda sustituir el protagonismo de la iniciativa privada en un campo de acción propio de la misma en toda economía de mercado, tenemos la obligación de poner en duda la suficiencia de estos instrumentos para enfrentarnos a las necesidades de aprovisionamiento en los momentos presentes. Hemos de reconocer que ha llegado la hora de propiciar un modelo de suministro más completo y seguro, similar al que están poniendo en práctica otros países más industrializados. Se trata, sencillamente, de reforzar y complementar los instrumentos meramente comerciales mediante otros de orden diplomático, industrial y técnico, emprendiendo acciones dirigidas a promover la presencia activa de nuestro país en los puntos de origen de la oferta de minerales.

Tampoco en este campo las dificultades son insuperables. La nueva situación del comercio internacional no representa más que un reto a nuestra imaginación, en la doble personalidad que poseemos como productores y consumidores de primeras materias, para encontrar nuevas fórmulas, más eficaces que las del comercio tradicional, que permitan una mayor seguridad del suministro individual y, al propio tiempo, un desarrollo óptimo de nuestra minería.

Y termino ya, Señores Procuradores, no sin dedicar en este momento un recuerdo a mis predecesores, Alfredo Santos Blanco y Alfonso Alvarez Miranda, a quienes correspondió la iniciación, elaboración y elevación al Gobierno de este Proyecto de Ley.

Quisiera también destacar de nuevo el excelente trabajo llevado a cabo por la Comisión de Industria, bajo la eficaz presidencia de D. Francisco Labadie y la colaboración de D. José Ramón Esnaola, y por los numerosos enmendantes que han contribuido con sus observaciones a enriquecer y perfeccionar el texto inicialmente remitido. Ejemplar y minuciosa ha sido también la labor de la Ponencia, integrada por D. Ramiro Cercós Pérez, D. Juan Antonio Gómez Angulo, D. Julián Muro Navarro, D. Eduardo Primo Yufera y D. Julio Rodríguez Muñoz. Ejemplaridad que se mide por su dedicación sin límites y por la eficacia con que han sabido aglutinar las sugerencias y resolver las discrepancias, hasta perfilar el texto que hoy se somete a la consideración del Pleno, y que ha ganado, repito, en claridad, en liberalidad y en generosidad.

Señores Procuradores: En definitiva, nos encontramos ante un problema de abastecimiento para nuestra industria que es vital resolver en las condiciones más favorables posibles, si no queremos renunciar, en el futuro, a

lo que han sido hasta ahora exigencias de nuestro progreso económico y de nuestro avance social. Y la solución hay que buscarla a través de la máxima potenciación de nuestros propios recursos minerales, de una toma complementaria de intereses en el exterior, y todo ello dentro de una planificación realista de los abastecimientos, tanto en el nivel de la producción como en el de la comercialización. El Proyecto que me cabe el honor de presentar a la aprobación de esta Cámara es instrumento importante para ayudarnos a conseguir un mañana libre de graves problemas de aprovisionamiento de esos bienes, cada día más escasos y necesarios, que son las materias primas minerales. Y al lado de esto, el Proyecto es también punto de partida para una concepción

nueva y más justa del entorno en el que viven y trabajan nuestros mineros, al contemplarse en él un conjunto de previsiones legales tendentes a dignificar su habitat y a valorar adecuadamente las peculiares circunstancias en que estos trabajadores desenvuelven su actividad, promulgando para ello una normativa específica: el Estatuto del Minero. Por eso, al solicitar de cada uno de vosotros, Señores Procuradores, el voto favorable al Proyecto, lo hago con la confianza de que sólo os pido lo que siempre estáis dispuestos a ofrecer: servicio a España y a sus hombres, solución a sus problemas presentes y caminos nuevos para su mejor futuro.

Muchas gracias.

La planificación de los recursos hidráulicos (*)

En las líneas siguientes, pretendo resumir los aspectos más salientes del *Seminario sobre la Planificación a largo plazo de la Gestión de los Recursos de Agua*, que ha tenido lugar en Zlatni Piasatzi (Bulgaria), durante los días 16 al 22 de mayo pasado, y al que tuve la oportunidad de asistir representando al Ministerio de Industria de España, y en el que se reunieron 70 científicos, funcionarios o especialistas, que representaban a 33 naciones y entidades gubernamentales y no gubernamentales, interesadas en estos problemas.

La celebración de este Seminario, se acordó en la VI Reunión del Comité de los Problemas del Agua, en septiembre de 1974 que, aparte del interés del tema, obtendría unos resultados que serían una de las tres contribuciones esenciales que la Comisión Económica para Europa, presentará a la Conferencia Mundial del Agua, organizada por las Naciones Unidas y que tendrá lugar en Buenos Aires el año que viene.

El Seminario, comprende una ponencia de introducción general titulada *Concepción y métodos de la elaboración de los planes a largo plazo de gestión de los Recursos de Agua en los países de la Comunidad Económica Europea* y cuatro temas.

El ponente general fue el señor Ozeransky, del Ministerio de la Mejora y de la Gestión de los Recursos de Agua de la URSS, que basó su informe sobre las contestaciones enviadas por las naciones al cuestionario, remitido por la Secretaría, y sobre varios documentos establecidos, bajo la dirección del Grupo de Expertos, encarga-

(*) Extracto de la conferencia pronunciada por el Ingeniero del IGME, don Augusto de Gálvez-Canero y González-Luna, en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas, en la Clausura del IX Curso de Hidrogeología Aplicada, el 4 de junio de 1976.

dos de estudiar los aspectos cualitativos y cuantitativos de los problemas de agua.

De las respuestas de los países, se deduce que la planificación constituye el único medio de resolver los problemas de los recursos de agua, que son principalmente: la satisfacción de las demandas de la colectividad, la lucha contra el deterioro creciente de la calidad de las aguas, la optimización de los gastos para la gestión de estos recursos y la simplificación, para el porvenir, de los métodos de gestión de los recursos, en todos sus aspectos.

Desde el punto de vista tiempo o temporal, las informaciones recibidas se refieren o se pueden dividir en grupos de países que tienen en cuenta las previsiones o períodos muy largos, aproximadamente los cincuenta años y aún más y otro segundo grupo de países más numerosos, en el que las previsiones se limitan de diez a treinta años. Cuando el plazo considerado es muy largo, generalmente se subdivide en etapas de menor duración. En los planes de treinta a cincuenta años, hay muchos factores relacionados con los recursos de agua, cuya evolución no se puede prever con suficiente exactitud, y cuyas tendencias pueden variar bastante de lo previsto, y entonces se pueden formular un cierto número de previsiones, con distintos grados de probabilidad. En cuanto a la calidad no ha sido objeto de inventario más que en pocos países, al cabo de los últimos decenios.

Los planes a largo plazo, en cuanto a su forma, se dividen en general, en secciones cuyo número varía entre 8 y 13. Casi todos llevan una parte introductiva encaminada al examen de las cuestiones de forma, los objetivos y el volumen del estudio. Siguen una serie de capítulos que tratan de una forma más o menos variable de las siguientes cuestiones:

- Recursos de aguas subterráneas y de superficie.
- Demanda futura de agua en todas las ramas de la economía nacional.
- Balance de la gestión de las aguas.
- Protección de las aguas contra la contaminación.
- Protección de la economía contra la acción nociva de las aguas.
- Cálculo técnico-económico de la optimización de las variantes posibles para las diversas soluciones.

La gestión de las aguas, constituye la parte de la economía nacional, cuya tarea consiste principalmente en satisfacer las diferentes necesidades de agua de la colectividad, conforme a las exigencias de calidad, cantidad y régimen. Además del aprovisionamiento de agua, las tareas de la gestión de las aguas comprenden también la protección de los recursos contra la contaminación, su deterioro o su agotamiento, así como la protección del ambiente contra la acción perjudicial del agua.

Los planes se pueden clasificar en tres grupos, según su duración: plan a corto plazo (plan corriente) un año; plan a medio plazo, cuatro a siete años, y plan a largo plazo, diez a veinte años.

La primera etapa de un plan a largo plazo debe ser objeto de una elaboración muy detallada y casi todos los países han respondido a la encuesta, marcando una tendencia, reducir considerablemente los períodos de la duración del plan a largo plazo, con objeto de aumentar su fiabilidad. Esto es lo que explica también la exigencia de una verificación y una revisión constante de los planes cada cinco años.

En la elaboración de los planes a medio plazo se prevén las principales orientaciones del desarrollo de la economía hidráulica y se determinan sus enlaces directos con otras ramas de la economía nacional.

Los planes corrientes o anuales tienden a asegurar la ejecución de las tareas previstas a medio plazo, teniendo en cuenta la situación concreta que se ha creado.

El ponente presentó bajo la forma de un cuadro la división de los planes, según su duración, indicando también las tareas que corresponden a cada uno, la duración de los mismos y las fuentes de información y documentación en que se basan.

Para garantizar el aprovisionamiento de agua, el plan debe ser elaborado tomando como base los años de débil hidraulicidad, y por otra parte se deben prever las variantes, para la utilización del caudal de los ríos, en los años de fuerte hidraulicidad.

Otro carácter de los recursos hidráulicos, es que sirven también para el vertido de los efluentes de aguas contaminadas, y es necesario que el plan tenga en cuenta las exigencias cualitativas que piden los usuarios.

La planificación debe asegurar la participación en los recursos y en caso de penuria, tener establecidas las demandas prioritarias y los criterios que aseguren la solución óptima, desde los puntos de vista económico y social.

Dado que la economía hidráulica debe ser planificada

en el cuadro de la economía nacional, los métodos, la estructura y los indicadores del plan de desarrollo de la economía hidráulica, deben corresponderse exactamente a las exigencias de la metodología adoptada en la elaboración de los planes del Estado, y si éste no tuviera su economía planificada deben de estar de acuerdo con la orientación general del desarrollo del país.

Todos los países se refieren a la posible evolución de la demografía y al consumo previsible de las distintas industrias, que varía mucho en cuanto a su posición relativa de unas naciones a otras. Ya en este debate el Reino Unido apuntó que la tendencia de la industria es ir consumiendo menos por unidad de producción. En la discusión del tema siguiente esta observación fue ratificada por el Delegado de Francia, que llegó a decir que en un futuro no muy lejano, se podrá considerar que la industria tendrá un consumo, que será nulo o casi nulo.

TEMA 1.º PLANIFICACION A LARGO PLAZO DE LA GESTION DE RECURSOS DE AGUA, ESTIMACIONES, METODOS Y MECANISMOS.

El ponente era el Dr. Plechac de Checoslovaquia. Afirmó que la necesidad de planificar y de conocer las previsiones a largo plazo más o menos detalladas, presentada bajo diferentes formas, se hace sentir prácticamente en todos los países de la Comunidad Económica Europea.

Debe ponerse una atención particular en la utilización de los recursos naturales y otras materias primas, para evitar que en el porvenir, su rareza no tenga un efecto inhibitor en la economía nacional y sobre la sociedad entera.

En los países de la Europa Oriental, las aguas son propiedad del Estado y están administradas directamente por él. En los Estados federales, por el Estado federal y las autoridades de las repúblicas federadas. En otros países se observa también una división de las responsabilidades sobre la administración y utilización de los recursos de agua, sea entre el Gobierno central y las autoridades de los Länder, Estados o Provincias, o entre los servicios del Gobierno central y las administraciones locales o autoridades y organismos especialmente encargados de la gestión de los recursos de agua, como es el caso de Francia, Reino Unido y Países Bajos.

El agotamiento progresivo de un cierto número de recursos, hacen cada vez más difíciles las decisiones que se deben tomar sobre la evolución futura, ya que el éxito depende principalmente de una justa evaluación de las tendencias estructurales, en cuanto a cantidad y calidad de las demandas de agua y de las tendencias de la utilización intensiva de los recursos para satisfacer estas demandas. Por ello, los gobiernos de algunos países conceden una atención particular a la reglamentación y utilización de los recursos de agua para evitar que dificultades en este sector, sean un obstáculo para el progreso futuro. Para ello, han recurrido a diversos métodos y formas:

- a) Medidas legislativas (leyes sobre los recursos de agua, sanciones contra los contaminadores, etc.).
- b) Medidas administrativas. Creación de jurisdicciones que reglamenten la utilización del agua (concesión de permisos de captación y de utilización de agua, acuerdos con las medidas tomadas por otros servicios que conciernen a los recursos de agua).
- c) Administración de los recursos de agua por el Estado o por organismos públicos (servicios de recursos de agua, consejos de cuencas hidrográficas, administraciones fluviales, etc.).
- d) Tutela del Estado sobre la gestión de los recursos de agua (inspección nacional de estos recursos).
- e) Estímulos económicos. (Tasas, multas, indemnizaciones, subvenciones, etc.).
- f) Creación de servicios gubernamentales para la gestión de los recursos de agua: ministerio, administración central, comisión gubernamental de coordinación, comisiones regionales, etc.

Características de la Planificación.

Los métodos de planificación y de previsión se definen por las cinco características siguientes: la longitud de los plazos estudiados, actividad permanente y sistemática, complejidad, recurso frecuente a soluciones optativas, planificación por cuenta fluvial.

Francia duda de la fiabilidad de las previsiones a largo plazo y ha comprobado que el crecimiento de la población no seguía el ritmo previsto, aunque por otra parte la inmigración, evaluada ya en cuatro millones, tiene un gran peso para estas previsiones. Bélgica y Reino Unido, señalan también que han tenido que revisar seriamente sus previsiones de crecimiento de la población. En Suiza ocurre lo mismo. En la República Federal de Alemania, se considera que el período de treinta años no es excesivo para que se puedan hacer estimaciones sobre la evolución de la situación y es lo suficientemente largo para poder hacer anteproyectos vastos y costosos, indispensables para el desarrollo de la gestión de los recursos de agua. En la URSS la planificación se hace por períodos de quince años y actualmente llegan al 1990.

Las opiniones difieren en cuanto a la precisión de estas previsiones, pero se considera en general que la planificación de quince a veinte años ofrece una relativa seguridad mientras que las de mayor plazo no pueden tener nada más que un valor indicativo.

Actividad permanente.

Los métodos utilizados para la elaboración de los planes a largo plazo en la gestión de los recursos de agua, constituyen una actividad permanente.

En el informe de Francia se ha señalado que se han

producido profundos cambios derivados de nuevos criterios sobre bases nuevas.

Las previsiones y la planificación en materia de gestión de recursos de agua, deben de coincidir absolutamente con la realidad y tenerse en cuenta las desviaciones entre la evolución esperada y la real, analizar las causas de estas desviaciones y sus consecuencias para el porvenir.

Se extiende el ponente en detallar la complejidad de una planificación, y los distintos criterios de los países. La marcha general y los objetivos del plan son, como es natural, conocer los límites en la utilización de recursos en las distintas regiones, el potencial en aguas subterráneas y en aguas superficiales, evaluar las demandas globales en agua, por las distintas ramas de actividad y proponer un conjunto de medidas de gestión de estos recursos, para determinar las principales tendencias de la evolución futura de su reglamentación, pudiéndose adoptar distintas soluciones, por ejemplo, las tres que se examinan:

- a) La solución en la que prima el desarrollo económico.
- b) La solución, en la que prima la conservación del medio ambiente.
- c) La solución en la que prima el progreso social, es decir, dotar los servicios sanitarios, culturales y otros, dejando en segundo plano el crecimiento económico.

Los planes a largo plazo deben ser elaborados de manera suficientemente esquemática para facilitar la evaluación de sus consecuencias y permitir adaptarlos a las nuevas exigencias de la sociedad o a los cambios de las prioridades que pudieran ocurrir en el tiempo. En la elaboración de los planes a largo plazo, es necesario colaborar estrechamente con las otras ramas de la economía nacional, con los poderes locales y con los servicios de ordenación del territorio.

Como los datos a tratar cambian continuamente, a medida que las necesidades de la sociedad y las posibilidades de utilización de los recursos son mejor conocidos, y como los conocimientos científicos y técnicos progresan, hay que considerar esta planificación como una actividad permanente y completar y afinar regularmente los planes y las previsiones (normalmente cada cinco años). La división territorial de base de la planificación suele ser la cuenca fluvial. La cooperación de los países interesados en la elaboración de planes a largo plazo de gestión de estos recursos es necesaria en el caso de cuencas fluviales que se extienden sobre el territorio de varios países.

En el trabajo de la Delegación de Francia se considera que es casi imposible prever en un plazo de veinte a treinta años el desarrollo de las actividades de los principales usuarios y señala como ejemplos que la población francesa, que creció a un ritmo bastante rápido en los años 62-68, bajó del índice del 1,15 por 100 al 0,8 por



100 entre el 68-75, y por otra parte, ¿cuál será la repartición espacial de esta población? Hasta hace poco las grandes aglomeraciones habían conocido un fuerte crecimiento pero aparecen signos de que las ciudades medias crecen más de prisa ahora que las grandes. Los esfuerzos de descentralización pueden fomentar este proceso, que va en beneficio de la calidad de la vida.

Se considera el sector agrícola como el que más importancia puede tener en la evolución del balance y la evolución de los regadíos, no ha sido tampoco exactamente la que se había previsto. La política energética ha influido de una manera decisiva sobre las previsiones anteriores, pues el desarrollo rápido de las centrales nucleares, para responder a los acontecimientos del Oriente Medio, tendrán consecuencias derivadas de la localización de nuevas centrales.

La política hidráulica de Francia se definió en la Ley del 16 de diciembre de 1964, relativa al régimen y a la repartición de las aguas y la lucha contra su contaminación. En el aspecto financiero, la clave del sistema francés, es la creación de las seis Agencias Financieras de cuenca, cuya acción se ha generalizado a partir de 1969. Los gastos de financiación y de las acciones de la Agencia, se cubren exclusivamente por la percepción de las tasas de los usuarios.

En los pocos años, que van desde 1970 a 1973, el consumo de agua subterránea por las industrias, ha disminuido en un 4 por 100, mientras que el de aguas superficiales ha aumentado en más de un 9 por 100, porque las tasas persiguen precisamente el objetivo de que la industria, utilice preferentemente las aguas superficiales, por su peor calidad, dejando las subterráneas para el abastecimiento público. Las tasas antipolución han fomentado la transformación de algunos circuitos industriales induciendo al reciclado y a disminuir el volumen de los efluentes contaminados.

En la intervención de la Delegación de Estados Unidos, se subrayó que, a su juicio, tanto en Francia como en los Estados Unidos, la eficacia de las medidas tomadas para la gestión o administración de los recursos hídricos, se debe a la importante intervención del público o de los usuarios

TEMA 2.º METODOS DE PROYECCION DE LA UTILIZACION DEL AGUA

Sobre el mismo hubo dos ponentes. El primero, el señor Pluzhnikov, del Instituto Central de Investigación Científica del Ministerio de la mejora de suelos y de recursos de agua de la URSS, que se refirió a la agricultura y a la energía hidráulica; y el señor Parsons, del Reino Unido, que se refirió a la demanda industrial y demanda pública de agua.

Aquel, para evaluar las necesidades de agua de la agricultura, las divide en: necesidades de la población agrí-

cola para la vida corriente, necesidades de la ganadería, explotaciones piscícolas en estanque y regadíos y humidificación de los espacios cultivados. Las necesidades de la población agrícola, para la vida corriente, considera que deben ser de 100 litros por habitante, que pueden aumentarse de un 10 a un 15 por 100 para las industrias locales y empresas comerciales. Durante el período estival hay que aumentar estas necesidades para el regadío de los jardines individuales o de las aglomeraciones rurales, otra pequeña cantidad para la alimentación y lavado de las máquinas, introducción de los abonos o en el suelo, por lo que teniendo en cuenta todas las necesidades mencionadas, la cifra podría alcanzar como máximo de 250 a 400 litros por habitante y día.

En cuanto al regadío y humidificación de los espacios cultivados, por su importancia absoluta y relativa es la utilización más importante para la agricultura y en muchos países la más importante de las demandas.

Para establecer los consumos, se calculan los coeficientes de evaporación, que se obtienen por fórmulas empíricas para las distintas latitudes y diferentes condiciones meteorológicas, y dependen también del cultivo y de la duración de su período de vegetación así como del método empleado para el regadío.

En cuanto a la energía hidráulica sus necesidades o sus demandas de agua, dependen del papel de las centrales hidroeléctricas en la red de energía o más ampliamente del aprovisionamiento energético de la economía y de las posibilidades de regular el caudal con fines energéticos.

El señor Parsons, representante del Reino Unido, trató de la demanda industrial y pública de agua. Los trabajos recibidos los divide en dos grupos que son: los que tratan de la gestión de las cuencas fluviales orientada a movilizar plenamente su potencial de transporte de residuos y asimilación de los efluentes preservándolos sobre el plano ecológico y, los que estudian la demanda pasada y futura de agua para usos domésticos, públicos e industriales, bien que el agua sea distribuida por conducciones o captada directamente en el curso de agua por el usuario.

Guestión de las cuencas fluviales.

En la planificación de los ríos para utilizar al máximo su potencial de asimilación y depuración de residuos, la preocupación principal de los problemas es la degradación del agua, tanto por el calor como por los efluentes.

Gran parte del agua que se toma de los ríos por la industria, se utiliza como refrigerante. Si esta utilización es la más frecuente, el calor desprendido parece despreciable comparado al desprendido por las importantes centrales térmicas modernas, cuyo número progresa constantemente, ya que los puntos aptos para la instalación de centrales hidroeléctricas, han sido utilizados en su totalidad. De hecho todas las centrales, construidas hace diez años, en la República Federal de Alemania, son térmicas.

El aumento de la electricidad de origen térmico, ha sido también muy pronunciado en Suecia y en el Reino Unido, pero en estos dos países algunas centrales se han implantado en las costas y se utiliza el agua de mar para la refrigeración. En el Reino Unido todas las centrales eléctricas construidas en el interior del país, desde el principio de los años 50, deben tener torres de refrigeración, para asegurarse un enfriamiento parcial, o desde hace poco, un enfriamiento total por el débil caudal de los cursos de agua.

Ante la carga de polución térmica en los ríos de la República Federal de Alemania, ha sido preciso estudiar muy detalladamente los caracteres de caudal, temperatura y clima para juzgar en qué medida podrían aceptar más agua de refrigeración. Las observaciones efectuadas en el Rin han demostrado que se pueden producir situaciones críticas en dos períodos diferentes: en verano, como consecuencia de la temperatura elevada de las aguas, y en otoño, por el débil caudal.

Demanda de agua para la industria.

La evaluación de la demanda de agua para la industria está en general llena de incertidumbres. Se han propuesto algunas fórmulas en función de las necesidades futuras de mano de obra con relación a las presentes, o de la relación entre la productividad futura y la actual, de la relación del porcentaje de reciclado con respecto al actual y la relación entre el consumo específico futuro y el actual. Los aumentos previstos en estos últimos años no se han confirmado y están siendo revisados en varios países.

Así, en Suecia, la demanda industrial de agua baja desde 1968, y en el Reino Unido baja desde 1970. En Suecia el índice lo da la industria de la pasta de papel, que ha aumentado su producción en más de un 25 por 100 desde 1968, reduciendo su demanda de agua en un 50 por 100 en el mismo período. Se cree que seguirá disminuyendo pasando de 2.000 millones de metros cúbicos año en 1975 a 1.500 millones de metros cúbicos año en 1977.

Las discrepancias entre los países que prevén un aumento de la demanda y los que prevén una reducción se explican, en gran parte, por los estímulos adoptados para favorecer la introducción de métodos que permitan economizar agua. Aparte de ello, el consumo específico de algunas industrias está disminuyendo, así las textiles, de 200 litros por kilo de tejido bajan a 60 litros. El acero, de 100 toneladas de agua por tonelada de acero puede bajar a 2,8 toneladas. La pasta de papel, de 276 toneladas por tonelada de producción, baja a 13. La galvanoplastia, del 100 por 100 al 50 por 100 y la fécula de patata, del 100 por 100 al 5 por 100. En cuanto al refino del petróleo en la República Federal de Alemania, de 16 metros cúbicos por tonelada de petróleo en 1951 ha ido bajando a

2,2 metros cúbicos en 1975 y se espera que en 1985 sea de 1,3 metros cúbicos.

La protección del medio ambiente juega un papel importante en la medida que modifica los niveles de la demanda y todos los autores están de acuerdo en reconocer que la expansión industrial se acompañará en el porvenir de una mayor economía en los recursos de agua.

TEMA 3.º OPTIMIZACION ECONOMICA, MESOLOGICA Y TECNICA DE LA PLANIFICACION A LARGO PLAZO DE LA GESTION Y EXPLOTACION DE LOS RECURSOS DE AGUA.

El ponente de este tema fue el señor Rouvé, de la Escuela Superior Técnica de Rhenania-Westfalia. Empezó afirmando que una planificación muy avanzada de la explotación de los recursos de agua, es indispensable si se quiere preservar y si es posible mejorar las condiciones de vida en el plano de la economía, de la técnica y del medio ambiente.

Señaló que aunque se hayan hecho grandes progresos para simular el funcionamiento físico de los sistemas hidráulicos quedan todavía para resolver problemas muy difíciles, en particular en materia de planificación a largo plazo, pues cualquier variación sobre las condiciones que intervienen en la planificación, como es el crecimiento normal de la población, el desarrollo normal del producto bruto, la financiación regular de los proyectos, etc., anula todo lo hecho y hay que rehacer el análisis.

En materia de planificación, la optimización supone una utilización óptima de los recursos financieros o una limitación del ritmo de desarrollo. En general, se puede decir que los problemas tienen un carácter cuantitativo más marcado si la región es extensa, la población diseminada y las precipitaciones elevadas. En cambio, los problemas de calidad del agua y de protección del medio ambiente, tienen mayor importancia, cuando las precipitaciones son débiles y son particularmente difíciles de resolver si la región es muy poblada y muy industrializada.

Los modelos de simulación constituyen los instrumentos de la planificación del desarrollo, pero es difícil elegir el modelo o poner a punto uno nuevo.

Los criterios clásicos hasta ahora vigentes han sido rechazados. Hoy la disponibilidad de recursos es la que determina los límites del crecimiento. En los sistemas actuales de planificación se procede a una elección pública, considerando la gestión de los recursos como el instrumento que debe permitir llegar a la situación deseada. La población debe participar en el proceso de planificación, si se quiere reconocer la legitimidad de la selección de las alternativas. Por ello, en ciertos países, recientes textos legales y reglamentarios, prevén la participación del público en la gestión de los recursos de agua.

TEMA 4.º PLANIFICACION A LARGO PLAZO DE LA GESTION DE LOS RECURSOS DE AGUA A NIVEL DE REGION Y DE CUENCA FLUVIAL.

Fue tratado por dos ponentes: el primero de ellos a nivel de cuenca fluvial fue expuesto por el señor David, del Servicio Central de gestión de las aguas de Budapest. Afirma que es preciso instituir un equilibrio permanente entre la oferta y la demanda concerniente al espacio, al tiempo, la calidad, la cantidad y la energía. Este equilibrio es realizable por el desarrollo de las cuencas fluviales durante el crecimiento socioeconómico de la sociedad que vive en ellas.

El desarrollo de las cuencas fluviales, desde el punto de vista de la gestión se puede dividir en tres períodos históricos sucesivos: período I, en estado natural; II el desarrollo, y III el desarrollo realizado en todas sus fases.

Durante el primer período no hay intervención humana notable en la cuenca. Durante el período II la intervención humana intencional es más restringida, de un carácter local y regional y se extiende poco a poco a las dimensiones de la cuenca entera. El período III es aquél de la organización total de la cuenca fluvial, en el que la redistribución entre los usuarios de los recursos, enteramente organizados y la prevención de los perjuicios causados por las aguas, están asegurados de un modo permanente.

La planificación a largo plazo comprende no solamente aspectos técnicos y económicos, sino también sociales. Según la delegación de Suecia, la planificación puesta en manos de un cierto órgano o de un grupo de intereses, debe ser modificada por la actividad global de todos los interesados. En este aspecto, la importancia de la participación del público en la planificación va creciendo continuamente. El señor Hristo, representante de Finlandia, aludió a una exposición, organizada para presentar el plan de desarrollo de una cuenca fluvial, a la población de esta cuenca, antes de tomar una decisión final y señaló que alrededor del 3 por 10 de la población visitó la citada exposición.

La planificación de las cuencas fluviales es cada vez más una planificación con variantes, pues su complejidad, hace que haya diversos medios de ir hacia el mismo objetivo y debe de considerar y evaluar todas las soluciones racionales posibles a fin de escoger la solución óptima. Se refiere después a las cuencas fluviales internacionales. Las interacciones entre el desarrollo de las cuencas fluviales internacionales fundadas sobre el crecimiento socioeconómico de los países ribereños y la planificación a largo plazo de este desarrollo, son por lo esencial las mismas que para las cuencas nacionales.

Merece la pena dar cuenta del trabajo presentado por la AIEA, sobre la seguridad radiológica del Danubio, río de 2.857 kilómetros de longitud, que es uno de los once mayores del mundo y ocupa el segundo puesto de los ríos de Europa. Su cuenca fluvial que cubre unos 817.000 ki-

lómetros cuadrados, o sea, una doceava parte del continente europeo, atraviesa territorios de ocho países y vierte en el mar Negro después de haber drenado las aguas de doce países en total. Tiene 192 afluentes de más de 20 kilómetros de longitud de los cuales 29 tienen más de 200 kilómetros. La población de la cuenca alcanza así los 70 millones, y el conjunto de los 12 países unos 447 millones. En esta cuenca, o en relación con ella, hay el proyecto de implantar un gran número de centrales eléctricas nucleares.

El otro ponente de este tema fue el señor Tenier Buchot, de Francia, profesor de la enseñanza de la Política Científica del Medio Ambiente del Conservatorio Nacional de Artes y Oficios de París. Enfoca el tema desde el punto de vista de región. Analiza el ponente cuatro temas que parecen desprenderse de los estudios sobre la planificación, que son:

- El Substrato filosófico, sobre el que reposan los métodos y medios de acción utilizados para la planificación.
- El tipo de organización institucional al que recurre la planificación para expresarse y desarrollarse.
- La evolución de las metodologías hacia una evaluación integrada de los problemas del agua.
- Las limitaciones financieras unidas al establecimiento y a una acción de planificación en el dominio de las aguas.

Respecto a la filosofía de la planificación se pueden considerar tres niveles: uno que corresponde a la planificación, que reposa sobre medidas administrativas, reglamentarias y jurídicas, que es el más antiguo y tradicional.

Un sistema de normas permite definir los objetivos que hay que alcanzar y después mantener, la limitación del vertido de los efluentes al medio natural, o condiciona la utilización, etc.

La segunda manera de abordar los problemas de la planificación, es efectuar los cálculos económicos para determinar la zona de compromiso que permita repartir los recursos de agua de manera óptima para los diferentes usos.

En tercer lugar afirma que el desarrollo más avanzado, de la manera de abordar los problemas de la planificación de los recursos de agua es, sin duda, en lo que se llama la gestión integrada de estos recursos, que se caracteriza por tratar de alcanzar una comprensión global de los fenómenos hidrológicos para terminar con los conflictos que de ellos se derivan gracias a un análisis detallado del sistema realizado, por medio de un estudio multidisciplinario técnico, administrativo y económico.

Organización de la planificación.

Las regiones geográficas administrativas y políticas se interpretan con las cuencas hidrográficas. La organización

de la gestión y de la planificación de los recursos parece obedecer a dos principios recíprocos.

En un espacio geográfico dado, hacer resaltar las diferentes regiones que le componen en tantas cuencas fluviales o lacustres, como sea necesaria para obtener unidades hidrológicamente significativas.

En una cuenca hidrográfica dada, agrupar las diversas regiones a fin de facilitar entre ellas una gestión coordinada a la escala de la cuenca.

Cuando las regiones son más grandes que las cuencas, hace falta descomponerlas en cuencas y cuando las regiones son más pequeñas que aquéllas hace falta reagruparlas para formar cuencas. En todos los casos la gestión y la planificación regional están unidas a las consideraciones basadas sobre la realidad de las cuencas hidrográficas.

Resumiendo, pues, el contenido de las ponencias y de las intervenciones más destacadas de las Delegaciones, presentes en el Simposio, podemos decir:

La planificación es absolutamente necesaria, para resolver los problemas del agua: satisfacción de las demandas protección contra el deterioro de su calidad y optimización de los gastos de su administración.

Se puede hacer a plazo largo, más de veinte años, pero será sólo una previsión sujeta a muchas modificaciones.

El plazo óptimo, se consideró de unos quince años, con revisión cada cinco años.

La planificación de los recursos hidráulicos debe de

coordinarse perfectamente, con la general de la economía del país.

En los países de Europa Oriental, las aguas son propiedad del Estado. En los restantes europeos intervienen las autoridades centrales, con las regionales y locales, así como los diferentes Departamentos Ministeriales que tradicionalmente han entendido en los problemas del agua, con una creciente intervención de los usuarios del agua. Para conseguir los objetivos de la planificación, los gobiernos emplean medidas legislativas, medidas administrativas, administración pública o delegada, tutela del Estado, estímulos económicos y creación de servicios del agua.

La planificación es una actividad permanente, en la que se compararan las previsiones con la realidad y se modifican aquéllas para que estén de acuerdo con ésta.

Las previsiones se han revelado muy a menudo como erróneas. La población no crece al ritmo previsto. El consumo de las industrias no crece con su desarrollo, sino que en virtud de las medidas gubernamentales y los perfeccionamientos de la tecnología, disminuye espectacularmente, aunque la producción crezca.

Cada vez es más frecuente el uso de modelos de simulación, para resolver los problemas de una planificación.

Se puede y se debe llegar a soluciones alternativas, entre las que el poder político puede elegir.

Cada vez es más importante la participación de los usuarios del agua, en la planificación y en la gestión de los recursos hídricos.

Noticias

GEOLOGIA

PROGRAMA GEOLOGICO INTERNACIONAL

Geólogos procedentes de Estados Unidos, Rusia, Polonia, Francia, Checoslovaquia, Alemania, Portugal, Canadá, Inglaterra y España se reúnen en Toledo para preparar, dentro del programa internacional de correlaciones geológicas, patrocinado por la Unesco, un proyecto precámbrico de las zonas móviles de la tierra, es decir, de los fenómenos más antiguos que se produjeron en nuestro planeta a raíz de su formación, hace unos trescientos cincuenta mil millones de años.

MINERIA

INVESTIGACIONES MINERALOGICAS DEL IGME EN SULFUROS POLIMETALICOS DEL SO DE ESPAÑA

Recientes estudios realizados en los Laboratorios de Metalogenia y Microsonda del IGME, por los señores Vázquez Guzmán y Martín Fernández, han permitido comprobar la existencia de diversas especies de minerales de la serie aikinita (Bi Cu Pb S₃) - bismutinita (Bi₂ S₃), en muestras recogidas en la explotación actual de Cerro Colorado (Huelva). Los minerales estudiados suelen ser de tamaño pequeño (20-40 μ), aunque se han localizado va-

rios granos de ~100μ. Su composición química muestra al parecer notables oscilaciones.

El interés de estos estudios radica en su relación con la presencia de Bi en concentrados de Pb.

POBLEMÁTICA INTERNACIONAL EN LA EXPLOTACION DE YACIMIENTOS SUBMARINOS

Las condiciones en que debe basarse un acuerdo internacional que regule la explotación de los yacimientos minerales del subsuelo marino en las zonas internacionales han ocupado un lugar preponderante en la última Conferencia Internacional de Economía celebrada la pasada primavera en Nueva York.

La base de discusión la constituye un texto de Derecho Internacional del Mar elaborado en la anterior conferencia de Ginebra, en el que se aceptan ampliamente las pretensiones de los países en desarrollo. Por ello, los países industrializados más importantes de Occidente y del bloque oriental, con ocasión de la reunión celebrada en Nueva York, exigieron que se hicieran modificaciones en el texto, concediendo a los países industriales el derecho de explotar directamente los yacimientos submarinos de las aguas internacionales, con independencia de la actividad que en este sentido pudiera desarrollar paralelamente el organismo internacional que a este fin se cree. Los países con esta postura eran la República Federal Alemana, Estados Unidos, Japón, Bélgica, Gran Bretaña, Francia y las naciones del bloque oriental.

Se elaboró un texto, según el cual cada empresa que presentara, ante el organismo internacional competente, una solicitud de permiso de explotación de estos yacimientos se obligaría a recibir dos zonas de explotación, una para sí misma y otra que sería explotada por el propio organismo internacional o cedida a un país en vías de desarrollo. Surgió entonces otro punto conflictivo: las condiciones en que el concesionario del permiso de explotación habrá de realizar sus trabajos. Según el artículo 22 del proyecto de ley, la explotación de esta zona sólo podrá realizarla la empresa mancomunadamente con el organismo internacional. Esto supondría una intervención directa de este organismo en los asuntos internos de las empresas explotadoras, que resulta inaceptable para ellas y, además, el establecimiento de unas condiciones de participación en los beneficios que, tal como lo estipula el texto del proyecto de ley, habrían de ser económicamente atractivas para el organismo internacional. Por otra parte, el citado proyecto establece que, durante un plazo de veinte a veinticinco años, la producción de materias primas de origen marino no podrá sobrepasar la cuantía del incremento de la demanda anual de estos productos en el mercado mundial.

Desde el punto de vista de los países industrializados la situación ofrece dos aspectos sumamente preocupantes. Por un lado, las empresas que se ocupan de los problemas de explotación del subsuelo marino están invirtiendo millones en la investigación y desarrollo de métodos adecuados para la extracción y beneficio de estos minerales, sin que puedan tener ninguna seguridad de si alguna vez van a poder explotar estos yacimientos en condiciones económicamente rentables. Por otro lado, se colocarán las firmas no estadounidenses ante una situación de hechos consumados que tendrán que resolver de algún modo, a menos que se puedan establecer antes unas bases de acuerdo internacional que satisfagan las encontradas pretensiones de ambos tipos de países.

IMPORTANTE YACIMIENTO PERUANO DE FOSFATOS

En pleno desierto de Sechura, en la zona de Bayóvar, se descubrió un gigantesco yacimiento de fosfatos, que permitirá al Perú no sólo abastecerse de fertilizantes, sino convertirse en país exportador. Los yacimientos poseen más de 10 millones de toneladas métricas de concentrados, de los que se extrae la roca fosfatada, que según investigaciones ya realizadas es un fertilizante de potencia alta.

PERFORACIONES EN POTASAS DE CARDONA

La empresa Unión Explosivos Río Tinto, propietaria de los yacimientos de potasas en Cardona, Barcelona, tiene siete concesiones, compartidas con Unión Texas, para la exploración de crudos.

Las exploraciones, basadas en la experiencia de que debajo de los yacimientos de potasa suele haber crudos petrolíferos, están en la fase de pruebas sísmicas. Se prevé que para 1977 se realizará la perforación, en la que se invertirán 150 millones de pesetas.

MINERALURGIA

LA PRODUCCION SIDERURGICA EN NOVIEMBRE DE 1976

La producción nacional de acero, correspondiente al pasado mes de noviembre, se ha estimado en 926.000 toneladas por la Unión de Empresas Siderúrgicas (UNE-SID), representando un aumento del 6,2 por 100 con relación al nivel registrado en el mismo mes del año 1975.

La producción de laminados en caliente, con 797.000 toneladas de productos en noviembre, ha sido un 17,7 por 100 más elevada que la de noviembre del año pasado.

En el período enero-noviembre de 1976, la producción de acero ha sido de 10.059.000 toneladas, y la de lami-

nados en caliente de 8.011.000 toneladas de productos. Representan, respectivamente, un descenso del 0,8 por 100 para el acero y un aumento del 5,0 por 100 para los laminados, con relación a las cifras registradas en los once primeros meses del año anterior.

P R O D U C C I O N

Unidad: miles de t.

PRODUCTOS	MENSUAL			ACUMULADA		
	Nov./1975	Nov./1976	% variación 1976/1975	Ener.Nov. 1975	Ener.Nov. 1976	% variación 1976/1975
Arrabio	531	525	- 1,13	6.243	6.098	- 2,33
Acero	872	926	+ 6,19	10.137	10.059	- 0,77
Bobinas	211	258	+ 22,27	2.377	2.553	+ 7,40
Chapa gruesa convencional	92	88	- 4,35	1.278	1.116	-12,68
Total laminados en caliente ...	677	797	+ 17,72	7.628	8.011	+ 5,02
Total lam. en cal. acero equiv.	840	989	+ 17,72	9.466	9.942	+ 5,02
Chapa laminada en frío ...	110	145	+ 31,81	1.335	1.353	+ 1,34
Chapas recubiertas	37	52	+ 40,54	381	447	+ 17,32

HIDROCARBUROS

PETROLEO EN EL MAR EN PERU

Al perforar la firma BELCO, el 5 de septiembre, un pozo a 2.000 metros de profundidad, frente al muelle de Peña Negra (Talara), emergió petróleo, confirmando las posibilidades de que el zócalo continental es rico en oro negro. La perforación se realizó en la zona de 400.000 hectáreas que explora BELCO por contrato con PETROPERU, y que se halla a diez kilómetros mar adentro del embarcadero de Peña Negra. La producción inicial del pozo hace abrigar esperanzas de que se pueda llegar a los mil barriles diarios, según indicó el Supervisor de Producción del Norte de BELCO.

LICITACION PARA POZOS PETROLIFEROS DE TALARA

El Ministro de Energía y Minas de Perú anunció que antes de fines de septiembre se darán a conocer las bases de licitación internacional para iniciar la recuperación secundaria de los pozos petrolíferos de Talara y explotar la reserva potencial que poseen los 9.000 pozos existentes. Dijo que los nuevos precios del petróleo justifican invertir para recuperar tales reservas.

FACILIDADES EXTRAORDINARIAS PARA EL OLEODUCTO PERUANO

El Gobierno concedió una serie de facilidades con carácter excepcional en los aspectos tributario, financiero y administrativo, para la construcción del ramal norte del Oleoducto Nor-Peruano. Mediante decreto-ley 21613, extendió a PETROPERU las exenciones tributarias establecidas en la ley para la región selvática, quedando liberadas de cualquier impuesto las importaciones de maquinarias, equipos y demás artículos.

CONCITA INTERES MUNDIAL LA EXPLOTACION PETROLERA

Dijo el Presidente Ejecutivo de Petroperú que hay "un gran interés" de empresas extranjeras para intervenir en la exploración y explotación petrolera en el país.

El petróleo de la Selva estará llegando a Bayóvar en enero próximo, para cumplir de ese modo con el compromiso que ha asumido Petroperú con el Gobierno Revolucionario.

En breve saldrán en licitación los contratos de operación en la Selva y en el Zócalo Continental. Los mencionados contratos se harán de acuerdo al "Modelo Peruano", que será modificado en la forma que se estime necesario para estimular las inversiones del exterior, preci-

sando que los intereses nacionales serán debidamente resguardados.

Refiriéndose a las áreas petroleras que serán ofrecidas en licitación a compañías extranjeras, el alto Ejecutivo señaló que petroperú tiene la misión en los bloques 8 y 2 de Talara y los bloques 31 y 35 de la Selva.

DESCIENDE LA PRODUCCION NACIONAL DE PETROLEO

La producción nacional de petróleo durante los nueve primeros meses del año alcanzó los 9,24 millones de barriles, que representan una producción diaria de 33.720 barriles, y un descenso del 7,1 por 100 con respecto a igual período del año anterior, en que la producción ascendió a 9,9 millones de barriles, según informa Europa Press.

Este descenso está motivado por la baja extracción de crudo en el yacimiento de Amposta, que ha sido en estos nueve meses de 8,87 millones de barriles, frente a los 9,53 millones de barriles obtenidos en el mismo período de 1975.

Por su parte, en Ayoluengo se mantiene el mismo nivel de producción que en el pasado año e incluso se espera rebasar los resultados del 75, debido al incremento registrado con la puesta en producción del sondeo Ayoluengo 23.

BUEN INDICE DE ACTIVIDAD (EN PROSPECCIONES PETROLIFERAS) EN LO QUE VA DE AÑO SE HAN PERFORADO MAS DE 60.000 METROS Y REALIZADO SIETE SONDEOS POSITIVOS

Un total de 60.000 metros se han perforado en los permisos españoles de investigación de hidrocarburos durante los ocho primeros meses del presente año. El balance de las quince perforaciones realizadas en mar, y las cinco en tierra, unidas a las cinco o seis que se realizarán antes de fin de año, arroja un interesante índice de actividad, según "Petróleo".

Al 1 de septiembre se habían perforado 43.000 metros en mar y 17.000 metros en tierra. De estos sondeos, cinco encontraron petróleo en el mar ("Mar Cantábrico C-2 y C-3", "Tarragona E-4", "Castellón B-5" y "Casablanca 2"), y uno en tierra ("Ayoluengo 33").

Con posterioridad a estos datos se terminaron en el Mediterráneo los sondeos "Tarragona E-5", también positivo, y "Castellón A-1", con 3.400 metros perforados, que resultó seco.

En mar están actualmente en curso los sondeos "Barcelona E-1" y "Casablanca 3", y en tierra, los "Reus", "Rioja" y "Andalucía Marino A-1", al sur de Roquetas, en las playas de Almería.

LIMITACIONES A LA EXPORTACION

La revista "Petróleo" indica las dificultades y limitaciones para exportar con que se encuentran algunas empresas, debido a las medidas dictadas por la Administración para mantener las reservas mínimas establecidas de crudo.

Estas medidas se justifican por el momento actual, pero, según la citada revista, contrastan con el objetivo general de exportación, que se ha planteado la Administración. Además, las restricciones comportan problemas de financiación y almacenamiento, al ser insuficientes las instalaciones actuales.

EL PETROLEO DEL MAR DEL NORTE

Los yacimientos petrolíferos del Mar del Norte garantizarán para el futuro la independencia energética de Gran Bretaña, según se deduce del informe presentado recientemente por el Departamento de Energía de este país. En dicho informe se indica que las prospecciones realizadas en esta zona confirman unas reservas de 1.350 millones de toneladas de petróleo y de 813.000 millones de metros cúbicos de gas natural, lo que permitirá una producción anual para 1980 de 100 millones de toneladas. Esto supone una cantidad superior al 50 por 100 del consumo nacional de energía. Se indica, también, que el 60 por 100 del petróleo bruto extraído del Mar del Norte podrá ser refinado en Gran Bretaña.

AGUAS SUBTERRANEAS

LOS EMBALSES SUBTERRANEOS, CON 200.000 MILLONES DE METROS CUBICOS

"En unos doscientos mil millones de metros cúbicos se calcula el almacenamiento de los embalses subterráneos, o sea, unas cinco veces la capacidad actual de almacenamiento de los embalses superficiales, que es del orden de los cuarenta mil millones de metros cúbicos", ha declarado el director general de Minas, José Sierra.

El señor Sierra destacó la importancia de las aguas subterráneas, a las que valoró desde dos puntos de vista diferentes: el cualitativo y el cuantitativo.

Señaló también el director general de Minas que los acuíferos constituyen verdaderos embalses naturales que pueden utilizarse de manera similar a los de superficie. O sea, extrayendo de ellos el agua en período de escasez y dejando que se recuperen en las épocas de abundancia, lo que constituye un volante de seguridad para el abastecimiento del país.

Otra de las características de los acuíferos lo constituye la gran extensión superficial, que se calcula en millares o decenas de kilómetros cuadrados, según un estudio hecho por el Instituto Geológico y Minero de España. Esta extensión —dijo— permite en muchos casos que el alumbramiento de agua se haga en el mismo lugar de la demanda o muy próximo a él, con lo que se evitan cuantiosos gastos de desplazamiento y de obras, como ocurre en la factoría de Sagunto, en Valencia.

También destacó el señor Sierra que las aguas subterráneas están mejor protegidas, o sea, menos contaminadas y que ello las capacita y destaca para el consumo humano. Por último dijo que se están llevando a cabo planes de investigación y aprovechamiento con una inversión de mil millones.

ENERGIA

AUMENTA EL CONSUMO DE COMBUSTIBLES GASEOSOS

Al comenzar 1976 había en España 808.075 abonados domésticos y 32.526 comerciales e industriales, con suministro de gas por tubería. El consumo de combustibles gaseosos en 1975 totalizó 62.740 millones de termias, con aumento del 6,2 por 100 sobre el año anterior, según pone de relieve un informe de Manuel Sánchez Pérez que publica el último número de la revista "Oilgas".

La producción española de gas natural en 1975, que sólo equivale a 11 millones de termias, procede exclusivamente del yacimiento Castillo (Alava). En este mismo año la importación de gas natural fue de 12.162 millones de termias (el 89 por 100 procedente de Libia, y el resto de Argelia).

Por reformado del gas natural se obtuvo el 29,5 por 100 del gas manufacturado que se suministró a los abonados españoles.

Las naftas continúan todavía siendo la principal materia prima para la producción de gas manufacturado, y ellos cubrieron el pasado año el 66,5 por 100 del consumo.

En la actualidad hay en España 28 fábricas de gas. El 39 por 100 de la producción corresponde a la de Madrid; el 31 por 100 a la de Barcelona, y el 30 por 100 restante a las demás instalaciones distribuidas por el territorio nacional.

MAQUINA PARA LA FUSION NUCLEAR

En los Laboratorios Culham, de la Junta de Energía Atómica del Reino Unido, se ha puesto en funcionamiento un nuevo modelo de máquina Tokamak para la fusión nu-

clear, con fines de producción de electricidad. La nueva máquina, conocida como DITE ("Divertor Injection Tokamak Experiment"), es la primera Tokamak que incluye un desviador para mantener el plasma libre de impurezas, extrayendo el plasma de "escape" de la descarga principal sin romper el equilibrio de la columna central del plasma. Otras ventajas de este nuevo modelo respecto a los anteriores son el conseguir temperaturas para el plasma que sobrepasan los diez millones de grados y tiempos de operación superiores en una centésima de segundo.

RADIACIONES DE ENERGIA GRANDE

En el Instituto de Tecnología de Massachusetts se ha desarrollado un dispositivo que permite la utilización de los aceleradores de electrones como fuente de radiaciones de energía grande. Mediante este dispositivo, se convierte la energía de los electrones acelerados altamente en dichos aparatos en microondas, con energías de hasta 4.000 millones de vatios; por tanto, su potencia es 50 veces la obtenida con los generadores de microondas actuales. La conversión de energía alcanza un rendimiento del 70 por 100, frente al 20 por 100 obtenido con las técnicas empleadas anteriormente. Entre las futuras aplicaciones de este nuevo proceso se indica su empleo como fuente de calor para los reactores de fusión termonuclear y en espectroscopia de infrarrojo.

REUNIONES CIENTIFICAS

EL PROFESOR ALIA MEDINA, ACADEMICO DE NUMERO DE LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS EXACTAS, FISICAS Y NATURALES

En sesión pública celebrada el pasado miércoles 1 de diciembre, a las siete y media de la tarde, tuvo lugar la toma de posesión de la plaza de Académico de Número correspondiente el electo Excmo. Sr. D. Manuel Alía Medina, catedrático de la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid.

El discurso de ingreso versó acerca del tema: "Sobre los procesos del interior de la tierra". El discurso de contestación, redactado por el Numerario Excmo. señor don Francisco Hernández Pacheco, fue leído por el Académico Excmo. Sr. D. Florencio Bustinza Lachiondo.

El acto, que revistió gran esplendor, fue presidido por el Excmo. Sr. Presidente del Instituto de España, don Manuel Lora Tamayo.

El profesor Alía Medina recibió a continuación la felicitación de las numerosísimas personas que asistieron al acto.



COMISION DE LA CARTA DE LAS AGUAS MINERALES Y TERMALES

Del 1 al 4 de octubre de 1976 se celebró en Kammerna Vourla la VIII Reunión de esta Comisión, donde participó, como en las anteriores, el Delegado español doctor López de Azcona.

Por primera vez asistió el Delegado de la I. A. H., entidad patrocinadora de esta carta, junto con la Comisión de la Carta Geológica de Europa y países mediterráneos. Como presidente estuvo en una sesión. Con este motivo se tomaron los acuerdos siguientes.

1.º Renunciar por falta de recursos al programa inicial de publicar un mapa completo a escala 1/1.500.000 en hojas.

2.º Publicar una monografía en dos tomos; el primero saldrá en 1978 y el segundo en 1980.

3.º El contenido del primer tomo será:

a) Razonamiento y explicación de la leyenda adoptada para la carta internacional, dando una especial importancia a la génesis.

b) El glosario pentalingüe en seis columnas, alemán, español, francés, inglés y ruso y la sexta, en blanco, destinada a observaciones o a la versión a otras lenguas por sus usuarios.

c) Cinco casos típicos de zonas grandes de aguas minerales. Las correspondientes aportaciones tendrían un mapa a escala 1/1.500.000, con dimensiones máximas de 18x25 cm. y una explicación en francés o en inglés de seis a ocho folios.

4.º El contenido del segundo tomo consistirá en una monografía por países de sus aguas minerales y termales, con la correspondiente cartografía. Sólo se representarán y mencionarán los manantiales más destacados.

5.º Continuar la preparación de un diccionario pentalingüe, complemento del glosario, con unas 300 voces.

6.º Recomendar a cada país, publique su correspondiente mapa con la leyenda aprobada en reuniones anteriores y como base el mapa geológico 1/1.500.000.

Entre los cinco casos típicos de Europa, propusimos fuese uno para España, dada la interesante labor realizada en la zona andaluza por la Cátedra de Hidrogeología de la Universidad de Granada, y así se acordó por unanimidad. La zona representada podría estar limitada al N, por el paralelo de Puertollano y al E, por el meridiano de Murcia.

EL XXV CONGRESO GEOLOGICO INTERNACIONAL

Ha tenido lugar en Sidney (Australia) durante los días 14 a 25 de agosto del corriente año.

Se inscribieron 2.856 miembros asistentes de todo el mundo, aparte de los no asistentes, estudiantes y acompañantes.

La Delegación española, presidida por don Augusto de Gálvez-Cañero, la componían: don Juan Manuel López de Azcona, doña Rosa Lasso Lancha, doña María Luisa Vide Ocampo, don Adolfo Eraso Romero, don Jesús María Hernández Cordovilla, doña Concepción López de Azcona, don Francisco Mingarro, doña Carmen Álvarez Herrero, don M. Font Altaba, don F. Monseur, don S. Ordóñez, don S. Reguant, don A. San Miguel Arribas y doña Carmina Virgili.

Al retirar la documentación, se les entregó a cada uno, el programa del Congreso, dos volúmenes con los resúmenes de las comunicaciones presentadas y un volumen de los resúmenes presentados a los distintos simposios. Recibieron además, como obsequio, un mapa geológico de Australia a escala 1:2.500.000, en cuatro hojas, y otros a escala 1:10.000.000 y 1:12.000.000; otro gravimétrico a escala 1:5.000.000, y finalmente uno geológico de Papua Nueva Guinea a escala 1:2.500.000.

Los trabajos presentados se distribuyeron en las Secciones siguientes:

Sección 1. Geología del Precámbrico:

- A) Evolución de los terrenos arcáicos.
- B) Vida del Precámbrico.

Sección 2. Petrología:

- Rocas ígneas asociadas al arco volcánico.

Sección 3. Tectónica y Geología estructural:

- A) Tectónica de Placas, paleomagnetismo, movimientos continentales.
- B) Deformación y metamorfismo.

Sección 4. Yacimientos minerales:

- A) Génesis de yacimientos estratiformes.
- B) Otros yacimientos.

Sección 5. Combustibles fósiles:

- Relaciones genéticas de los hidrocarburos.

Sección 6. Estratigrafía y Sedimentología:

- A) Avances recientes en bioestratigrafía.
- B) La influencia de la exploración submarina en el estudio de los ambientes de sedimentación.

Sección 7. Paleontología:

- A) Morfología y Medio.
- B) Biogeografía y paleoclimas.
- C) Historia del Terciario y Cuaternario de la zona Indo Pacífica.

Sección 8. Geología marina:

La influencia de la exploración submarina en el estudio de los medios sedimentarios.

Sección 9. Geofísica:

- A) Avances en geofísica y geodinámica.
- B) Exploración geofísica. Tercer ICOGEO, con el tema: "Avances recientes en exploración geofísica".

Sección 10. Geoquímica:

- A) Evolución geoquímica de la corteza terrestre.
- B) Exploración geoquímica. VI Simposio internacional de exploración geoquímica.

Sección 11. Hidrogeología:

Problemas de hidrogeología en las regiones áridas.

Sección 12. Geología del Cuaternario:

- A) Efectos geológicos de los últimos climas cenozoicos.
- B) El proceso de erosión de las lateritas.
- C) Historia del Terciario y Cuaternario de la región Indo Pacífica.

Sección 13. Geología del ingeniero:

Contribución de la Geología a la ordenación del medio ambiente.

Sección 14. Mineralogía:

X Reunión de la Asociación Internacional de Mineralogía.

Sección 15. Planetología:

Avances en los estudios de cuerpos extraterrestres.

Sección 16. Información geológica y geológico-matemática:

- A) Información geológica, sistemas y problemas.
- B) Geología matemática.

Sección 17. Enseñanza e historia de la Geología:

- A) Enseñanza.
- B) Historia.

Los señores San Miguel, A. y Amorós, J. L., presentaron un trabajo en la Sección 2.

Los señores Ordóñez, S.; López Aguayo, F., y García del Cura, A., otro en la Sección 6, A.

Los señores Vendrell Saz, M.; Nogués Carulla, J. M., y Font Altaba, M., otro en la Sección 14.

Los señores San Miguel, A. y Amorós, J. L., otro en la Sección 15, y

El señor López de Azcona otro en la Sección 17, A.

Aparte de las reuniones de las Secciones, se celebraron simposios sobre materias muy concretas, organizados por distintas asociaciones o entidades científicas.

Hubo interesantes excursiones antes y después del Congreso, en las que tomaron parte algunos españoles, y otras durante el mismo, de menor duración.

Entre éstas debemos señalar la realizada a las Montañas Azules, en las que participaron algunos españoles y durante la cual, después de recorrer la planicie de Cumberland, observando las terrazas del río Hawkesbury, ascendieron a la cumbre, haciendo un detenido recorrido, con varias paradas en las que observaron las areniscas Hawkesbury del Triás Medio.

Fue interesante la exposición montada en el Mac Laurin Hall de la Universidad, así como la exhibición de películas científicas.

En el acto de clausura, representando a los países de habla española, el señor Gálvez-Cañero pronunció unas palabras de felicitación para los organizadores del Congreso, y manifestó que en un futuro próximo, las presumibles dificultades de abastecimiento de primeras materias, podrían ser resueltas o aminoradas, en gran medida, por los países de habla hispana.

Se aceptó la invitación de Francia, para que el XXVI Congreso Geológico Internacional, se celebre en esa nación, en el año 1980.

XI CURSO DE HIDROGEOLOGIA "NOEL LLOPIS" PARA GRADUADOS

Organizado por los Departamentos de Estratigrafía y de Geomorfología y Geotectónica de la Facultad de Ciencias de Madrid, la Dirección General de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas, la Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras, S. A., del I.N.I., y el Departamento de Geología Económica del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, dará comienzo en enero del año 1977 y con duración hasta junio de dicho año, el XI Curso de Hidrogeología "Noel Llopis" para Graduados.

Dicho curso se desarrollará con el siguiente contenido:

1. Disciplinas auxiliares: Principios de Climatología. Principios de Mecánica de Fluidos. Principios de Hidrología de Superficie. Estadística aplicada a la Hidrología. Elementos de economía hidráulica.

2. Características del Flujo en Medios Porosos: Propiedades de Medios Porosos. Ecuación general del flujo y métodos de solución. Hidráulica de pozos. Relaciones entre aguas superficiales y subterráneas.

3. Caracteres Físico-Químico-Biológicos de las Aguas Subterráneas. Contaminación y Tratamiento: Elementos

ELIMINACION DE CONTAMINANTES FENOLICOS

En el Laboratorio Nacional de Oak Ridge (Estados Unidos) se ha desarrollado un proceso para la eliminación de contaminantes fenólicos de aguas residuales utilizando bacterias. Fue ideado para la purificación de los efluentes procedentes de plantas de conversión de carbón, pero podría utilizarse para cualquier otro tipo de efluentes que incluyan compuestos fenólicos.

Los efluentes de dichas plantas contienen concentraciones elevadas de sulfuro de hidrógeno, fenoles, tiocianatos y otros hidrocarburos, la mayoría de los cuales se eliminan por los métodos usuales. No sucede así con los fenoles, que después del tratamiento todavía pueden permanecer en concentraciones superiores a las 50 ppm, superiores, por tanto, a los límites permitidos. Con el proceso ahora ideado se espera resolver este problema de las aguas residuales fenólicas.

de Química Hidrológica. Técnicas Nucleares en Hidrología. Relaciones entre las características químicas y el medio hidrológico. Características biológicas de las aguas. Calidad y tratamiento de aguas. Contaminación de acuíferos. Prevención de los efectos contaminantes. Detección y control de agentes contaminantes. Corrección o tratamiento de la contaminación.

4. Técnicas de Exploración Hidrogeológica regional: Métodos geológicos en Hidrología. Exploración en diferentes ámbitos climáticos, estructurales y litológicos. Exploración en regiones kársticas. Cartografía hidrogeológica. Prospección geofísica. Sondeos mecánicos y piezómetros. Sistema de inventario de datos hidrogeológicos.

5. Exploración de acuíferos: Balances hidrológicos. Modelos analógicos y digitales. Construcción de pozos y galerías. Recarga artificial de acuíferos. Introducción a la Ingeniería de Recursos Hidráulicos. Legislación de aguas.

INTERCIENCIA

La Asociación Interciencia, organización no lucrativa fundada en 1974 en Brasil y constituida por las principales sociedades científicas de Suramérica y por la Sociedad Norteamericana para el Progreso de las Ciencias (AAAS), ha iniciado la publicación de la revista trilingüe denominada Interciencia. Esta revista, de publicación bimestral, incluirá equitativamente artículos en español, inglés y portugués, cada uno de los cuales llevará resúmenes en los otros dos idiomas. Su principal finalidad es fomentar la unión y la cooperación entre las comunidades científicas americanas y el intercambio de conocimientos y tecnología. Su temática se centrará en asuntos científicos de interés para Iberoamérica, cuyas naciones sufren de una carencia de revistas de naturaleza científica.

CONTAMINACION

ELIMINACION DE RESIDUOS RADIACTIVOS

El Centro de Investigación Nuclear de Karlsruhe ha concertado con la empresa japonesa "Organo", Tokio, un contrato de licencia para la construcción y funcionamiento de una instalación industrial destinada a la eliminación de residuos radiactivos, en Bitumen. Según un comunicado del Centro de Investigación Nuclear se halla en funcionamiento una instalación similar en Karlsruhe desde hace varios años. A través de la bituminación de residuos radiactivos se consigue según el informe, que el material líquido pueda ser depositado con seguridad, por ejemplo, en minas de sal.

INVESTIGACION ESPACIAL

NUEVA FASE DE LA INVESTIGACION SOLAR

Helios A, lanzada en diciembre de 1974, y Helios B, lanzada en enero de 1976, ambas desde Cabo Cañaveral, han marcado nuevos records. A una distancia, que para el espacio interplanetario se puede considerar mínima, de unos 43 millones de kilómetros, se han acercado al Sol más que ningún otro cuerpo volante construido por el hombre. Con ello recorrieron unos dos tercios de la distancia del Sol a la Tierra y lograron con 237.000 km/h. una velocidad antes desconocida en la historia de la humanidad. En su recorrido soportaron temperaturas de más de 300°. Entre los resultados ya obtenidos en la misión Helios se cuenta el de que en la cercanía del Sol se encuentra en cantidades grandes el isótopo ligero del helio, que nunca se halla en otras partes sino en proporciones mínimas. El viento solar, una corriente de plasma constituido por partículas cargadas eléctricamente, lanzadas por el Sol, con velocidades de hasta 700 km/h., ha podido ser investigado por primera vez tridimensionalmente y se ha podido averiguar su reparto de direcciones y velocidades. Se midió también una nube difusa de electrones de energía baja y una corriente concentrada direccionalmente de electrones rápidos que podrían proceder de la "corona de orincios" descubierta por el Skylab en la superficie solar. Pudo registrarse por primera vez el nacimiento de ondas de radio que emite el Sol a intervalos regulares. También observaron unos cien tipos de polvo interplanetario, que consta de micrometeoritos de aproximadamente una milésima de milímetro de diámetro. Helios A podrá trabajar hasta 1977 y Helios B más tiempo.

PUBLICACIONES

FINALIZADA LA PUBLICACION
DE LOS MAPAS GEOTECNICO
Y METALOGENETICO Y DE ROCAS
INDUSTRIALES.

El Instituto Geológico y Minero tiene finalizadas y puestas a la venta al público la totalidad de los Mapas E. 1:200.000 Geotécnico General, de Rocas Industriales y Metalogenético que, junto con el de Síntesis Geológica, ya finalizada su publicación hace algún tiempo, forman los cuatro Mapas a dicha escala que el IGME ha confeccionado en estos últimos años, siendo editados por el Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria.

RELACION DE HOJAS PUBLICADAS DEL MAPA
GEOLOGICO NACIONAL E. 1:50.000

A continuación damos una relación de la totalidad de las Hojas publicadas hasta la fecha, del Mapa Geológico de España S. 1:50.000, 2.ª serie, proyecto MAGNA, y que son las siguientes:

6, San Salvador de Serantes (La Coruña). 8, Vivero (Lugo). 12, Busto (Asturias). 13, Avilés (Asturias). 14, Gijón (Asturias). 15, Lastres (Asturias). 21, La Coruña (La Coruña). 22, Puente deume (La Coruña). 23, Puentes de García Rodríguez (Lugo). 28, Grado (Asturias). 29, Oviedo (Asturias). 30, Villaviciosa (Asturias). 33, Comillas (Santander). 37, Algorta (Vizcaya). 38, Bermeo (Vizcaya). 40, Jaizquibel (Guipúzcoa). 41, Irún (Guipúzcoa). 47, Villalba (Lugo). 52, Proaza (Asturias). 53, Mieres (Asturias). 61, Bilbao (Vizcaya). 62, Durango (Vizcaya). 63, Eibar (Guipúzcoa). 64, San Sebastián (Guipúzcoa). 65, Vera de Bidasoa (Navarra). 66, Maya del Baztán (Navarra). 72, Lugo (Lugo). 78, Pola de Lena (Asturias). 8, Vergara (Guipúzcoa). 91, Valcarlos (Navarra). 91 bis, Mendizar (Navarra). 97, Guntin (Lugo). 98, Baralla (Lugo). 154, Lalin (Pontevedra). 155, Chantada (Lugo). 159, Bembibre (León). 175, Sigües (Zaragoza). 787, Orense (Orense). 188, Nogueira de Ramuin (Orense). 225, Ribadavia (Orense). 226, Allariz (Orense). 236, Astudillo (Palencia). 237, Castrogeriz (Burgos). 263, Celanova (Orense). 264, Ginzo de Limia (Orense). 274, Torquemada (Palencia). 301, Lovios (Orense). 302, Baltar (Orense). 329, Pons (Lérida). 330, Cardona (Barcelona). 331, Puigreig (Barcelona). 336, Portela D'Home (Orense). 351, Olvega (Soria). 362, Calaf (Barcelona). 363, Manresa (Barcelona). 391, Igualada (Barcelona). 392, Sabadell (Barcelona). 417, Espiuga de Francolí (Tarragona). 418, Montblanch (Tarragona). 419, Villafranca del Panadés (Barcelona). 420, Hospitalet de Llobregat (Barcelona). 446, Valls (Tarragona). 447, Villanueva y Geltrú (Barcelona). 448, Prat de Llobregat (Bar-

celona). 473, Tarragona (Tarragona). 510, Marchamalo (Guadalajara). 545, Morella (Castellón de la Plana). 546, Ulldecona (Castellón de la Plana). 547, Alcanar (Tarragona). 570, Albocacer (Castellón de la Plana). 571, Vinaroz (Castellón de la Plana). 571 bis, con la 571 (Castellón de la Plana). 582, Getafe (Madrid). 583, Arganda (Madrid). 584, Mondéjar (Guadalajara). 593, Cuevas de Vinroma (Castellón de la Plana). 594, Alcalá de Chisvert (Castellón de la Plana). 607, Tarancón (Cuenca). 614, Manzanera (Castellón de la Plana). 615, Alcora (Castellón de la Plana). 616, Villafames (Castellón de la Plana). 617, Faro de Oropesa (Castellón de la Plana). 631, Ocaña (Toledo). 635, Fuentes (Cuenca). 636, Villar del Humo (Cuenca). 637, Landete (Cuenca). 638, Alpuente (Valencia). 640, Segorbe (Castellón de la Plana). 641, Castellón de la Plana (Castellón de la Plana). 642, Islas Columbretes. 663, Valera de Abajo (Cuenca). 664, Enguidanos (Cuenca). 665, Mira (Cuenca). 666, Chelva (Valencia). 668, Sagunto (Valencia). 669, Moncofar (Valencia). 690, Santa María del Campo Rus (Cuenca). 691, Motilla del Palancar (Cuenca). 693, Utiel (Valencia). 694, Chulilla (Valencia). 696, Burjassot (Valencia). 719, Venta del Moro (Valencia). 720, Requena (Valencia). 722, Valencia (Valencia). 763, Sotuelamos (Albacete). 788, El Bonillo (Albacete). 789, Lezusa (Albacete). 794, Canals (Valencia). 796, Gandía (Valencia). 820, Onteniente (Valencia). 823, Javea (Alicante). 826, Cheltes (Badajoz). 827, Alconchel (Badajoz). 851, Rabito (Badajoz). 852, Villanueva del Fresno (Badajoz). 887, Orcera (Jaén). 890, Calasparra (Murcia). 891, Cieza (Murcia). 893, Elche (Alicante). 894, Cabo de Santa Pola (Alicante). 903, Montoro (Córdoba). 907, Villacarrillo (Jaén). 908, Santiago de la Espada (Jaén). 910, Caravaca (Murcia). 911, Cehegin (Murcia). 912, Mula (Murcia). 913, Orihuela (Murcia). 919, Almadén de la Plata (Sevilla). 920, Constantina (Sevilla). 921, Navas de la Concepción (Sevilla). 922, Santa María de Trassierra (Córdoba). 923, Córdoba (Córdoba). 924, Bujalance (Córdoba). 931, Zarcilla de Ramos (Murcia). 932, Coy (Murcia). 933, Alcantarilla (Murcia). 940, Castilblanco de los Arroyos (Sevilla). 941, Ventas Quemadas (Sevilla). 942, Palma del Río (Córdoba). 943, Posadas (Córdoba). 944, Espejo (Córdoba). 953, Lorca (Murcia). 954, Totana (Murcia). 962, Alcalá del Río (Sevilla). 963, Lora del Río (Sevilla). 964, La Campana (Sevilla). 965, Ecija (Sevilla). 975, Puerto Lumbreras (Murcia). 976, Mazarrón (Murcia). 977, Castagna (Murcia). 978, Llano del Beal (Murcia). 983, Sanlúcar la Mayor (Sevilla). 997, Aguilas (Murcia). 997 bis, Cope (Murcia). 999/1016, Huelva/Los Caños (Huelva). 1000, Moguer (Huelva). 1013, Macael (Almería). 1014, Vera (Almería). 1015, Garrucha (Almería). 1017, El Abalarío (Huelva). 1018, El Rocio (Huelva). 1030, Tabernas (Almería). 1031, Sorbas (Almería). 1032, Mojacar (Almería). 1033, Palacio de Doñana (Huelva).

En prensa se encuentran otras cincuenta Hojas y Memorias que irán apareciendo próximamente.

Información legislativa

PERMISOS DE INVESTIGACION Y CONCESIONES DE EXPLOTACION

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
240	19525	6-X-76	Ind.	RESOLUCION por la que se hace pública la caducidad de las concesiones de explotación minera que se citan, Delegación Provincial de Guipúzcoa.
240	19525	6-X-76	Ind.	RESOLUCION por la que se hace pública la caducidad de las concesiones de explotación minera que se citan, Delegación Provincial de Huelva.
240	19525	6-X-76	Ind.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan, Delegación Provincial de Ciudad Real.
240	19525	6-X-76	Ind.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan, Delegación Provincial de Segovia.
243	19811	9-X-76	Ind.	RESOLUCION por la que se hace pública la caducidad de las concesiones de explotación minera que se citan, Delegación Provincial de Badajoz.
243	19814	9-X-76	Ind.	RESOLUCION por la que se hace pública la caducidad de la concesión de explotación minera que se cita, Delegación Provincial de León.
243	19811	9-X-76	Ind.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento del permiso de investigación minera que se cita, Delegaciones Provinciales de La Coruña y de Lugo.
243	19812	9-X-76	Ind.	RESOLUCION por la que se hace pública la caducidad del permiso de investigación minera que se cita, Delegación Provincial de Granada.
247	20082	14-X-76	Ind.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan.
247	20082	14-X-76	Ind.	RESOLUCION por la que se hace pública la caducidad del permiso de investigación minera que se cita, Delegación Provincial de Granada.
247	20086	14-X-76	Ind.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento del permiso de investigación minera que se cita, Delegación Provincial de Zaragoza.
252	20531	20-X-76	Ind.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento del permiso de investigación minera que se cita, Delegación Provincial de Burgos.
252	20531	20-X-76	Ind.	RESOLUCION por la que se hace pública la caducidad del permiso de investigación minera que se cita, Delegación Provincial de Ciudad Real.
252	20531	20-X-76	Ind.	RESOLUCION por la que se hace pública la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan, Delegación Provincial de Guadalajara.
252	20533	20-X-76	Ind.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan, Delegación Provincial de Toledo.

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
252	20533	20-X-76	Ind.	RESOLUCION por la que se hace pública la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan, Delegación Provincial de Zamora.
253	20633	21-X-76	Ind.	RESOLUCION por la que se hace pública la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan, Delegación Provincial de Salamanca.
253	20634	21-X-76	Ind.	RESOLUCIONES por las que se hace pública la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan, Delegación Provincial de Sevilla.
257	21045	26-X-76	Ind.	ORDEN por la que se dispone el levantamiento de la suspensión de permisos de investigación y concesiones directas de explotación de toda clase de sustancias minerales, incluidos los combustibles sólidos y a excepción de los hidrocarburos fluidos, en el área "Zona Aranda de Duero", comprendida en las provincias de Burgos, Soria, Segovia, Palencia y Valladolid.
272	22449	12-XI-76	Ind.	RESOLUCION por la que se hace pública la caducidad de las concesiones de explotación minera que se citan, Delegación Provincial de Córdoba.
274	22680	15-XI-76	Ind.	RESOLUCION por la que se hace pública la caducidad del permiso de investigación minera que se cita, en la provincia de Málaga.
HIDROCARBUROS				
238	19342	4-X-76	Ind.	ORDEN de aceptación de regularización de los permisos de investigación de hidrocarburos "Mar Cantábrico A, B, C, D, F y G" para el período de dos años, de acuerdo con la Ley de 27-VI-74.
244	19891	11-X-76	Ind.	REAL DECRETO por el que se aprueba el contrato de opción de ENPASA-ENPENSA al INI y CANDT de un 68 por 100 de participación en ocho permisos de investigación de hidrocarburos.
247	20027	14-X-76	Ind.	REAL DECRETO por el que se aprueba el Reglamento de la Ley sobre Investigación y Explotación de Hidrocarburos de 27 de junio de 1974.
247	20077	14-X-76	Ind.	REAL DECRETO por el que se aprueba el contrato de cesión de AMOCO a PARPESA de un veinticuatro cuarenta y nueveavos de su participación en el permiso de investigación de hidrocarburos "Tarragona F".
247	20077	14-X-76	Ind.	REAL DECRETO de concesión de prórroga de los permisos de investigación de hidrocarburos "Villaviciosa" y "Gijón", de los que son titulares CEPSA y CIEPSA.
249	20268	16-X-76	Ind.	ORDEN por la que se aprueba el contrato de 1 de julio de 1976, entre ENPASA y ENPENSA.
252	20528	20-X-76	Ind.	ORDEN por la que se acepta a la Sociedad CNWL la renuncia parcial de cinco permisos de investigación de hidrocarburos.
257	21041	26-X-76	Ind.	REAL DECRETO de otorgamiento de un permiso de investigación de hidrocarburos en Zona C (subzona a).
257	21041	26-X-76	Ind.	REAL DECRETO para ampliar el plazo de investigación de los permisos de investigación de hidrocarburos "Pamplona" y "Pamplona Sur".
257	21042	26-X-76	Ind.	REAL DECRETO por el que ASHLAND cede a TPOCS porcentaje de participación en trece permisos de investigación de hidrocarburos.
257	21042	26-X-76	Ind.	REAL DECRETO de otorgamiento de un permiso de investigación de hidrocarburos en Zona C (subzona a).

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
257	21043	26-X-76	Ind.	REAL DECRETO de otorgamiento de un permiso de investigación de hidrocarburos en Zona C (subzona a).
257	21044	26-X-76	Ind.	REAL DECRETO de otorgamiento de un permiso de investigación de hidrocarburos en Zona C (subzona a).
260	21325	29-X-76	Ind.	REAL DECRETO de otorgamiento de un permiso de investigación de hidrocarburos en Zona C (subzona a).
260	21326	29-X-76	Ind.	REAL DECRETO de otorgamiento de un permiso de investigación de hidrocarburos en Zona C (subzona a).
260	21327	29-X-76	Ind.	REAL DECRETO por el que se declaran francas y registrables determinadas áreas de la Zona C (subzona a).
R E S E R V A S				
237	19273	2-X-76	Ind.	RESOLUCION por la que se limitan los recursos a que afecta la inscripción número 38, Estepona-Alhama de Murcia, comprendida en las provincias de Málaga, Granada, Murcia y Almería.
245	19951	12-X-76	Ind.	RESOLUCION por la que se cancela la inscripción número 5, "León-Palencia", comprendida en las provincias de León y Palencia.
245	19952	12-X-76	Ind.	RESOLUCION por la que se cancela la inscripción número 27, "Zona Z-2", comprendida en las provincias de Zaragoza, Teruel y Castellón".
245	19952	12-X-76	Ind.	RESOLUCION por la que se cancela la inscripción número 28, "Zona Z-3", comprendida en las provincias de Cuenca, Teruel, Castellón y Valencia.
246	20001	13-X-76	Ind.	RESOLUCION por la que se cancela la inscripción número 26, "Zona Z-1", comprendida en las provincias de Segovia, Guadalajara, Soria, Zaragoza, Teruel, Cuenca y Madrid.
246	20001	13-X-76	Ind.	RESOLUCION por la que se cancela la inscripción número 40, (Puerto del Madero", comprendida en la provincia de Soria.
246	20002	13-X-76	Ind.	RESOLUCION por la que se cancela la inscripción número 39, "Borobia", comprendida en las provincias de Soria y Zaragoza.
248	20169	15-X-76	Ind.	RESOLUCION por la que se limitan los recursos a que afecta la inscripción número 43, "Villardevós", comprendida en la provincia de Orense.
248	20169	15-X-76	Ind.	RESOLUCION por la que se limitan los recursos a que afecta la inscripción número 36, "Cerro Muriano-Guadalcanal", comprendida en las provincias de Córdoba, Sevilla y Badajoz.
248	20169	15-X-76	Ind.	RESOLUCION por la que se limitan los recursos a que afecta la inscripción número 42, "Suroeste", comprendida en las provincias de Badajoz, Sevilla y Huelva.
248	20169	15-X-76	Ind.	RESOLUCION por la que se limitan los recursos a que afecta la inscripción número 44, "Maceda", comprendida en la provincia de Orense.
248	20169	15-X-76	Ind.	RESOLUCION por la que se limitan los recursos a que afecta la inscripción número 41, "Finisterre", comprendida en las provincias de La Coruña y Pontevedra.
249	20266	16-X-76	Ind.	ORDEN por la que se declara zona de reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos en las áreas denominadas "Zona primera" (Córdoba y Badajoz) y "Badajoz Veintitrés" (Badajoz), y levantamiento de la suspensión del derecho de petición en el área denominada "Zona segunda" (Badajoz).

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
249	20266	16-X-76	Ind.	ORDEN por la que se levanta la reserva provisional a favor del Estado para investigación de toda clase de sustancias minerales, excluidos los radiactivos, carbón e hidrocarburos, en la zona denominada "Subsector II. Area I (Ti-II-1), comprendida en la provincia de Huelva.
249	20267	16-X-76	Ind.	ORDEN por la que se levanta la reserva provisional a favor del Estado para investigación de toda clase de sustancias minerales, exceptuados radiactivos e hidrocarburos fluidos, en el área denominada "Zona Riaza", comprendida en las provincias de Segovia, Guadalajara y Soria.
249	20267	16-X-76	Ind.	ORDEN por la que se levanta la reserva provisional a favor del Estado para investigación de toda clase de sustancias minerales, exceptuados los radiactivos, carbón e hidrocarburos, en el área denominada "Zona Hiendelaencina-Cerro del Otero", comprendida en la provincia de Guadalajara.
249	20267	16-X-76	Ind.	ORDEN por la que se levanta la reserva provisional a favor del Estado para investigación de toda clase de sustancias minerales, exceptuados los radiactivos, carbón e hidrocarburos, en la zona denominada "Subsector IV. Area I (Sn-W/I-4)", comprendida en la provincia de Orense.
249	20268	16-X-76	Ind.	ORDEN por la que se levanta la reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales de hierro, en el área "Zona Noroeste de la Península", comprendida en las provincias de La Coruña, Lugo, Orense, Zamora, León y Oviedo.
251	20423	19-X-76	Ind.	ORDEN por la que se declara franca y registrable el área del permiso "Cañada".
252	20528	20-X-76	Ind.	ORDEN por la que se transfiere a la "Empresa Nacional de Uranio, Sociedad Anónima" (ENUSA), la explotación de determinados yacimientos de minerales radiactivos en zonas de reserva definitiva a favor del Estado, de la provincia de Salamanca.
266	21872	5-XI-76	Ind.	CORRECCION de erratas de la 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 exploración e investigación de yacimientos minerales de fosfatos, lignito y azufre, en un área de las provincias de Albacete, Valencia, Murcia y Alicante.
272	22449	12-XI-76	Ind.	RESOLUCION por la que se publica la inscripción de propuesta de reserva provisional a favor del Estado para exploración e investigación de aguas termales y recursos geotérmicos en un área de la provincia de Las Palmas.
273	22588	13-XI-76	Ind.	CORRECCION de erratas de la Orden de 19 de julio de 1976 por la que se levanta la reserva provisional a favor del Estado para investigación de toda clase de sustancias minerales, exceptuados los radiactivos, carbón e hidrocarburos, en el área denominada "Zona Hiendelaencina-Cerro del Otero", comprendida en la provincia de Guadalajara.
274	22678	15-XI-76	Ind.	CORRECCION de errores de la Orden de 19 de julio de 1976 por la que se levanta la reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales de hierro en el área "Zona Noroeste de la Península", comprendida en las provincias de La Coruña, Lugo, Orense, Zamora, León y Oviedo.

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
V A R I O S				
237	19254	2-X-76	O. P.	RESOLUCION por la que se concede a don Otto Horcher Benneman y doña Elizabeth Weber de Horcher un aprovechamiento de aguas subálveas del arroyo Segundo, en término municipal de Marbella (Málaga).
239	19396	5-X-76	O. P.	RESOLUCION por la que se concede a don Francisco Gubau Joana un aprovechamiento de aguas subálveas del torrente Salt d'en Forn, en término municipal de Santa Coloma de Farnés (Gerona).
240	19509	5-X-76	O. P.	RESOLUCION por la que se concede a doña Elizabeth Weber de Horcher un aprovechamiento de aguas subálveas del arrollo Segundo, en término municipal de Marbella (Málaga).
240	19510	5-X-76	O. P.	RESOLUCION por la que se concede al Ayuntamiento de Llagostera (Gerona) un aprovechamiento de aguas subálveas de la riera Gorrera, con destino a la mejora del abastecimiento de la población.
240	19511	5-X-76	O. P.	RESOLUCION por la que se concede autorización al Ayuntamiento de Llagostera (Gerona) para aprovechamiento de aguas subálveas de la riera Bañaloca, con destino a la mejora del abastecimiento de la población.
242	19707	8-X-76	O. P.	RESOLUCION por la que se concede a don Mario Biraghi y otros un aprovechamiento de aguas subálveas del río Brugent, con destino a riegos y usos domésticos, en término municipal de Montreal (Tarragona).
245	19950	12-X-76	O. P.	RESOLUCION por la que se hace pública la concesión otorgada a la Sociedad de "Aguas Potables y Mejoras de Valencia, S. A.", de un aprovechamiento de aguas subálveas del río Turia, en término municipal de Paterna (Valencia), con destino al abastecimiento de Valencia y otras poblaciones.
246	20001	13-X-76	Ind.	ORDEN por la que se declara a "Río Tinto Patiño, S. A.", incluida en la zona de preferente localización industrial minera del Suroeste.
248	10152	15-X-76	O. P.	RESOLUCION por la que se hace pública la concesión, otorgada a don Tomás Calvo Vecilla y doña Teresa Pie Galvany, de un aprovechamiento de aguas subálveas del barranco de las Tortas, en término municipal de Cubellas (Barcelona), con destino a riegos, abastecimiento y usos industriales.
249	20246	16-X-76	P. ^a G. ^o	ORDEN por la que se aprueba el Plan Coordinado de Obras de la zona regable de Almonte-Marismas (Sevilla y Huelva).
251	20423	19-X-76	Ind.	ORDEN por la que se declara a "Unión Explosivos Río Tinto, S. A.", incluida, a los efectos derivados de los previstos en el Decreto 2927/1974, de 26 de septiembre, en la zona de preferente localización industrial minera del Suroeste.
256	20954	25-X-76	O. P.	RESOLUCION por la que se concede a los Ayuntamientos de Abiego y Adahuesca, ambos de la provincia de Huesca, un aprovechamiento de aguas subálveas del río Isuala, con destino a abastecimiento.
264	21655	3-XI-76	O. P.	RESOLUCION por la que se concede a don José Canal Valls un aprovechamiento de aguas subálveas de la riera de Gayá, en término municipal de Balsareny (Barcelona).
264	21656	3-XI-76	O. P.	RESOLUCION por la que se concede a don Antonio Casas Nadal, un aprovechamiento de aguas subálveas de la riera Matamargos, en término municipal de Rinar (Lérida), con destino a usos domésticos, excepto bebida, riegos y atenciones de ganado.

Notas bibliográficas

CRISTALOGRAFIA

J. L. BRIANSO y C. MIRA VITLLES: *Las especies minerales su simetría espacial*. Acta Geológica Hispánica. Año XI, núm. 2, págs. 35 a 38.

Estudian la simetría que poseen 739 especies minerales, distribuidas por sistemas cristalinos. Realizan, asimismo, el estudio de dicha simetría dentro de cada uno de los grupos minerales de acuerdo con la clasificación de Berry-Mason.—L.

MINERALOGIA

DÍAZ MAURIÑO, C.: *Iniciación práctica a la mineralogía*. Editorial Alhambra. 536 págs., 54 figuras. ISBN. 84-2050523-4. Madrid, 1976.

Se ofrecen en este volumen, especialmente dirigido a los alumnos dedicados al estudio de la mineralogía a nivel de Facultades y Escuelas Técnicas Superiores, una visión totalmente práctica de los materiales que ofrece la naturaleza.

Se ha pretendido elaborar un ensayo de metodología que enseñe a leer de manera acertada los datos que poseen los minerales y sobre todo a interpretarlos, como confirmación de los conceptos teóricos que se reciben en las clases. Tratando aquellos aspectos que van enfocados de forma directa a la determinación de los minerales, excluyendo así de antemano toda pretensión de un tratado completo de Mineralogía. Incluso al hacer referencia a técnicas clásicas para reconocer minerales se ha pretendido dar un criterio sobre su alcance y eficacia, más que desarrollar una exposición exhaustiva de las mismas.

El dominio de la metodología expuesta en esta obra redundará lógicamente en una notoria seguridad en el manejo de los minerales y una ilustración eficazísima de la teoría.

En la selección de los minerales que habrían de tener cabida en las tablas ha servido de pauta la mayor o menor facilidad con que un determinado mineral puede llegar a nuestras manos.

La obra se basa fundamentalmente en la acción de la luz como reactivo. Los fenómenos fundamentados en el empleo de luz polarizada, que requieren el uso de un microscopio polarizante, han sido tratados en un capítulo

especial. De igual manera se ha dado cabida en este libro a los conocimientos prácticos más indispensables para la interpretación de los diagramas y datos obtenidos en el empleo de técnicas mineralógicas superiores.

El libro se distribuye en ocho capítulos (1.—Los minerales en la Naturaleza. 2.—Propiedades Organolépticas de los minerales. 3.—Color, brillo, raya y dureza de los minerales. 4.—Reconocimiento óptico de los minerales. 5.—Disolución y fusión de los minerales. 6.—Ensayos previos y reacciones específicas inmediatas para la identificación de los distintos iones en los minerales. 7.—Reconocimiento de los minerales por métodos renguénográficos. 8.—Conservación y clasificación de los minerales); dos apéndices dedicados estos a la ordenación de minerales según criterio geoquímico y criterio minero, respectivamente y las tablas descriptivas de las ocho clases mineralógicas en las que para cada mineral se estudia su sistema de cristalización, maclas, color, brillo, raya, fractura, esfoliación, dureza, peso específico, óptica, aspecto, Paragénesis y Reconocimiento.

El libro se cierra con una tabla de símbolos y características de las treinta y dos clases de simetría de los minerales; un interesante vocabulario trilingüe (español-inglés-alemán e inglés-alemán-español) ordenado alfabéticamente en español y en inglés, respectivamente; la bibliografía y los correspondientes índices por materias y alfabético de minerales respectivamente.

La edición se ha hecho en un formato muy adecuado con abundante y cuidada parte gráfica, tan importante en este tipo de obras.—Aparicio.

CRIADEROS

JUAN, J; PUEYO MUR: *Distribución del estroncio en los yacimientos potásicos catalanes*. Instituto de Investigaciones Geológicas. Universidad de Barcelona. Volumen XXX, 1975 (5-10).

Estudia la distribución del estroncio en los yacimientos potásicos catalanes. Puede observarse que este elemento está asociado primariamente a la fase sulfatada, y secundariamente a las facies retrometamórficas. La relación Sr-Ca varía según sea el origen de las acumulaciones de sulfato.

Las concentraciones promedio generales son inferiores a 100 ppm, y las zonas de disolución retrometamórfica constituyen anomalías positivas sobre el fondo.—L.

HIDROLOGIA

RAFAEL HERAS: *Hidrología y recursos hidráulicos*. Publicación núm. 120 del Centro de Estudios Hidrográficos. Noviembre 1976, 1588 páginas en dos tomos.

Obra prologada por José María Monasterio, quien lo considera como una ampliación de publicaciones anteriores del autor, con un aumento de su interés práctico y consecuencia de la labor realizada en la Escuela de Hidrología, durante el último decenio.

La obra es dividida por el autor en seis partes.

1.^a Estadística aplicada a la Hidrología. Subdividida en los subcapítulos siguientes: Método de dobles acumulaciones. Curva altura-caudales. Trazado de isoyetas, Relación entre elementos hidrológicos y elementos físico-geográficos. Formulario de recolecciones y leyes de distribución. Regulación de caudales. Método de estimación de crecidas. Estudios de sequías. La fotointerpretación en hidrología y en la explotación de cuencas hidrográficas.

2.^a Metodología de cálculo del estudio hidrológico de aguas superficiales. Los subcapítulos tratan los temas siguientes: Planteamiento general. Características físico-geográficas. Características exteriores. Geomorfología. Características climatológicas. Precipitaciones. Estudio de precipitaciones, Estudio de caudales. Regulación. Estudio de crecidas máximas. Utilización de modelos. Modelo de evaluación de proyectos. Programa de cálculo.

3.^a Hidráulica e hidrología de aguas subterráneas. Sus once partes son: Consideraciones general. Principales parámetros que caracterizan un acuífero. Principios generales de aplicación práctica. Equipos para estudio de aguas subterráneas. Curvas de decrecida y agotamiento. Balance hídrico. Movimiento de las aguas subterráneas hacia las obras de captación. Superficies piezométricas. Modelos de acuíferos. Cartografía hidrogeológica. Hidrología kárstica.

4.^a Hidrología agrícola y estudio de regadíos. Consta el capítulo de: Estudio edafológico. Determinación de las propiedades del suelo. Estudio de la calidad del agua para riego. Consumos. Drenaje agrícola. Técnicas de aplicación del agua al terreno.

5.^a Estudio de erosión, arrastre y sedimentación. Sus once capítulos son: Alcance y objetivos. Medición de la calidad del agua. Uso de trazadores radiactivos. Equipo mínimo. Factores del fenómeno de erosión. Arrastre. Precipitación. Modelo matemático de erosión hídrica. Erosión en el regadío.

6.^a Análisis, calidad y contaminación de las aguas. Subdividido en: Conceptos de calidad y potabilidad. Propiedades generales de las aguas naturales. Características de las aguas naturales. Polución y depolución de las aguas. Determinación de características de aguas naturales. Técnica de tratamiento de aguas.

Completan la obra: Índice de conceptos básicos. Defi-

nición de términos hidrológicos característicos de España. Programas para el estudio de recursos hidráulicos. Doce citas bibliográficas, en casi su totalidad de la Dirección General de Obras Hidráulicas.

La obra es completa, elemental y de información interesante para quienes se inician en el campo de la hidrología.—L. DE A.

HIDROGEOLOGIA

JAVIER CRUZ-SANJULIÁN: *Funcionamiento hidrogeológico de la Sierra de Cañete (Málaga). Bases y propuestas para un estudio*. Acta Geológica Hispánica. Año XI, núm. 1, págs. 15 a 20.

Describe en este trabajo el funcionamiento hidrogeológico de la Sierra de Cañete, a la luz de los datos geológicos del sector y de un primer inventario de puntos de agua. Con los resultados obtenidos propone las directrices a seguir en los estudios posteriores encaminados a conseguir un mejor conocimiento del sistema y, en consecuencia, un mejor aprovechamiento de los recursos.—L.

ESTRATIGRAFIA

GÉRARD SOUTADÉ: *Détermination du caractère fonctionnel de certains éboulis lités des Pyrénées catalanes: les terrégalls du Puigmal*. Acta Geológica Hispánica. Año XI, núm. 2, págs. 39 a 45.

El aspecto que presenta el recubrimiento vegetal es uno de los criterios fundamentales para determinar los derrubios destratificados funcionales. También hay una incompatibilidad entre la morfogénesis en terracillas y la formación de derrubios estratificados. Las zonas del macizo del Puigmal sometidas a geliflujión superficial sin entorpecimientos por la vegetación, empiezan hacia los 2.300 metros en laderas Sur y Oeste y hacia los 2.400 metros en ladera Norte.

En este tramo altitudinal de 2.300-2.900 metros, puede darse el caso que localmente haya una crioclastia demasiado fuerte y una frecuencia de renovación del "dallaga" demasiado débil para que evolucione hacia unos derrubios ordenados. De aquí la clara oposición entre los suelos estratificados permanentes y una estratificación funcional. En ladera Sur y entre 2.300 y 2.500 metros, hay numerosos derrubios retocados por un principio de abarrancamiento. Se trata de un fenómeno reciente asociado directamente a los efectos del abandono por el pastoreo. Durante los anteriores siglos de sobrepastoreo, los rebaños de corderos y de "isards", con su continuo pisoteo, facilitaban la mi-

gración superficial de los cantos en alturas donde los procesos naturales habrían sido insuficientes. Actualmente sólo se desarrolla la estratificación por encima de los 2.500 metros. En otro trabajo el autor propuso el término de terregall para denominar este tipo de derrubios estratificados actuales.—L.

PALEONTOLOGIA

SEBASTIÁN CALZADA y JULIÁN PASTOR: *Sobre Glauconia gaudryi (Vilanova, 1868), gasterópodo del Hauteriviense*. Acta Geológica Hispánica, t. XI, núm. 1, págs. 21 a 24.

En 1868, Vilanova creó la especie *Vicarya gaudryi*, que fue considerada sinónima de *Muricites strombiformis* por Mallada (1887) y autores posteriores. De acuerdo con todas sus características debe anularse esta sinonimia, describiéndose *Glauconia gaudryi* del Hauteriviense inferior de Mirambel (provincia de Teruel). Se considera propia de un ambiente deltaico.—L.

J. GIBERT CLOIS: *Nuevos datos sobre Crusafontina endémica*. Acta Geológica Hispánica. Año XI, núm. 2, páginas 33 y 34.

Describe en este trabajo el I^2 y M^3 de *Crusafontina* endémica y da medidas nuevas de los molares encontrados en las localidades de Masfá del Barbo 2 A y 2 B.—L.

PETROLOGIA

J. CARRERAS, J. M. ORTA y A. SAN MIGUEL: *El área pegmática del litoral N de la península del Cabo de Creus y su contexto metamórfico y estructural*. Instituto de Investigaciones Geológicas. Universidad de Barcelona. Vol. XXX, 1975 (11-34).

Describen las características geológicas de las pegmatitas que afloran a lo largo del litoral N de la península del Cabo de Creus, las cuales se hallan localizadas en esquistos de grado medio, así como en las restringidas zonas de anatexia.

Exponen la evolución metamórfico-estructural, en la que distinguen dos episodios de deformación: el primero asociado a la etapa progresiva del metamorfismo; el segundo, a la regresiva. El cimax metamórfico, la anatexia regional y la inyección de pegmatitas son en este orden cronológico fenómenos próximos entre sí, localizados en el intercinemático que separa los episodios deformativos, y especialmente relacionados. Utilizan el término de zona perianatética para designar el área peg-

matítica que estructuralmente aparece periféricamente por encima de la zona de anatexia.

Las deformaciones del segundo episodio, como consecuencia de la regresión del gradiente geomérmico, se traducen en cizallamientos, en los que las rocas afectadas resultan microestructuralmente transformadas y en parte mineralógicamente retrogradadas. Describen los productos resultantes de la milonización de los esquistos, de los módulos de cuarzo de exudación, de los granitoides de anatexia y de las pegmatitas.

Discuten la posible causa determinante de la localización de la zona de anatexia en el contexto regional.—L.

TECTONICA

ALIA MEDINA, MANUEL: *Sobre los procesos del interior de la Tierra*. R. A. de C. E. F. y N. Madrid, 1 de diciembre de 1976, 40 págs.

El trabajo reseñado, es el discurso de ingreso del autor como Académico Numerario en la R. A. de C. E. F. y N. de Madrid. El tema tratado es una consideración de la tectónica de placas y la opinión sobre la misma de diversos científicos.

Es indudable la dificultad actual para un afinado conocimiento de los procesos en el interior de la Tierra, considerados desde el doble aspecto de espacio y de tiempo.

Las consideraciones sobre las grandes unidades terrestres encuentra múltiples dificultades debidas a la falta de un conocimiento directo del interior de la tierra y, por consiguiente, de los procesos que allí tienen lugar, pues la penetración del hombre sólo lo fue en un espesor muy reducido.

Considera los aspectos geofísicos, geológicos, geoquímicos, oceanográficos, así como las ayudas al mejor conocimiento con los satélites, conjunto que han permitido un avance importante en estas investigaciones, fundamentalmente cuando se han realizado a la escala mundial y coordinadas como con ocasión del "Proyecto de Manto Superior" y "Proyecto de Geodinámica".

Después de considerar la teoría de la tectónica de placas, se hace el autor dos preguntas. ¿Explica esta teoría al menos todos los hechos y aspectos observados en zonas superiores? ¿Es válida para los tiempos más antiguos? Después de consignar las opiniones de diversos autores, llega a la conclusión de la existencia de aspectos importantes sin coordinar e incluso en franca contradicción.

Es indudable la importancia y trascendencia de los éxitos alcanzados, pero todavía requiere esta teoría muchos esfuerzos para conseguir su aceptación universal, es pronto para adoptar una actitud única. Con el extraordinario avance de los métodos de trabajo y su coordinación mun-

dial, queda abierto un importantísimo campo a las posibilidades de las ciencias de la tierra, en una de las facetas más prometedoras.—L. A.

NUCLEONICA

CARNIER, ARLETE: *Methodologie d'Evaluation des Doses a la population resultant de rejets radioactifs dans l'atmosphere*. CEA-R-4781, 1976.

Presenta múltiples dificultades la valoración de la dosis colectiva resultante de los desechos radiactivos, necesaria para la evaluación del impacto sobre el hombre que trabaja en las instalaciones nucleares. Presenta un método a título de ejemplo, destinado a valorar, en el caso de una región francesa media, las dosis colectivas resultantes del vertido continuo de gases raros y de yodo 131. Intenta valorar la variabilidad de las dosis colectivas e individuales, y éstas son comparadas a las dosis recibidas por los individuos del grupo más expuesto. Calcula las concentraciones atmosféricas sobre la base de las condiciones medias de difusión, válidas para varios lugares franceses. Estima las concentraciones de yodo 131 en la leche utilizable para el cálculo de dosis resultantes de la ingestión de leche contaminada, teniendo en cuenta la utilización de las superficies agrícolas y la estructura de la recogida. Las dosis consecutivas a los desechos anuales de I Ci difieren en varios órdenes de magnitud según los radionúclidos. Estos deben ser ponderados según las composiciones isotópicas de los desechos procedentes de los diversos tipos de instalaciones, donde se debe evaluar el impacto sobre la población.—L.

SEDIMENTOLOGIA

F. CALVET ROVIRA, L. POMAR GOMÁ y M. ESTEBAN CERDÁ: *Las rizocreaciones del Pleistoceno de Mallorca*. Instituto de Investigaciones Geológicas. Universidad de Barcelona. Vol. XXX (35-60).

Describen tres afloramientos de eolianitas del Pleistoceno mallorquín, con abundantes rizocreaciones. Estas estructuras se forman por: 1) penetración progresiva de las raíces, provocando mayor concentración de granos en las proximidades de las raíces, 2) formación de la envuelta calcárea, debida a la interrelación de numerosos factores, de los cuales destacamos la actividad de los microorganismos, los efectos de los ácidos orgánicos y el proceso de evaporación-transpiración de las plantas, 3) relleno contrípeto de material "chalky", proceso íntegramente relacionado con la muerte de la raíz.—L.

LUIS POMAR, MATEU ESTEBAN, XAVIER LLIMONA y RAMÓN FONTARNAU: *Acción de líquenes, algas y hongos en la telodiagénesis de las rocas carbonatadas de la zona litoral-prelitoral catalana*. Instituto de Investigaciones Geológicas. Universidad de Barcelona. Vol. XXX, 1975 (83-117).

La superficie libre de las rocas carbonatadas en la zona mediterránea del NE de España se halla prácticamente cubierta con microorganismos, tales como algas, hongos, líquenes. Las características climáticas y las litológicas locales (mineralogía, tamaño de grado, friabilidad, permeabilidad, etc.) de cada zona condicionan la naturaleza del recubrimiento biológico. Las texturas de alteración se hallan siempre asociadas a la presencia de dichos microorganismos, presentando cada tipo de organismos un tipo específico de texturas de alteración. Las algas presentan perforaciones con progresivo micritización y microspartización. Los hongos, endolíticos, son los agentes más importantes de perforación, con intensa corrosión difusa en los cristales próximos a las hifas, resultando una importante micritización y microspartización del substrato. Las texturas de alteración son características de cada grupo de organismos, independientemente de sus asociaciones simbióticas o no; el grado de alteración es mayor en el caso de que dichos organismos se hallan asociados. Los líquenes endolíticos son los que producen texturas de alteración más intensa, superando a veces los 15 milímetros de profundidad.

En general, no existen cambios mineralógicos entre la zona alterada y la roca fresca, aunque se observa un incremento de minerales arcillosos y elementos traza metálicos (Fe, Ni, Mn, Zn) en las texturas de alteración. Una excepción a esto la constituyen los líquenes epilíticos, asociados a unas texturas de alteración muy poco desarrolladas y a precipitaciones sobre el talo de whewelita (oxalato cálcico hidratado).

La función alterante, activa, de estos microorganismos se halla corroborada por la ausencia de tales texturas en las escasas zonas de la roca que no presentan dicha colonización. La dinámica de estos procesos se halla íntimamente relacionada con las texturas microspartíticas y la cementación telogenéticas. Texturas de alteración similares han sido descubiertas en el Pleistoceno antiguo de Mallorca (España), siendo importante su reconocimiento para el análisis de disconformidades estratigráficas y en determinaciones paleogeográficas y paleoclimáticas.—L.

C. LATOUCHE y C. VIGUIER: *L'évolution du cortège des minéraux argileux dans la sédimentation marine neogène du bassin occidental du Guadalquivir (Espagne du s. o.)*. Acta Geológica Hispánica. Año XI, núm. 1, págs. 8 a 14.

La depresión neógena de sedimentación marina del Guadalquivir Bajo resulta del hundimiento del zócalo durante el final del Mioceno. En cuanto se asienta dicha depresión, está ocupada en su mayor parte por el manto de corrimiento submarino de Carmona, que la divide en tres "subestructuras": una depresión S. en el área subbética, una cúpula central al S y el SE de Sevilla, un surco N en el borde Paleozoico de la Meseta Ibérica.

En las dos primeras, la sedimentación arcillosa se caracteriza por la abundancia de la montmorillonita. En la última, los minerales arcillosos predominantes siguen una evolución cíclica vertical: Montmorillonita-Illita-Kaolinita+Chlorita-Illita-Montmorillonita, interpretada mediante el acarreo de dos clases de materiales detríticos finos: unos procedentes directamente de los continentes limítrofes de clima caluroso y de estaciones contrastadas, en cuanto a la abundancia de la Montmorillonita; otros procedentes del mar, desde regiones más o menos próximas, de clima caluroso más húmedo, en cuanto a los sedimentos, entre los cuales predominan Illita, Caolinita y Chlorita. Los valores elevados de dichos minerales muestran que a fines del Mioceno superior y a principios del Plioceno, el surco norte bético se abre a las influencias marinas, quedándose fuera del proceso continental de sedimentación durante ese corto período.—L.

GEOGRAFIA FISICA

MATEU ESTEBAN CERDÁ: *Análisis crítico del concepto Arrecife en Geología*. Instituto de Investigaciones Geológicas. Universidad de Barcelona. Vol. XXX, 1975 (61-82).

Revisa el autor el concepto clásico de arrecife, considerando a la luz de los conocimientos actuales, debido principalmente a que la definición de arrecife se basa en consecuencias accesorias a su presencia más que al arrecife en sí. Señala la evolución de las ideas que conducen a los intentos de una definición dinámica de arrecife, en la que insiste más en los procesos actuantes de su balance.—L.

VULCANISMO

JUAN F. GÓMEZ, ANTONIO TRELL y PEDRO PÉREZ: *Presencia y edad de vulcanitas en el Jurásico del Norte de Valencia (Cordillera Ibérica, España)*. Acta Geológica Hispánica, Año XI, núm. 1, págs. 1 a 7.

Dan cuenta de la existencia de rocas volcánicas intercaladas en las series carbonatadas del Jurásico del norte de

la provincia de Valencia (región de Alcublas), cuya edad pudo ser determinada como Bajociense inferior.

El hecho de que exista vulcanismo de edad similar en gran parte de las Cordilleras Béticas (Subbético), sugiere la existencia de una fase de distensión con marcada amplitud durante los primeros tiempos del Jurásico medio. Las posibles surgencias de sílice, acompañantes del proceso volcánico, pudieron ser unas de las causantes principales de la presencia de nódulos de sílex en el Bajociense de una región amplia.—L.

ESPELEOLOGIA

JOSÉ MARÍA SALBIDEGOITIA: *Aportación bibliográfica sobre geología y espeleología de Vizcaya*. Kobie (Bilbao). Boletín número 6, 1975, págs. 195 a 207.

Se trata de una recopilación bibliográfica sobre geología y espeleología vizcaína con 216 citas, ordenadas alfabéticamente.—L. DE A.

GRUPO ESPELEOLÓGICO VIZCAÍNO: *Simas vizcaínas con un desnivel mayor de 200 metros*. Koibe (Bilbao). Boletín núm. 6, 1975, págs. 209 y 210.

Se trata de las referencias de diez simas, exploradas y cartografiadas por miembros de G. E. V. Se reproducen los croquis de dichas simas.—L. DE A.

GRUPO ESPELEOLÓGICO VIZCAÍNO: *Estudios preliminares sobre el macizo kárstico de Ezkubaratz (Mañaria, Vizcaya)*. Kobie (Bilbao). Boletín núm. 6, 1975, págs. 19 a 61.

Recopila un conjunto de informes realizados por los miembros del Grupo Espeleológico Vizcaíno en el macizo kárstico de Ezkubaratz (Mañaria, Vizcaya), durante la campaña 1969-1974.

Han catalogado 140 cavidades y realizado observaciones geológicas, geomorfológicas, estudio de las corrientes de de aguas subterráneas y superficiales, así como muchos datos de caudales, composición química, temperaturas, etcétera.—L. DE A.

JOSÉ MARÍA SALBIDEGOITIA: *Catálogo de cuevas y simas con mitología de Vizcaya (continuación)*. Kobie (Bilbao). Boletín núm. 6, 1975, págs. 137 a 143.

Se trata de una catalogación de 106 simas y cuevas a la que sigue una ordenación alfabética por ayuntamientos, la representación cartográfica en tres mapas, con la indicación simbólica de diversas circunstancias de todas ellas.—L. DE A.

INDICE DE MATERIAS

(Tomo LXXXVII. Año 1976. Fascículos primero a sexto)

	Páginas
GEOLOGIA	
Algunos procesos morfogénicos recientes en el valle del río Alberche (sistema central español. La depresión de Aldea del Fresno-Almorox, por J. DE PEDRAZA GILSANZ	1
Sobre algunos Aptychi del sur de Alicante, por J. LILLO BEVIA	13
Posibilidad de una nueva división estratigráfica de los sedimentos no marinos del Jurásico superior y Cretácico inferior, en la provincia de Santander, por V. PUJALTE	101
Etude géologique de la région de Barruecopardo et de ses minéralisations de tungstène (province de Salamanca), por P. BUXANT	119
Nota sobre "Un dique de tendencia sienítica en la provincia de Avila", por A. G. UBANELL	223
Locotipos de mamíferos y estado actual de las formas nuevas del terciario español, por MARÍA LOURDES CASANOVAS-CLADELLAS	226
Los sistemas de fracturas del Valle del Jerte (Cáceres). Consideraciones sobre su evolución durante el Cenozoico, por E. JIMÉNEZ FUENTES y J. L. CRUZ REYES	255
Estudio geológico de un sector de la Cordillera Ibérica comprendido entre Molina de Aragón y Monreal (provincias de Guadalajara y Teruel) (Paleozoico), por J. VILLENA	329
Datos sobre las series Jurásico-Cretáceas en el sector Peñas de San Pedro-Chinchilla de Montearagón (provincia de Albacete), por L. LINARES GIRELA	355
Las fases de deformación en el Sinclinal de Baralla (Lugo, NW de España), por E. MARTÍNEZ GARCÍA y O. APALATEGUI	365
Nota sobre la presencia de dos esquistosidades en el Cretácico inferior de Bilbao (Cordillera Vasco-cantábrica), por M. ALVARO	453
Generalized Tertiary tectonics of the Iberian Peninsula, por F. SÁENZ DE SANTA MARÍA	456
Ammonites del Oxfordense Superior y Kimmeridgense de la Sierra de Crevillente (Alicante), por JOSÉ LILLO BEVIA	462
Glacis y terrazas en el curso medio del río Alfambra (provincia de Teruel), por M. GUTIÉRREZ ELORZA y J. L. PEÑA MONNE	561

	Páginas
Rasgos estratigráficos y tectónicos de la cuenca del río Besaya, entre Reinosa y los Corrales de Buelna (provincia de Santander), por J. GARCÍA MONDÉJAR y V. PUJALTE	571
Sobre Homeorhynchia batalleri (Dubar, 1931). Braquiópodo del Torciense, por SEBASTIÁN CALZADA y J. H. DELANCE	583
 MINERIA	
Génesis de los depósitos de hierro del suroeste de la provincia de Badajoz: mina "Monchi", por CASILDA RUIZ GARCÍA	15
Aplicaciones del microvideomat a la investigación de yacimientos minerales, por R. LUNAR HERNÁNDEZ y JOSEFINA SIERRA LÓPEZ	266
Horizontes portadores de mineralización (sulfuros y manganeso) en la zona de El Castillo de las Guardas, de la Faja Pirítica del SO de España. (Parte I. Control Estratigráfico), por J. RAMÍREZ COPEIRO DEL VILLAR	480
Horizontes portadores de mineralización (sulfuros y manganeso) en la zona de El Castillo de las Guardas, de la Faja Pirítica del SO de España. (Parte II. Control Estructural), por J. RAMÍREZ COPEIRO DEL VILLAR	593
 AGUAS SUBTERRANEAS	
Evaluación de recursos hídricos subterráneos en regiones Kársticas semiáridas, por F. LÓPEZ VERA y J. SÁIZ GARCÍA CUENCA	274
 GEOFISICA	
Sobre el cálculo, puntos de aplicación y dificultades interpretativas de las anomalías Bouguer de la pesantez, por G. GAIBAR PUERTAS	144
Variaciones del espesor crustal y grado de equilibrio isostático asociables a las anomalías Bouguer en la España peninsular, por C. GAIBAR PUERTAS	371
Predicción de las anomalías de la pesantez en la Península Ibérica, por C. GAIBAR PUERTAS	490
 GEOTECNIA	
Características geológicas y geotécnicas de los depósitos del Cuaternario en la zona central de Asturias (Región de Pravia, Cornellana, Oviedo, Sama de Langreo, Sariego, Gijón y Avilés), por J. A. MARTÍNEZ ALVAREZ y M. TORRES ALONSO	32
Variación de las resistencias a tracción y compresión de areniscas de la región catalana en función de su porosidad y grado de saturación, por E. VÁZQUEZ RAMONICH	170

	Páginas
ENERGIA	
Reactores nucleares fósiles, por L. GARZÓN RUIPÉREZ	402
Posibilidades de utilización del Rn y ThB en la predicción de terremotos, por L. GARZÓN RUIPÉREZ	607
 ESTUDIO DE MINERALES Y ROCAS	
Características mineralógicas, genéticas y distribución de los minerales de la fracción fina del Trías de la Cordillera Ibérica. I) Caolinita y Dickita, por M. ^a DOLORES RUIZ CRUZ y M. A. CABALLERO LÓPEZ LENDÍNEZ	47
Características mineralógicas, genéticas y distribución de los minerales de la fracción fina del Trías de la Cordillera Ibérica. II) Ilita y Mica, por M. ^a DOLORES RUIZ CRUZ y M. A. CABALLERO LÓPEZ LENDÍNEZ	177
Características mineralógicas, genéticas y distribución de los minerales de la fracción fina del Trías de la Cordillera Ibérica. III) Clorita, Montmorillonita y Vermiculita, por M. ^a DOLORES RUIZ CRUZ y M. A. CABALLERO LÓPEZ LENDÍNEZ	284
Características mineralógicas, genéticas y distribución de los minerales de la fracción fina del Trías de la Cordillera Ibérica. IV) Minerales interestratificados, por M. ^a DOLORES RUIZ CRUZ y M. A. CABALLERO LÓPEZ LENDÍNEZ...	409
Estudio mineralógico de las calizas cristalinas del Puerto de Somosierra (provincia de Segovia), por S. LEGUEY JIMÉNEZ, J. CASAS SÁINZ DE AJA, J. A. MEDINA NÚÑEZ y M. A. HOYOS GUERRERO	528
Tectónica de placas y volcanismo, por J. LÓPEZ RUIZ	613

INDICE DE AUTORES

(Tomo LXXXVII. Año 1976. Fascículos primero a sexto)

	Páginas
ALVARO, M.: Nota sobre la presencia de dos esquistosidades en el Cretácico inferior de Bilbao (Cordillera Vasco-cantábrica)	453
APALATEGUI, O., y MARTÍNEZ GARCÍA, E.: Las fases de deformación en el Sinclinal de Baralla (Lugo, NW de España)	365
BUXANT, P.: Etude géologique de la région de Barruecopardo et de ses minéralisations de tungstène (province de Salamanca)	119
CABALLERO LÓPEZ LENDÍNEZ, M. A., y RUIZ CRUZ, M. ^a DOLORES: Características mineralógicas, genéticas y distribución de los minerales de la fracción fina del Trías de la Cordillera Ibérica. I) Caolinita y Dickita	47
CABALLERO LÓPEZ LENDÍNEZ, M. A., y RUIZ CRUZ, M. ^a DOLORES: Características mineralógicas, genéticas y distribución de los minerales de la fracción fina del Trías de la Cordillera Ibérica. II) Ilita y Mica	177
CABALLERO LÓPEZ LENDÍNEZ, M. A., y RUIZ CRUZ, M. ^a DOLORES: Características mineralógicas, genéticas y distribución de los minerales de la fracción fina del Trías de la Cordillera Ibérica. III) Clorita, Montmorillonita y Vermiculita	284
CABALLERO LÓPEZ LENDÍNEZ, M. A., y RUIZ CRUZ, M. ^a DOLORES: Características mineralógicas, genéticas y distribución de los minerales de la fracción fina del Trías de la Cordillera Ibérica. IV) Minerales interestratificados.	409
CALZADA, S., y DELANCE, J. H.: Sobre Homeorhynchia batalleri (Dubar, 1931). Braquiópodo del Toarciense	583
CASANOVAS CLADELLAS, M. ^a LOURDES: Locotipos de mamíferos y estado actual de las formas nuevas del terciario español	226
CASAS SAINZ DE AJA, J. A.; LEGUEY JIMÉNEZ, S.; MEDINA NÚÑEZ, J. A., y HOYOS GUERRERO, M. A.: Estudio mineralógico de las calizas cristalinas del Puerto de Somosierra (provincia de Segovia)	528
CRUZ REYES, J. L., y JIMÉNEZ FUENTES, E.: Los sistemas de fracturas del Valle del Jerte (Cáceres). Consideraciones sobre su evolución durante el Cenozoico	255
DELANCE, J. H., y CALZADA, S.: Sobre Homeorhynchia batalleri (Dubar, 1931). Braquiópodo del Toarciense	583
GAIBAR PUERTAS, C.: Sobre el cálculo, puntos de aplicación y dificultades interpretativas de las anomalías Bouguer de la pesantez	144
GAIBAR PUERTAS, C.: Variaciones del espesor crustal y grado de equilibrio isostático asociables a las anomalías Bouguer en la España peninsular	371

	Páginas
GAIBAR PUERTAS, C.: Predicción de las anomalías de la pesantez en la Península Ibérica	490
GARCÍA MONDÉJAR, J., y PUJALTE, V.: Rasgos estratigráficos y tectónicos de la cuenca del río Besaya, entre Reinosa y los Corrales de Buelna (provincia de Santander)	571
GARZÓN RUIPÉREZ, J.: Reactores nucleares fósiles	402
GARZÓN RUIPÉREZ, L.: Posibilidades de utilización del Rn y ThB en la predicción de terremotos	607
GUTIÉRREZ ELORZA, M., y PEÑA MONNE, J. L.: Glacis y terrazas en el curso medio del río Alfambra (provincia de Teruel)	561
HOYOS GUERRERO, M. A.; LEGUEY JIMÉNEZ, S.; CASAS SAINZ DE AJA, J.; MEDINA NÚÑEZ, J. A.: Estudio mineralógico de las calizas cristalinas del Puerto de Somosierra (provincia de Segovia)	528
JIMÉNEZ FUENTES, E., y CRUZ REYES, J. L.: Los sistemas de fracturas del Valle del Jerte (Cáceres). Consideraciones sobre evolución durante el Cenozoico.	255
LEGUEY JIMÉNEZ, S.; CASAS SAINZ DE AJA, J.; MEDINA NÚÑEZ, J. A., y HOYOS GUERRERO, M. A.: Estudio mineralógico de las calizas cristalinas del Puerto de Somosierra (provincia de Segovia)	528
LILLO BEVIA, J.: Sobre algunos APTYCHI del sur de Alicante	13
LILLO BEVIA, J.: Ammonites del Oxfordense Superior y Kimmeridgense de la Sierra de Crevillente (Alicante)	462
LINARES GIRELA, L.: Datos sobre las series Jurásico Cretácicas en el sector Peñas de San Pedro-Chinchilla de Montearagón (provincia de Albacete) ...	355
LÓPEZ RUIZ, J.: Tectónica de placas y volcanismo	613
LÓPEZ VERA, F., y SAIZ GARCÍA CUENCA, J.: Evaluación de recursos hídricos subterráneos en regiones kársticas semiáridas	274
LUNAR HERNÁNDEZ, R., y SIERRA LÓPEZ, JOSEFINA: XXX. Aplicaciones del microvideomat a la investigación de yacimientos minerales	266
MARTÍNEZ ALVAREZ, J. A., TORRES ALONSO, M.: Características geológicas de los depósitos del Cuaternario en la zona central de Asturias (Región de Pravia, Cornellada, Oviedo, Sama de Langreo, Sariego, Gijón y Avilés) ...	32
MARTÍNEZ GARCÍA, E., y APALATEGUI, O.: Las fases de deformación en el Sinclinal de Baralla (Lugo, NW de España)	365
MEDINA NÚÑEZ, J. A.; LEGUEY JIMÉNEZ, S.; CASAS SAINZ DE AJA, J., y HOYOS GUERRERO, M. A.: Estudio mineralógico de las calizas cristalinas del Puerto de Somosierra (provincia de Segovia)	528
PEDRAZA GILSANZ, J. DE: Algunos procesos morfogenéticos recientes en el valle del río Alberche (sistema central español). La depresión de Aldea del Fresno-Almorox	1
PEÑA MONNE, J. L., y GUTIÉRREZ ELORZA, M.: Glacis y terrazas en el curso medio del río Alfambra (provincia de Teruel)	561
PUJALTE, V.: Posibilidad de una nueva división estratigráfica de los sedimentos no marinos del Jurásico superior y Cretácico inferior, en la provincia de Santander	101

	Páginas
PUJALTE, V., y GARCÍA MONDÉJAR, J.: Rasgos estratigráficos y tectónicos en la cuenca del río Besaya, entre Reinosa y los Corrales de Buelna (provincia de Santander)	571
RAMÍREZ COPEIRO DEL VILLAR, J.: Horizontes portadores de mineralización (sulfuros y manganeso) en la zona de El Castillo de las Guardas, de la Faja Pirítica del SO de España. (Parte I. Control Estratigráfico)	480
RAMÍREZ COPEIRO DEL VILLAR, J.: Horizontes portadores de mineralización (sulfuros y manganeso) en la zona de El Castillo de las Guardas, de la Faja Pirítica del SO de España (Parte II. Control Estructural)	593
RUIZ CRUZ, M. ^a DOLORES, y CABALLERO LÓPEZ LENDÍNEZ, M. A.: Características mineralógicas, genéticas y distribución de los minerales de la fracción fina del Trías de la Cordillera Ibérica. I) Caolinita y Dickita	47
RUIZ CRUZ, M. ^a DOLORES, y CABALLERO LÓPEZ LENDÍNEZ, M. A.: Características mineralógicas, genéticas y distribución de los minerales de la fracción fina del Trías de la Cordillera Ibérica. II) Ilita y Mica	177
RUIZ CRUZ, M. ^a DOLORES, y CABALLERO LÓPEZ LENDÍNEZ, M. A.: Características mineralógicas, genéticas y distribución de los minerales de la fracción fina del Trías de la Cordillera Ibérica. III) Clorita, Montmorillonita y Vermiculita	284
RUIZ CRUZ, M. ^a DOLORES, y CABALLERO LÓPEZ LENDÍNEZ, M. A.: Características mineralógicas, genéticas y distribución de los minerales de la fracción fina del Trías de la Cordillera Ibérica. IV) Minerales interestratificados.	409
RUIZ GARCÍA, CASILDA: Génesis de los depósitos de hierro del suroeste de la provincia de Badajoz: mina "Monchi"	15
SÁENZ DE SANTA MARÍA, F.: Generalized Tertiary tectonics of the Iberian Peninsula	456
SAIZ GARCÍA CUENCA, J., y LÓPEZ VERA, F.: Evaluación de recursos hídricos subterráneos en regiones Kársticas semiáridas	274
SIERRA LÓPEZ, JOSEFINA, y LUNAR HERNÁNDEZ, R.: Aplicaciones del microvideomat a la investigación de yacimientos minerales	266
TORRES ALONSO, M., y MARTÍNEZ ALVAREZ, J. A.: Características geológicas y geotécnicas de los depósitos del Cuaternario en la zona central de Asturias (Región de Pravia, Cornellana, Oviedo, Sama de Langreo, Sario, Gijón y Avilés)	32
UBANELL, A. G.: Nota sobre "Un dique de tendencia sienítica en la provincia de Avila"	223
VÁZQUEZ RAMONICH, E.: Variación de las resistencias a tracción y compresión de areniscas de la región catalana en función de su porosidad y grado de saturación	170
VILLENA, J.: Estudio geológico de un sector de la Cordillera Ibérica comprendido entre Molina de Aragón y Monreal (provincias de Guadalajara y Teruel) (Paleozoico)	329

NORMAS PARA LOS AUTORES



Los trabajos que se reciban para su publicación en el **BOLETÍN GEOLOGICO Y MINERO** serán revisados para decidir si procede su publicación.

Los autores deberán atenerse a las siguientes normas:

Texto.

Se entregará mecanografiado a doble espacio por una sola cara y con amplios márgenes. Este texto se considerará definitivo y en él será marcado la fecha de recepción y prioridad.

Cuando en el trabajo se acompañen figuras, cuadros y fotografías, el autor deberá dejar un pequeño espacio con indicación del lugar donde han de intercalarse si es posible.

Todos los trabajos en lengua castellana irán precedidos de un breve resumen en español e inglés o francés. Los de idiomas extranjeros lo llevarán en su idioma y también en español.

En todo momento los autores conservarán una copia del texto original.

Bibliografía.

Se incluirá al final de cada trabajo la relación de las obras consultadas por orden alfabético de autores, empleándose las normas y abreviaturas usuales.

En casos excepcionales se podrá citar alguna obra no consultada.

Parte gráfica.

Los originales de figuras, cuadros y fotografías se entregarán aislados, indicándose en ellos el título del trabajo, nombre del autor y número de

la ilustración. La parte gráfica vendrá preparada para ser reproducida a las anchuras máximas de 80 mm. (una columna) y 170 mm. (doble columna). Se evitará en lo posible la inclusión de encartes, así como se reducirá a lo indispensable el número de figuras y fotografías. En las ilustraciones a escala, ésta se expresará solamente en forma gráfica, con objeto de evitar errores en caso de reducir el original. Todas las figuras irán numeradas correlativamente según su orden de inserción.

Pruebas.

Serán enviadas a los autores para que realicen las correcciones de erratas de imprenta producidas en la composición, no admitiéndose modificaciones ni adiciones al texto original.

Las pruebas serán devueltas por el autor en el plazo máximo de quince días, pasados los cuales la Redacción decidirá entre retrasar el trabajo o realizar ella misma la corrección, declinando la responsabilidad por los errores que pudieran persistir.

Los originales de texto y figuras quedarán en poder de la Redacción.

Tiradas aparte.

Se asignan 25 tiradas aparte con carácter gratuito por trabajo publicado. Cuando el autor desee un número mayor del indicado deberá 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

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, 300 ptas.

ULTIMOS VOLUMENES PUBLICADOS

Monografías de sustancias minerales:

Antimonio, Barita, Circonio, Esquistos bituminosos, Litio, Niobio, Sal gema y Tántalo.

Monografías de rocas industriales:

Arenas y gravas; Asbestos, talco y pirofilita; Bauxita y laterita; Dunita y olivino; Pizarras; Rocas silicoaluminosas; Vidrios volcánicos.

SERVICIO DE PUBLICACIONES, MINISTERIO DE INDUSTRIA

c. Claudio Coello, 44. MADRID (1)..

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. MADRID (3).

ESTADISTICA DE CONSUMO
Y DISTRIBUCCION DE
CARBONES 1973



SERVICIO DE PUBLICACIONES - MINISTERIO DE INDUSTRIA
Claudio Coello, 44 - Teléf. 276 20 01 - 276 22 01 - MADRID-1

Al servicio de la Perforación desde 1954

Le resuelve cualquier
problema de perforación.

SONDEOS:

PARA MINERIA.

PARA ALUMBRAMIENTO DE AGUA.

ESTRATIGRAFICOS.

PARA EVACUACION DE AGUAS RESIDUALES.
ESPECIALES.

- Personal altamente experimentado.
- Profundidades hasta 2.000 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.

DELEGACION EN:

LAS PALMAS DE GRAN CANARIA



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.**



Ibergesa

**Ibérica de Especialidades
Geotécnicas, S.A.**

Juan Ramón Jiménez, 22, 4º, dcha.
Teléf. 458 75 58 Madrid-16

ESTUDIOS DE:

Geología

Minería

Geofísica

Geotecnia

Hidrogeología

Análisis de materiales

Sondeos



AUGESA

Carretera de Francia, km. 12,200

Tel. 7 34 55 09

geofísica

sondeos

laboratorio de análisis químico

laboratorio de concentración de menas