

En este número:

- Propuesta de un nuevo modelo tectónico general para las Cordilleras Béticas.
- La estructura del manto del Esla (Cordillera Cantábrica, León).
- Visión general del Neógeno y el Cuaternario mediterráneos en relación con la prospección de lignitos.
- Estudio de la mineralización de la Galena-Baritina en el paleocaliche del Trías basal de La Carolina, Jaén (España).
- Datación por el método Rb-Sr de los granitos de Lumbrales-Sobradillo y Villar de Ciervos-Puerto Seguro.

15 JUL. 1981

REVISTA BIMESTRAL DEL IGME FUNDADA EN 1874

T. XCII, Primer Fascículo. Enero-Febrero 1981

boletín geológico y minero

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





Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras, S. A.

**EXPLORACION,
INVESTIGACION E
INGENIERIA DE
DESARROLLO DE
RECURSOS DEL
SUBSUELO**

- Geológicos.
- Minerales.
- Hidrogeológicos.
- Geotérmicos.
- Geotécnicos.

**PROTECCION
DEL MEDIO**

- Tratamiento de residuos sólidos urbanos e industriales.
- Ordenación geológica de la infraestructura para el desarrollo regional.

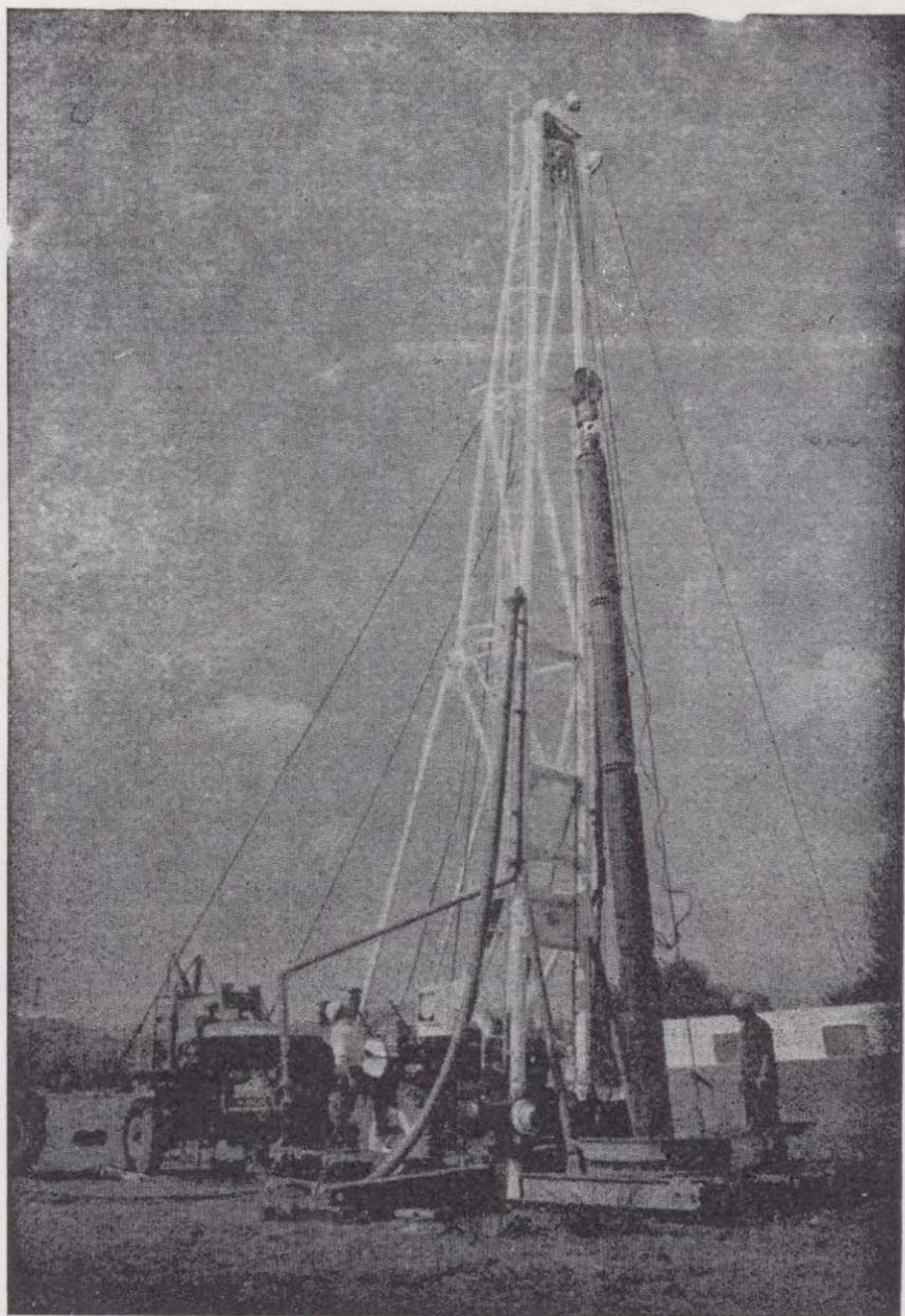
**FINANCIACION
DE INVERSIONES**

- Planificación.
- Investigación. (interior y exterior).
- Revalorización de los recursos naturales.

**SERVICIOS
ESPECIALIZADOS EN:**

- Geología.
- Geofísica.
- Geoquímica.
- Geotécnica y Geomecánica.
- Mineralogía y Metalquímica.
- Mineralurgia.
- Hidrogeología.
- Geomatématica.
- Planta piloto de residuos sólidos urbanos.
- Planta piloto de concentración de minerales.
- Documentación.
- Economía mineral.
- Sondeos.

DOMICILIO SOCIAL : Serrano, 116 - Telf. 262 41 10 - MADRID-6
CENTRO DE INVESTIGACION "JUAN GAVALA": Ctra. de Andalucía, Km. 12 - Telf. 797 34 00
Télex 42083 - geo-e - GETAFE (MADRID).



ALUMBRAMIENTO DE AGUAS SUBTERRANEAS

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

Sondas de circulación directa e inversa.

Filtros especiales que garantizan el agua limpia de arena.

Instalación de piezómetros.

Instalaciones completas de pozos y bombas sumergibles.

Equipos propios de aforo y limpieza.

Reacondicionamiento de pozos arenados.

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

Acidificaciones.

AGUA Y SUELO, S. A.

Dr. Fleming, 3 - 5.º piso

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

M A D R I D - 1 6

SONDEOS DE RECONOCIMIENTO

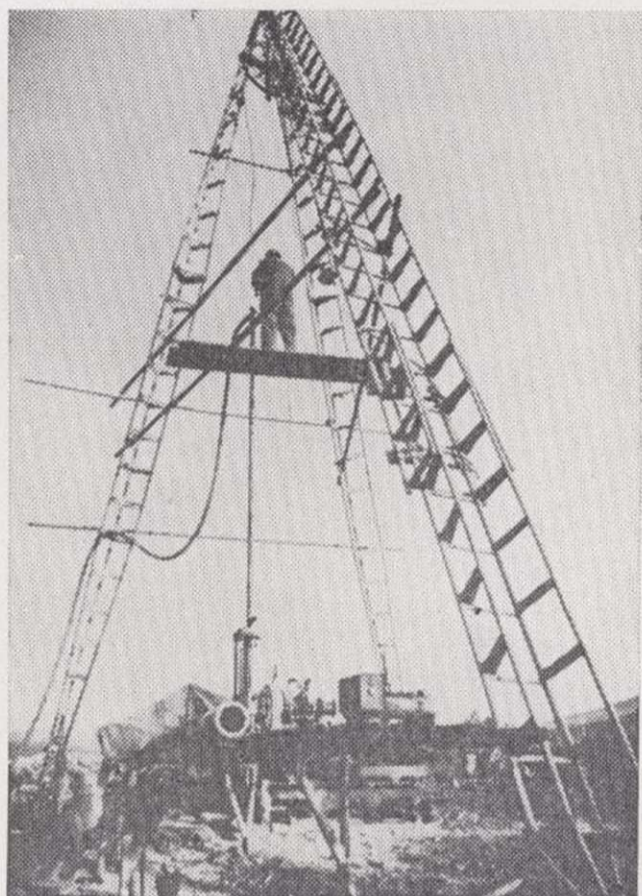
Sondas LONGYEAR y CRAELIUS con equipos de perforación «Wire-Line System».

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

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

IBÉRICA DE SONDEOS, S. A.

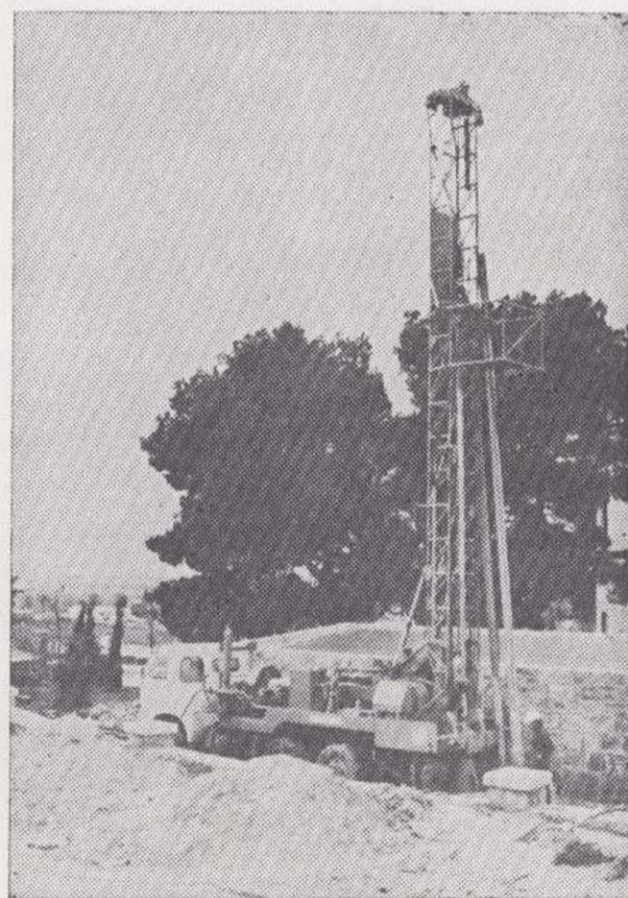
Al servicio de la Perforación desde 1954



Le resuelve cualquier
problema de perforación.

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

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

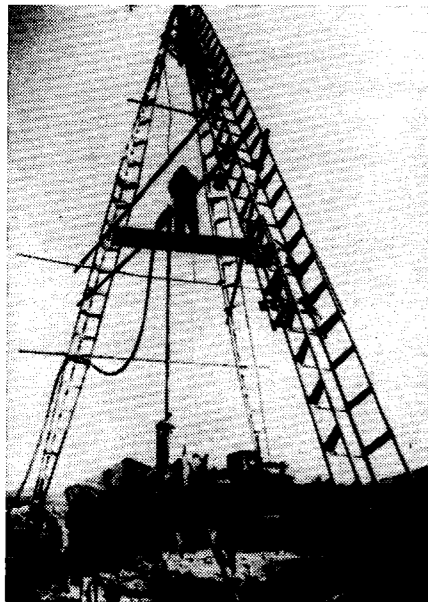


**LOPEZ DE HOYOS, 13, 1.º
TELF. 261 08 07-MADRID-6**

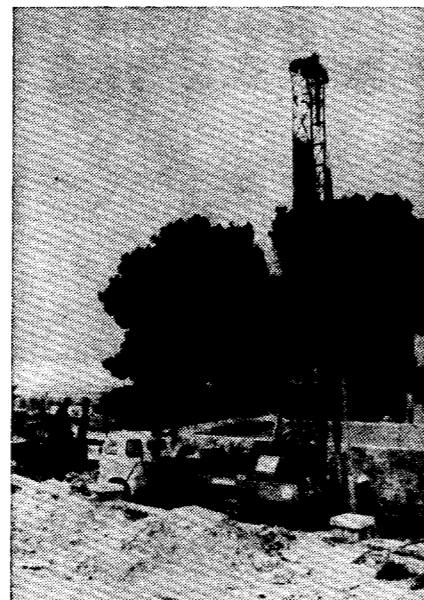
IBÉRICA DE SONDEOS, S. A.

Al servicio de la Perforación desde 1954

Le resuelve cualquier
problema de perforación



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



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

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

GEOTEHIC, S. A.

INGENIEROS CONSULTORES

ESTUDIOS DE:

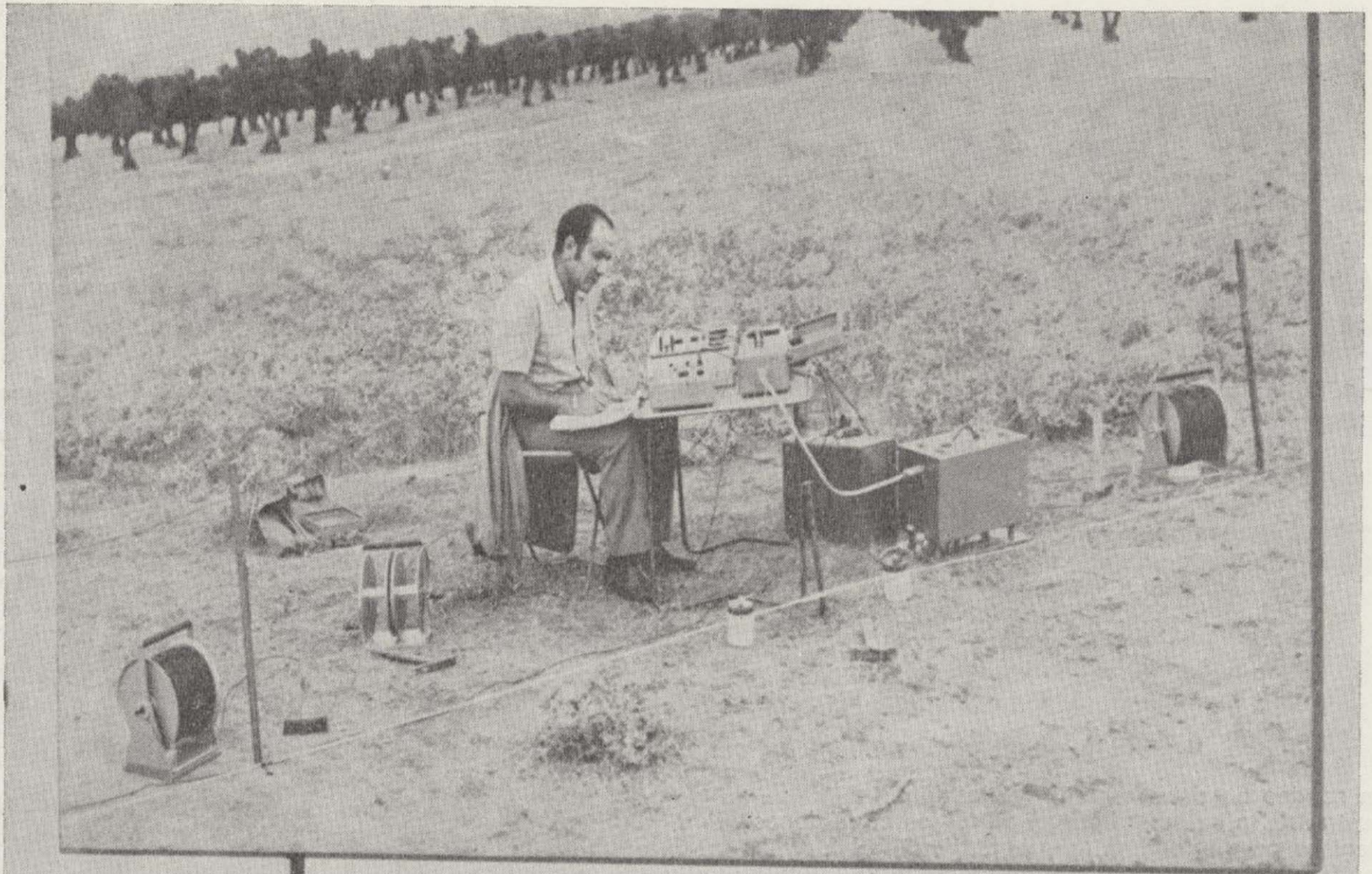
- GEOLOGIA.
- GEOFISICA.
- GEOTECNIA.
- HIDROLOGIA.
- INGENIERIA CIVIL.
- CALCULO ELECTRONICO.
- PETROGRAFIA-METALOGENIA.
- PROYECTOS MINEROS.
- CONTROL DE COSTOS.

General Mola, 210, 1.º D — Teléfonos 250 18 03 - 45 — MADRID-2

GEOTRON, S. A.

INSTRUMENTAL DE GEOFISICA

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



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

POLARIZACION ESPONTANEA

POLARIZACION INDUCIDA

MEDIDORES DE CONDUCTIVIDAD

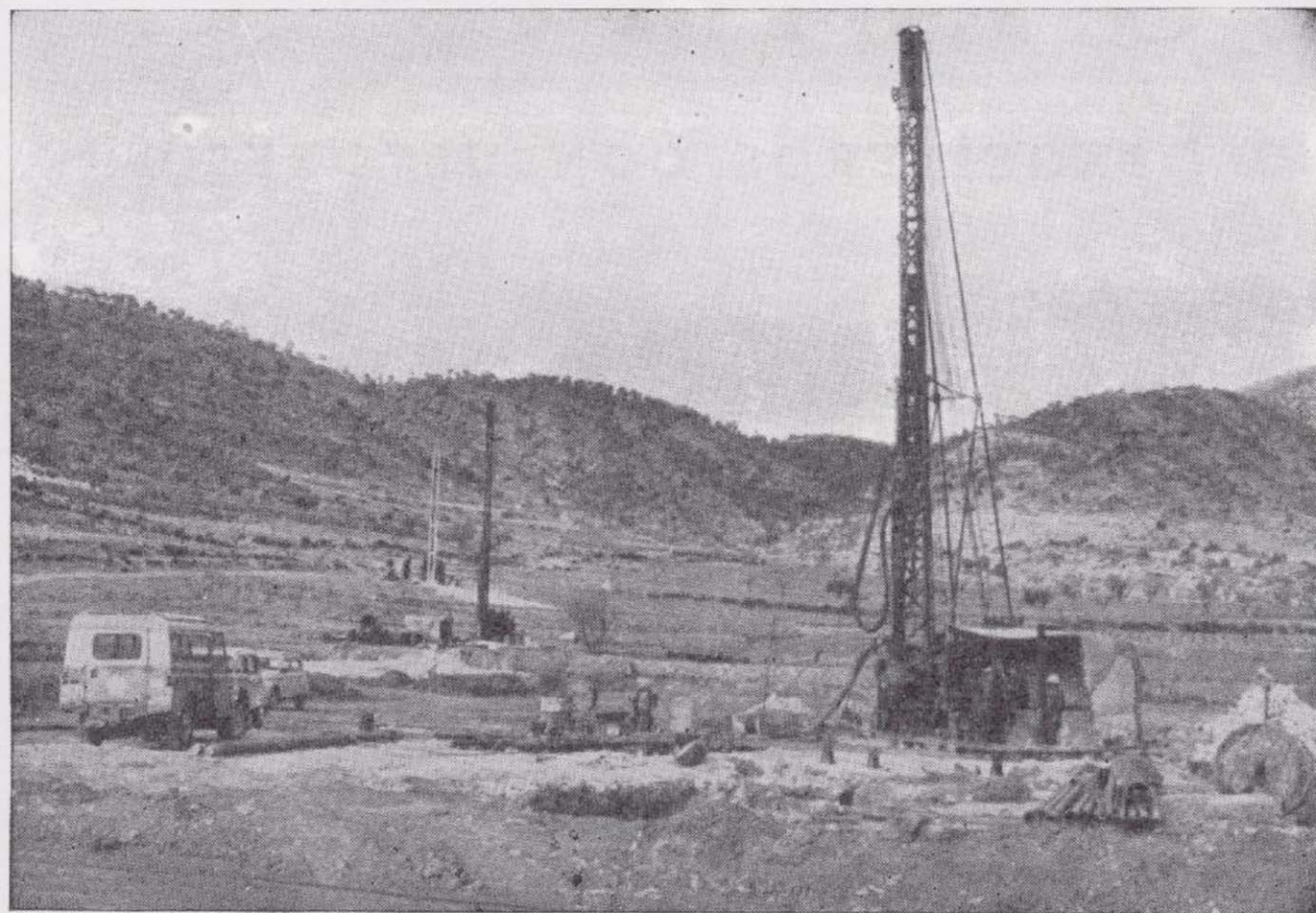
HIDRONIVELES ELECTRICOS

CONTROL AVANCE DE SONDEOS

TESTIFICADORES ELECTRICOS
(potencial - resistividad y rayos gamma)

MAGNETOMETROS

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)



Vegarada profundiza en su problema de agua y lo soluciona.

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



 **Vegarada**

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



Pb-10

Tomo 92

Fascículo I

Enero - Febrero 1981

Boletín Geológico y Minero

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

SUMARIO

Geología	F. JEREZ MIR: Propuesta de un nuevo modelo tectónico general para las Cordilleras Béticas	1
	M.ª L. ARBOLEYA: La estructura del manto del Esla (Cordillera Cantábrica, León)	19
	GERD LÜTTIG: Visión general del Neógeno y el Cuaternario mediterráneos en relación con la prospección de lignitos ...	41
Minería	A. PINEDA, P. GUMIEL y E. VINDEL: Estudio de la Mineralización de Galena-Baritina en el paleocaliche del Trías basal de La Carolina, Jaén (España)	53
Estudio de minerales y rocas	J. GARCÍA GARZÓN y J. LOCUTURA: Datación por el método Rb-Sr de los granitos de Lumbrales-Sobradillo y Villar de Cierros-Puerto Seguro	68
Información	Noticias.—Notas bibliográficas	73

DIRECCION Y REDACCION

Ríos Rosas, n.º 23 - Madrid-3

Teléfono 441 70 67

ADMINISTRACION

Doctor Fleming, 7 - Madrid-16

Teléfono 250 02 03

IGME

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



SERVICIO DE PUBLICACIONES — MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

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

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

EXPLICACION DE LA PORTADA

Pseudonódulo en un tramo flischoide de la Serie de Cándana.
Embalse de Pilotuerto, Río Narcea, Asturias.

Foto: J. R. Parga

ISSN 0366 - 0176
Depósito legal: M. 3.279 - 1958

Imprenta IDEAL - Chile. 27 - Teléf. 259 57 55 - Madrid-16

Propuesta de un nuevo modelo tectónico general para las Cordilleras Béticas (*)

Por F. JEREZ MIR (**)

R E S U M E N

En los últimos diez años, el autor ha intentado una síntesis geológica de las Cordilleras Béticas. El resultado es un nuevo modelo tectónico general de carácter plurifásico y un distinto concepto sobre la estructura y paleogeografía de aquéllas.

El Subbético del sector oriental presentaba, al final del Aquitaniense, una estructura en abanico, divergente y asimétrica, con dos niveles de mantos (arriba, el Subbético Medio, y abajo, el Subbético Externo e Interno). En el Subbético de los sectores central y occidental dicha estructura es aún más asimétrica, pues su rama septentrional se mantiene aproximadamente igual, mientras que en la rama meridional los cabalgamientos del Subbético hacia el Sur son de bastante menor envergadura.

El arco tectónico de Gibraltar fue también un arco paleogeográfico, aunque mucho más abierto que el actual. El Subbético Medio y Externo tienen su equivalente en las facies margosas del Prerif. s. str. El Subbético Interno (Mencal-Zegrí) pasa, lateralmente, a las Unidades de San Cristóbal-Almarchal-Tánger y, transversalmente hacia el Sur, al conjunto de la Alta Cadena (excluida la U. Ronda-Torcal) que es, a su vez, un equivalente lateral de las Escamas de Boyar. Todas las Unidades acabadas de citar, son consideradas, por otra parte, como substrato de los flyschs cretácicos. La Alta Cadena y las Escamas de Boyar pasan, transversalmente, hacia el Sur, al Penibético de Ronda-Torcal. Este último pasa, transversalmente hacia el Sur, a las Unidades de Camarote-Parda-Relamar, también consideradas, por otro lado, como substrato de los flyschs cretácicos y estas últimas pasan, en la misma dirección y sentido anterior, a las Unidades del tipo Robledo-Caballo blanco, con Neocomiense blanco esquistoso.

Todas las unidades citadas, situadas al interior del Subbético Interno, son incluidas en el dominio de la Dorsal s. lato que se divide en Dorsal Externa (Subbética y Penisubbética), Dorsal Media o Penibética, Dorsal Intermedia y Dorsal Bética s. str. o Interna.

La Dorsal Interna pasa, transversalmente hacia el Sur, al dominio Maláguide. El conjunto Dorsal (s. lato)-Maláguide constituía el borde externo de las Zonas Internas. Dicho conjunto se caracteriza por haber sido fuertemente afectado, al contrario que el Subbético, por la fase fini-Luteciense que dio lugar a un depósito, de edad Eoceno Superior-Aquitaniense, relativamente homogéneo y con caracteres de flysch más o menos acentuados, a todo lo largo (desde Murcia hasta Algeciras, prolongándose en África) y ancho del citado conjunto Dorsal-Maláguide. En esa homogeneidad se fundamenta la diferenciación, dentro de las Zonas Internas o Zona Bética s. str., de una Subzona Intermedia, exactamente superpuesta sobre el conjunto Dorsal-Maláguide. A consecuencia de ello, el Penibético de Ronda-Torcal y otras unidades parecidas a este último, situadas en posición más oriental (Sierra Gorda, Sierra Harana, Sierra de María y Sierra Norte de Mallorca) que han sido generalmente incluidas en la Zona Subbética son adscritas aquí a las Zonas Internas y, en consecuencia, no se consideran ligadas directamente a la placa ibérica o europea.

Por medio de mapas y cortes estructurales, el autor expone una disección completa de la estructura de las Cordilleras Béticas.

R E S U M E

Au cours des dix dernières années, l'auteur a recherché une nouvelle synthèse géologique des cordillères bétiques. Le résultat est un nouveau modèle tectonique général de caractère pluriphásique et une conception différente de leur structure et de leur paléogéographie.

Le Subbétique du secteur oriental présentait, à la fin de l'Aquitaniense, une structure en éventail, divergente

(*) Presentado en el XXVI Congreso Geológico Internacional. París, 7-17 julio 1980. Sección 05: Tectónica.

(**) E. N. Adaro. Madrid, España.

et asymétrique avec deux niveaux de nappes (au-dessus, le Subbétique moyen et, au dessous, le Subbétique externe et interne). Dans le Subbétique des secteurs central et occidental, cette structure est encore plus asymétrique, du fait que sa branche septentrionale reste à peu près constante tandis que, dans sa branche méridionale, les chevauchements du Subbétique vers le Sud sont de moindre envergure.

L'arc tectonique de Gibraltar fut aussi un arc paléogéographique mais beaucoup plus ouvert que l'actuel. Les Subbétiques moyen et externe ont leur équivalent dans les faciès marneux du Prérif s. str. Le Subbétique interne (Mencal-Zegri) passe latéralement aux Unités de San Cristóbal-Almarchal-Tanger et, transversalement vers le Sud, à l'ensemble de la Haute Chaîne (sauf l'Unité de Ronda-Torcal) qui constitue à son tour un équivalent latéral des Ecaïlles de Boyar. Toutes ces unités, d'autre part, sont considérées comme le substratum des flysch crétacés. La Haute Chaîne et les Ecaïlles de Boyar passent, transversalement vers le Sud, au Pénibétique de Ronda-Torcal. A son tour, celui-ci passe, transversalement vers le Sud, aux Unités de Camarote Parda-Relamar (également considérées, d'autre part, comme le substratum des flyschs crétacés), lesquelles sont relayées par les Unités du type Robledo-Caballo blanco, avec un Nécomien schisteux blanc.

Toutes les unités mentionnées, situées à l'intérieur du Subbétique interne, sont incluses dans le domaine de la Dorsale s. lat. qui se divise en Dorsale externe (Subbétique et Pénisubbétique), Dorsale moyenne (ou Pénibétique), Dorsale intermédiaire, et Dorsale bétique s. str. (ou interne).

La Dorsale interne passe transversalement vers le Sud, au domaine malaguide. L'ensemble Dorsale (s. lato)-Malaguide constituait le bord externe des Zones Internes. La caractéristique de cet ensemble est d'avoir été fortement affecté, contrairement au Subbétique, par la phase fini-Lutécienne qui donna lieu à un dépôt, d'âge Eocene supérieur-Aquitanién, relativement homogène et avec des caractères de flysch plus ou moins accentués, et présent sur toute son étendue (de Murcia à Algésiras, avec prolongement en Afrique). C'est sur cette homogénéité que se fonde la différenciation, dans les Zones Internes ou Zone Bétique s. str. d'une Sous-Zone Intermédiaire, exactement superposée à l'ensemble Dorsale-Malaguide. En conséquence, le Pénibétique de Ronda-Torcal et d'autres unités semblables à celui-ci, mais situées plus à l'Est (S. Gorda, S. Harana, S. de María et S. Norte de Majorque), et qui ont été généralement incluses dans la Zone Subbétique, sont rattachées ici aux Zones Internes et, en conséquence, ne sont pas considérées comme étant directement liées à la plaque ibérique ou européenne.

Au moyen de cartes et de coupes structurales, l'auteur présente une dissection complète de la structure des Cordillères bétiques.

1. PRESENTACION

El presente trabajo constituye un complemento o segundo avance y también una puesta a punto, con respecto a las conclusiones provisionales expresadas por el autor en su última publicación titulada: «Contribución a una nueva síntesis de las Cordilleras Béticas».

Dichas conclusiones forman parte de mi Tesis doctoral, en curso de realización, sobre el tema de las relaciones estratigráficas, tectónicas y paleogeográficas entre las Zonas Internas y Externas de las Cordilleras Béticas, área en la que he trabajado, de forma continuada, desde hace diez años.

2. INTRODUCCION

Las bases fundamentales del presente trabajo son los tres Mapas de Síntesis, a escala original 1:300.000 que acompañan al texto, unido a sus cortes estructurales interpretativos, a la misma escala.

Desde el punto de vista geográfico, los citados mapas ocupan, respectivamente: el Sector Oriental en s. str. (desde el meridiano de Murcia hasta

el río Guadiana Menor), el Sector Central (desde el citado río hasta el meridiano de Antequera, aproximadamente) y el Sector Occidental (desde dicho meridiano hasta el Océano Atlántico). No se presenta Mapas del Sector Extremo-Oriental (desde el meridiano de Murcia hasta el Mar Mediterráneo), ni tampoco del Sector Insular (Ibiza, Mallorca y Menorca) de la cordillera, entre otras razones porque en estos dos últimos sectores todas las transversales (salvo, medianamente, la de Mallorca) son, por diversos motivos, bastante incompletas. No obstante, ello no es obstáculo para que, a veces, se pueda hacer referencias, descripciones o correlaciones respecto de los dos sectores acabados de citar.

Desde el punto de vista geológico, tanto en los mapas como en el texto se ha prestado una mayor atención a la Zona Subbética, a los dominios Dorsal y Malaguide y a la Subzona Intermédia extendida indistintamente sobre estos dos últimos. Así pues, la Zona Prebética, los dominios Alpujarride y Nevado-Filábride y también los Terrenos Post-Mantos constituyen aquí más bien un marco de referencia, eso sí, ciertamente imprescindible para la obtención de una idea global sobre las distintas transversales de la cordillera. En lo que se refiere a la terminología, el autor se ha dejado llevar por la idea de respetar al

máximo la nomenclatura ya existente, pero ello, con dos limitaciones.

La primera se deriva del hecho, tan frecuente en la bibliografía, de la existencia de uno o más términos diferentes (definidos, en cada transversal, por el autor correspondiente) aplicados a sujetos que una gran parte de los autores, incluido el que suscribe, consideran como más o menos similares desde el punto de vista estratigráfico-paleogeográfico. Y, recíprocamente, ocurre que, a veces, un mismo término ha sido empleado para designar dominios con características muy desiguales, según cada autor. En ambos supuestos he optado, generalmente, por utilizar una única denominación y para ello he elegido entre las ya existentes aquella que me ha parecido más adecuada desde un punto de vista global.

La segunda limitación se deriva de lo que sería la «idea global» que cada autor tenga sobre la cordillera. Es evidente que la terminología debe responder y, de hecho responde, a una idea general y previa sobre la macroestructura del orógeno y, lógicamente, si aquella idea cambia, esa terminología debería también cambiar. Esto último es el caso que me ocurre, concretamente, en relación con cuestiones de orden general, tales como la situación del límite entre las Zonas Externas e Internas (que yo ubico bastante más al Norte de la posición señalada comúnmente, al incluir dentro de ellas al Pénibético y otras unidades aún más externas, directamente relacionadas con él) y la definición, dentro de las citadas en segundo lugar, de una Subzona Intermédia o conjunto Dorsal-Malaguide.

3. CARACTERISTICAS ESTRATIGRAFICAS GENERALES

LOS TERRENOS POST-MANTOS

Este epígrafe se refiere a todos los terrenos depositados posteriormente a los últimos fenómenos importantes de corrimiento (excluido el fenómeno de carácter más bien tectosedimentario, del olistostroma intratortoniense superior del Guadalquivir) que afectaron, fundamentalmente a la mitad septentrional del Subbético, en menor medida al Prebético meridional (Ibiza) y, en extremo, a ciertas unidades asimilables a la Dorsal (Sierra Norte de Mallorca).

Estrictamente hablando debería, pues, incluirse aquí los terrenos depositados en el período Serravaliense 2-Cuaternario. Sin embargo, consideramos también bajo este epígrafe los materiales del intervalo Langhiense 2-Serravaliense 1 puesto que, aunque están afectados por una fase de plegamiento (precisamente de edad intraserravaliense) se encuentran, en general, sellando las superficies de corrimiento a que nos estamos refiriendo.

Los terrenos post-mantos se han depositado en las denominadas Depresiones Interiores y en la Depresión del Guadalquivir, de carácter marginal.

La distribución de las citadas depresiones y la forma de sus contornos revela una orientación aberrante o renegante con respecto a lo que se entiende por directrices béticas de plegamiento. Esta última afirmación no está en contradicción, sin embargo, con el hecho de que los perímetros de las cuencas principales donde aquellos materiales se depositaron coinciden, generalmente, con los trazados de importantes accidentes heredados de etapas tectónicas pretéritas. A menudo estos accidentes tuvieron el carácter de desgarre y pasaron, en esta nueva etapa, a funcionar como fallas normales que siguieron activas a todo lo largo del nuevo período de sedimentación.

En realidad muchas de estas Depresiones permanecieron más o menos comunicadas entre sí y, a su vez, con el mar abierto, hasta épocas relativamente recientes. Así, por ejemplo, las de Guadix-Baza y Granada quedaron ya aisladas hacia el final del Tortoniense, mientras que las de Almería y Cartagena-Alicante estaban aún en una buena parte cubiertas por el mar durante el Plioceno Superior.

Lo anterior está en relación con las facies de los terrenos post-mantos, pues si bien de estas últimas se infiere una fuerte dependencia de las circunstancias locales (sobre todo en cuanto a las áreas fuente, variables en función de la propia variabilidad de los terrenos de borde que limitan las distintas cuencas) existe, de hecho, la suficiente homogeneidad como para que puedan hacerse correlaciones relativamente fáciles y seguras entre distintas formaciones o grupos de formaciones de diferentes cuencas.

En el período Serravaliense 2-Tortoniense 1 (Tortoniense Inferior y Medio) cuyos terrenos

afloran, generalmente, sólo en los bordes de las grandes cuencas (v. gr.: Sierra de Cajal, al norte de la cuenca de Mula) son frecuentes las facies de calizas bioclásticas y conglomerados, con margas intercaladas, y nuevamente margas y areniscas hacia la parte superior.

En el Tortoniense Superior abundan los niveles muy potentes de conglomerados poligénicos y heterométricos, gruesas formaciones de margas y, también, niveles más delgados de calcarenitas. Particularmente, en la zona de la Serrata-Campo de Níjar se depositaron silixitas, seguramente por influencia del volcanismo, de edad inmediatamente anterior (Burdigaliense-Langhiense), surgiendo en el área del Cabo de Gata.

En el Andaluciense encontramos niveles de yesos masivos y, generalmente encima, unas margas blancas y rosadas con intercalaciones de conglomerados que muestran claras influencias continentales patentes en la presencia de nivelillos de lignito.

El Plioceno Inferior-Medio marino, que generalmente falta, estaría formado por margas arenosas.

El Plioceno Superior marino viene marcado por una transgresión con depósito de calcarenitas y calizas conglomeráticas, seguido de un episodio regresivo de conglomerados y gravas más o menos cementadas.

El Pliocuatenario ya es generalmente continental y consiste en arcillas y limos rojos con potentes intercalaciones conglomeráticas.

LOS TERRENOS INTER-MANTOS

Utilizamos esta denominación para los terrenos depositados anteriormente a los últimos fenómenos importantes de corrimiento citados más arriba, pero posteriormente a la estructuración fundamental de las Zonas Internas (mantos del Maláguide, Alpujarride y Nevado-Filábrides) y también después de los primeros fenómenos importantes de aloctonía (mantos de corrimiento, principalmente —aunque no exclusivamente— hacia el Norte y cabalgamientos —más generalizados hacia el Sur—) experimentados por el Subbético, los cuales tuvieron un carácter moderadamente divergente (más acentuado en el Sector Oriental s. str.) y asimétrico.

Dichos terrenos son, concretamente, de edad Burdigaliense Inferior y Burdigaliense Superior-Langhiense.

Los mismos se depositaron, fundamentalmente, al Norte y al Sur (más ampliamente al Norte que al Sur) de la Zona Subbética, es decir, sobre el Prebético y el borde septentrional de las Zonas Internas, si bien la formación superior (Burdigaliense Superior-Langhiense) abarcó un ámbito más grande y se depositó con relativa amplitud sobre el Subbético y las partes más meridionales de las Zonas Internas (Roquetas, Carboneras, etc.).

La distribución anterior, aunque no guarda una relación espacial tan dependiente de las directrices de plegamiento béticas, tal como la de los terrenos más antiguos (Aquitaniense a Trías) está, por otro lado, muy lejos de ser una disposición tan renegante de las citadas directrices como la presentada por los terrenos post-mantos. A nuestro modo de ver, aquella distribución es la propia de los terrenos que se depositan en la etapa tardigeosinclinal.

En cuanto a las facies, lógicamente varían dependiendo de diversas circunstancias pero, en general, poseen suficientes elementos comunes y niveles característicos mejor o peor desarrollados, no necesariamente contemporáneos, tales como las «silixitas» y «moronitas» o «albarizas».

En Mallorca, Ibiza y al norte de la Zona Subbética, sobre el Prebético de Alicante, Murcia y Jaén, las facies más corrientes son, en el Burdigaliense Inferior, de calizas de algas y, en el Burdigaliense Superior-Langhiense 1 de margas más o menos silíceas, a menudo con niveles de calizas bioclásticas.

Más hacia el Oeste (sur de la Depresión del Guadalquivir) se extienden las «moronitas» o «albarizas» de edad invariablemente Burdigaliense Superior-Langhiense (a excepción de las albarizas pertenecientes al Andaluciense) y parece faltar el Burdigaliense Inferior.

Al sur de la Zona Subbética, sobre el borde septentrional de las Zonas Internas, las facies son parecidas pero se diferencian de las más septentrionales en dos hechos fundamentales, que son: la ausencia de calizas de algas y, por el contrario, la presencia de abundantes elementos detríticos (sobre todo, restos de paleozoico) procedentes, en su mayor parte, de las citadas zonas.

Así, en el Sector Oriental s. str., el Burdigaliense Inferior (Formación Fuente —SOEDIONO, 1971—) apenas está representado y tiene facies de margas silixíticas. Por el contrario, el Burdigaliense Superior-Langhiense 1 de este sector está desarrollado con relativa amplitud (en facies de margas verdes con abundantes restos de paleozoico dispersos e intercalaciones conglomeráticas del mismo contenido detrítico, además de silixitas) al norte de Sierra Espuña y también en el Corredor de Vélez Rubio (Formación Espejos —SOEDIONO, 1971—, con facies de margas que incluyen olistostromas de Permotrias maláguide y Cretácico subbético).

En los Sectores Central y Occidental, al revés de lo anterior, el Burdigaliense Inferior parece mejor caracterizado y representado (Formación La Viñuela-Las Millanas —BOURGOIS et al, 1972—) y está constituido por brechas de paleozoico masivas, margas con silixitas y tufs volcánicos o bien (Formación Santana —MATHIS, 1974—) por estas últimas facies, pero acompañadas de conglomerados con cantos calizos del Jurásico en lugar de las brechas masivas.

El Burdigaliense Superior-Langhiense de estos dos últimos sectores está bien caracterizado al oeste de Cañete la Real, con silixitas en la base y arcillas con klipfes sedimentarios abundantes y de gran tamaño (facies de «arcillas con bloques»). Equivale a la Formación de Ortegicar (BOURGOIS, 1978; aunque este autor la data como Oligoceno) y a la Formación del Guadateba (CRUZ SAN JULIÁN, 1974) que, a mi modo de ver (y en ello coincido con este último autor), es plenamente autóctona. Añado, de paso, que estoy muy lejos de compartir la opinión, recientemente publicada (BOURGOIS, 1978) de que las «arcillas con bloques» tienen una extensión mucho más considerable que la manifestada aquí y que, además, están afectadas por una aloctonía de gran envergadura. Por último, tampoco comparto ahora la opinión de PEYRE (1974) sobre la edad Burdigaliense Superior (deducida de forma indirecta, según este autor, a partir de la presencia de olistolitos de «silixita» en una matriz arcillosa) de otras «arcillas con bloques» que afloran al norte y oeste de Casabermeja. En nuestra opinión, esta última formación pertenece a la cobertera estratigráfica paraautóctona de la Unidad de Robledo-Caballo Blanco y es más antigua (probablemente Oligoceno Superior-Aquitaniense) que la Formación Viñuela.

LOS TERRENOS PRE-MANTOS. DIVISION EN ZONAS

En una mirada retrospectiva (es decir, hacia atrás en la escala del tiempo) sobre la paleogeografía de las Cordilleras Béticas, es preciso llegar hasta el final del Aquitaniense, antes de los primeros fenómenos importantes de Corrimiento del Subbético, para poder observar un cuadro paleogeográfico que coincida, a grandes rasgos, con la ya clásica división en Zonas de las Cordilleras Béticas, a saber: Zona Prebética, Zona Subbética y Zona Bética s. str.

Así pues, los depósitos aquitanienses tenían de modo muy general, las siguientes características.

En la Zona Prebética, facies marinas y detríticas de conglomerados (con cantos de cuarzo) y arenas, de color rojo, con gran influencia continental, predominantemente fluvial.

En la Zona Subbética, facies más o menos pelágicas, fundamentalmente de margas blancas.

En la Zona Bética s. str. y, dentro de ésta, más concretamente en su borde septentrional o Subzona Intermedia (equivalente sólo al conjunto Dorsal-Maláguide ya que, más hacia el Sur —dominios alpujarride y Nevado-Filábride— no habría depósito en esta edad) las facies son, en cierto modo, convergentes con las del Prebético, también de color rojo-anaranjado y con fuertes influencias continentales (grandes aportes de cuarzo —areniscas numídicas— y de restos de paleozoico de tipo maláguide —formaciones Alozaina, BOURGOIS et al, 1972; Ciudad Granada, SOEDIONO, 1971; Solana, GEEL, 1973, y Formación Roja superior del Río Pliego, JEREZ et al, 1974), si bien con un carácter muy distinto, es decir, fundamentalmente turbidítico y más propio de un flysch.

La Zona Prebética

No obstante las consideraciones anteriores sobre la paleogeografía del Aquitaniense, es sabido que la división en Zonas de las Cordilleras Béticas no se hace, clásicamente, en base a los criterios expresados más arriba.

Así, la separación entre las Zonas Prebética y Subbética se fundamenta, esencialmente, en las facies del Cretácico Inferior que, como se sabe, son más o menos detríticas en la primera y pe-

lógicas o con débil influencia continental, en la segunda.

Pero la Zona Prebética se caracteriza además y, en general, por ser la más próxima al continente y predominar en ella los sedimentos de tipo plataforma e incluso los continentales.

Se distingue dos dominios, el Prebético Externo y el Prebético Interno. En el primero la serie es menos potente, no hay sedimentos paleógenos y tiene un Cretácico Inferior en facies de Utrillas. En el Prebético Interno, los distintos tramos son, en general, más potentes, la serie alcanza hasta el Aquitaniense incluido y las facies tienen un carácter más netamente marino, con menor influencia continental.

La Zona Subbética. División en dominios

La Zona Subbética se caracteriza por presentar facies más o menos pelágicas no sólo, como ya se ha dicho, en el Cretáceo Inferior sino también, de un modo más general, a partir del Lías Medio y hasta el final del Aquitaniense o principio del Burdigaliense.

La división en distintos dominios, dentro de la Zona Subbética, se hace, clásicamente, en base a las series del Jurásico (a partir del Lías Medio) ya que éstas ponen en evidencia la existencia de áreas más subsidentes (surcos) que otras (umbrales). Conviene añadir que el área donde mejor puede llevarse a cabo esta diferenciación es la del Sector Central, no sólo porque allí el Subbético s. l. es, en general, bastante más ancho en dirección transversal a la cadena, sino también porque es allí donde más ampliamente afloran los substratos jurásicos respectivos de los distintos dominios, cuyo análisis constituye la base argumental principal para la distinción y correlación de aquellos (1).

El Subbético Externo (2)

Se caracteriza por mantener aún ciertos mínimos de afinidades con el Prebético (Dogger calizo-oolítico masivo, pasadas de areniscas con Orbitolinas entre margas fundamentalmente pelágicas) pero con un claro predominio de formaciones de afinidad Subbética.

El Jurásico está bien representado en la serie de Jabalcuz (Jaén). El Lías es dolomítico, calizo y margoso. El Dogger, calizo-oolítico, masivo y potente. En el Malm hay calizas con sílex y, ocasionalmente, margas más o menos radiolaríticas.

El Cretácico Inferior es fundamentalmente pelágico, enormemente potente y con importantes episodios de areniscas de origen turbidítico en el Aptense-Albense.

El Cretácico Superior, Paleógeno y Aquitaniense son de carácter pelágico y no difieren apenas de los terrenos de esa misma edad en el resto del Subbético.

El Subbético Medio s. l. o Subbético s. str.

Se caracteriza por el máximo desarrollo de las facies pelágicas del geosinclinal y, en el mismo, distinguimos:

— Subbético Medio-Septentrional (3)

Es la parte más externa y se caracteriza por una serie jurásica predominantemente caliza con

(1) La división en dominios que sigo aquí, en lo que a la Zona Subbética se refiere, es prácticamente similar a la que propuse en un trabajo anterior (F. JEREZ, 1979), donde se incluía un cuadro detallado de correspondencias geográficas y otro cuadro de equivalencias entre la división paleogeográfica por mí propuesta y los distintos dominios, unidades y series descritas por los diversos autores en cada transversal. Conviene insistir sobre lo ya dicho en la introducción, en el sentido de que la óptica aquí empleada ha tenido que ser necesariamente (lo exigía la confección de los Mapas de Síntesis que se adjuntan al texto, elaborados con unos criterios homogéneos y unas leyendas comunes y coherentes entre sí) global y que, como se sabe, las distintas nomenclaturas existentes hasta ahora han sido confeccionadas, por lo general, con una óptica de transversales, implícitamente un tanto desconectadas entre sí.

(2) En el Sector Oriental equivale a la Unidad Intermedia de la Sagra (Foucault, 1960), Subbético Externo o Unidad de los Rameles (PAQUET, 1969), Subbético Frontal (BAENA, 1973), Subbético Externo (L. JEREZ, F. JEREZ y GARCÍA-MONZÓN, 1974) y Prebético Meridional (AZEMA, 1977).

En el Sector Central equivale a la Unidad de los Villares (BUSNARDO, 1960).

En el Sector Occidental correspondería a la Unidad de Paterna (CHAUVE, 1968).

(3) En el Sector Oriental equivale al Subbético Externo (Unidades de la Solana, Cabras y Burete) de PAQUET (1969) y al Subbético Externo de AZEMA (1977).

En el Sector Central equivale al Complejo Subbético Frontal (BUSNARDO, 1960-64), Subbético Externo o Unidad

un Malm calizo-noduloso en facies «ammonítico rosso» que indica un depósito de umbral en la cuenca sedimentaria.

Ese umbral está más o menos bien diferenciado según las transversales de modo que, a veces, constituye simplemente una transición más o menos gradual entre el Subbético Externo (que es el sector más subsidente del conjunto de las Zonas Externas, en el Jurásico —y también, en el Cretácico Inferior—) y el Subbético Medio s. str. Así, por ejemplo, en el Conjunto de la Pandera (SANZ DE GALDEANO, 1973) el Lías calizo-dolomítico no difiere del de los demás dominios subbéticos. El Domeriense y Toarciense son poco potentes y margosos. En el Dogger hay calizas oolíticas potentes iguales que las del Subbético Externo aunque hacia el Sur se integra con el Malm en las facies del «ammonítico rosso» o bien está representado por calizas, a veces nodulosas, y margas.

— Subbético Medio s. str. (4)

Es el más ancho de todos los dominios y subdominios en que se divide el Subbético s. l. y ocupa la parte central de este último. Se caracteriza por las facies margosas y pelágicas y por la presencia de rocas volcánicas básicas intercaladas en las series jurásicas e incluso en el Cretácico Inferior. Se corresponde con un nuevo surco subsidente en la parte axial de la Zona Subbética, surco que tendría forma de ojal, de tal modo que tiende a desaparecer hacia el Este (en la transversal de Ricote del Sector Oriental es ya muy estrecho y aún más hacia el Este, en la transversal de Pinoso, ya ha desaparecido por completo, siendo sustituido allí por facies exclusivamente de Jurásico calizo, análogas a las del Subbético Medio-Septentrional) y también hacia el Oeste (en la transversal de la S.^a de las Cabras, las facies presentes son también, en general, más parecidas al Jurásico calizo del Subbético Medio-Septentrional).

El Lías Inferior es calizo, marino, somero, mientras el Domeriense, Toarciense y Aaleniense son margosos y pelágicos. El Dogger y el Malm tienen un carácter pelágico con margas, radiolaritas y calizas micríticas, así como turbiditas en el Malm Superior.

— Subbético Medio-Meridional (5)

Está representado solamente en el Sector Orien-

tal, donde se ha diferenciado, al parecer con carácter mínimo, un pequeño umbral (convergente en facies con el del Subbético Medio-Septentrional) que no está presente en los demás sectores, situado entre el Subbético Medio s. str. y el Subbético Interno, ambos con facies de surco durante el Jurásico.

El único afloramiento conocido es el de la Unidad de la Cantera, situado en el flanco oriental de la S.^a de Ponce, entre esta última y la S.^a de Peñarubia.

El Lías Inferior es dolomítico y masivo, como en todo el Subbético. El Sinemuriense-Dogger es calizo y también masivo, con facies de plataforma y en él se intercalan niveles limoníticos, uno de ellos considerado como bauxítico por su contenido en óxido de aluminio.

El Subbético Interno (6)

Este dominio tiene también carácter de sur-

de Grajales (GARCÍA DUEÑAS, 1967) y Conjunto de la Pandera (SANZ DE GALDEANO, 1973).

En el Sector Occidental equivale al Subbético con jurásico calizo o Subbético Norte (PEYRE, 1960-62).

En realidad, al autor de este trabajo le parece incluso más adecuado, desde el punto de vista paleogeográfico, utilizar para este subdominio la denominación de Subbético Externo-Meridional (en cuyo caso habría que reservar el de Subbético Externo-Septentrional para lo que más arriba hemos denominado Subbético Externo —o Unidad de los Villares—). Sin embargo, me parece más pragmático denominarle Subbético Medio-Septentrional ya que, desde el punto de vista tectónico, aparece invariablemente cabalgando ampliamente al Subbético Externo, al que en gran parte oculta y, por el contrario, mucho más en continuidad con el Subbético Medio s. str.

(4) En el Sector Oriental equivale al Subbético Medio (Unidades del Charco, Bermeja y Garita) y Subbético Interno (Unidades de la S.^a de Ponce y de Mezquila de PAQUET (1969).

En el Sector Central equivale al Subbético Margoso (BUSNARDO, 1960-62), Subbético Medio-Septentrional (GARCÍA DUEÑAS, 1967) y U. Ventisquero-S.^a del Trigo y Vadillo Alto (SANZ DE GALDEANO, 1973).

En el Sector Occidental equivale al Subbético Medio-Septentrional (CRUZ SAN JULIÁN, 1974).

(5) Equivale a la parte meridional del Subbético Interno de PAQUET (1969) y al Subbético Meridional-Unidad de la Cantera (PAQUET *et al.*, 1974).

(6) En el Sector Oriental equivale al Subbético Interno (más concretamente, a la S.^a de Peña Rubia, perteneciente a la parte meridional de la Unidad de la S.^a de Ponce) de PAQUET (1969).

En el Sector Central equivale al Subbético s. str. (ex-

co (7), con facies jurásicas muy parecidas a las del Subbético Medio s. str. situado inmediatamente más al Norte aunque con un carácter menos profundo, progresivamente hacia el Sur, que las de este último. También son de destacar los cambios laterales de potencia dentro del propio dominio Subbético Interno.

Desde nuestro punto de vista, tenemos que hacer dos consideraciones. La primera, que en el Sector Oriental el Jurásico de este dominio no aflora (análogamente a lo que ocurre, en el mismo sector, con el Subbético Externo). La segunda, y más importante, es que el Subbético Interno pasa lateralmente, hacia el Oeste, a parte de las unidades (concretamente a la Unidad de San Cristóbal) que BOURGOIS (1978) considera (en lo cual estoy perfectamente de acuerdo) como substrato de los flysch cretácicos.

El Lías infradomeriense tiene facies de calizas someras, mientras que en el resto del Lías hay margas pelágicas. El Dogger y el Malm están constituidos por margas, radiolaritas y calizas con sílex. En el Malm Superior hay turbiditas calcáreas.

La Zona Bética s. str. o Zonas Internas

Incluimos en la Zona Bética s. str. todos aquellos dominios que, a nuestro modo de ver, están bastante más relacionados entre sí, desde el punto de vista tectosedimentario, a lo largo de su historia geológica (particularmente, durante el intervalo Triás-Aquitaniense, ambos incluidos) que con las Zonas Externas en general, sin que ello excluya, de una manera tajante, la evidente interdependencia y/o proximidad existente entre esos dos grandes ámbitos insertos, al parecer, sobre dos placas distintas, europea y africana, respectivamente.

Dentro de la Zona Bética distinguimos cuatro dominios, ordenados de Norte a Sur: Dorsal, Maláguide, Alpujarride y Nevado-Filábride.

Durante el intervalo Eoceno Superior-Aquitaniense se depositaron, indistintamente sobre los dominios Dorsal y Maláguide, diversas formaciones, con rasgos generales muy parecidos entre sí (y, a su vez, muy diferentes de los que tenían los sedimentos subbéticos del mismo intervalo) y con un denominador común constituido por su carácter de flysch cuarzoso (también diferente, por tanto, del flysch más o menos coetáneo del

Subbético, de carácter generalmente calcáreo). En el mismo intervalo de tiempo, no había depósito sobre los dominios Alpujarride y Nevado-Filábride. Esta es la razón por la cual diferenciamos, en el interior de la Zona Bética s. str., una Subzona Intermedia superpuesta, más o menos exactamente, sobre el conjunto de los dominios Dorsal y Maláguide y referida, exclusivamente, al intervalo Eoceno Superior-Aquitaniense.

La Subzona Intermedia

En el Sector Oriental, la Subzona Intermedia equivale a la denominada «Zona Límite» por PAQUET (1969), si bien nuestra interpretación (8) paleogeográfica y estructural del área del Río Pliego es muy diferente de la expuesta por este último autor.

En dicho sector, se distinguen varias formaciones, separadas por contactos estratigráficos de carácter generalmente discordante, que pueden agruparse fácilmente en sucesión vertical, puesto que dichos contactos separan, generalmente, intervalos cronoestratigráficos bien definidos.

Así, el Eoceno Superior está representado inmediatamente al norte de S.^a Espuña por conglomerados con cuarzo abundante e incluso restos de

ceptuando su parte septentrional o área del Norte de S.^a de Chanzas-Algarinejo de VERA (1966) y al Subbético Medio-Meridional (GARCÍA DUEÑAS, 1967).

En el Sector Occidental equivale al Subbético Medio-Meridional (CRUZ SAN JULIÁN, 1974), Unidad de Algarrobo (CHAUVÉ y alt., 1966), Unidad Almarchal (DIDON, 1967-69) y Unidad de San Cristóbal (BOURGOIS, 1970).

(7) Todas las unidades que afloran al Sur de este dominio pertenecen, desde nuestro punto de vista, a las Zonas Internas. Esta es la razón por la que le damos la denominación de Subbético Interno (en el sentido de constituir la parte más meridional del Subbético s. l.). Pero, por otro lado, nos parecería más adecuado incluir en este mismo dominio a lo que, en nuestra nomenclatura, hemos llamado Subbético Medio s. str.; en cuyo caso, propondríamos utilizar para este último, la denominación de Subbético Interno Septentrional y, de acuerdo con esto, llamar Subbético Interno Meridional a lo que hemos definido más arriba como Subbético Interno a secas. Unido esto a lo que ya dijimos en la nota (3), referente al Subbético Medio-Septentrional, de ello se deduciría la falta de necesidad de utilizar la denominación de Subbético Medio, en ninguna de sus acepciones, ya que ella vendría, en parte, sustituida por la de Subbético Interno meridional y, en otra parte, por la de Subbético Interno septentrional.

(8) Para más detalle véase: JEREZ, F. (1979) en la lista bibliográfica final.

paleozoico y calizas arenosas silíceas, del Auversiense. Al norte del Pantano de La Cierva hay margas rojas y verdes con intercalaciones de calizas y margocalizas pertenecientes al Priaboniense Superior, y encima las mismas margas rojas con intercalaciones de areniscas silíceas que incluyen, quizá, el Oligoceno basal.

El Oligoceno Inferior y Medio aflora también inmediatamente al norte de S.^a Espuña y además al noroeste (al sur de Pliego) aunque con facies algo diferentes. Está representado por conglomerados de cantos calizos y dolomíticos (procedentes del jurásico de S.^a Espuña) y cemento calcáreo que pasan lateral y verticalmente a calizas.

El Oligoceno Medio-Superior aflora al norte del anterior y está formado por margas y margocalizas azuladas, margas rojizas e intercalaciones de bancos más o menos masivos de calizas.

Por último, el Oligoceno terminal-Aquitaniense es una formación discordante hasta incluso sobre el Cretácico Superior, constituida por margas rojas arenosas y areniscas.

Aun dentro del mismo sector, pero algo más al Oeste, en la zona del Corredor de Yélez Rubio, afloran otras dos formaciones que, desde nuestro punto de vista, pertenecen también a la Subzona Intermedia. Concretamente, son la Formación Ciudad Granada (SOEDIONO, 1971) y la Formación Solana (GEEL, 1973) que, en mi opinión, constituyen una única y misma formación (si bien, lógicamente, la Formación Ciudad Granada tiene algunos elementos de facies más someras, al aflorar más al Sur y, por tanto, más próxima al borde continental meridional propio de las Zonas Internas) y son, a su vez, correlacionables con la formación del Oligoceno terminal-Aquitaniense de zona del Río Pliego, descrita más arriba.

En el Sector Central, los terrenos adscritos a la Subzona Intermedia afloran al sur de S.^a Harana y, mucho más ampliamente, entre la banda triásica de Antequera-Archidona y el borde septentrional de los Montes de Málaga. Dichos terrenos descansan, con contacto estratigráfico discordante, sobre un substrato del Jurásico-Eoceno Medio que fue dividido por PEYRE (1974) en distintas unidades y que nosotros atribuimos aquí, en conjunto, al dominio de la Dorsal s. l. La formación más representativa de los citados terrenos es la de Saucedo (PEYRE, 1974) que abarca desde el Eoceno Superior al Aquitaniense Inferior y Medio.

Según la descripción de PEYRE, que nosotros corroboramos punto por punto, el Eoceno Superior se compone de margas arcillosas rojizas o negruzcas, asociadas con pequeños lechos detríticos y, a veces, con pasadas de caliza detrítica organógena. Por encima, se pasa progresivamente a un flysch, por desaparición de las calizas organógenas y de las microbrechas, constituido por alternancias de niveles areniscosos y arcillosos, de edad Eoceno Superior-Oligoceno (incluido el paso del Stampiense al Aquitaniense). La serie se termina con areniscas amarillentas, en bancos gruesos, de granos de cuarzo con extinción ondulante y restos de paleozoico no metamórfico, del Aquitaniense Inferior y Medio. Por último, queremos hacer hincapié en que, a nuestro modo de ver, las facies recién descritas de la Formación de Saucedo son muy parecidas y, por tanto, equivalentes (consideradas en conjunto o bien sólo alguno de los tramos descritos, según los casos) a las de la misma edad que, con lógicas variaciones locales, están presentes en toda la zona situada entre la S.^a Gorda de Loja y El Chorro (y aún más hacia el Oeste, como veremos) y más concretamente en las series de Colorín y Malaceite, Robledo-Caballo Blanco, Loma de Rojas, Complejo Aguila, series de Carallana, Chopo y Jaralón, etc., según la nomenclatura de PEYRE. Y, lo que es más importante, los terrenos del Eoceno Superior-Aquitaniense de todas estas series y unidades son, en su mayor parte y desde nuestro punto de vista, autóctonos o, a lo más, paraautóctonos.

En el Sector Occidental, los terrenos del Eoceno Superior-Aquitaniense de la Subzona Intermedia, están representados fundamentalmente en las areniscas numídicas (de edad Aquitaniense) y sus diferentes «series de base» (con términos de edad Eoceno Superior-Oligoceno, generalmente) y en el flysch de Algeciras que para nosotros constituye (en lo que se refiere a la totalidad de los términos del Eoceno Superior-Aquitaniense) un equivalente lateral del flysch numídico e infranumídico, cuestión que ya demostró claramente BOURGOIS (1978), refiriéndose sólo al Aquitaniense, al citar la existencia de series de carácter mixto (Serie de Fiscala; PEYRE, 1974) entre las areniscas numídicas y el flysch margo-areniscoso micáceo.

LA DORSAL. DIVISION DE SUBDOMINIOS

Empleamos aquí el término Dorsal en un sentido parecido, pero en una acepción mucho más

amplia (sobre todo en la dirección transversal a la cadena) que la clásicamente utilizada en la bibliografía sobre las Cordilleras Béticas (DURAND DELGA y FOUCAULT, 1967). Dicho término, en el sentido aquí utilizado, engloba a unidades con características hasta cierto punto bastante heterogéneas, por lo cual distinguimos cuatro subdominios, a saber: Dorsal Externa, Dorsal Media o Penibética, Dorsal Intermedia y Dorsal Bética o Interna.

Los criterios empleados en esta división han sido, al igual que en el Subbético s. I., la mayor o menor profundidad de las facies del Jurásico pero, además, se ha tenido en cuenta también las características del Cretáceo Inferior y la posición paleogeográfica relativa deducida por su posición tectónica.

La Dorsal Externa

Se divide en Dorsal Externa centro-oriental o Dorsal Penisubbética y Dorsal Externa centro-occidental o Dorsal Subbética. Ambas han sido separadas con dos denominaciones distintas porque, aparte de que difieren en las series del Jurásico, generalmente no aparecen las dos en una misma transversal (a excepción de la transversal de Granada, entre S.^a Gorda y S.^a Harana, donde se produce el relevo de la una por la otra, aunque se ve que la Dorsal Subbética está situada en posición más externa que la Dorsal Penisubbética y, de ahí, sus respectivas denominaciones).

La Dorsal Penisubbética (9) se caracteriza por su jurásico fundamentalmente calizo (si bien incluimos aquí la Unidad de Zafarraya que, con un jurásico algo más margoso, constituiría una unidad de transición a un subdominio más meridional de la Dorsal) y por el importante desarrollo de brechas y olistolitos sedimentarios, constituidos por calizas del Jurásico, durante el Cretáceo.

La Dorsal Subbética (10) tiene un jurásico en general bastante menos potente pero con un carácter, por el contrario, mucho más margoso y parecido al del Subbético Interno y Medio s. str. que el de la Dorsal Penisubbética.

La Dorsal Media (11) o Penibética

Las facies del Jurásico son muy parecidas a las de la Dorsal Penisubbética y, como ellas, de

carácter totalmente calizo. La Dorsal Penibética se caracteriza, además, por la ausencia casi general del Cretáceo Inferior.

La Dorsal Intermedia (12)

Con este término se agrupan una serie de unidades con series diversas en el detalle pero muy parecidas en sus rasgos generales. Las facies del Jurásico tienen un carácter nuevamente más margoso y profundo que la Dorsal Penibética. Entre las características más peculiares está la de poseer un Dogger flyschoide rico en radiolaritas y un «complejo de Aptychus» en el Cretáceo Inferior. Estas facies son, en buena medida, convergentes (más internas que la Dorsal Penibética) con las de la Unidad de San Cristóbal o Subbético Interno (más externas que la Dorsal Penibética) y, al igual que estas últimas, también se consideran como substrato de los flyschs cretácicos. Ello implica que, puesto que la Dorsal Penibética constituía una barrera paleogeográfica para el desarrollo de los citados flyschs cretácicos (aunque no para los flyschs neonummulíticos y aquitaniense), aquellos flyschs hubieron de tener necesariamente una alimentación lateral, al menos en la parte correspondiente a las Cordilleras Béticas.

(9) Está representada, de Este a Oeste, por la S.^a Norte de Mallorca y las S.^a de Orce-María-Gigante-Pericay, en el Sector Oriental, y en el Sector Central por la S.^a Harana y S.^a Gorda de Loja.

Equivale al Penibético (BAENA y JEREZ, 1978) del Sector Oriental y al Subbético Interno (GARCÍA DUEÑAS, 1967) y U. Zafarraya (VERA, 1966) del Sector Central.

(10) Equivale a la Unidad de Moclín (GARCÍA DUEÑAS, 1967), Unidad Parapanda-Hacho de Loja (VERA, 1966), Alta Cadena (PEYRE, 1974; exceptuando la U. Ronda-Torcal) en el Sector Central, y en el Sector Occidental, a las Escamas de Boyar (BOURGOIS, 1970).

(11) No está representada más que en los sectores central y occidental y se corresponde, exactamente, con la Unidad Ronda-Torcal (PEYRE, 1974), a excepción de la Unidad de Gallo-Vilo (MAGNE, PEYRE, DEL VALLE y VERA, 1969; PEYRE, 1974), a la que también incluye y que consideramos como una unidad de transición entre la Dorsal Penibética y la Dorsal Penisubbética.

(12) Corresponde a la Unidad de Camarote (DIDON, 1967-69), Unidad de Ardite (DIDON y PEYRE, 1964), Unidad de Espildora (MONNOT y RIGO, 1973) y Unidad de la Sierra de Cañete (HOPPE, 1964 y 1972), Unidad de Parda-Relamar (PEYRE, 1974), Unidad de Lentiscar (PEYRE, 1974), Subbético Ultrainterno (CRUZ SAN JULIÁN, 1974).

La Dorsal Bética (13) o Interna

Se caracteriza por un jurásico de carácter más bien margoso muy parecido al de la Dorsal Intermedia, pero se diferencia de esta última en el carácter del Cretáceo Inferior que aquí es típicamente subbético, es decir margoso («neocomiense blanco esquitoso») por lo cual las unidades aquí agrupadas no se consideran como substrato de los flyschs cretácicos.

EL MALAGUIDE

Es el último dominio de las Cordilleras Béticas, en el sentido de Norte a Sur, que tiene una cobertera totalmente sedimentaria que va desde el Triás al Aquitaniense (si bien los sedimentos del Eoceno Superior-Aquitaniense, los incluimos aquí en la Subzona Intermedia, puesto que son comunes a la Dorsal y Maláguide) y cuyos términos no son muy diferentes de los descritos para los dominios anteriores.

El Maláguide aflora inmediatamente al sur de la Dorsal Bética o Interna. Las facies del Jurásico tienen un carácter menos profundo que las de esta última y son, en general, totalmente calcáreas y, por tanto, muy parecidas a las de la Dorsal Media o Penibética, si bien el Jurásico maláguide es bastante menos potente. El Paleozoico del Maláguide es, en general, también sedimentario aunque a veces (sobre todo en el Sector Occidental, donde puede observarse una transición gradual entre Maláguide y Alpujarride) está más o menos metamorfozido.

El Maláguide constituye, por último, un manto de corrimiento sobre el Alpujarride.

EL ALPUJARRIDE

No se conocen terrenos posteriores al Triás (Retiense), en este dominio.

El Paleozoico presenta facies de micaesquistos. El Permotriás está constituido por filitas y cuarcitas. El Triás Medio-Superior es de carácter calizo-dolomítico, depositado en un medio marino muy somero.

El Alpujarride está afectado, en general, por el metamorfismo alpino y constituye un gran manto de corrimiento situado sobre el Complejo Nevado-Filábride y dividido en varias unidades.

En el Sector Occidental y ligadas al Alpujarride, aparecen peridotitas originadas probablemente en el Manto y cuya intrusión definitiva se realizaría, quizá, en el Mioceno Inferior.

EL NEVADO-FILABRIDE

No se conoce, en general (al igual que en el dominio Alpujarride) terrenos posteriores al Triás, si bien DÍAZ DE FEDERICO y PUGA (1974) citan tufitas y sedimentos intraorogénicos de carácter continental atribuibles al Eoceno s. I.

El Paleozoico es metamórfico y puede que algunos materiales de la base pertenezcan al Precámbrico. El Permotriás y el Triás también están metamorfozados (mármoles en el Triás Medio-Superior).

El Complejo Nevado-Filábride está estructurado, a su vez, en varios mantos de corrimiento superpuestos. La Unidad más profunda es la de Veleta y por encima de ella se sitúa la del Mulhacén.

4. TECTÓNICA

Hemos de distinguir dos tipos de deformaciones:

- A) Las ocurridas durante la sedimentación.
- B) Las que afectaron al conjunto de los materiales mediante pliegues, fallas, cabalgamientos y corrimientos.

Entre estas últimas hay que diferenciar:

- 1) Las que produjeron fenómenos de aloctonía

(13) Es la que responde al concepto clásico de Dorsal (DURAND DELGA y FOUCAULT, 1967). Corresponde a las distintas unidades con neocomiense blanco esquitoso como la Unidad de Robledo-Caballo Blanco (PEYRE, 1974) y otras similares que afloran más o menos pellizcadas en el frente de cabalgamiento sobre la Dorsal Penibética que se extiende desde Ardales hasta Gaucín y Casares. También equivale a las Escamas de Majalijar (DURAND DELGA y FOUCAULT, 1967) en S.^a Harana y al Jabalcón (DURAND DELGA y FOUCAULT, 1968) y, probablemente también, a la Unidad de Mula (L. JEREZ, F. JEREZ y GARCÍA-MONZÓN, 1974), entendiéndose aquí por esta última sólo el substrato Jurásico-Eoceno Medio de esta última. Por último, equivale también a las Unidades de Cañada Perella (BOURGOIS, 1978), Tajo Cabrilla (BOURGOIS, 1978), Unidad de Enamorados (DURR, 1963) y Unidad de Prieta-Nieves (KOCKEL, 1963).

(generalmente mantos de corrimiento de gran envergadura).

2) Las que dieron lugar, como máximo, a pliegues, fallas y cabalgamientos más o menos importantes.

En este trabajo nos vamos a ocupar sólo de las deformaciones con aloctonía (aunque éstas, lógicamente, suelen ir acompañadas de otros accidentes menores) ya que ellas son las que conforman, primordialmente, la macroestructura del modelo tectónico que se presenta y cuyas grandes líneas geométricas pueden ser observadas en los cortes geológicos que se adjunta al texto.

A) LOS MOVIMIENTOS DE CORRIMIENTO Y CABALGAMIENTO, EN EL MIOCENO MEDIO, OCURRIDOS AL NORTE DE LA ZONA SUBBÉTICA

Los fenómenos de esta edad más espectaculares por su magnitud son los recubrimientos del borde meridional de la Zona Prebética, debidos a mantos de gravedad de origen meridional, ocurridos aproximadamente dentro del Langhiense.

En el Sector Insular destaca por su envergadura (del orden de 50 km., quizá la mayor dentro de las Cordilleras Béticas para fenómenos de esta edad) el corrimiento hacia el Norte de la S.^a Norte (Dorsal Penisubbética) de Mallorca, desde su patria tectónica anterior, situada (F. JEREZ, 1969) sobre la S.^a de Levante, hasta su posición actual.

En Ibiza se observa el corrimiento de las series más meridionales (Unidad de Ibiza; RANGHEAR, 1969) del Prebético Interno sobre las unidades más septentrionales, si bien la magnitud de la traslación es sólo de 5 a 10 km.

En el Sector Extremo-Oriental, concretamente en el Prebético de Alicante, también existen deslizamientos hacia el Norte de diversas series, si bien no llegan, por lo común, a alcanzar la envergadura (5 km. como mínimo) de corrimiento.

Al norte de Fortuna y Crevillente existe un subbético con jurásico calizo (AZEMA, 1977), deslizado también hacia el Norte, sobre el Mioceno Inferior y Medio que recubre al Prebético Interno, a lo largo de unos 15 km. en dirección transversal a la cadena.

En el Sector Oriental s. str., entre Cieza y Calasparra, estos fenómenos son de envergadura mucho más reducida (1-3 km.) y consisten en pequeños cabalgamientos del Subbético Externo sobre el Mioceno Inferior y Medio depositado sobre el Prebético de la S.^a del Molino (14).

Entre Calasparra y Caravaca dichos fenómenos continúan siendo de poca envergadura, pero aquí no es sólo el Subbético, sino más bien el propio Prebético (S.^a de la Puerta), el que cabalga al Mioceno Inferior-Medio del sinclinal de Moratalla.

Desde Caravaca hasta algo más al oeste de Nerpío (S.^a de Taibilla) los deslizamientos del Subbético hacia el Norte, sobre el Mioceno Inferior y Medio, vuelven a alcanzar una gran magnitud (unos 20 km.) como lo prueba la existencia de varias ventanas tectónicas (Rambla de Béjar; El Moral).

Desde la Puebla de Don Fadrique hasta el Río Castril (al este de Pozo Alcón) el corrimiento del Subbético sobre el citado Mioceno continúa con una apreciable envergadura (10 a 15 km.) deducida, asimismo, por la existencia de ventanas tectónicas (S.^a de Marmolance).

En el Sector Central, desde Pozo Alcón hasta el meridiano de Estepa y hasta un poco al Sur de una línea Ubeda-Baza-Mengíbar-Porcuna-Fernán Núñez encontramos que el Subbético, representado principalmente por las «Unidades del Guadalquivir», está corrido unos 30 km. hacia el Norte, sobre el Mioceno Inferior-Medio autóctono que recubre al Prebético de Jaén. Este substrato de Mioceno aflora claramente al sur de Ubeda y Baeza y, también, en las ventanas tectónicas de Jódar, Albánchez de Ubeda, Pegalajar y Torre del Campo, aparte de haber sido encontrado, bajo el Jurásico del Subbético Externo, en el Sondeo de Nueva Carteya (PERCONIG, 1978).

En el Sector Occidental, desde la S.^a de Estepa hasta el Océano Atlántico, debió ocurrir el mismo fenómeno y con una magnitud similar o incluso mayor, si bien hoy nos es imposible evaluarlo porque no aparece el substrato del corrimiento y, además, porque posteriormente a este último hubo otros fenómenos («Manto de Carmona», en

(14) La razón de esa pequeña envergadura fue, muy probablemente, la acción de «frenado» ejercida por los relieves de la citada S.^a del Molino que, seguramente, ya ocupaba esa posición desde el final del Aquitaniense (fase Finiaquitaniense).

el Tortoniense Superior —PERCONIG, 1978—) cuyos efectos se superpusieron a la situación anterior, enmascarándola aún más.

En lo que se refiere al origen de estos fenómenos, conviene distinguir entre un mecanismo superficial y otro profundo.

El mecanismo superficial es esencialmente de carácter gravitacional pero, incluso dentro de él, se han desarrollado distintos tipos de cinemática. Así, mientras que al este del Guadiana Menor, los substratos jurásicos del Subbético han participado ampliamente en el corrimiento, al oeste de dicho río, por el contrario, dichos substratos han permanecido generalmente bastante «retrasados» de modo que solamente sus coberteras cretácico-paleógenas son las que han alcanzado una gran envergadura de corrimiento.

El mecanismo profundo debe consistir en un acortamiento, a nivel del zócalo, más o menos importante según las transversales (15).

B) LOS MOVIMIENTOS DE CABALGAMIENTO EN EL MIOCENO MEDIO (LANGHIENSE) E INFERIOR (BURDIGALIENSE), AL SUR DE LA ZONA SUBBÉTICA

Aproximadamente al mismo tiempo que ocurrían los fenómenos de corrimiento ubicados al norte de la Zona Subbética, tenían lugar movimientos de la misma dirección pero de sentido opuesto, situados al sur de dicha zona, si bien con una envergadura incomparablemente menor.

En el Sector Oriental, al oeste de la S.^a de España, el Subbético Interno de la S.^a de Peña Rubia cabalga hacia el Sur a las margas con silexitas del Burdigaliense Superior-Langhiense autóctono (16).

Algo más hacia el Oeste, en el Corredor de Vélez-Rubio, se observa el mismo fenómeno, aunque aquí no sólo es el Subbético Interno el que cabalga hacia el Sur a las margas miocenas de la Formación Espejos (SOEDIONO, 1971) sino también la Formación Solana (GEEL, 1973), perteneciente a la Subzona Intermedia.

En el Sector Central, inmediatamente al sur de Sierra Harana, pueden observarse fenómenos de la misma magnitud y vergencia aunque quizá un poco más antiguos (Burdigaliense) (17).

En las zonas de Zafarraya y Alfarnate (sur de

la S.^a de Alhama), Venta Alazores (oeste de S.^a Gorda), al norte del Río Gordo (zona del Complejo de Majiaza), a lo largo del borde septentrional de los Montes de Málaga (alrededores de La Viñuela, Colmenar, Casabermeja y norte de Almogía) hay señales evidentes de la existencia de movimientos, de vergencia invariablemente hacia el Sur que, a primera vista, parecen haber ocurrido en una etapa algo más antigua que los del Sector Oriental, ya que el terreno más moderno implicado en ellos parece ser el Burdigaliense Inferior (Formación La Viñuela-Las Millanas, Formación Santana, «silexitas» del Gallo-Vilo y Venta Alazores, y Complejo de Majiaza —PEYRE, 1974—) (18).

LOS MOVIMIENTOS DEL FINAL DEL AQUITANIENSE O PRINCIPIOS DEL BURDIGALIENSE (FASE FINIAQUITANIENSE)

Este epígrafe se refiere a los movimientos ocurridos en las Zonas Externas (Prebética y Subbética) y también en las Zonas Internas que solamente implican terrenos hasta el Aquitaniense in-

(15) Así, en el Sector Oriental, tal y como puede deducirse de la cartografía y de los cortes correspondientes, es posible hacer «retroceder» el Subbético hasta su posición inicial (anterior a los movimientos del Mioceno Medio) sin que haya necesidad de mover la posición de conjunto relativa de las Zonas Internas y, según esto, no sería totalmente imprescindible invocar un acortamiento de zócalo. Por el contrario, en el Sector Occidental, se infiere claramente la necesidad de dicho acortamiento, ya que se ponen de relieve serias dificultades al intentar hacer retroceder las distintas masas del substrato jurásico del Subbético Externo (corrido sobre el Prebético de Jaén) sin llevar a cabo, simultáneamente, un movimiento de retroceso (hacia el Sur) del conjunto de las Zonas Internas.

(16) Está claro que este cabalgamiento no puede ser de gran envergadura, pues solamente un poco más al Norte, dicho accidente se amortigua e incluso desaparece de modo que las margas citadas descansan, en contacto estratigráfico discordante, sobre el Subbético Interno.

(17) Al norte de S.^a Harana, por el contrario, se ponen de manifiesto deslizamientos de sentido opuesto (hacia el Norte) y de carácter netamente gravitatorio. Estos fenómenos van precedidos de olistolitos «precursores» englobados en una pasta arcillosa. El aspecto de conjunto es similar al de las «arcillas con bloques» o Formación del Guadateba (Cruz San Julián, 1974) situadas al Oeste, por lo cual atribuimos a la matriz (que contiene, sobre todo, fauna resedimentada) una edad Burdigaliense Superior-Langhiense.

(18) La magnitud de estos deslizamientos no parece llegar, en general, a la envergadura del corrimiento (5 km) salvo, quizá, en la zona del Complejo de Majiaza y, sobre todo, al sur de Alora (Hoya de Málaga).

cluido (o, a lo más, a un Burdigaliense inicial pero, en cualquier caso, más antiguo que el Burdigaliense Inferior de la Formación Viñuela) y cuyos contactos de corrimiento o cabalgamiento están sellados, generalmente, por el Burdigaliense Inferior y/o por el Burdigaliense Superior-Langhiense 1. Estos movimientos tienen un carácter generalmente más compresivo (no sólo a nivel de zócalo, sino también a nivel superficial) que los del Mioceno Medio, si bien ello no es obstáculo para que, a menudo, vayan ligados a fenómenos gravitatorios de gran magnitud, los cuales son, normalmente, una consecuencia de los primeros.

a) Los movimientos internos del Prebético, hacia el Norte

Estos movimientos se ponen de manifiesto en la Zona Prebética en general, a través de la fuerte aproximación que se observa entre distintas series que, desde el punto de vista paleogeográfico, debían estar mucho más alejadas entre sí, y cuyo acercamiento no puede explicarse satisfactoriamente sólo mediante los acortamientos tectónicos, generalmente de carácter más reducido, producidos dentro del Prebético durante el Mioceno Medio.

Sin embargo, es en el Arco de Cazorla donde estos acortamientos han alcanzado su máximo. En nuestra opinión, si bien en estas escamas está implicado a menudo (aunque no siempre) el Mioceno Medio, ello sólo indica una reactivación, de menor envergadura, de unas escamas ya preformadas, de modo que la mayor parte del acortamiento (evaluable, en unos 50 km.; RODRÍGUEZ ESTRELLA, 1978 (*); F. JEREZ, 1979) debió realizarse en una etapa anterior (finiaquitaniense), probablemente inducido por el desgarre de Cieza-Calasparra-Molinicos.

b) Los movimientos del Subbético hacia el Norte

Es conveniente diferenciar, desde un punto de vista geométrico, dos contactos mecánicos mayores establecidos entre diferentes dominios y, lógicamente, situados a distinto nivel. Así, a nivel inferior, está el contacto del Subbético Externo sobre el Prebético y, a nivel superior, el del Subbético Medio sobre el Subbético Externo.

(*) Por error este autor no se ha citado, debiendo figurar, por tanto, en las referencias bibliográficas de los mapas.

1) Los movimientos del Subbético Externo sobre el Prebético

Pueden ponerse directamente de manifiesto en el Sector Oriental, concretamente al sur de la Sierra de la Pila, y también al sur de la S.^a de la Puerta. En ambos casos, se pueden distinguir de otros movimientos similares, allí existentes, pero que implican al Mioceno Inferior y Medio, en que en aquellos lógicamente dicho Mioceno no está implicado.

2) Los movimientos del Subbético Medio sobre el Subbético Externo

En el Sector Oriental, dichos movimientos son visibles en la transversal de Ricote donde, al parecer, la sierra de este nombre y, más claramente, la S.^a del Lloro, pertenecientes al Subbético Medio, «flotan» prácticamente sobre las margas y margocalizas del Cretácico Inferior (Albiense)-Paleógeno del Subbético Externo. Análogamente, en los alrededores de Cehégín existen ventanas tectónicas de Cretáceo (generalmente, Albiense margoso, más o menos detrítico) del Subbético Externo bajo el Triás del Subbético Medio. También en la S.^a de la Zarza (al sureste de Puebla de D. Fadrique) hay, nuevamente, ventanas tectónicas donde aflora el mismo Albiense margoso-arenoso bajo las dolomías liásicas del Subbético Medio.

En el Sector Central tenemos también una serie de ventanas tectónicas, tales como la de Peña Cambrón, Cabra de Santo Cristo, Huelma, Valdepeñas de Jaén, Arroyo del Saladillo (al oeste de Alcalá la Real), Priego, Carcabuey, Benamejí y Central Eléctrica del Río Genil (junto a la S.^a de las Manchas), el conjunto de las cuales está esparcido a lo largo y ancho de una banda alargada en la dirección longitudinal de la cadena y ubicada en la mitad septentrional de la Zona Subbética. Los materiales de esas ventanas afloran, en general, directamente bajo el Triás el cual, a su vez, se enraza bajo las dolomías liásicas del Subbético Medio-Septentrional y Subbético Medio s. str. La edad de los citados materiales va desde el Jurásico hasta el Aquitaniense, si bien los contactos mecánicos de corrimiento se realizan, la mayoría de las veces, a nivel del Cretácico Inferior

y Superior (hay muchas ventanas donde no afloran terrenos más modernos que estos últimos) (19).

c) Los movimientos del Subbético hacia el Sur

Es también conveniente diferenciar aquí, desde un punto de vista geométrico, dos contactos mecánicos mayores que afectan a diferentes dominios y están situados a distinto nivel. Así, a nivel inferior, está el contacto del Subbético Interno sobre la Subzona Intermedia (equivalente al borde septentrional de las Zonas Internas). Y a nivel superior, se ubica el contacto del Subbético Medio sobre el Subbético Interno.

1) Los movimientos del Subbético Interno sobre la Subzona Intermedia

En nuestra opinión actual (20), estos movimientos sólo existen en el Sector Oriental s. str. y, más concretamente, entre el meridiano de Bullas y el del Jabalcón.

Entre la S.^a de Ponce y la de Espuña se ponen claramente de manifiesto, aunque de una forma indirecta, a través de la gran proximidad existente entre facies suficientemente distintas (como para implicar una lejanía paleogeográfica bastante mayor) como las del Eoceno Superior-Aquitaniense, atribuidas a la Subzona Intermedia y las de la misma edad pertenecientes al Subbético Interno de la Peña Rubia. Otro argumento a favor de dichos movimientos, es la existencia de un «choque» bastante notorio entre las directrices estructurales de la Subzona Intermedia y del Subbético Interno.

Al norte de la Fuensanta (Río Luchena) y también inmediatamente al norte de Vélez Blanco y de la S.^a de María puede deducirse, de modo directo, la presencia de estos fenómenos, a través de una serie de ventanas y semiventanas tectónicas que implican la existencia de un corrimiento hacia el Sur (de envergadura no inferior a 10 km.), mediante el cual las margas del Subbético Interno cabalgan a la Formación Solana (GEBL, 1973) la cual, en nuestra opinión, es paraautóctona y pertenece a la Subzona Intermedia.

2) Los movimientos del Subbético Medio sobre el Subbético Interno

Estos movimientos están presentes en todos los

sectores, si bien su magnitud es muy desigual, pues alcanza un máximo en el Sector Oriental y es mínima en el Sector Central.

En el Sector Oriental se ven bien al sureste de la S.^a de Ponce, donde se observa cómo esta última cabalga al Subbético Interno de la Peña Rubia y, también, algo más al Oeste, concretamente al norte de Zarcilla de Ramos, donde se ve cómo el Triás de la base del Subbético Medio cabalga hacia el Sur a los sedimentos cretácico-aquitanienses del Subbético Interno.

En el Sector Central, este tipo de accidentes tienen un gran desarrollo longitudinal, si bien y por el contrario, muy poca magnitud en dirección transversal a la cadena. Un ejemplo de ello es la falla inversa, con vergencia hacia el Sur, situada sobre la línea Caregüela-Alamedilla-Guadahortuna-Campotéjar, que se amortigua gradualmente hacia el Oeste, hasta desaparecer al llegar al núcleo anticlinal de la S.^a de Chanzas.

En el Sector Occidental, existe un cabalgamiento hacia el sur del Triás de la base del Subbético Medio (equivalente al Triás del «Manto de Antequera-Osuna», de CRUZ SAN JULIÁN, 1974) sobre la S.^a del Tablón y, análogamente, otro cabalgamiento de la S.^a de Zafalgar (Subbético Medio) sobre la S.^a del Pinar (Subbético Interno que aquí es, además, substrato de los flyschs cretácicos).

d) Los fenómenos de corrimiento entre el Maláguide, Alpujarride y Nevado-Filábride

Existe un acuerdo general sobre la posición geométrica relativa de esos tres grandes conjuntos: el Maláguide está corrido sobre el Alpujarride y este último lo está, a su vez, sobre el Nevado-Filábride.

El Maláguide conserva una cobertera sedimen-

(19) Como, por otro lado, ocurre que una gran parte de las coberteras cretácico-paleógenas que constituyen las «Unidades del Guadalquivir» parece pertenecer, por sus facies, al dominio Subbético Externo, podríamos deducir que el movimiento del Subbético Medio sobre el Subbético Externo pudo realizarse, en parte, durante el Mioceno Medio, después de que dicho Subbético Externo resultara parcialmente «descortezado» al resbalar la parte superior de su cobertera cretácico-paleógena sobre el Mioceno Medio de la Zona de Ubeda y Jaén.

(20) Ella es hasta cierto punto diferente, principalmente en lo que se refiere a los sectores central y occidental, de la expresada en nuestro último trabajo (F. JEREZ, 1969).

taria más o menos completa que va desde el Triás al Aquitaniense. Es sabido que algunos restos (aunque eso sí, muy escasos) de esa cobertera aparecen en posiciones muy meridionales (Cartagena, La Serrata-Almería, etc.). Parece pues, a primera vista lógico, deducir que el corrimiento del Maláguide sobre el Alpujárride se realizó después del depósito del Aquitaniense. Por otro lado, los corrimientos del Maláguide sobre el Alpujárride son, aproximadamente, del mismo estilo que los de este último sobre el Nevado-Filábride, luego tampoco resulta ilógico pensar que estos últimos sean de la misma edad que aquéllos.

Desde el punto de vista paleogeográfico hay, como se sabe, dos grandes grupos de opiniones que postulan, respectivamente, los dos ordenamientos siguientes (en el sentido de Norte a Sur): a) Maláguide-Alpujárride-Nevado-Filábride, y b) Nevado-Filábride-Alpujárride-Maláguide.

En este trabajo nos inclinamos por la primera posibilidad, matizada por las siguientes observaciones: el Alpujárride se habría trasladado más bien en el sentido de Este a Oeste, bajo el Maláguide. Análogamente, el Nevado-Filábride se trasladaría en el mismo sentido, bajo el Alpujárride. Ello implica que en determinadas transversales de dirección Norte-Sur habría existido, antes de los corrimientos, solamente el dominio Maláguide (sobre todo, hacia el Oeste) o bien sólo los dominios Maláguide y Alpujárride (también hacia el Oeste, pero algo menos).

e) Los fenómenos de corrimiento de la Dorsal hacia el Norte

Podemos dividirlos en dos grupos:

1) Corrimientos de la Dorsal sobre el Subbético.

2) Corrimientos de una Dorsal más interna sobre otra más externa.

1) Corrimientos de la Dorsal sobre el Subbético

Afectan, únicamente, en buena lógica, a los dos subdominios (uno por cada ámbito o dominio) que están más próximos entre sí, es decir, a la Dorsal Externa y al Subbético Interno.

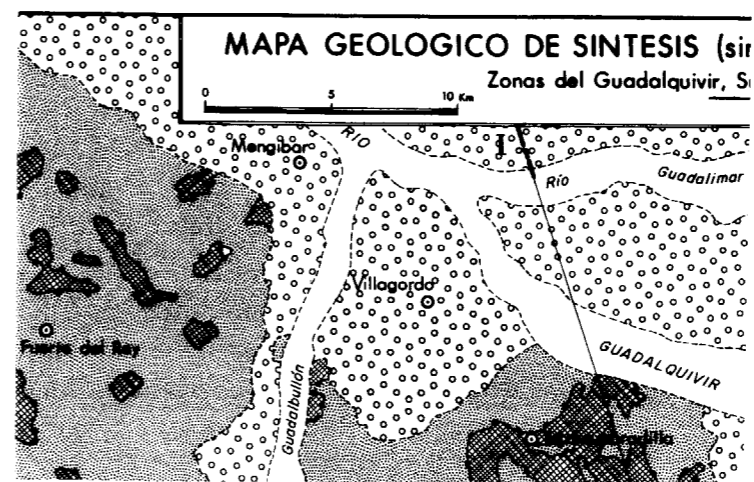
En el Sector Oriental *s. str.* es la Dorsal Peni-

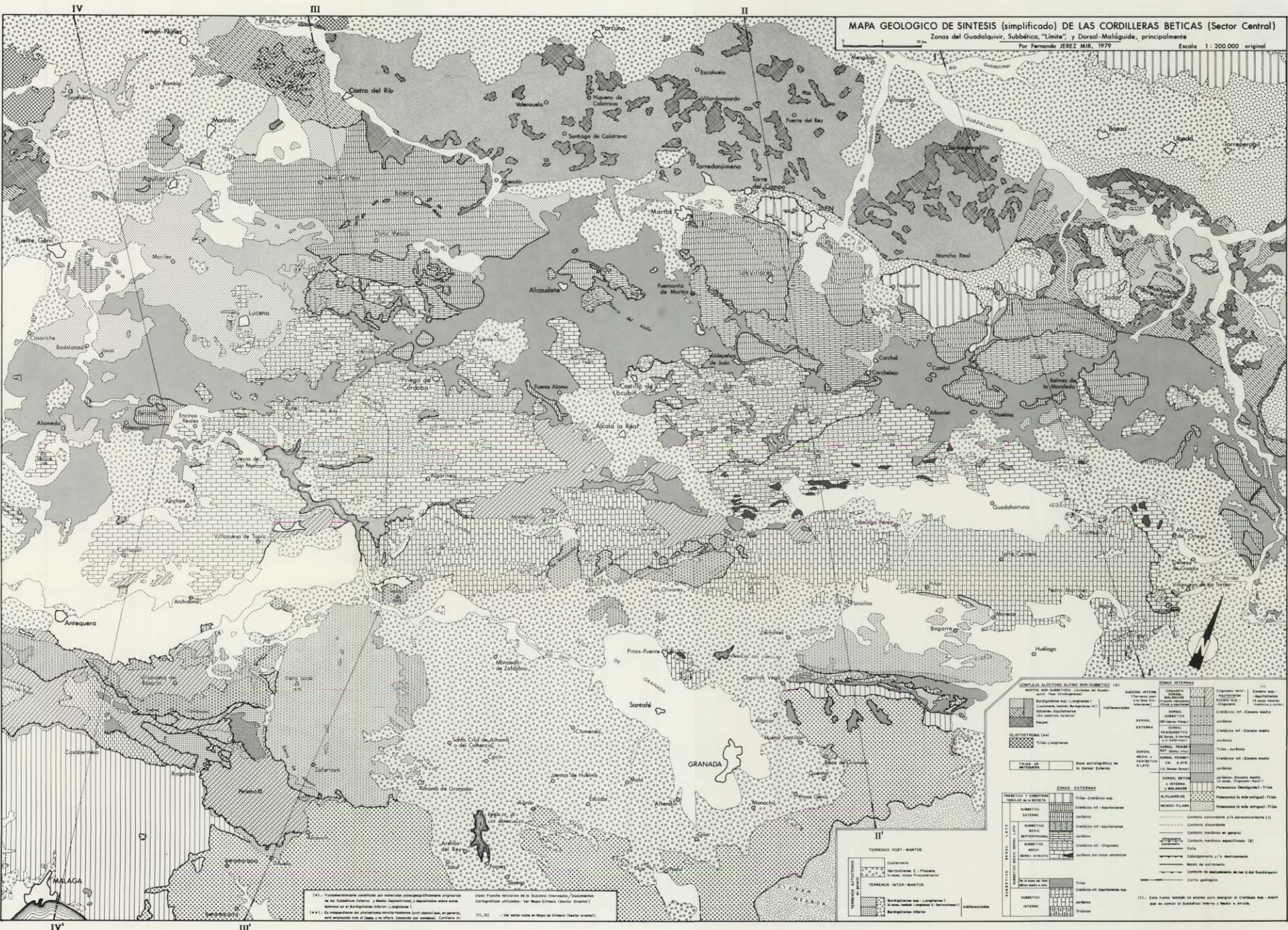
subbética (Sierras de Orce-María-Gigante-Pericay) la que se encuentra «flotando», es decir, plenamente alóctona y desenraizada, sobre el Subbético Interno. El contacto se realiza, generalmente, entre las dolomías infraliásicas (apenas hay algo de Keuper en la base) de la citada Dorsal y los terrenos cretácico-aquitanienses del Subbético Interno. Una cuestión a resaltar es que, dada la situación paleogeográfica relativa, postulada para la Dorsal Penisubbética, y las posiciones actuales y también relativas (visibles en el Mapa y en los cortes geológicos correspondientes) de los distintos dominios, es obligado concluir que, desde un punto de vista cinemático, la Dorsal tuvo que deslizarse, hacia el Norte, sobre el Subbético Interno, antes (aunque, eso sí, sólo inmediatamente antes, como se deduce de la edad de los terrenos implicados) de que este último recubriera, hacia el Sur, a la Subzona Intermedia.

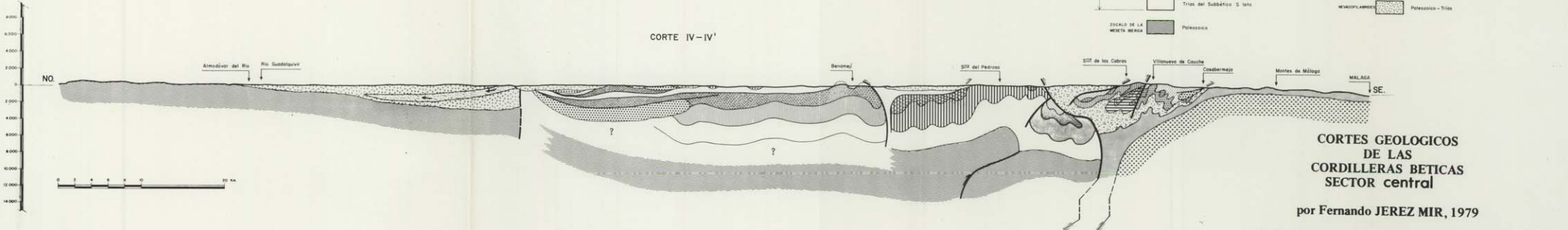
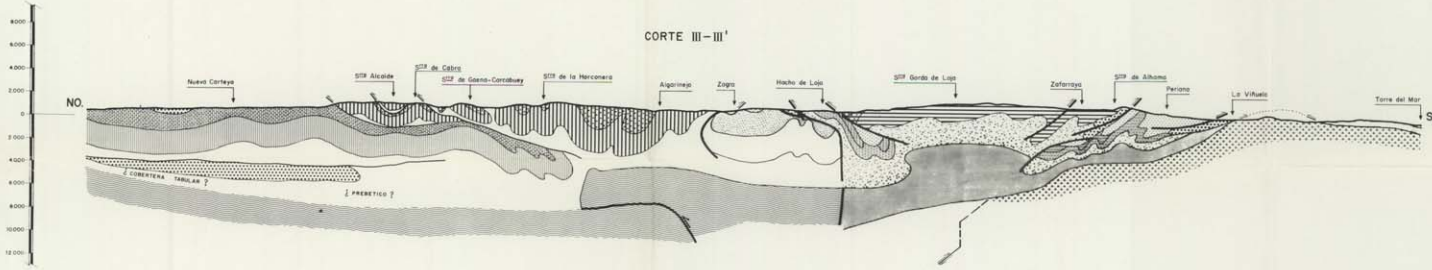
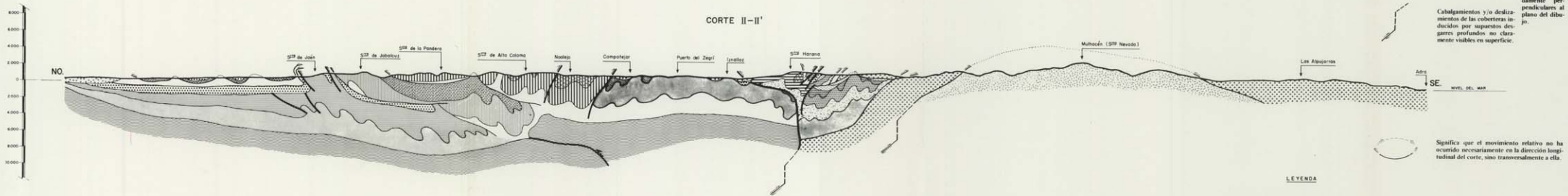
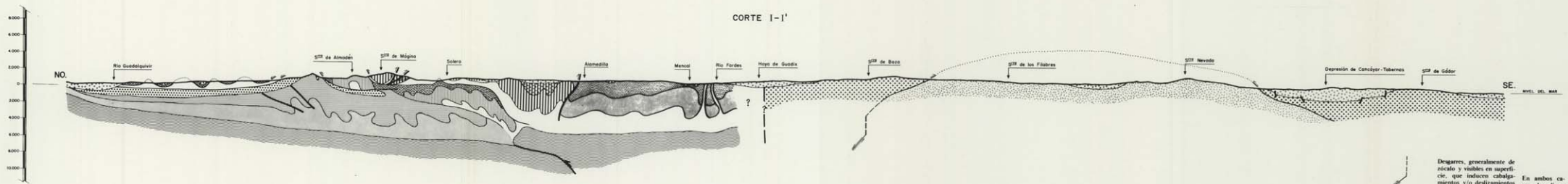
En el Sector Central, una parte (concretamente la S.^a Harana) de la Dorsal Penisubbética se encuentra parcialmente corrida sobre el Subbético Interno pero, además, también otra parte de la Dorsal Subbética (Sierras de Moclín-Madrid-Parapanda-Hacho de Loja) está, en posición totalmente alóctona y desenraizada, sobre ese mismo Subbético. Por tanto, parece lógico relacionar estos corrimientos con los de la S.^a María (Sector Oriental) ya que ambos afectan, aproximadamente, a los mismos dominios y tienen la misma dirección y sentido. Ello implicaría, a su vez, que también ambos serían de la misma edad, la cual, lógicamente, habría de ser la de los sedimentos más jóvenes (final del Aquitaniense o principio del Burdigaliense) afectados. Por último, cabe añadir que, más al Oeste, es el Triás de Antequera, que constituye la base de la Dorsal Subbética (como lo prueba el hecho de su claro enraizamiento bajo el Hacho de Loja), el que cabalga hacia el Norte (PEYRE, 1974) al Subbético Interno.

2) Corrimientos de una Dorsal más interna sobre otra más externa

Afectan sólo a la S.^a de Cañete (Sector Occidental). La Unidad de Cañete (Dorsal Intermedia) está corrida, hacia el Norte, sobre la Dorsal Penisubbética. Entre ambas, existen terrenos del Eoceno Superior-Aquitaniense, que constituyen probablemente la cobertera estratigráfica del Penibético y que pertenecen a la Subzona Intermedia.







Degüres, generalmente de zócalo y visibles en superficie, que inducen cabalgamientos y/o deslizamientos en las coberturas.

En ambos casos, las direcciones de movimiento relativo son aproximadamente perpendiculares al plano del dibujo.

Cabalgamientos y/o deslizamientos de las coberturas inducidos por supuestos degüres profundos no claramente visibles en superficie.

Significa que el movimiento relativo no ha ocurrido necesariamente en la dirección longitudinal del corte, sino transversalmente a ella.

LEYENDA

TERMINOS POST-MANTO	Serravallese 2-Cuaternario (A veces también Langhense 2-Serravallese)	Cholopano (estratificación del Guadalquivir)
TERMINOS INTER-MANTO	Burdigaliense inferior y/o Burdigaliense Sup.-Langhense 1	
ZONAS EXTERNAS		
PREBITICO y COBERTURAS TARDIAS DE LA MUESTRA BÉNICA	Jurásico - Aquitanense terminal	
	Triás	
SUBBITICO EXTERNO	Cretácico inferior - Aquitanense terminal	
	Jurásico	
SUBBITICO MEDIO	Cretácico inferior - Aquitanense terminal	
	Jurásico	
SUBBITICO INTERNO	Cretácico inferior - Aquitanense terminal	
	Jurásico	
	Triás del Subbitico S lato	
ISCLAS DE LA MUESTRA BÉNICA	Pénnico	
ZONAS INTERNAS		
ZONAS INTERNAS	Exceno Sup.-Aquitanense terminal del conjunto Dorat-Málaga	
SORIAL SUBBITICA	Cretácico inferior - Lutetiano terminal	
	Jurásico	
SORIAL PENINSULAR Y SORIAL PENINSULAR	Cretácico inferior - Lutetiano terminal	
	Jurásico	
SORIAL INTERMEDIA SORIAL BÉTICA Y MALAGUE	Cretácico inferior - Lutetiano terminal	
	Jurásico	
	Triás del conjunto Dorat-Málaga	
	Pénnico del conjunto Dorat-Málaga	
ALGARROSES Y PENOSITAS	Pénnico-Triás	Pendolitas
MOYOLANES	Pénnico-Triás	

CORTES GEOLOGICOS DE LAS CORDILLERAS BÉTICAS SECTOR central

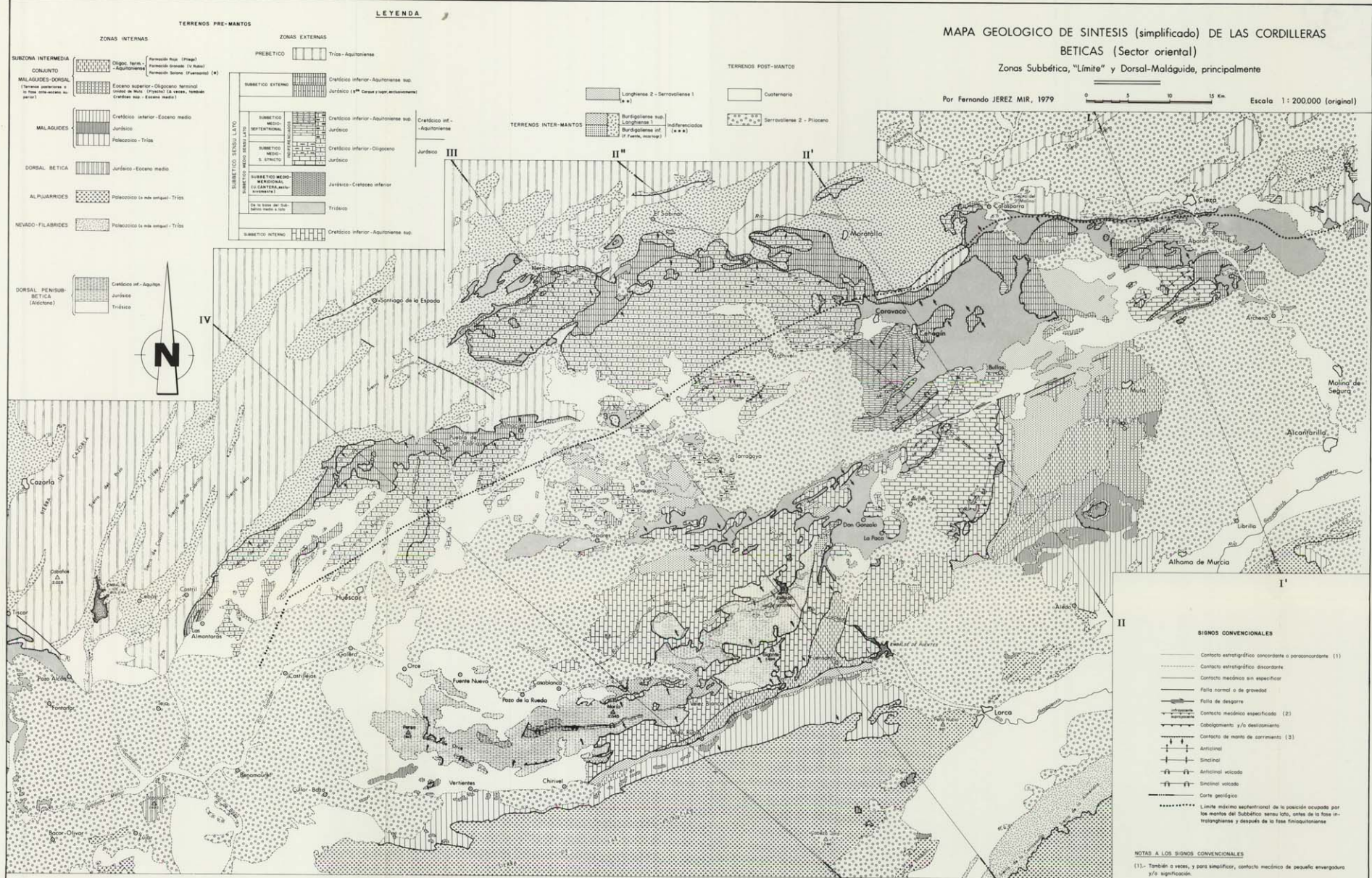
por Fernando JEREZ MIR, 1979

Escala horizontal y vertical 1:200.000 (original)

MAPA GEOLOGICO DE SINTESIS (simplificado) DE LAS CORDILLERAS BETICAS (Sector oriental)

Zonas Subbética, "Límite" y Dorsal-Malguidé, principalmente

Por Fernando JEREZ MIR, 1979 Escala 1:200.000 (original)

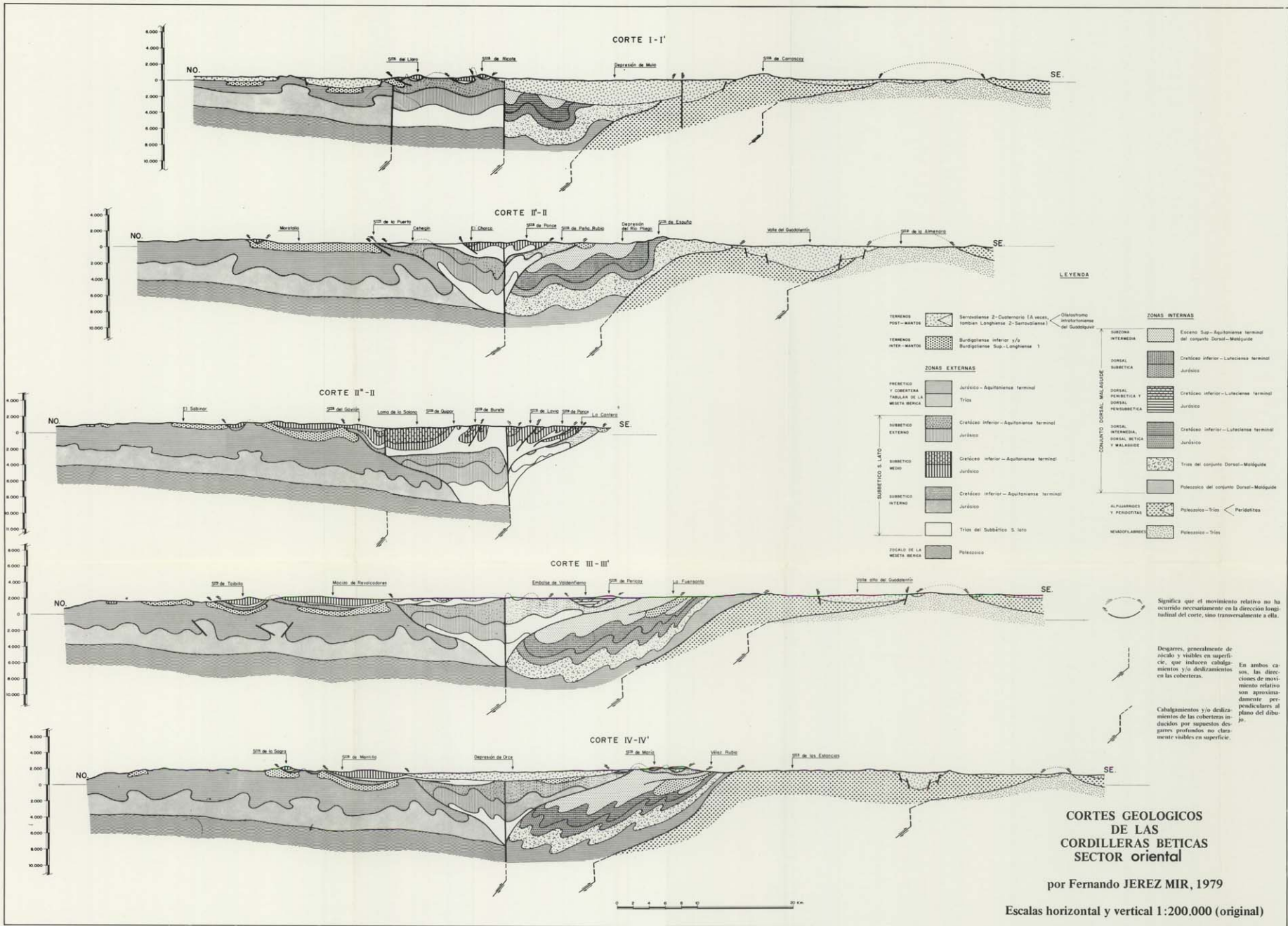


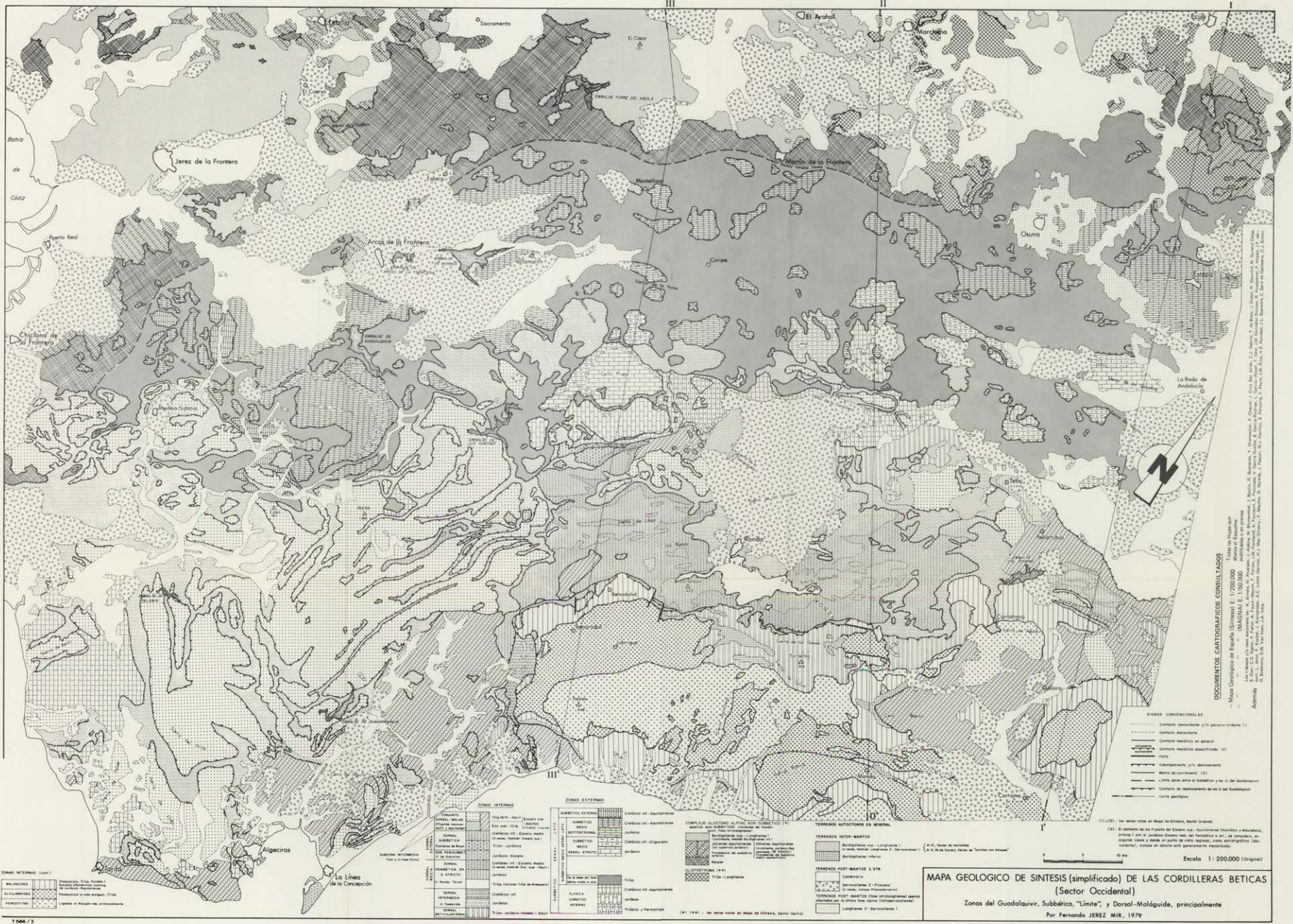
DOCUMENTOS CARTOGRAFICOS CONSULTADOS
 - Mapa Geológico de España (Síntesis) E: 1/200.000 (MAGNAN) E: 1/500.000
 - Todos las Hojas del abaco de España publicadas o en prensa
 - Los trabajos más importantes de: A. Alonso, M. Alvarado, J. Arribas, M. Borrero, J. Boulin, R. Buzano, Y. Chamorro, P. Chaves, J. Cruz San Julián, C.J. Dabini, T. de Boer, J. Dolan, R. Douvillé, M. Durán Dorca, S. Duro, C.D. Egler, P. Falas, A. Faura-Morán, J. Ferrás, J.M. Ferrand, A. Francés, E. Francés, V. García Barrios, B. García Bernal, L. García-Heras, T. González, J.M. González-Doreau, R. Huescá, P. Huescá, J.P. Ibar, L. Ibar, P. Kozub, J. Llanusa, A.C. López García, H.J. Mac Gillyver, P. Maestre, R. Nadeau, J. Pausan, M.J. Pausan, E. Percebo, Y. Peyre, J.M. Rizo, H.E. Rowley, J.L. Saez, C. Soria de Galiano, O.J. Simón, H. Sison, G.W. Van Veen, J.A. Vera.

NOTAS A LA LEYENDA DE TERRENOS
 (*) Al NNE del Río Luchena, existe, intercalada en la Formación Solana, un afloramiento icarografado de areniscas del Aljibe.
 (***) Terrenos en general post-montes, aunque frecuentemente plegados (e incluso cobijados) en la última fase (intrarrotiviense) de la tectónica alpina.
 (****) Al Norte de la zona Subbética (SR de la Pila, SR del Cerro, etc.), se incluye también al Longhense 2 - Serravalleense 1.

- SIGNOS CONVENCIONALES**
- Contacto estratigráfico concordante o paraconcordante (1)
 - Contacto estratigráfico discordante
 - Contacto mecánico sin especificar
 - Faja normal o de gravedad
 - Faja de desgarro
 - Contacto mecánico especificado (2)
 - Cobijamiento y/o desplazamiento
 - Contacto de monte de crecimiento (3)
 - Anticlinal
 - Sinclinal
 - Anticlinal volcado
 - Sinclinal volcado
 - Corte geológico
 - Límite máximo superficial de la posición ocupada por los montes del Subbético antes de la fase intrarrotiviense y después de la fase finalizante

NOTAS A LOS SIGNOS CONVENCIONALES
 (1)- También a veces, y para simplificar, contacto mecánico de pequeño empujamiento y/o significación.
 (2)- No implica desplazamiento relativo importante, y no supone una inversión de la posición geométrica relativa y originaria de los terrenos infra y suprayacente.
 (3)- Los flechcos indican el sentido (no la dirección exacta) de desplazamiento del Monte del Sacr., su frente y retrofrente con respecto a su substrato inmediato y relativo.





DOCUMENTOS CARTOGRAFICOS CONSULTADOS
 Mapa Geológico de España (Simplificada) E. 1:200.000
 Instituto Geográfico Nacional
 Madrid
 Mapa Geológico de España (Simplificada) E. 1:100.000
 Instituto Geográfico Nacional
 Madrid
 Mapa Geológico de España (Simplificada) E. 1:50.000
 Instituto Geográfico Nacional
 Madrid
 Mapa Geológico de España (Simplificada) E. 1:25.000
 Instituto Geográfico Nacional
 Madrid
 Mapa Geológico de España (Simplificada) E. 1:10.000
 Instituto Geográfico Nacional
 Madrid
 Mapa Geológico de España (Simplificada) E. 1:5.000
 Instituto Geográfico Nacional
 Madrid

- SÍMBOLOS CONVENCIONALES**
- Contacto concordante y/o discordancia (1)
 - Contacto discordante
 - Contacto metálico en general
 - Contacto metálico especial (2)
 - Falla
 - Colapsamiento y/o hundimiento
 - Marca de deformación (3)
 - Límite entre el Subbético y el de las Béticas
 - Límite de aislamiento de las Béticas
 - Carta geológica

ZONAS INTERNAS

Subbético	Subbético	Subbético	Subbético	Subbético
Subbético	Subbético	Subbético	Subbético	Subbético
Subbético	Subbético	Subbético	Subbético	Subbético
Subbético	Subbético	Subbético	Subbético	Subbético
Subbético	Subbético	Subbético	Subbético	Subbético

ZONAS EXTERNAS

Subbético	Subbético	Subbético	Subbético	Subbético
Subbético	Subbético	Subbético	Subbético	Subbético
Subbético	Subbético	Subbético	Subbético	Subbético
Subbético	Subbético	Subbético	Subbético	Subbético
Subbético	Subbético	Subbético	Subbético	Subbético

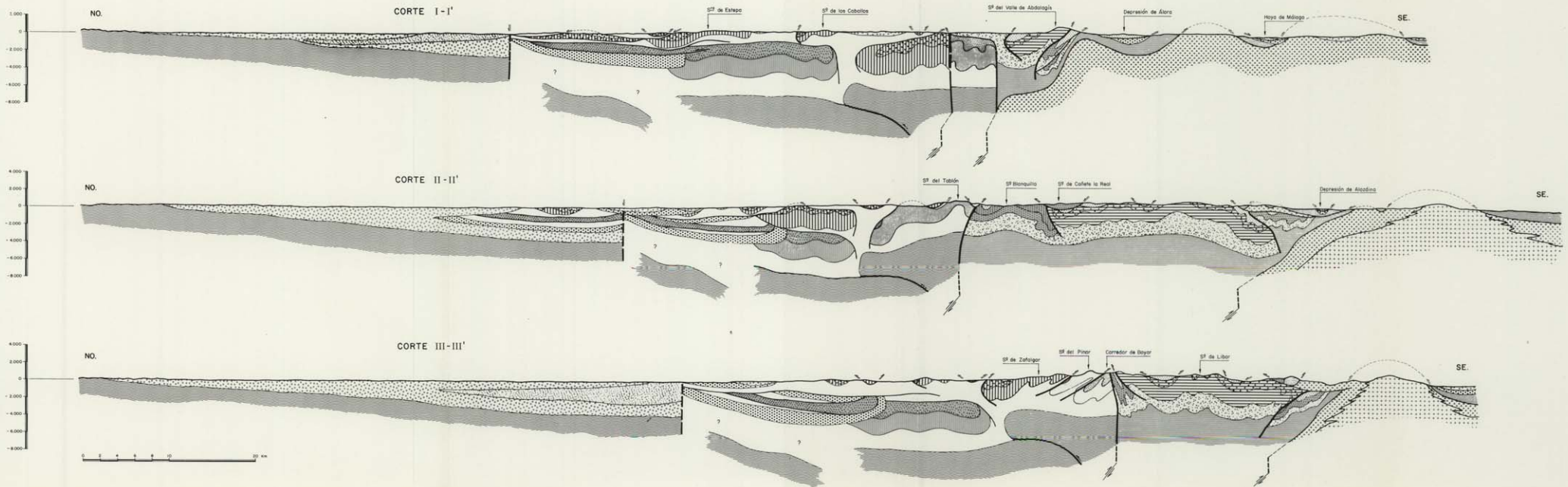
TERMINOS INTER-MANTOS

Subbético	Subbético	Subbético	Subbético	Subbético
Subbético	Subbético	Subbético	Subbético	Subbético
Subbético	Subbético	Subbético	Subbético	Subbético
Subbético	Subbético	Subbético	Subbético	Subbético
Subbético	Subbético	Subbético	Subbético	Subbético

TERMINOS POST-MANTOS L-STA

Subbético	Subbético	Subbético	Subbético	Subbético
Subbético	Subbético	Subbético	Subbético	Subbético
Subbético	Subbético	Subbético	Subbético	Subbético
Subbético	Subbético	Subbético	Subbético	Subbético
Subbético	Subbético	Subbético	Subbético	Subbético

MAPA GEOLOGICO DE SINTESIS (simplificado) DE LAS CORDILLERAS BÉTICAS (Sector Occidental)
 Zonas del Guadalquivir, Subbética, "Límite", y Dorsal-Moldávida, principalmente
 Por Fernando JEREZ MIR, 1979



LEYENDA

TERRENOS POST-MANTO	Serravallense 2-Cuaternario (A veces, también Langhense 2-Serravallense)	↳ Dintashong, Serravallense del Guadquivir
TERRENOS INTER-MANTO	Burdigaliense inferior y/o Burdigaliense Sup.-Langhense 1	
ZONAS EXTERNAS		
PREMÉTICO Y SOBRETERRA TABULAR DE LA MESA BÉTICA	Jurásico - Aquitanense terminal	
	Triás	
	ZOALCO DE LA MESA BÉTICA	Paleozoico

SUBBÉTICO S. LATO	SUBBÉTICO EXTERNO	Cretácico inferior - Aquitanense terminal
		Jurásico
	SUBBÉTICO MESO	Cretácico inferior - Aquitanense terminal
		Jurásico
SUBBÉTICO INTERNO	Cretácico inferior - Aquitanense terminal	
		Jurásico
		Triás del Subbético S. lato

CONJUNTO DORSAL MALAGUEÑO	SUBZONA INTERMEDIA	Encero Sup.-Aquitanense terminal del conjunto Dorsal-Malagüeño
	DORSAL SUBBÉTICA	Cretácico inferior - Luteciense terminal
		Jurásico
	DORSAL PENIBÉTICA Y SUBBÉTICA	Cretácico inferior - Luteciense terminal
		Jurásico
	DORSAL INTERMEDIA, DORSAL BÉTICA Y MALAGUEÑO	Cretácico inferior - Luteciense terminal
	Jurásico	
		Triás del conjunto Dorsal-Malagüeño
		Paleozoico del conjunto Dorsal-Malagüeño

ALPILANESSES Y PENIBÉTICA	Paleozoico-Triás	↳ Pirinélicas
MEMOFLANESSES	Paleozoico-Triás	

Significa que el movimiento relativo no ha ocurrido necesariamente en la dirección longitudinal del corte, sino transversalmente a ella.

Desgarres, generalmente de zócalo y visibles en superficie, que inducen cabalgamientos y/o deslizamientos en las coberturas.

Cabalgamientos y/o deslizamientos de las coberturas inducidos por supuestos desgarres profundos no claramente visibles en superficie.

CORTES GEOLOGICOS DE LAS CORDILLERAS BÉTICAS SECTOR occidental
por Fernando JEREZ MIR, 1979

Escalas horizontal y vertical 1:200.000 (original)

f) **Los movimientos de las Zonas Internas, previamente estructuradas, sobre sí mismas**

Estos movimientos son claramente posteriores a los corrimientos del Maláguide sobre el Alpujarride y de este último sobre el Nevado-Filábride, ya que los cizallamientos producidos por aquellas «biselan» los contactos de dichos corrimientos.

Por otro lado, esos movimientos ponen en contacto, principalmente, a la Dorsal Bética o Interna (cabalgante) con la Dorsal Penibética (cabalgada), pero también llevan al Maláguide sobre la Dorsal y al Alpujarride sobre el Maláguide, invirtiéndose así, localmente, las posiciones tectónicas relativas alcanzadas anteriormente.

En cuanto a la edad de dichos movimientos y puesto que afectan a la Brecha de la Nava (que, con cantos de Alpujarride, podría muy bien ser un equivalente aéreo de la Viñuela —BOURGOIS, 1978—), serían posteriores al Burdigaliense Inferior.

Por último, cabe citar que, más o menos ligados a estos movimientos debieron estar los deslizamientos gravitacionales de las coberteras del Eoceno Superior-Aquitaniense pertenecientes a la Subzona Intermedia. Estos deslizamientos se produjeron en dos direcciones una, frontal, hacia dominios más externos (Subbético s. l.) y otra, lateral, con un sentido de Este a Oeste, dentro de la propia Subzona Intermedia (es como si el numídico e infranumídico, que el autor considera a grosso modo, como paraautóctono, es decir, depositado sobre los distintos dominios de la Dorsal, se hubiese movido más o menos ampliamente, pero en dirección longitudinal, sobre su propio substrato del Jurásico-Eoceno Medio).

BIBLIOGRAFIA (*)

- ANDRIEUX, J.; FONTBOTE, J. M. et MATTAUER, M.: *Sur un modèle explicatif de l'arc de Gibraltar*. Earth and Planetary Science Letters. Vol. 12; núm. 2, pp. 191-198. (1971).
- AZEMA, J.: *Etude géologique des confins des Provinces de Murcia et d'Alicante (Espagne)*. Thèse, Paris (1977).
- BOURGOIS, J.: *La transversale de Ronda, Cordilleras Béticas. Espagne. Données géologiques pour un modèle d'évolution de l'arc de Gibraltar*. Thèse. Besançon (1978).
- BOURROUILH, H.: *Stratigraphie, Sedimentologie et Tecto-*

nique de l'île de Minorque et du Nord-Est de Majorque (Balears). Thèse, Paris.

BUSNARDO, R.: *Hypothèses concernant la position des unités structurales et paléogéographiques de la transversale Jaén-Granade (Andalousie)*. Geol. Mij., 43, pp. 264-267 (1964).

CHAUVE, P.: *Etude géologique du Nord de la province de Cadix*. Mem. Inst. Geol. y Min. España, t. LXIX, 377 p., 1 carte (1968).

COLOM, G.: *Geología de Mallorca*. Diputación provincial de Baleares. C. S. I. C. (1975).

CRUZ-SAN JULIÁN: *Estudio geológico del sector Cañete La Real-Teba-Osuna*. Tesis Granada, 431 p. (1974).

DIDON, J.: *Etude géologique du Campo de Gibraltar*. Thèse, Paris (à paraître in Mem. Inst. Geol. y Min. España) (1969).

DIDON, J.; DURAND DELGA, M. et KORNPBST, J.: *Homologies géologiques entre les deux rives du détroit de Gibraltar*. B. S. G. F. (7), XV, núm. 2, pp. 77-105, 1 carte en couleurs (1973).

DUBOIS, M.: *Etude géologique des environs d'Ubrique (Province de Cadix, Espagne)*. Thèse 3ème cycle. Besançon (1971).

DURAND DELGA, M.; HOTTINGER, L.; MARCAIS, J.; MATTAUER, M.; MILLIARD, Y. et SUTER, G.: *Données actuelles sur la structure du Rif*. Extrait du Livre a la mémoire du Professeur Paul Fallot. Paris (1960).

DURAND DELGA, M.: *Esquisse structurale de l'Algérie en 1961*. Centre National de la Recherche Scientifique. Paris (1962).

DURAND DELGA, M.: *Mise au point sur la structure du Nord-Est de la Berberie*. Publications du Service Géologique de l'Algérie (1969).

DURAND DELGA, M.: *Hypothèse sur la genèse de la Courbure de Gibraltar*. B. S. G. F. (7), XV, núm. 2, pp. 119-120 (1973).

DURR, S.; HOEPPENER, R.; HOPPE, P. und KOCKEL, F.: *Géologie des montagnes entre le Rio Guadalhorce et le Campo de Gibraltar (Espagne méridionale)*. Livre mém. Prof. P. Fallot, Mém. h. sér. S. G. F., t. I, pp. 209-227 (1960-1962).

EGLER, C. G. et SIMON, O. J.: *Sur la tectonique de la zone bétique (Cordillères bétiques, Espagne)*. Verhandl. Kon. ned. Akad. West., Afd. Nat. (1), 15, núm. 3, 90 p., 16 fig., 3 pl. (1969).

FALLOT, P.: *Les Cordillères bétiques*. Est-géol., Cons. Sup. de Inv. Cient., Inst. Lucas Mallada, núm. 8, pp. 83-172 (1948).

FERNEX, F.: *Tectonique et Paléogéographie du Bétique et du Pénibétique orientaux. Transversale de la Paca-Lorca-Aguilas (Cordillères bétiques, Espagne méridionale)*. Thèse, Fac. Sc. Univ. Paris, 983 pages (1968).

- FOUCAULT, A.: *Etude géologiques des environs des sources du Guadalquivir (Provinces de Jaén et de Granada) Espagne méridionale*. Thèse, París (1971).
- GARCÍA-DUEÑAS, V.: *La Zona Subbética al Norte de Granada*. Tesis. Univ. de Granada (1967).
- GARCÍA-ROSSELL, L.: *Estudio geológico de la transversal de Ubada-Huelma y sectores adyacentes*. Tesis Doctoral, Granada (1972).
- GEEL, T.: *The geology of the Betic of Málaga, the Subbetic and the zone between these two units in the Vélez-Rubio Area (Southern Spain)*. Theses, Amsterdam (1973).
- JEREZ, F.: *Contribución a una nueva síntesis de las Cordilleras Béticas*. Bol. Geol. y Min. Nov.-Dic., t. 90, Fasc. 6 (1979).
- MIEKEN, M.: *Résumé des connaissances acquises au cours des vingt dernières années dans le Hodna, la Titteri et la partie occidentale des Biban (département d'Arger)*. Bull. du B. R. G. M. (deuxième série). Sect. IV, núm. 1, pp. 45-47 (1970).
- MATAILLET, R., y PECHOUX, J.: *Etude géologique de l'extrémité occidentale de la Sierra Nord de Majorque (Baléares, Espagne)* (1978).
- MATHIS, V.: *Etude géologique de l'extrémité orientale de la zone de Colmenar (Province de Málaga, Espagne)*. Thèse de 3ème cycle, Besançon (1974).
- MAUTHE, F.: *La Geología de la Serranía de Ronda (Cordillera Bética occidental)*. Bol. Geol. Min., t. LXXXII, pp. 1-36, 2 fig., 1 lám. (Traducción de D. J. Gómez de Llerena) (1971).
- MONTENAT, C.: *Les formations néogènes et quaternaires du levant espagnol (Province d'Alicante et de Murcia)*. Thèse, París (1973).
- PAQUET, J.: *Etude géologique de l'Ouest de la province de Murcie (Espagne)*. Mém. S. G. F., N. S., mémoire núm. 111, t. XLVIII, 270 p. (1969).
- PEYRE, Y.: *Géologie d'Antequera et de sa région (cordillères bétiques, Espagne)*. Thèse, París (1974).
- SANZ DE GALDEANO, C.: *Geología de la transversal Jaén-Frailes (provincia de Jaén)*. Tesis doctoral. Univ. de Granada (1973).
- SOEDIONO, H.: *Geological investigations in the Chirivel area province of Almería-south eastern Spain*. Theses, Amsterdam (1971).
- VAN VEEN: *Geological investigations in the region west of Caravaca south-eastern Spain*. Theses, Amsterdam (1969).
- VERA, J. A.: *Estudio Geológico de la Zona Subbética en la transversal de Loja y sectores adyacentes*. Tesis Doctoral. Mem. Inst. Geol. Min. España, 191 p., 27 fig., 17 lám., 2 planos (1966).

(*) Razones de espacio nos obligan a no citar, expresamente, toda la bibliografía consultada, por lo que este listado se limita fundamentalmente a una serie de trabajos regionales necesarios para la explicación del modelo geológico establecido. De forma general puede añadirse, que este trabajo de síntesis no hubiera sido posible de no contar además con los datos aportados por los autores del MAGNA, así como la Síntesis del IGME a escala 1:200.000.

Recibido: abril, 1980

La estructura del manto del Esla (Cordillera Cantábrica, León)

Por M.^a L. ARBOLEYA (*)

RESUMEN

El manto del Esla afecta materiales cuya edad va del Cámbrico Inferior al Carbonífero Superior. La superficie de cabalgamiento se sitúa próxima a la base de la Formación Láncara y se mantiene casi paralela a la estratificación del manto y su autóctono a lo largo de casi todo su trazado, cortándola únicamente en la parte NE, donde se conserva el «frente inicial» del manto.

En el frente la cuarcita ordovícica describe un pliegue que choca contra la superficie de cabalgamiento, mientras que los materiales situados encima de ella describen pliegues menores muy agudos, actualmente vergentes al S.

Partiendo de los datos aportados por el frente del manto y por las estructuras menores halladas bajo su base, se ha obtenido una dirección de desplazamiento SSW-NNE, en sentido hacia la concavidad del Arco Asturiano. Esto permite deducir un desplazamiento mínimo de 14 kilómetros.

La presencia de depósitos gravitacionales cabalgados por el manto permite afirmar que éste aún se encontraba en movimiento durante el Bashkiriense Superior (Westfaliense A).

El manto es anterior al Westfaliense D, que se encuentra discordante sobre él.

ABSTRACT

The Esla nappe consists of materials ranging in age from lower Cambrian to upper Carboniferous and rests on Devonian and Carboniferous rocks.

The thrust surface is situated close to the base of Láncara Fm. and is nearly parallel to the allocthonous and autocthonous bedding. This parallelism is lost in the Northeastern part of the nappe where its frontal part is preserved.

In this frontal part the Ordovician Quarzite describes a fold dying against the thrust surface while formations on top of Quarzite develop very tight minor folds.

Based on the data supplied by the study of the front and the minor structures below the thrust, a NNE movement direction has been determined for the nappe. That is, the nappe has moved towards the concavity of the Asturian Arc. The minimum displacement deduced is 14 Km.

The nappe is older than Westfalian D since this materials are unconformable on it. Nevertheless gravitational deposits overthrust by the nappe indicate that it was still in motion during upper Bashkirian.

INTRODUCCION

El área objeto de estudio se encuentra situada en la Zona Cantábrica (LOTZE, 1945; JULIVERT, FONTBOTE, RIBEIRO & CONDE, 1972) que constituye la zona más extensa del Hercínico Ibérico, formando lo que se ha denominado «Arco o rodilla Astúrica» (figura 1). Geográficamente el manto del Esla se sitúa en la vertiente S de la Cordillera Cantábrica, próximo a las localidades de Boñar y Cistierna, en la provincia de León.

(*) Departamento de Geotectónica. Universidad Autónoma de Barcelona. Bellaterra (Barcelona).

La existencia de mantos de edad herciniana en la Zona Cantábrica se conoce desde hace relativamente poco tiempo. El primer manto descrito con cierto detalle fue parte de la estructura que actualmente se conoce con el nombre de manto de Somiedo (GÓMEZ DE LLARENA & RODRÍGUEZ ARANGO, 1948). El manto del Esla fue puesto de manifiesto por primera vez por DE SITTER en 1959 y estudiado después con mayor detalle por RUPKE (1965) quien publicó un amplio trabajo sobre él.

Las características generales de los mantos cantábricos han sido expuestas por JULIVERT (1971)

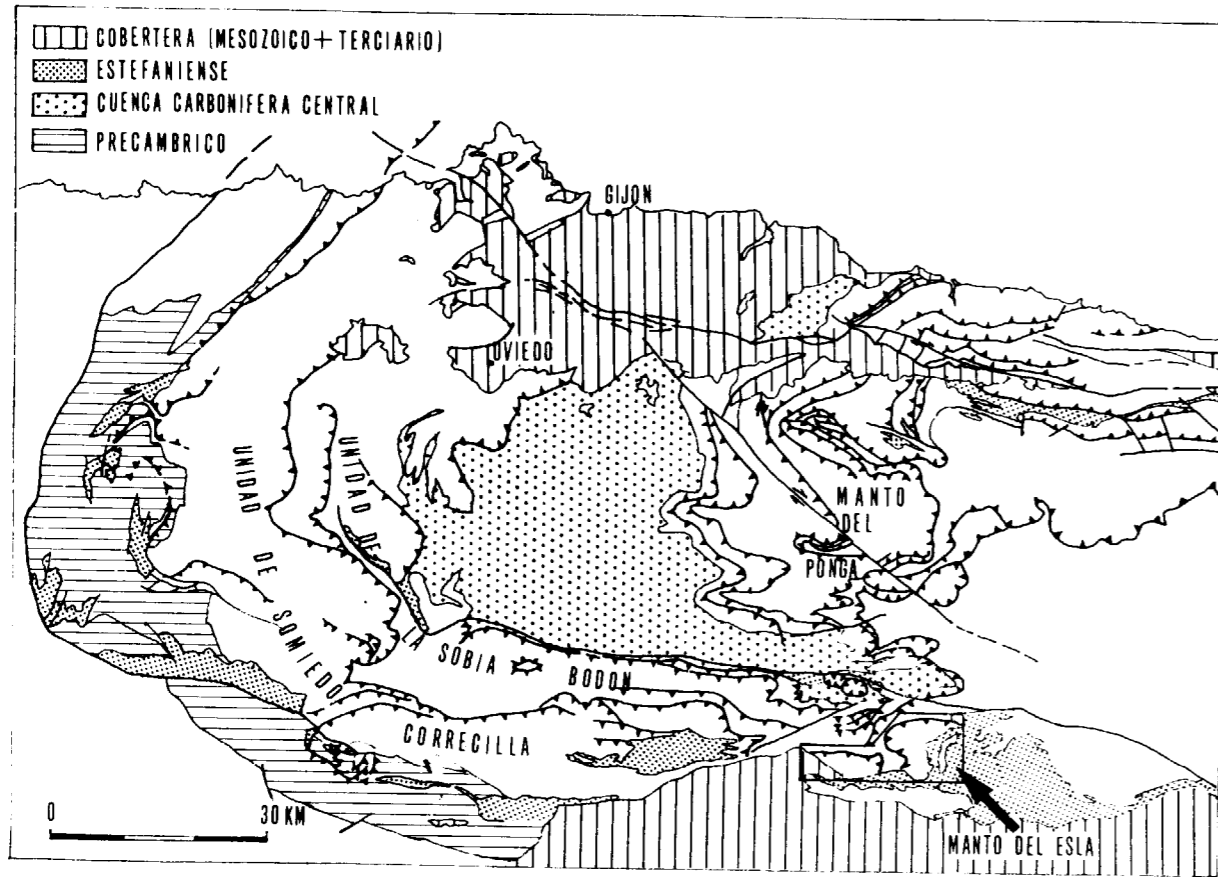


Figura 1.—Esquema de situación del manto del Esla dentro de la Zona Cantábrica.

quien, considerando como ejemplo el manto del Ponga, analiza estas estructuras tanto desde el punto de vista geométrico como desde el de su emplazamiento, así como el papel que puede haber jugado el substrato precámbrico en su formación y la edad de las mismas. Se puede afirmar, por lo que se refiere a la Zona Cantábrica, que se conocen las características geométricas de los mantos que en ella se encuentran así como su trazado cartográfico, a la vez que se encuentran bien definidas e individualizadas las distintas unidades tectónicas.

Existen, sin embargo, otros problemas que subsisten total o parcialmente; entre ellos se encuentran los siguientes:

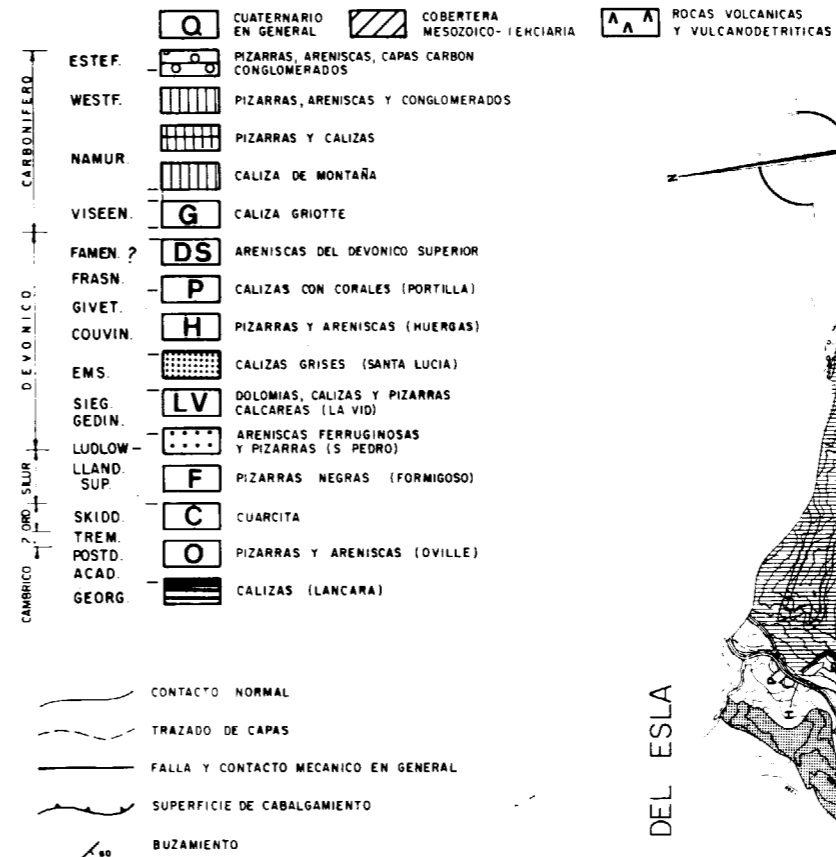
I) En primer lugar, se halla el problema de la dirección de movimiento de los mantos, de difícil solución teniendo en cuenta la disposición arqueada de la Zona Cantábrica, puesto que la dirección de movimiento de los mantos se encuentra

en relación directa con la forma en que se ha originado el Arco Astúrico.

II) La existencia de mantos con un desplazamiento apreciable plantea el problema de la deformación interna que haya podido producirse en relación con ellos. En la Zona Cantábrica no existe deformación interna dentro de las láminas cabalgantes, tal como lo demuestra la existencia de oolitos indeformados en la Formación Láncara (ZAMARREÑO, 1972), así como de numerosos fósiles indeformados. Sin embargo, la existencia en cordilleras, tales como los Alpes o las Caledónides, de rocas con una fuerte deformación interna constituyendo una estrecha lámina en la base de los mantos (LAPWORTH, 1885; CHRISTIE, 1960; Hsü, 1969), hace necesario un estudio encaminado a determinar si existen este tipo de rocas y en caso afirmativo sus condiciones de formación.

III) Si bien en términos generales, la geometría de los mantos cantábricos es bien conocida no debe olvidarse que tanto su frente real como

LEYENDA

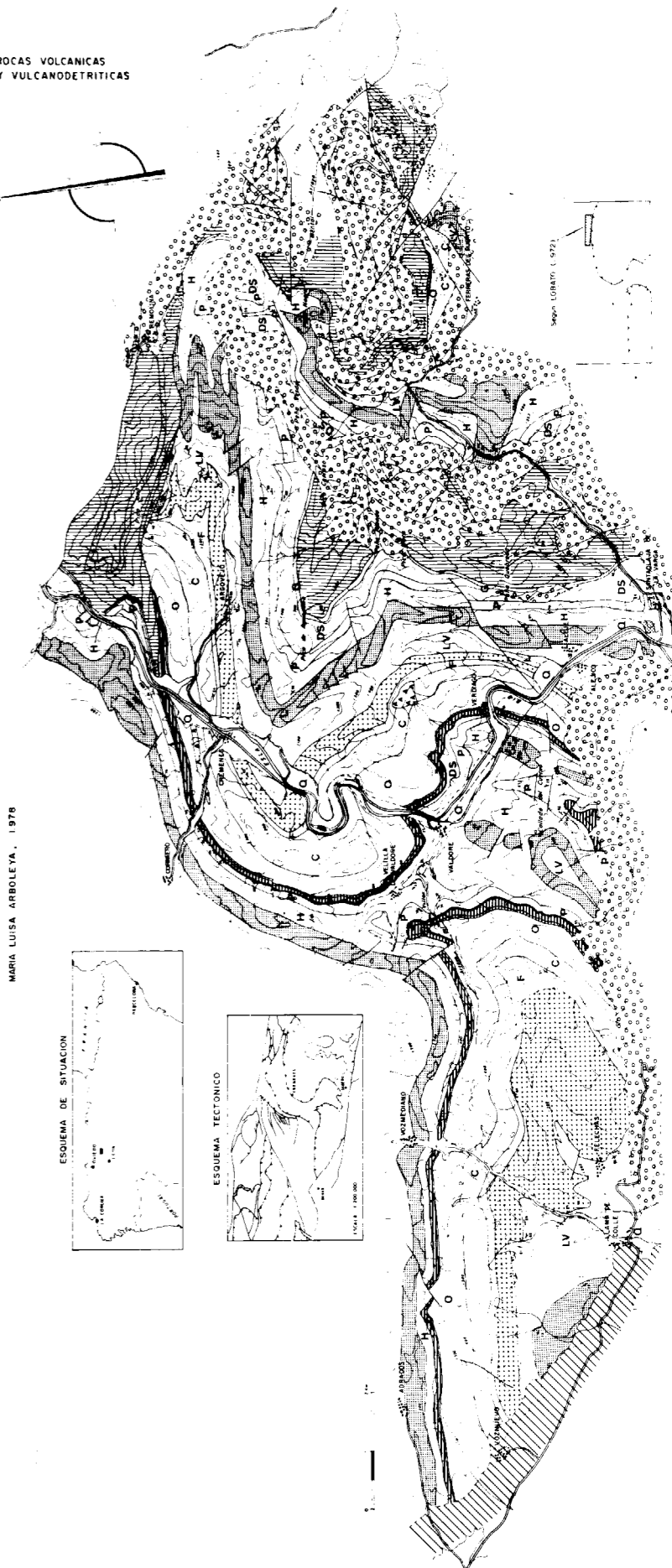


su «raíz», son difícilmente observables. Así pues, parece necesaria una revisión de este tema con el fin de tratar de asimilar la forma en que se han originado las estructuras presentes en el frente de los mantos.

IV) Finalmente, se encuentra el problema del origen de los mantos, puesto que debe existir alguna causa que provoque la formación de una superficie de despegue y la posterior superposición de los materiales situados por encima de ella sobre el paquete de estratos adyacentes.

Teniendo en cuenta lo expuesto más arriba se ha tomado el manto del Esla como objeto de estudio con el fin de utilizarlo como modelo de los mantos cantábricos de la vertiente S, ya que por sus pequeñas dimensiones y sus buenas condiciones de afloramiento ofrece grandes facilidades de observación. Existen, además, otros hechos objetivos tales como la existencia de facies distintas de autóctono y alóctono, la presencia de una roca con fuerte deformación interna bajo la superficie de cabalgamiento y la existencia de pliegues en el frente que hacen de esta estructura un objeto perfecto para tratar de hallar la solución a los problemas antes mencionados.

MAPA GEOLOGICO DEL MANTO DEL ESLA



ESTRATIGRAFIA

La sucesión estratigráfica observable en el manto del Esla es la misma que, con ligeras variaciones, se encuentra en el resto de la región de Pliegues y Mantos (JULIVERT, 1967b) de la cual forma parte. Comprende materiales cuya edad va desde el Cámbrico al Carbonífero Superior (véase el mapa adjunto).

Esta serie, aunque con alguna laguna estratigráfica, es concordante desde el Cámbrico al Carbonífero Superior (Namuriense), mientras que el Westfaliense D aparece discordante, al igual que el Estefaniense.

Si bien a gran escala, la sucesión estratigráfica es constante, existen áreas en las que una formación presenta diferencias de facies con el área vecina. Con el fin de utilizar estas diferencias de facies con vistas a la reconstrucción estructural de la zona es necesario considerar tres áreas, que son: por una parte el manto del Esla s.e.; por otra, su autóctono, que aflora al NW del manto y, finalmente, el área paleozoica comprendida entre la cuenca estefaniense de Sabero y el Terciario de la Cuenca del Duero, la cual ha sido denominada Unidad de Peña Corada por RUPKE (1965).

A efectos de la descripción que se expone a continuación se consideran por separado, por una parte, las diferencias de facies entre el manto y su autóctono, y por otra, las diferencias entre el manto, su autóctono y la Unidad de Peña Corada.

Diferencias de facies entre el manto del Esla y su autóctono

Las formaciones mejor estudiadas y aquellas en las cuales las diferencias son más claras, son: la Formación Láncara (Cámbrico), las Formaciones Sta. Lucía y Huergas y las Areniscas del Devónico Superior.

La Formación Láncara ha sido estudiada en detalle por ZAMARREÑO (1972), que describe la sucesión del alóctono como constituida por un miembro inferior calcáreo-dolomítico con birdeseyes y un miembro superior de calizas rojas nodulosas. En el autóctono, el miembro inferior está constituido, en su mayor parte, por dolomías con laminaciones que en muchos casos han sido producidas por algas; mientras que el miembro superior presenta unas características similares al del manto.

Así pues, las diferencias de facies se observan únicamente en el miembro inferior. La diferencia esencial consiste en la sustitución de la facies de birdeseyes del alóctono por facies de laminaciones especialmente debidas a algas en el autóctono.

Las facies de la Formación Santa Lucía han sido estudiadas en detalle por MÉNDEZ-BEDIA (1976), quien ha definido tres tipos de sucesiones que se distribuyen alrededor del arco. En la región del manto del Esla se encuentran dos de estos tipos de sucesiones, uno de ellos propio del autóctono y el otro propio del alóctono (MÉNDEZ-BEDIA, 1976, figura 22; BASTIDA, MARCOS, ARBOLEYA & MÉNDEZ-BEDIA, 1976). En el manto, la Formación Santa Lucía está constituida en su totalidad por facies de tipo sublitoral (calizas rojizas encriníticas y calizas con briozoos, braquiópodos y tabulados ramificados en las partes inferior y superior de la serie y calizas con abundantes organismos de carácter arrecifal en la parte media). En el autóctono la Formación Santa Lucía presenta facies de tipo sublitoral y facies de tipo peritidal. También en el autóctono se pueden distinguir tres miembros: el inferior, con facies sublitorales, formado por calizas arrecifales interstratificadas con niveles de calizas encriníticas; el miembro medio, con facies de tipo peritidal, formado por calizas con birdeseyes, laminaciones (a veces debidas a algas) y «mud cracks»; el miembro superior, con facies de tipo sublitoral, está formado por calizas fosilíferas.

La diferencia esencial consiste en la presencia, en el autóctono, de un importante nivel de birdeseyes y laminaciones con facies de tipo peritidal que falta en el manto donde toda la formación tiene facies tipo sublitoral.

La Formación Huergas ha sido objeto de un estudio detallado por parte de GARCÍA-RAMOS (1977). Aunque tanto en el autóctono como en el manto esta formación presenta facies de tipo sublitoral, la diferencia fundamental entre ambos consiste en que el autóctono presenta facies de menor profundidad que el alóctono, tal como lo demuestra la existencia en el primero de canales arenosos y un mayor porcentaje de materiales gruesos.

En cuanto a las Areniscas del Devónico Superior la diferencia fundamental consiste en la existencia, en el alóctono, de dos niveles calcáreos intercalados en la serie de areniscas, los cuales faltan en el autóctono donde, además, el espesor del conjunto es mucho menor.

Diferencias de facies entre el manto, su autóctono y la Unidad de Peña Corada

Los materiales presentes en la Unidad de Peña Corada comprenden desde la Formación La Vid hasta la «facies Culm» del Carbonífero. En Peña Corada la caliza de Santa Lucía presenta facies de tipo sublitoral similares a las que se encuentran en el manto del Esla, tal como ha sido puesto de manifiesto por BASTIDA, MARCOS, ARBOLEYA & MÉNDEZ-BEDIA (1976) basándose en MÉNDEZ-BEDIA (1976). Por tanto, las facies de la caliza de Santa Lucía en Peña Corada son distintas de las que esta formación presenta en el autóctono.

Por lo que se refiere a la Caliza de Portilla no existen datos suficientes que permitan decisivamente asimilar la que aflora en Peña Corada, ya sea al autóctono o al manto. El estudio más completo de esta formación ha sido realizado por REIJERS (1972), quien afirma que las facies de Portilla en el autóctono y en Peña Corada son iguales. Sin embargo, este autor no ha estudiado las facies de esta formación en el manto, por lo que es imposible deducir si las facies del manto son diferentes o bien existe una homogeneidad de facies en los tres sectores a los que se hace referencia.

Respecto al Carbonífero (Namuriense) es de señalar que en la Unidad de Peña Corada, al W de Cistierna, sobre la Caliza Griotte (Viseense) se

encuentra una sucesión de carácter turbidítico (JULIVERT, 1978) que, según RUPKE (1965), posee un espesor máximo de 800 m. que va disminuyendo hacia el E. Sin embargo, tanto en el manto del Esla como en su autóctono, encima de la Caliza Griotte se encuentra la Caliza de Montaña.

La principal diferencia entre los materiales carboníferos de los tres sectores de referencia es la existencia de «facies Culm» en la Unidad de Peña Corada que falta tanto en el manto como en su autóctono.

TECTONICA

En el manto del Esla la superficie de cabalgamiento se dispone paralela a la estratificación del alóctono situándose dentro de la Formación Láncara, muy cerca de su base. Este paralelismo se pierde en la parte NE del manto donde la superficie de cabalgamiento corta oblicuamente la sucesión estratigráfica desde el Cámbrico (Caliza de Láncara) hasta el Carbonífero (Caliza de Montaña). Respecto al autóctono se observa que la superficie de cabalgamiento corta la estratificación con un ángulo muy bajo, desde el Devónico Medio (Formación Huergas) al Carbonífero (Caliza de Montaña).

Esta disposición de la superficie de cabalgamiento con respecto a la estratificación del autóctono y alóctono es la misma que se observa en

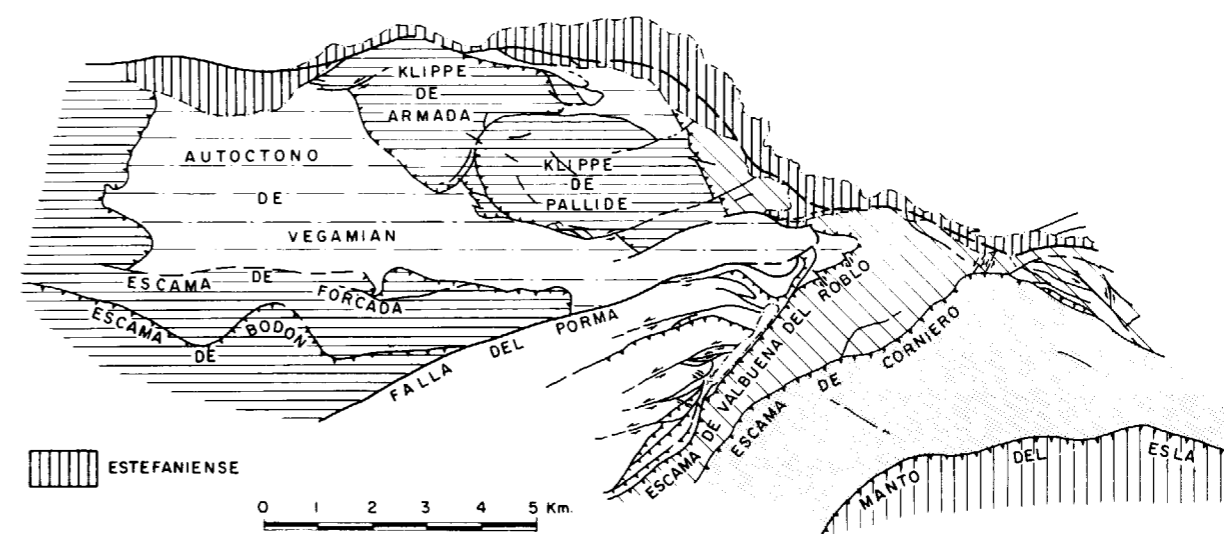


Figura 2.—Esquema mostrando las escamas más importantes del autóctono relativo del manto del Esla, así como su situación respecto a la falla del Porma y a las unidades tectónicas situadas al W de ésta. Según LOBATO (1972).

toda la Zona Cantábrica. A este respecto JULIVERT (1967a, b) señala que se trata de cabalgamientos de características similares a las de los mantos del sector S de los Apalaches.

Posteriormente a su emplazamiento el manto del Esla ha sido deformado por pliegues y erosionado, de modo que su actual trazado cartográfico es el resultado de la erosión de un manto de despegue, inicialmente horizontal, deformado por pliegues posteriores a él.

El autóctono del manto del Esla está formado por un conjunto de escamas (figura 2) de las cuales las más importantes son las de Corniero y Valbuena del Roblo (LOBATO, 1975) que son, también, las más próximas al manto del Esla. Por debajo de la escama de Valbuena del Roblo aparecen otras más pequeñas que afectan incluso a las Areniscas de la Herrería. El autóctono del manto del Esla es, pues, un autóctono relativo.

La extensión del manto

Considerando la peculiar situación del manto del Esla, limitado al S y al E por los materiales discordantes, es difícil precisar su extensión. Hacia el E el manto desaparece definitivamente bajo los materiales estefanienses, por lo que no se tratará aquí su extensión en dicha dirección debido a la carencia de datos. Por el S el manto del Esla se encuentra limitado por materiales estefanienses y cretácicos que recubren la Falla del Sabero-Gordón, separándolo de la Unidad de Peña Corada.

El significado de la Unidad de Peña Corada con respecto al manto del Esla ha sido tratado por primera vez por RUPKE (1965). Este autor observa que las facies y espesor de las Areniscas del Devónico Superior en la Unidad de Peña Corada son equivalentes a las del sinclinal del Agua Salio y considera que, por debajo del estefaniense, existe una conexión entre los materiales devónicos de ambos. Por este motivo incluye la Unidad de Peña Corada como parte del manto del Esla.

Posteriormente, REIJERS (1972) considera que la Unidad de Peña Corada forma parte del autóctono del manto del Esla, teniendo en cuenta las facies de la Caliza de Portilla en ambos sectores.

El estudio de facies realizado en la parte estratigráfica del presente trabajo pone de manifiesto la semejanza existente entre la Unidad de Peña

Corada y el manto del Esla. A su vez, la disposición del Carbonífero demuestra que la Unidad de Peña Corada se encontraba más al S que el manto del Esla, ya que el Carbonífero en «facies Culm», como el de Peña Corada forma una franja que bordea la cordillera por el S. Así pues, esto significa que dicha Unidad forma parte del manto del Esla y que originalmente se hallaba al S de éste, tal como ya ha sido señalado por BASTIDA, MARCOS, ARBOLEYA & MÉNDEZ-BEDIA (1976).

Teniendo en cuenta la semejanza de forma cartográfica existente entre el sinclinal de Peña Corada y el sinclinal de Felechas, así como la edad de los materiales de una y otra unidad, los autores citados han considerado que la Unidad de Peña Corada constituyó originalmente el núcleo del sinclinal de Felechas. Su posición actual al S del sinclinal de Agua Salio es debido a que ha sufrido un desplazamiento del orden de 15-20 Km. a causa del juego de tipo «décrochement» levógiro de la falla de Sabero-Gordón. Este desplazamiento sería anterior al depósito del Westfaliense D Superior; si bien la falla ha sufrido movimientos posteriores que afectan al Terciario.

Geometría del manto

El manto del Esla está constituido por un paquete de estratos de un espesor aproximado de 3.000 m., que comprende materiales cuya edad va del Cámbrico al Carbonífero. La observación de la cartografía pone de manifiesto que el nivel sobre el que se apoya la base del manto no es constante a lo largo de todo su trazado, sino que de W a E cabalga sobre niveles cada vez más modernos.

En efecto, en la parte más occidental del manto la Formación Láncara, que constituye la base del mismo se apoya sobre la Formación Huergas (Devónico) manteniéndose a este nivel hasta las inmediaciones de Vozmediano. A partir de esta localidad la superficie de cabalgamiento corta la Caliza de Portilla situándose sobre ella hasta el arroyo de Villar donde atraviesa el escaso espesor de Areniscas del Devónico Superior y la Caliza Griotte carbonífera. A este nivel se mantiene ya hasta el punto en que el manto es cortado por el río al N de Crémenes, donde la superficie de contacto asciende hasta colocarse sobre la Caliza de Montaña. A partir de este punto hacia el E la superficie de

cabalgamiento se apoya sobre esta caliza hasta que desaparece bajo el estefaniense.

A lo largo de la mayor parte del trazado del manto la superficie de cabalgamiento se encuentra prácticamente paralela a la estratificación del autóctono o bien la corta con un ángulo muy bajo. Teniendo en cuenta este hecho es de suponer que la oblicuidad se haga mayor en las proximidades de la «zona de raíz» ya que, en caso contrario, el manto alcanzaría una amplitud excesiva. El paralelismo se pierde también en la parte más oriental del manto, donde su base corta oblicuamente la estratificación, situándose sobre la Caliza de Montaña.

De estas relaciones entre la superficie de cabalgamiento y la estratificación del autóctono se deduce que la primera presenta una morfología «en escalera», similar a la que se observa en el cabalgamiento de la Pine Mountain de los Apalaches (RICH, 1934), o el Livingstone Thrust (DOUGLAS, 1950; SCOTT, 1953). Este tipo de geometría implica la existencia tanto en el manto como en su autóctono de varios sectores con características propias que se intentará localizar en el manto del Esla con el fin de comprender su estructura.

La figura 3 representa, en esquema, un manto de despegue similar al manto del Esla una vez que se ha iniciado su movimiento. Como puede observarse, la superficie de cabalgamiento se dispone paralela a la estratificación del autóctono durante la mayor parte de su trazado, cortándola únicamente en aquellos puntos en los que se produce un ascenso en el nivel de cabalgamiento. La línea L determinada por la inflexión de la superficie de cabalgamiento separa dos zonas claramente diferentes en el conjunto manto-autóctono.

A su izquierda se encuentra la zona en que únicamente se ha producido el despegue; mientras que a su derecha se halla la zona en que existe superposición tectónica. En esta última existe un sector en el cual la superficie de cabalgamiento corta la estratificación del manto (C) y que separa otros dos sectores en los que la citada superficie es paralela a la estratificación, pero en los que se sitúa a niveles distintos con respecto al alóctono. El sector en el que la superficie de cabalgamiento se encuentra más alta respecto al alóctono representa la parte más avanzada del manto que en su frente se encuentra limitada por la rampa ascendente de la superficie de cabalgamiento (toe). Según RALEIGH & GRIGGS (1963) en los mantos que presentan este tipo de geometría el «toe» puede ser de dos tipos: a) «eroding toe» en el caso en que éste sea constantemente erosionado a medida que asciende, de modo que no exista ningún relieve sobre la superficie; b) «overriding toe» cuando éste se superpone a parte o toda la sucesión del autóctono y avanza sobre una nueva superficie de cabalgamiento o sobre la superficie topográfica.

Por lo que se refiere al sector C de la figura 3, donde la superficie de cabalgamiento corta la estratificación del alóctono, es necesario considerar que antes de iniciarse el movimiento del manto se hallaba en contacto con el sector D y puesto que es en este sector donde se produce inicialmente la superposición tectónica, se va a denominar aquí «frente inicial». Es necesario hacer notar que el frente inicial no representa la parte más avanzada del manto, si no que esta última se halla representada por el «toe».

Para referirse al sector D de la figura 3, en el

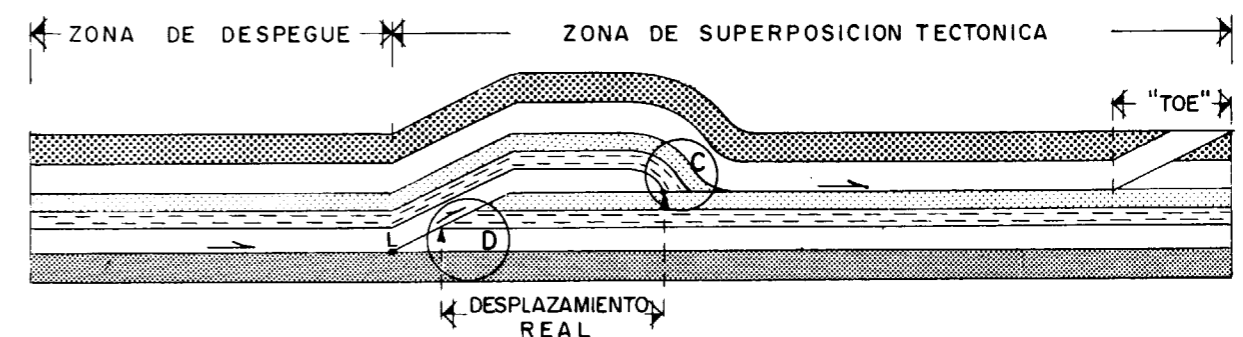


Figura 3.—Representación esquemática de la geometría del manto del Esla en un período relativamente temprano de su desarrollo. Se han señalado las distintas partes distinguibles en base a las relaciones existentes entre la estratificación y la superficie de cabalgamiento.

que la superficie de cabalgamiento corta a la estratificación del autóctono y que inicialmente se hallaba unido al manto, podría parecer apropiado utilizar el término raíz. Sin embargo, el concepto de raíz de un manto ha sido utilizado clásicamente en la geología alpina para referirse «a la región por la que el manto se une a los terrenos no cabalgantes» (GOGUEL, 1965). Así pues, este concepto, que es bastante preciso en el caso de los mantos formados por un pliegue tumbado, resulta insertible para los mantos de despegue, ya que en este caso no existe continuidad entre el manto y su autóctono. Por tanto, en el presente trabajo se utilizará el término entre comillas («raíz») únicamente en aquellos casos en que sea estrictamente necesario.

Utilizando este esquema como base se intentará, a continuación, observar qué parte o partes del mismo son identificables en el manto del Esla.

El frente del manto

La observación de la cartografía pone de manifiesto la existencia, en la parte más oriental del manto, de un sector en el que la superficie de cabalgamiento corta oblicuamente a la estratificación desde la Formación Láncara hasta la Caliza de Montaña.

Esta relación entre la superficie de cabalgamiento y la estratificación es la misma que se observa en el sector C de la figura 3, lo cual permite afirmar que en este sector se encuentra el frente inicial del manto del Esla. La inmediata desaparición del manto bajo el estefaniense al E de este sector, así como la erosión sufrida, impiden observar su parte más avanzada, o sea, el «toe». Sin embargo, es posible determinar la naturaleza de éste a partir de las características sedimentológicas de los materiales situados por delante del frente del manto, tal como se verá más adelante.

Centrando la atención en el frente inicial, situado en el área de Argovejo-Remolina, se puede afirmar que la estructura observable es bastante compleja. Al N de Argovejo la Cuarcita ordovícica describe un pliegue de morfología sencilla del que sólo se ve un flanco que se estrella contra la superficie de cabalgamiento. Los materiales situados por encima de la Cuarcita desarrollan una serie de pliegues que se observan claramente en las formaciones La Vid y Sta. Lucía. Se trata de pliegues muy agudos, de ejes E-W, con flancos

rectos y cuyos planos axiales presentan, actualmente, una vergencia S. De la observación de la cartografía se deduce que el pliegue de la Cuarcita en Argovejo, del que los demás son pliegues menores, no deforma la superficie de cabalgamiento. Esto significa que se trata de un pliegue anterior o contemporáneo al cabalgamiento, con el que guarda una estrecha relación.

La existencia de esta estructura conduce directamente al planteamiento de su origen que, hasta el momento, no ha sido tratado con detalle. Considerando la posición de estos pliegues respecto a la superficie de cabalgamiento se pueden plantear dos hipótesis sobre su origen: 1) que el manto se inicia por una fractura y que a consecuencia de su movimiento, y a causa de la resistencia del material a desplazarse, se originaría un pliegue incipiente que iría evolucionando hacia formas más complejas a medida que el manto avanza; 2) el cabalgamiento se origina simultáneamente a la formación de un pliegue. Este tipo de cabalgamiento ha sido denominado «break thrust» por WILLIS (1891-1892) quien lo define como típico de los Apalaches, basándose en sus observaciones de campo y en experimentos de laboratorio.

Recientemente, BLAY, COSGROVE & SUMMERS (1971) han realizado también experimentos con modelos formados por capas de gelatina. En ellos se observa que un paquete de capas sometidas a esfuerzos, ya sean gravitacionales o compresivos, se deforma dando lugar a anticlinales simétricos que bien pueden ser individuales o formar un tren de pliegues. A medida que la deformación progresa estos anticlinales se hacen asimétricos y el flanco más inclinado se rompe dando lugar a un cabalgamiento.

Por lo que respecta al manto del Esla es difícil pronunciarse por una de estas dos hipótesis. El hecho de que no se observe la zona de «raíz» dificulta la aceptación de cualquiera de ellas, puesto que no se dispone de todos los datos necesarios. Se puede afirmar, sin embargo, que si el manto se ha originado por evolución de un anticlinal, éste ha debido sufrir mucha modificación durante el avance del manto ya que los pliegues del frente son muy agudos.

La «zona de raíz» del manto

Tal como ya se ha dicho, se considera aquí que la «zona de raíz» de un manto de despegue sería

aquel sector en el que la superficie de cabalgamiento cortara la estratificación del autóctono para iniciar el cabalgamiento (ver figura 3). La observación de la cartografía del manto del Esla pone de manifiesto que el nivel de cabalgamiento descende hacia el W; sin embargo, debido a la presencia de materiales discordantes y al nivel de erosión no es posible ver en el autóctono la zona que correspondería a la «raíz» del manto. Esto significa que el manto del Esla es una parte del sector en que existe superposición tectónica correspondiente a un manto de mayores dimensiones.

Este tema ha sido tratado, consecutivamente, por todos los autores que han estudiado este manto. En la actualidad es aceptada, sin discusión, la idea, ya apuntada por DE SITTER (1960) y RUPKE (1965), de que la «zona de raíz» del manto del Esla se encuentra situada al S del mismo, si bien su localización exacta es imposible de determinar.

La superficie de cabalgamiento

Como ya se ha mencionado antes, la superficie de cabalgamiento presenta una disposición escalonada. Esta morfología viene determinada por la existencia de dos tramos prácticamente horizontales y otros dos con pendiente positiva que producen una elevación del nivel de cabalgamiento. De los dos tramos horizontales el primero de ellos, no visible, corresponde al nivel de despegue situado cerca de la base de la Formación Láncara, mientras que el segundo viene determinado por el sector en que el manto se apoya sobre los materiales devónicos y del Carbonífero Inferior, el cual constituye la mayor parte del trazado actual del manto. Por lo que se refiere a los dos tramos inclinados, el primero corresponde al sector en que se inicia la superposición tectónica (no visible en la actualidad), y el segundo sitúa el nivel de cabalgamiento dentro o sobre la Caliza de Montaña.

Esta morfología escalonada ha sido también hallada en otras cadenas donde los cabalgamientos comienzan con un despegue basal, con inclinaciones muy suaves, curvándose después hacia arriba con inclinación cada vez mayor (ELLIOT, 1976); estas fallas, con la concavidad hacia arriba, reciben el nombre de fallas lítricas (DENNIS, 1967).

Partiendo de esta morfología es necesario conocer los ángulos que determinan la inclinación de

la superficie de cabalgamiento con respecto a la estratificación del autóctono (figura 4).

En el manto del Esla es imposible calcular el valor del ángulo α , ya que no se ve el inicio del cabalgamiento. El ángulo β puede, en cambio, ser calculado a partir de la cartografía, así entre Vozmediano y Crémenes la superficie de cabalgamiento atraviesa un espesor de sucesión de, aproximadamente, 135 m. en 9 Km. de recorrido medidos paralelamente a la dirección que se considera de movimiento del manto; por tanto, el valor de dicho ángulo sería: $\text{tag } \beta = \frac{135}{9.000} = 0,015$, luego $\beta = 0,86$.

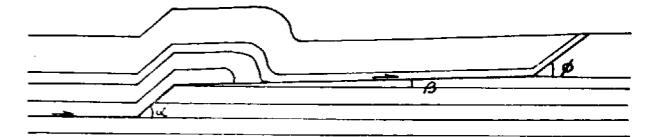


Figura 4.—Esquema mostrando la disposición de la superficie de cabalgamiento respecto a la estratificación del autóctono, con indicación de los ángulos que forman ambas superficies.

Por lo que se refiere al ángulo θ existe un problema que impide calcularlo. Se trata de la dificultad que existe para determinar el espesor de Caliza de Montaña sobre el que se apoya el manto, ya que en este sector esta caliza se encuentra deformada por pliegues posteriores que hacen imposible deducir su espesor.

Aunque existe la indeterminación de α y θ , de lo expuesto anteriormente puede deducirse que la superficie de cabalgamiento presenta, en la mayor parte de su trazado, una pendiente menor de un grado.

Los pliegues que deforman el manto: disposición actual de la superficie de cabalgamiento

El manto del Esla ha sido plegado en sucesivas etapas y a consecuencia de ello la superficie de cabalgamiento ha adquirido una forma geométrica que dista mucho de la que poseía en un principio. El posterior retoque de la erosión sobre la estructura así originada ha dado lugar al trazado actual del manto con su separación en dos partes, el sinclinal de Felechas al W y el sinclinal del Agua Salio al E, separadas por un área en la que aflora

el autóctono en una semiventana. En el esquema de la figura 5 se han representado las trazas axiales de las diversas generaciones de pliegues observables en el manto y en la figura 6 se representa la disposición actual de la superficie de cabalgamiento a lo largo del trazado del manto. Aparte

de los pliegues que deforman el manto es necesario destacar la existencia de una serie de pliegues de traza axial E-W, situados entre Remolina y Argovejo, los cuales tal como ya se ha indicado se interpretan como pliegues originados en relación con el emplazamiento del manto.

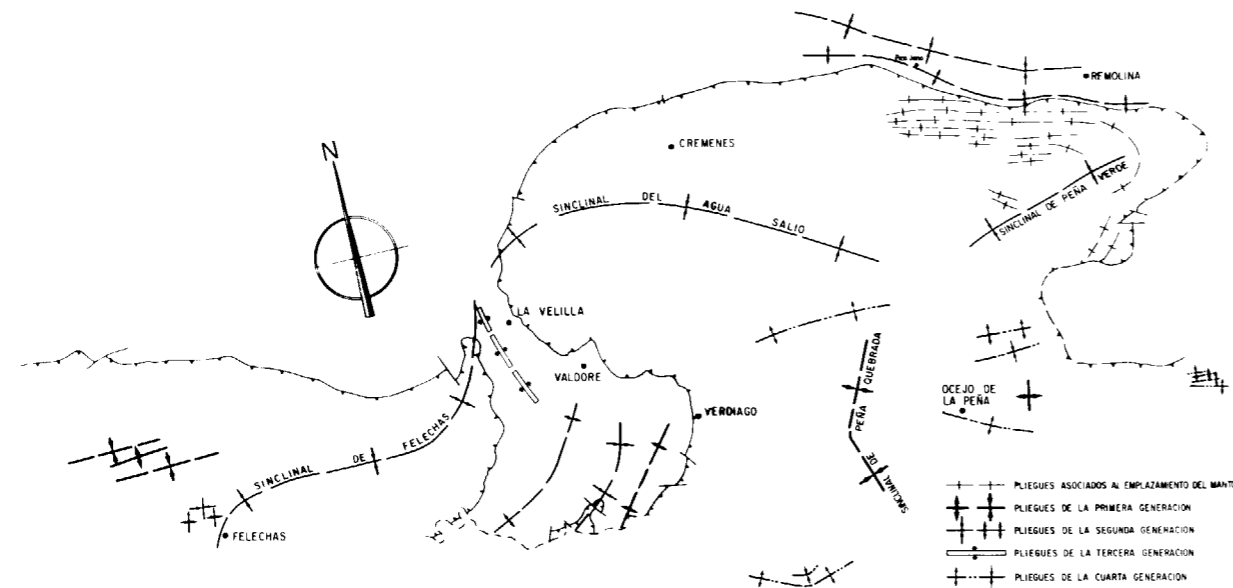


Figura 5.—Orientación de las trazas axiales de las diversas generaciones de pliegues observables en el manto del Esla.

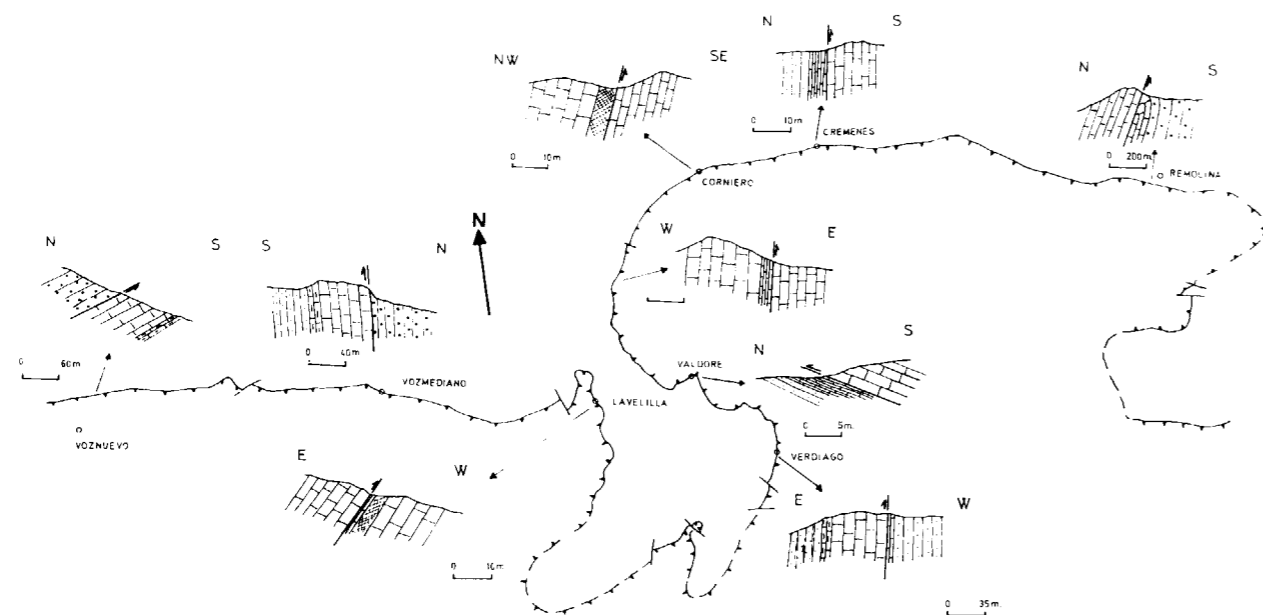


Figura 6.—Cortes geológicos realizados en varios puntos del manto, mostrando la disposición actual de la superficie de cabalgamiento.

Para comprender el orden cronológico de las distintas series de pliegues es necesario recordar que se considera que la Unidad de Peña Corada formaba parte originalmente del sinclinal de Felechas. Teniendo en cuenta que la estructura general de Peña Corada deforma pliegues anteriores es fácilmente deducible que el sinclinal de Felechas corresponde a la segunda generación de pliegues que deforman el manto.

Los pliegues de la primera generación han sufrido modificaciones en la dirección de su traza axial a causa de la superposición de los pliegues posteriores; de entre ellos la estructura más importante es el sinclinal de Peña Quebrada, de traza axial aproximadamente N-S. En el sector W del mapa los pliegues de esta generación tienen una traza axial E-W, son isoclinales con una fuerte vergencia al S. Los pliegues de la segunda generación son los que más destacan en la cartografía; sus trazas axiales deformadas por los pliegues posteriores presentan direcciones variables; son pliegues con ligera vergencia al S. Los pliegues de la tercera y cuarta generación producen deformaciones de escasa importancia.

Observando atentamente la cartografía puede apreciarse, inmediatamente al S de Remolina, la existencia de una figura de interferencia de pliegues ligeramente enmascarada por los materiales estefanienses discordantes (figura 7). Si se eliminan los materiales discordantes se aprecia que la Caliza de Portilla presenta un trazado en forma

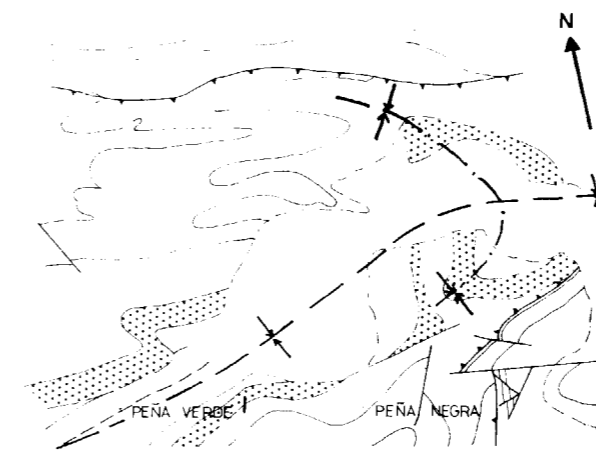


Figura 7.—Esquema mostrando la figura de interferencia de pliegues observable al S de Remolina. El sinclinal de Peña Verde (línea discontinua) deforma un sinclinal anterior originado en relación con el emplazamiento del manto.

de seta asimétrica característico del modelo de superposición de pliegues del tipo 2 de RAMSAY (1967). Este modelo implica la existencia de unos primeros pliegues de superficie axial horizontal, deformados por otros de superficie axial vertical cruzados sobre los primeros. Una vez observada la presencia de dicha figura de interferencia cabe preguntarse cuáles de los pliegues anteriormente citados han contribuido a su formación.

Tal como ya se ha dicho los pliegues del sector Argovejo-Remolina se han originado en relación con el emplazamiento del manto; uno de estos pliegues, deformado por el sinclinal de Peña Verde, de superficie axial vertical, ha dado lugar a la figura de interferencia observable al S de Remolina. Esto significa que el pliegue originado en relación con el emplazamiento del manto tenía su superficie axial subhorizontal en el momento en que se produce la segunda generación de pliegues; la forma asimétrica de la figura de interferencia es debida a que los ejes de los pliegues que la originan no son perpendiculares.

Estructuras observables en las proximidades de la superficie de cabalgamiento

Bajo la base del manto existe una estrecha franja constituida por rocas de la serie de las cataclasitas, en ellas se observa una esquistosidad que en algunas localidades alcanza un desarrollo importante. También localmente se observa la presencia de boudins así como pequeñas fracturas que deforman las cataclasitas. El estudio de las rocas de esta franja será objeto de un trabajo aparte.

La esquistosidad se dispone generalmente formando ángulos muy bajos con la superficie de cabalgamiento y se encuentra deformada por pequeñas ondulaciones que localmente se manifiestan como pliegues de escala centimétrica y orientaciones variables. Esta disposición de la esquistosidad respecto a la superficie de cabalgamiento recuerda la que se observa en las zonas de cizalla; la figura 8 muestra la disposición de la esquistosidad en varios puntos a lo largo de la superficie de cabalgamiento.

Dentro de la banda de cataclasitas se observa también la presencia de boudins que definen una

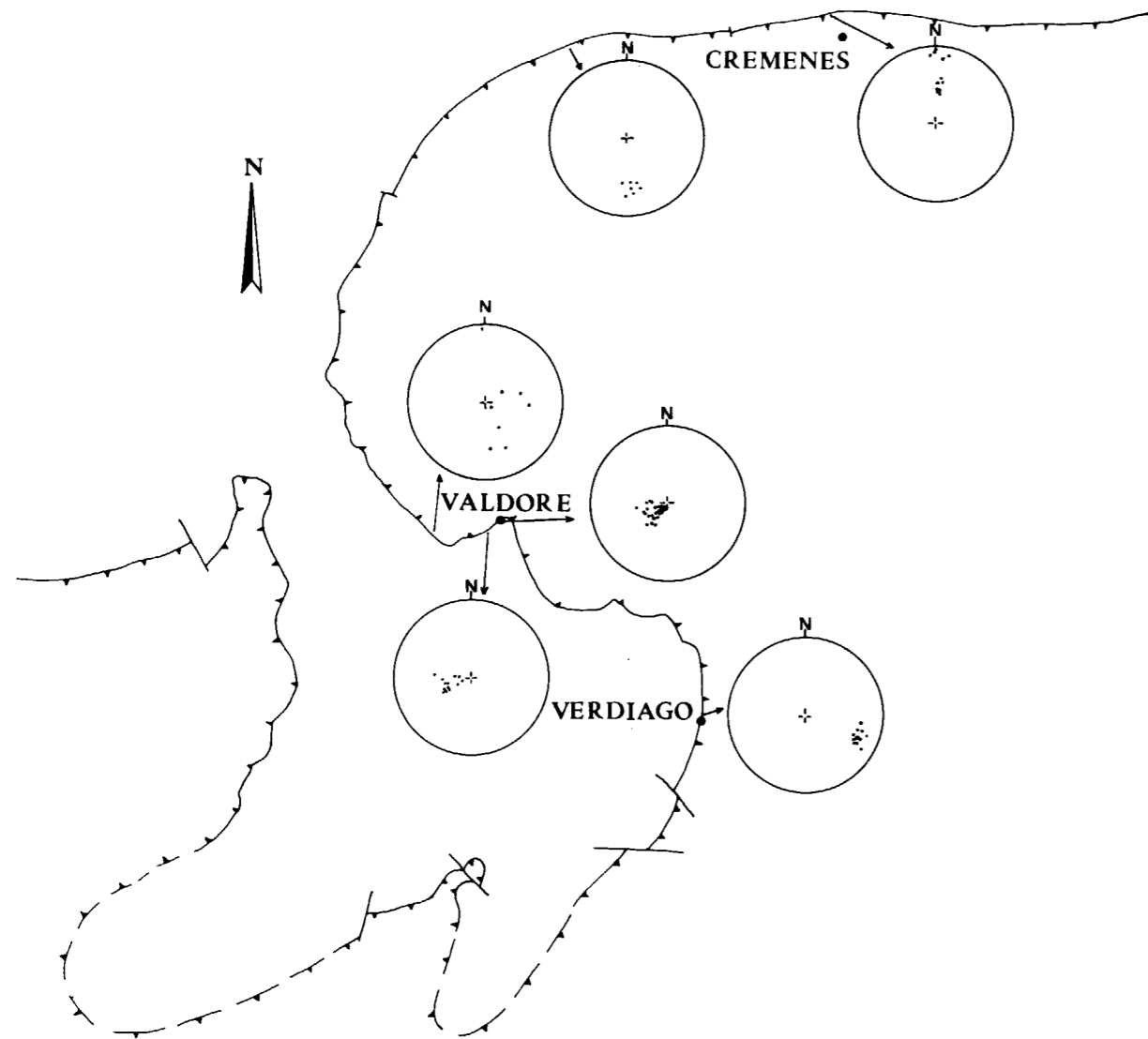


Figura 8.—Disposición de la esquistosidad desarrollada bajo la base del manto en varias localidades.

lineación, la cual se representa en la figura 9. Los cortes en que mejor se observan estas estructuras son los de Verdiago y Valdoré. En el primero de ellos los boudins se presentan en forma de estructuras «pinch and swell»; sin embargo, en la sección de Valdoré los boudins se encuentran bien desarrollados y la esquistosidad se adapta a la forma de los mismos.

DIRECCION DE MOVIMIENTO DEL MANTO

Los datos que pueden ser utilizados para intentar definir la dirección de movimiento son

varios, por una parte se encuentran los datos aportados por las facies de los materiales presentes en el manto y su autóctono, los datos aportados por el frente inicial del manto y, finalmente, los que pueden obtenerse a partir de las estructuras desarrolladas bajo la base del manto y originadas a causa de su avance.

Datos aportados por las facies

Son esencialmente tres las formaciones que pueden aportar datos sobre la dirección de movimiento del manto: Formación Láncara, F. Sta. Lucía y F. Huergas.

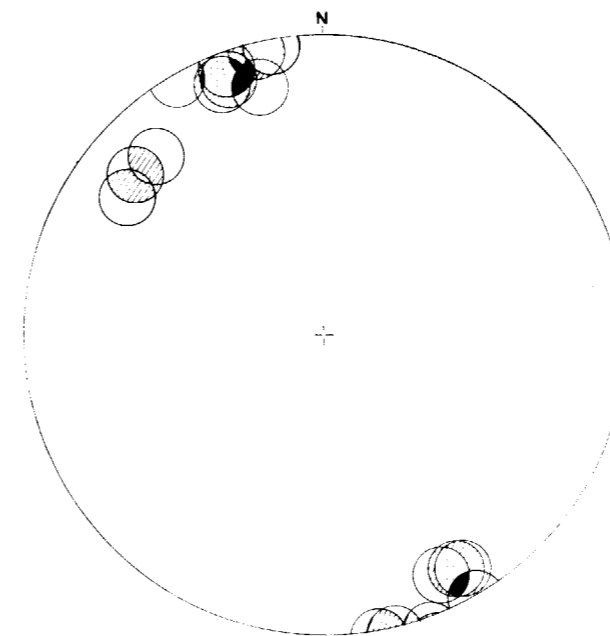


Figura 9.—Orientación de los boudins que se desarrollan en la banda de cataclasitas, bajo la base del manto. Contornos a 1, 2, 3 y 4 por 100 por 1 por 100 de área.

La Formación Láncara ha sido estudiada en detalle por ZAMARREÑO (1972) que, basándose en las características de su miembro inferior ha establecido tres tipos de facies cuya distribución coincide con las distintas unidades tectónicas, y que se envuelven perfectamente. Comparando las facies de Láncara en el manto del Esla con las que se observan en las escamas situadas más al W se deduce que las facies de Láncara en el manto del Esla coinciden con las de la franja septentrional de la Unidad de Somiedo-Correcilla. La figura 10 representa la distribución de facies de la Caliza de Láncara.

La Caliza de Sta. Lucía ha sido estudiada por MÉNDEZ-BEDIA (1976) que ha distinguido tres tipos de sucesiones, los cuales guardan, también, relación con las diferentes unidades tectónicas y tienen una distribución envolvente dibujando el Arco Asturiano; aunque esta distribución, que es clara en una transversal E-W desde Oviedo al Antiforme del Narcea, es menos clara en la rama S debido, probablemente, a las superposiciones tectónicas. Comparando las facies de Sta. Lucía en el manto del Esla y en las escamas situadas más al W se encuentra que las facies presentes en el alóctono

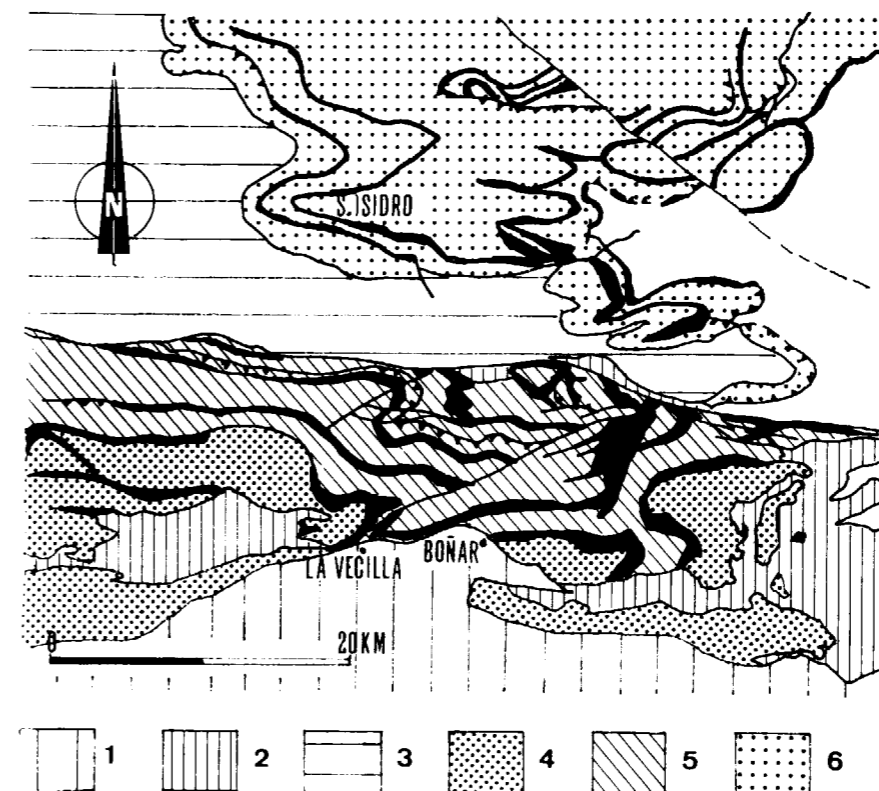


Figura 10.—Distribución de facies del miembro inferior de la Formación Láncara. Según ZAMARREÑO (1972). Se han señalado en negro los afloramientos de dicha Formación. 1) Cobertera (Mesozoico Terciario). 2) Estefaniense. 3) Cuenca Carbonífera Central. 4) Unidad de Somiedo-Correcilla, manto del Esla y área en la que el miembro inferior de la F. Láncara está formado por una parte inferior con laminaciones de algas y otra superior de calizas con birdeyes (Tipo sucesión de Barrios). 5) Unidad de La Sobia-Bodón y área en la que el miembro inferior presenta predominio de dolomías con laminaciones de algas (Tipo sucesión de Arintero). 6) Región del manto del Ponga y área en la que el miembro inferior presenta un predominio de dolomías laminadas por pelets, y carbonatos de distintos tamaños de grano (Tipo sucesión de Carangas).

corresponderían a las que se encuentran en la parte S de la Unidad de Somiedo-Correcilla (figura 11).

Se observa, pues, que existe una divergencia en cuanto a la asignación de las facies de Láncara y Sta. Lucía a una determinada unidad tectónica, ya que mientras el autóctono presenta las mismas facies que la Unidad de La Sobia-Bodón, para la Caliza de Láncara, no sucede lo mismo en el caso de la Caliza de Sta. Lucía. Esta última presenta, en el autóctono, la misma facies que se encuentra en la escama situada inmediatamente al S del frente de la Unidad de Somiedo-Correcilla; esta escama es, de N a S, la primera que presenta una sucesión devónica completa, al igual que ocurre en el autóctono del manto del Esla. Esto significa que las unidades tectónicas son ligeramente oblicuas a las unidades paleogeográficas.

La Formación Huergas ha sido objeto de un estudio detallado por parte de GARCÍA-RAMOS (1977).

Según este autor las facies presentes en el manto del Esla se han depositado en un medio de mayor profundidad que las observables en su autóctono.

Con respecto a las tres formaciones mencionadas se pueden alcanzar dos conclusiones: I) que el manto del Esla presenta facies de mayor profundidad que su autóctono; II) que la distribución paleogeográfica de las facies de las tres formaciones citadas indica que la zona de mayor profundidad de la cuenca sedimentaria se encuentra en una franja que dibuja el arco-asturiano y que se sitúa hacia las zonas más internas de la Cordillera.

Como consecuencia, teniendo en cuenta la forma arqueada de la Zona Cantábrica, se puede afirmar que el manto del Esla ha llegado a su posición actual desplazándose hacia el interior del arco, procedente de una zona situada entre las direcciones W-E y S-N, que es donde inicialmente sería posible encontrar facies como las que presenta el manto del Esla.

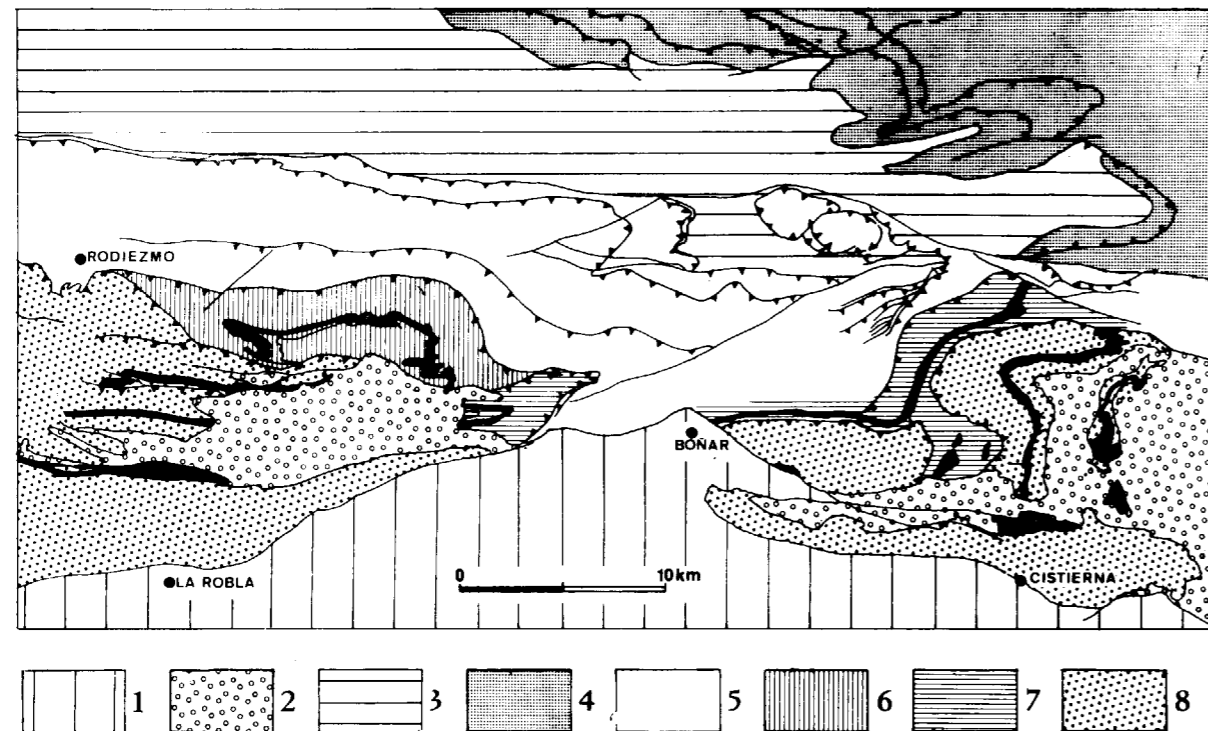


Figura 11.—Distribución de facies de la Formación Sta. Lucía. Según MÉNDEZ-BEDIA (1976). En negro se han señalado los afloramientos de esta Formación. 1) Cobertera (Mesozoico Terciaria). 2) Estefaniense. 3) Cuenca Carbonífera Central. 4) Regiones del Manto del Ponga y Pisuerga-Carrión. 5) Unidades sin F. Sta. Lucía. 6) Área en la que esta Formación presenta facies de tipo litoral con birdeseyes (Tipo Las Ventas). 7) Área en la que la F. Sta. Lucía contiene en parte depósitos sublitorales con organismos arrecifales (Tipo S. Pedro). 8) Área en la que Sta. Lucía presenta facies sublitorales, esencialmente con calizas fosilíferas (Tipo Enseñada de Moniello).

Datos aportados por los pliegues del frente inicial

Tal como ya se ha indicado, los pliegues del área Argovejo-Remolina constituyen el frente inicial del manto del Esla y se han originado en relación con su emplazamiento. Parece, pues, lógico suponer que los ejes de estos pliegues fueran aproximadamente perpendiculares a la dirección de movimiento del manto. Sin embargo, puesto que los pliegues citados y la superficie de cabalgamiento se encuentran deformados por los sinclinales de Agua Salio y Peña Verde, sería necesario volver a colocar la superficie de cabalgamiento horizontal, tal como debería hallarse inicialmente, y ver la orientación que tomarían los pliegues relacionados con el cabalgamiento. Para llevar a cabo estas operaciones se ha utilizado la proyección estereográfica como técnica de trabajo. El procedimiento empleado consiste en girar la superficie de cabalgamiento alrededor del eje del sinclinal de Peña Verde hasta ponerla horizontal.

Partiendo de los ejes de pliegues del S de Pico Jano (E_j) y del eje del sinclinal que dibuja la Caliza de Portilla al N de Peña Negra (E_n), y siendo P_v el eje del sinclinal de Peña Verde y C la superficie de cabalgamiento, se han representado en la figura 12 las operaciones realizadas, habién-

dose obtenido unas direcciones de movimiento D_j y D_n .

Es necesario guardar ciertas reservas en cuanto a la exactitud de las direcciones así obtenidas, debido a los problemas que conlleva la existencia de pliegues que deforman el manto, si bien se pueden considerar estos valores como aceptables puesto que quedan comprendidos dentro del margen apuntado por las facies.

Datos aportados por la esquistosidad desarrollada bajo la base del manto

Como ya se ha indicado, bajo la base del manto se desarrolla una esquistosidad que se interpreta como originada en el interior de la zona de cizalla representada por el cabalgamiento, por tanto orientada con respecto a los mismos esfuerzos que han dado lugar a este último. Considerando que esta esquistosidad se origina dentro de una cizalla su disposición con respecto a los bordes de la misma y a la dirección de movimiento de ésta será la que se observa en la figura 13. Tal como se desprende de esta figura la dirección de desplazamiento de la zona de cizalla vendrá dada por la perpendicular a las líneas de intersección entre

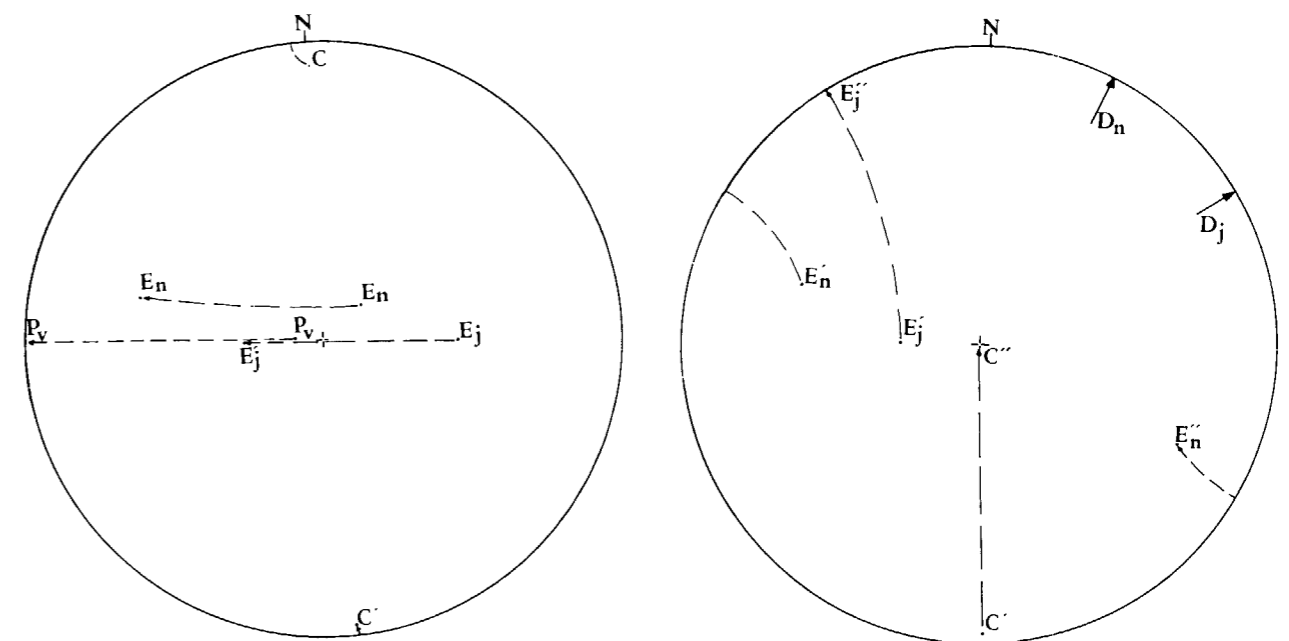


Figura 12.—Proyecciones estereográficas mostrando las operaciones realizadas para determinar la dirección de movimiento del manto a partir de los pliegues del «frente inicial».

las superficies de esquistosidad y los planos que determinan los bordes de dicha zona.

Se dispone de datos de esquistosidad tomados en varios puntos a lo largo del trazado del manto y en base a ellos se tratará de determinar la dirección de desplazamiento del cabalgamiento. El mé-

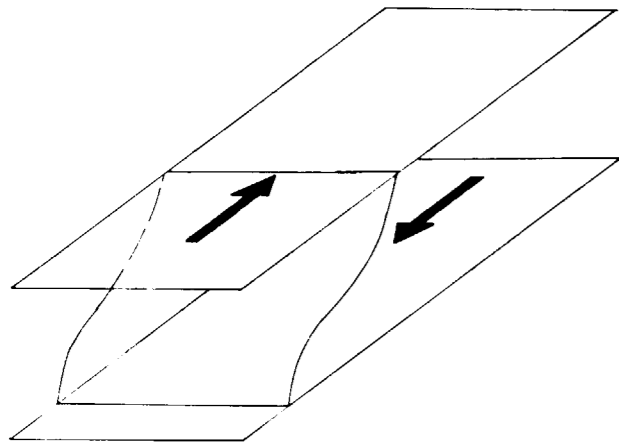


Figura 13.—Disposición de la esquistosidad originada en relación con una zona de cizalla. Las flechas indican la dirección de movimiento de la misma que es perpendicular a la intersección de la esquistosidad con el borde dicha zona.

todo seguido para obtener esta dirección se basa en la utilización de la proyección estereográfica, mediante la cual se determina la línea de intersección de la esquistosidad con la superficie de cabalgamiento, ya que ésta representa el borde de la zona de cizalla; la dirección de movimiento del cabalgamiento viene dada por la orientación de una línea perpendicular a esta intersección y que se encuentre contenida en la superficie de cabalgamiento.

Surge ahora el problema de tratar de calcular la dirección de movimiento del manto debido a que existen pliegues que lo deforman y por tanto los datos obtenidos a partir de la esquistosidad varían de unos puntos a otros, según la posición de la superficie de cabalgamiento. El procedimiento seguido para obtener la dirección de movimiento del manto consiste en restar el efecto de los pliegues que lo deforman. Puesto que, en los puntos de los que se poseen datos de la esquistosidad, la superficie de cabalgamiento se encuen-

tra deformada por el sinclinal del Agua Salio, se gira la superficie de cabalgamiento alrededor del eje de este sinclinal hasta colocarla horizontal y se observa la orientación que adquiere la línea que indica la dirección de movimiento del cabalgamiento. En la figura 14 se han representado las direcciones de movimiento obtenidas a partir de los datos de esquistosidad; obsérvese que la dirección media obtenida es de N 18 E.

Tal como puede observarse, los datos obtenidos por cualquiera de los tres procedimientos antes citados concuerdan de un modo general (figura 15). Las direcciones de movimiento obtenidas a partir del frente inicial caen dentro del margen posible apuntado por las facies de las distintas formaciones observadas en el manto y su autóctono y lo mismo sucede con la dirección obtenida a partir de la disposición de la esquistosidad. De este modo se alcanza una mayor precisión en la dirección de movimiento del manto que la conseguida a partir de las facies; sin embargo, las dos direcciones obtenidas a partir del frente inicial y de la esquistosidad forman entre sí un pequeño ángulo que posiblemente sea debido a los pliegues que deforman el manto, los cuales producen una estructura compleja cuyo efecto sobre el manto es difícil de eliminar. Puesto que el máximo de direcciones obtenidas coincide aproximadamente con la

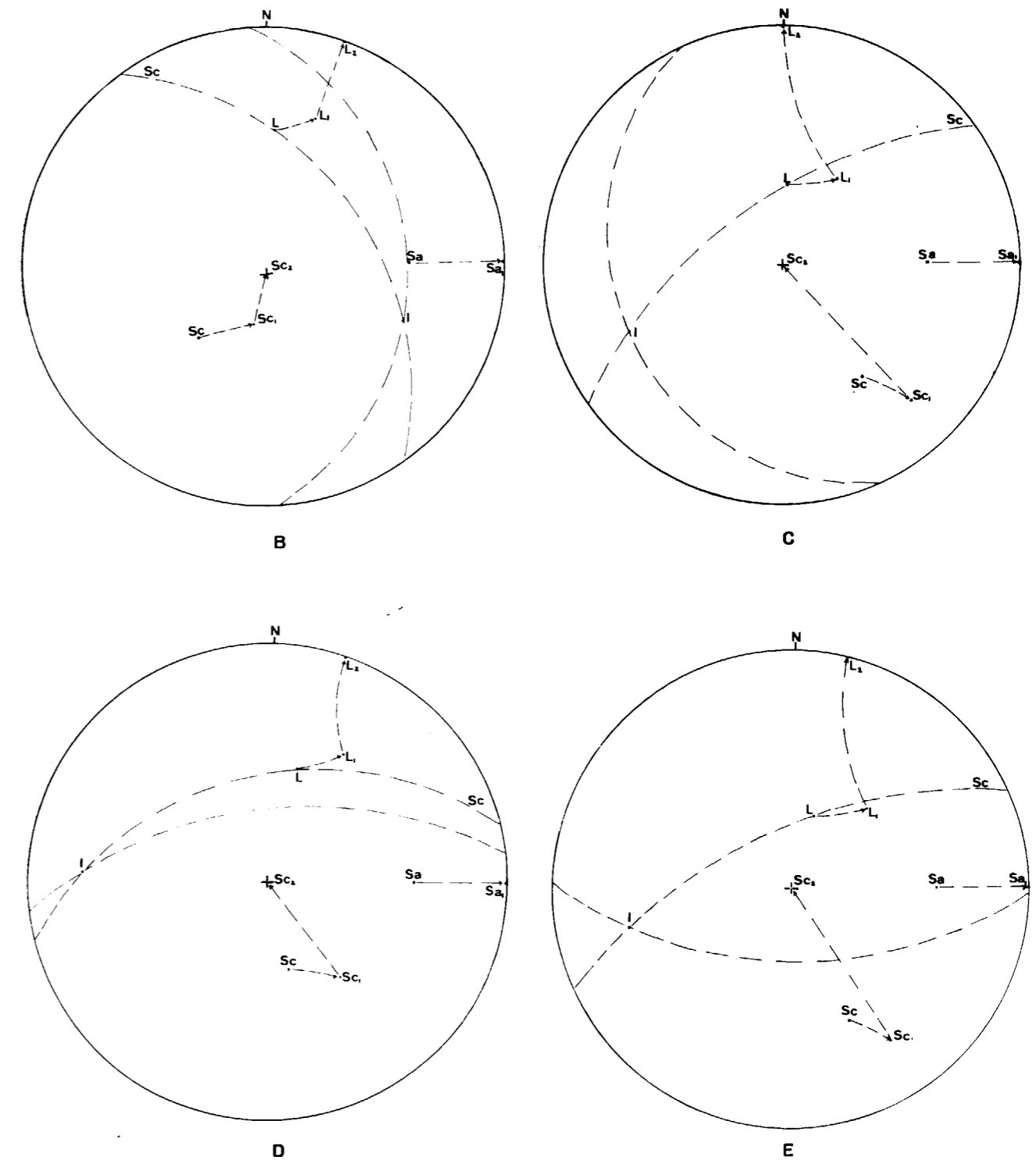
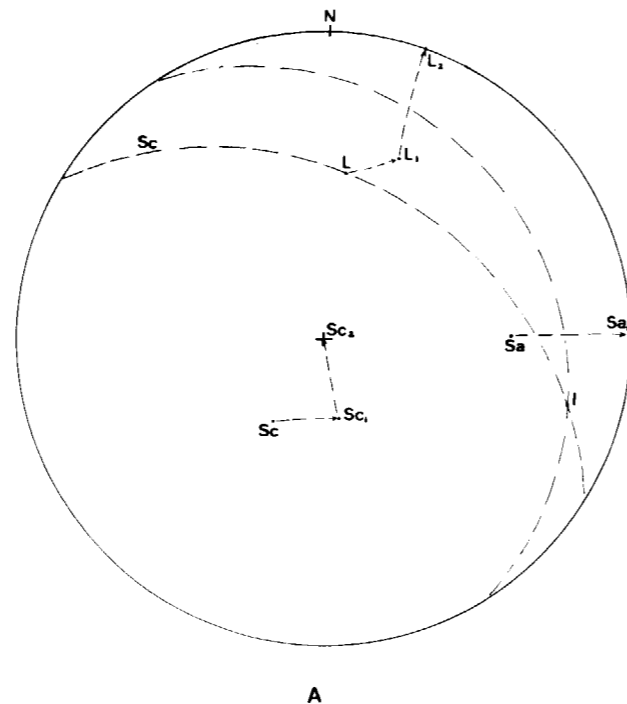


Figura 14.—Proyecciones estereográficas mostrando las operaciones realizadas para obtener la dirección de movimiento del manto a partir de la esquistosidad desarrollada bajo su base. S_c es la proyección de la superficie de cabalgamiento en cada caso; I es la intersección de la superficie de cabalgamiento con la esquistosidad. S_a es el eje del sinclinal del Agua Salio. L es la perpendicular a I . L_2 señala la dirección de movimiento obtenida cuando la superficie de cabalgamiento se halla horizontal. A, B, C: Valdoré; D: Corniero; E: Crémenes.

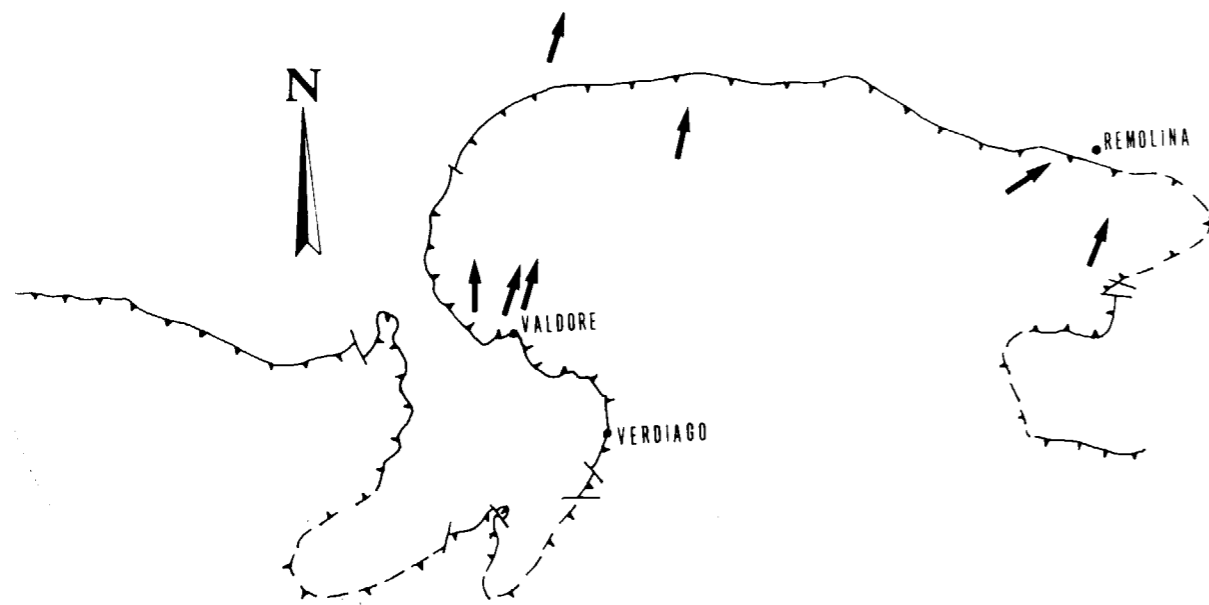


Figura 15.—Representación esquemática de los datos obtenidos para la dirección de movimiento del manto en varias localidades, a partir de los pliegues del frente y de la esquistosidad desarrollada bajo la superficie de cabalgamiento.

dirección SSW-NNE, se considera ésta como la dirección de movimiento del manto, siendo su sentido de desplazamiento hacia el interior del Arco Asturiano.

A partir de esta dirección de movimiento se deduce un desplazamiento mínimo de 14 Km. para el manto del Esla.

FUERZAS QUE DIRIGEN EL EMPLAZAMIENTO DEL MANTO

Desde su descubrimiento, la existencia de grandes cabalgamientos ha constituido un problema mecánico de difícil solución, ya que, tal como ha sido puesto de manifiesto por SMOLUCHOWSKI (1909) y OLDHAM (1921), el esfuerzo necesario para mover un bloque de grandes dimensiones sobre otro igual sobrepasa, con mucho, la resistencia de la roca a la fractura. Este problema ha sido resuelto gracias a una publicación de HUBBERT & RUBEY (1959), que ha constituido un importante avance en la interpretación mecánica de los cabalgamientos. Estos autores demostraron que para que sean posibles los grandes cabalgamientos es necesaria la existencia de una elevada presión de fluido en su base. La teoría de HUBBERT & RUBEY fue

modificada por BIRCH en 1961 y posteriormente por Hsü en 1969; la modificación de este último autor trae como consecuencia una disminución en la longitud máxima de los cabalgamientos, así como un aumento en el ángulo de inclinación necesario para que se produzca deslizamiento gravitacional. Una nueva puntualización al trabajo original ha sido realizada por FORRISTAL (1972).

Utilizando los datos obtenidos por FORRISTAL se tratará, a continuación, de determinar en qué condiciones se ha producido el emplazamiento del manto del Esla.

Considerando que se trata de un manto de unos 3.000 m. de espesor, cuya longitud mínima observable es de 14 Km., medida paralelamente a su dirección de movimiento, es posible conocer con aproximación el valor de λ_1 , es decir, el valor de la relación existente entre la presión de fluido y la presión ejercida por el peso del manto. Partiendo de la figura 6 de FORRISTAL (op. cit.) en la que se representa la máxima longitud posible de un cabalgamiento horizontal dependiendo del espesor del bloque cabalgante y para distintos valores de λ_1 , considerando un valor de 30 bars para la resistencia cohesiva en la base del bloque se obtendría para el manto del Esla un valor de λ_1 ligeramente inferior a 0,5. Considerando que la

longitud de 14 Km. dada para el manto del Esla es una longitud mínima, es fácilmente deducible que el valor de λ_1 también es un valor mínimo, puesto que al aumentar la longitud aumenta el valor de λ_1 . Existe, además, otro factor que exige un aumento del valor de λ_1 ; se trata de la existencia del «toe», ya que tal como ha sido puesto de manifiesto por RALEIGH & GRIGGS (1963) el «toe» ejerce un efecto contrario al movimiento del manto, que podría expresarse como una acción de frenado. Así pues, si aun a pesar de este efecto negativo el manto del Esla alcanza una longitud mínima de 14 Km., debe ser porque su movimiento se halla favorecido por la existencia de una presión de fluido elevada. La presencia de cataclasitas bajo la base del manto también concuerda con la existencia de una elevada presión de fluidos.

De lo anteriormente expuesto se deduce que, teóricamente, no existe ningún impedimento para que el manto del Esla se haya originado por empuje desde atrás de un bloque horizontal, siendo 0,5 el valor mínimo de la relación existente entre la presión de fluido y la presión de carga normal.

Por otra parte, es necesario estudiar la posibilidad de que el manto del Esla se haya originado por deslizamiento gravitacional. Partiendo de los datos de Hsü (1969) para el caso de un bloque de 3.000 m. de espesor, como el manto del Esla, considerando una resistencia cohesiva de 30 bars en su base, en el caso más favorable de $\lambda_1=1$, el ángulo necesario para que se produzca deslizamiento por gravedad es de 2,5°. El valor de este ángulo aumenta a medida que λ_1 se hace menor; la ausencia de datos que permitan determinar el valor de λ_1 para el manto del Esla, impide calcular con exactitud el valor de la pendiente por la que éste podría deslizarse bajo su propio peso. Aunque no existen datos concretos, no resulta arriesgado proponer un valor de λ_1 próximo a 0,9, puesto que, como ya se ha señalado, la existencia de cataclasitas apoya la presencia de una presión de fluido elevada. La aceptación de este valor de 0,9 implica que el ángulo necesario para que se produzca el deslizamiento por gravedad es de 5,8°. Si se considera que el «toe» necesita una energía para ascender por la pendiente sobre la que se apoya, se deduce que esta energía le debe ser suministrada por el propio manto, lo cual únicamente es posible si aumenta la pendiente de deslizamiento.

La pendiente antes considerada de 5,8° es, pues,

una pendiente mínima; este valor se basa en la aceptación de valores de $\lambda_1=0.9$ y $\tau_0=30$ bars.

Por el momento no existen datos sobre la pendiente de la cuenca sedimentaria en la que se emplaza el manto del Esla; sin embargo, no puede descartarse la posibilidad de que por delante del manto existiera un surco hacia el cual aquél se deslizara. Actualmente esta hipótesis es imposible de confirmar, ya que el área situada por delante del manto del Esla se encuentra oculta bajo el estefaniense.

Teóricamente, pues, el manto del Esla se puede explicar como originado por una de las dos causas siguientes: I) por empuje ejercido por fuerzas externas actuando sobre el borde posterior de la masa alóctona, y II) por deslizamiento gravitacional por una pendiente.

La situación del manto, cubierto discordantemente, por los materiales estefanienses y mesozoicos-terciarios, impide que pueda observarse si hacia la «zona de raíz» existe algún accidente que pueda producir un empuje capaz de dar lugar al emplazamiento del manto. Por otra parte, la presencia de materiales estefanienses por delante del frente no permite reconocer la existencia o no de una cuenca profunda hacia la que el manto pudiera deslizarse.

EDAD DE EMPLAZAMIENTO DEL MANTO

La observación de la cartografía pone de manifiesto que el manto del Esla se halla recubierto discordantemente por el Westfaliense D Superior, luego su emplazamiento ha debido ser anterior al depósito de estos materiales. Sin embargo, el hallazgo, en el frente del manto, de una serie de materiales pre-estefanienses, desconocidos hasta ahora, los cuales pueden considerarse sinorogénicos, puede aportar algunos datos que permiten determinar en qué momento se estaba emplazando el manto.

Estos materiales preestefanienses están constituidos por pizarras con intercalaciones de areniscas, sobre las que se apoyan niveles caóticos. Si bien las características de estos niveles caóticos son variables de unos puntos a otros, pueden resumirse en la existencia de unos niveles lutíticos, sin estratificación, los cuales contienen cantos de areniscas y calizas así como bloques de calizas fosi-

líferas, brechas calcáreas, depósitos de «debris flow» y olistolitos calcáreos, a veces de dimensiones considerables.

Estos materiales se han interpretado como originados por deslizamiento gravitacional en masa y su presencia pone de manifiesto la existencia de una inestabilidad en la cuenca sedimentaria en la que estas masas caóticas se depositan. En el caso presente estos materiales se encuentran por delante del manto del Esla y la constitución de sus bloques, claramente procedentes del manto, hace pensar que su origen se encuentra en relación con el emplazamiento de aquél.

En el esquema, generalmente admitido, de un manto de tipo apalachense, es claro que a medida que el manto avanza también asciende en la sucesión estratigráfica, tendiendo a deslizarse sobre la superficie. Llegará un momento en el que ese ascenso del manto se manifestará en superficie, dando lugar a la formación de una pendiente co-

mo consecuencia de la interferencia producida sobre esta superficie por el espesor de la lámina cabalgante. Esta pendiente irá variando de inclinación y posición de modo que irá desplazándose y aumentando de tamaño a medida que el manto avanza, hasta el momento en que la base del manto alcanza la superficie, ya sea topográfica o submarina, en cuyo caso el valor de la pendiente es el máximo posible.

Así, pues, el movimiento de un manto submarino origina una inestabilidad en la cuenca sedimentaria que se materializa en la formación de un relieve de posición cambiante.

A medida que este relieve crece su pendiente aumenta y llega un momento en el que los materiales que se están depositando resultan inestables y se produce un deslizamiento gravitacional de los mismos hacia zonas más profundas (fig. 16). Puesto que el movimiento del manto continúa puede llegar un momento en que la superficie de cabalgamiento

to alcance la superficie submarina, dando lugar a que la base del manto se deslice sobre los depósitos gravitacionales originados durante su propio proceso de emplazamiento. A partir de este momento el manto se deslizará siempre por la superficie submarina hasta que cese la causa que lo ha originado y lo dirige.

Considerando que los depósitos gravitacionales situados por delante del manto del Esla se encuentran cabalgados por el propio manto, es obvio que ésta ha alcanzado la superficie submarina con posterioridad al depósito de los mismos. Es, por tanto, de gran importancia la determinación de la posición estratigráfica de estos materiales y su datación, ya que ésta permitirá, a su vez, datar el momento en que la superficie de cabalgamiento alcanza la superficie submarina.

La determinación, realizada por el Dr. Carlos MARTÍNEZ, de la Empresa Nacional Adaro, de la fauna hallada en los materiales perfectamente estratificados sobre los que se apoyan los depósitos gravitacionales, pone de manifiesto la presencia de los siguientes géneros y especies: *Tuberitina bulbácea*, *Bradyina magna*, *Fenestella* sp., *Endothyra* sp., *Eostafella pseudostruvei*, *Tuberitina maljavkini*, *Bradyina* sp., *Ozawainella* sp., *Archaeodiscus* aff. *longus*, *Profusulinella* sp. y *Equinodermos*.

La presencia de *Profusulinella* sp., así como la relativa abundancia de *Archaeodiscus*, permiten datar estos materiales como Bashkiriense Superior, que equivale aproximadamente al Westfaliense A. Teniendo en cuenta esta edad se puede afirmar que estos materiales se sitúan sobre la Caliza de Montaña y no muy por encima de ella.

Es necesario señalar que los bloques calcáreos contenidos en los depósitos gravitacionales presentan también fósiles que permiten datarlos como no más modernos del Bashkiriense Superior; luego la edad de estos bloques coincide con la edad de los materiales sobre los que yacen los depósitos gravitacionales.

Teniendo, pues, en cuenta la posición estratigráfica de estos materiales se puede afirmar que el manto del Esla aún se encontraba en movimiento durante el Bashkiriense Superior y que alcanza la superficie submarina en este tiempo o inmediatamente después de él, continuando su movimiento por un período de tiempo imposible de determinar.

La presencia de materiales de edad Westfalien-

se D claramente discordantes sobre el manto demuestra que en el Westfaliense D el manto del Esla ya se hallaba emplazado en el nivel de cabalgamiento que se observa en la actualidad.

AGRADECIMIENTOS

Deseo dar las gracias al Prof. M. Julivert por la lectura del manuscrito y las sugerencias aportadas, y al Dr. A. Marcos por la ayuda recibida durante la realización del presente trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- BASTIDA, F.; MARCOS, A.; ARBOLEYA, M. L. & MÉNDEZ, I.: *La unidad de Peña Corada y su relación con el Manto del Esla (Zona Cantábrica, NW de España)*. Brev. Geol. Ast., año XX, núm. 4, pp. 49-55, Oviedo (1976).
- BIRCH, F.: *Role of fluid pressure in mechanics of overthrust faulting: discussion*. Geol. Soc. Am. Bull., vol. 72, pp. 1441-1443 (1961).
- BLAY, P.; COSGROVE, J. W. & SUMMERS, J. M.: *An experimental investigation of the development of structures in multilayers under the influence of gravity*. J. Geol. Soc. Lond., vol. 133, pp. 329-342 (1977).
- CHRISTIE, J. M.: *Mylonitic rocks of the Moine thrust-zone in the Assynt region, north-west Scotland*. Edinburgh Geol. Soc. Trans., vol. 18, pt. I, pp. 79-93 (1960).
- DENNIS, J. G.: *International tectonic dictionary*. Amer. Ass. Petrol. Geol. Bull., vol. 7, 196 pp. (1967).
- DOUGLAS, R. J. W.: *Callum Creek, Langford Creek, and Gap mapareas, Alberta*. Geol. Survey Canada Mem., T. 255, 124 pp. (1950).
- ELLIOT, D.: *The Motion of Thrust Sheets*. Jour. Geophys. Research, vol. 81, núm. 5 (1976).
- FORRISTAL, G. Z.: *Stress distribution and overthrust faulting*. Geol. Soc. Am. Bull., vol. 83 (10), pp. 3073-3081 (1972).
- GARCÍA-RAMOS, J. C.: *Estudio de las series detríticas del Devónico Medio en la Cordillera Cantábrica (Asturias)*. Tesis doctoral. Univ. de Oviedo (1977).
- GOGUEL, J.: *Traité de Tectonique*. Masson et Cie, Ed., París (1965).
- GÓMEZ DE LLARENA, J. & RODRÍGUEZ ARANGO, C.: *Datos para el estudio geológico de la Babia baja (León)*. Bol. Inst. Geol. Min. España, t. 61, pp. 79-206 (1948).
- HSÜ, J. K.: *Role of cohesive strength in the mechanics of overthrust faulting and of Landsliding*. Geol. Soc. Am. Bull., vol. 80, pp. 927-952 (1969 a).
- HSÜ, J. K.: *A preliminary analysis of the Statics and kinetics of the Glarus overthrust*. Eclog. Geol. Helv., volumen 62/I, pp. 143-154 (1969 b).

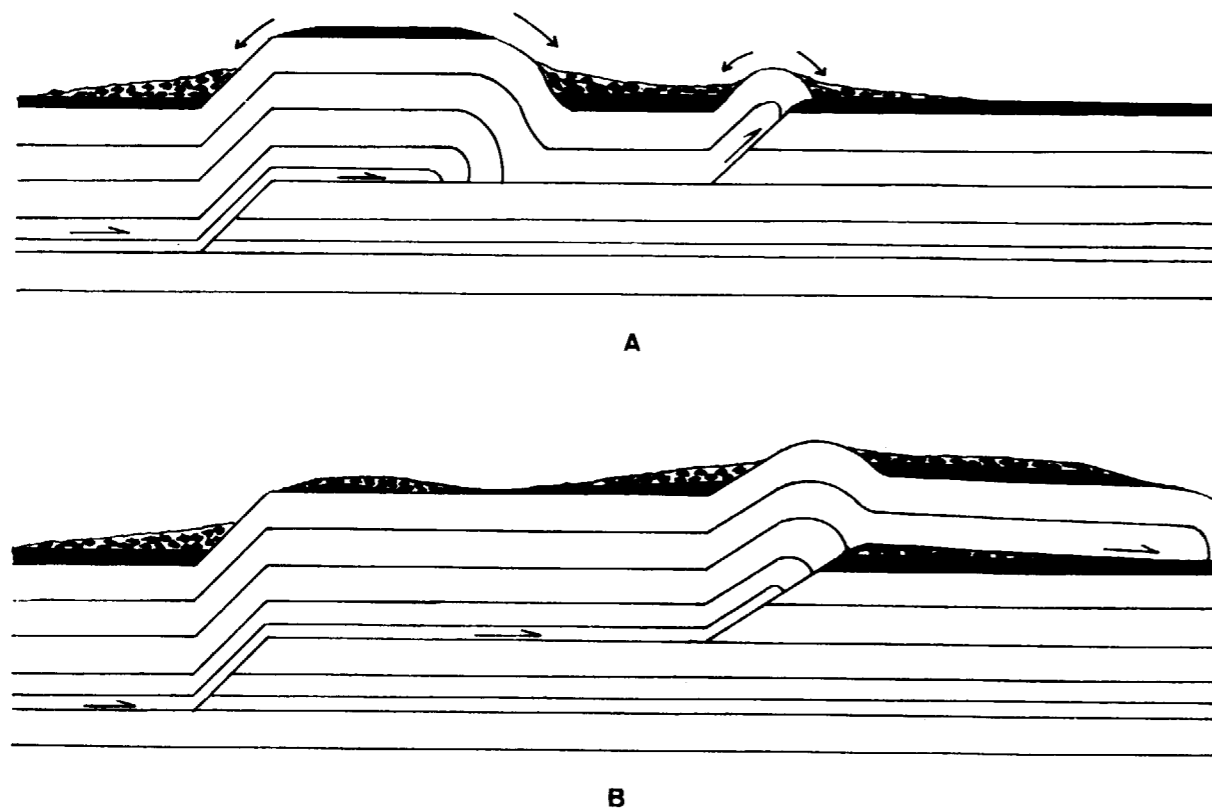


Figura 16.—Relaciones existentes entre el avance de un manto y la sedimentación en la cuenca situada por encima del mismo. A) Formación de depósitos gravitacionales en aquellos sectores en que la pendiente originada por el ascenso del manto es demasiado elevada para que permanezcan estables los sedimentos que se están depositando (dibujados en negro). B) Situación en la que el manto cabalga los depósitos gravitacionales producidos a causa de su avance en una etapa anterior.

- HUBBERT, M. K. & RUBEN, W.: *Role of fluid pressure in mechanics of overthrust faulting*. Geol. Soc. Am. Bull., vol. 70 (2), pp. 115-166 (1959).
- JULIVERT, M.: *La ventana tectónica del río Color y la prolongación septentrional del manto del Ponga*. Trabajos de Geología, núm. 1, pp. 1-26, Oviedo (1967 a).
- JULIVERT, M.: *La ventana tectónica del río Monasterio y la terminación meridional del manto del Ponga*. Trabajos de Geología, núm. 1, pp. 59-76, Oviedo (1967 b).
- JULIVERT, M.: *Decollement tectonics in the hercynian Cordillera of Northwest Spain*. Am. Jour. Sci., vol. 270, número I, pp. 1-29, New Haven (1971).
- JULIVERT, M.: *Hercynian orogeny and carboniferous paleogeography in Northwestern Spain: A model of deformation-sedimentation relationships*. Z. dt. Geol. Ges., vol. 129, Hannover (1978).
- JULIVERT, M.; FONTBOTE, J. M.; RIBEIRO, A. & CONDE, L.: *Mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares*. Inst. Geol. Min. España, Madrid (1972).
- LAPWORTH, C.: *The Highland controversy in British Geology; its causes, course, and consequences*. Nature, volumen 32, pp. 558-559 (1885).
- LOBATO, L.: *La falla de León y estructuras adyacentes entre los ríos Porma y Cea (Cordillera Cantábrica)*. Tierras de León, núm. 20, pp. 13-25 (1975).
- LOTZE, F.: *Zur Gliederung der Varisziden der Iberischen Meseta*. Geotekt-Forsch., núm. 6, pp. 78-92, Berlín. (Trad. por J. M. Ríos: *Observaciones respecto a la división de las variscidas de la Meseta Ibérica*. Pub. Extr. Geol. España, t. V, pp. 149-166) (1945).
- MÉNDEZ-BEDIA, I.: *Biofacies y litofacies de la Formación Moniello-Santa Lucía (Devónico de la Cordillera Cantábrica, NW de España)*. Trabajos de Geología, Univ. de Oviedo, núm. 9, 93 pp., Oviedo (1976).
- OLDHAM, R. D.: *Know your faults*. Proc. Geol. Soc. London, in Geol. Soc. London Quart. Journ., vol. LXXVII, pt. I, pp. LXXVII-XCII (1921).
- RALEIGH, C. B. & GRIGGS, D. T.: *Effects of the Toe in the Mechanics of Overthrust faulting*. Geol. Soc. Am. Bull., vol. 74 (7), pp. 819-830 (1963).
- RAMSAY, J. G.: *Folding and fracturing of rocks*. Mc Graw-Hill Co., I vol., 568 pp. (1967).
- REIJERS, T. J. A.: *Facies and Diagenesis of the Devonian Portilla Limestone Formation between the River Esla and the Embalse de La Luna, Cantabrian Mountains, Spain*. Leidse Geol. Meded., vol. 47, pp. 163-249, Leiden (1972).
- RICH, J. L.: *Mechanics of low-angle overthrust faulting as illustrated by Cumberland thrust block, Virginia, Kentucky and Tennessee*. Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull., vol. 18, pp. 1584-1596 (1934).
- RUPKE, J.: *The Esla nappe, Cantabrian Mountains (Spain)*. Leidse Geol. Meded., vol. 32, pp. 1-74, Leiden (1965).
- SCOTT, J. C.: *Savanna Creek structure*. Alberta Soc. Petroleum Geol. Guidebook, pp. 134-138 (1953).
- SITTER, L. U. DE: *The rio Esla Nappe in the zone of Leon of the Asturian Cantabric Mountain Chain*. Notas y Com. Inst. Geol. y Min. de España, núm. 56, pp. 3-24 (1959).
- SITTER, L. U. DE: *Crossfolding in non-metamorphic of the Cantabrian Mountains and in the Pyrenees*. Geol. en Mijnbouw, 39 jaar., pp. 189-194 (1960).
- SMOLUCHOWSKI, M. S.: *Some remarks on the mechanics of overthrust*. Geol. Mag. new ser. dec. V, vol. VI, pp. 204-205 (1909).
- WILLIS, B.: *The mechanics of Appalachian structure*. U. S. Geol. Survey 13th. Ann. Rept., pp. 217-281. In: *Mechanics of thrust faults and decollement*. Ed. B. Voight, 1976, Dowden, Hutchinson & Ross, Inc. (1891-1892).
- ZAMARREÑO, I.: *Las litofacies carbonatadas del Cámbrico de la Zona Cantábrica (NW de España) y su distribución paleogeográfica*. Trabajos de Geología, núm. 5, pp. 1-118, Oviedo (1972).

Recibido: Enero 1980

Visión general del Neógeno y el Cuaternario mediterráneos en relación con la prospección de lignitos (*)

Por GERD LÜTTIG (**)

RESUMEN

Veinte años de éxito en la prospección de lignitos en el área mediterránea han llevado a la conclusión de que es preferible la investigación deductiva basada en tantos datos detallados como sea posible, bioestratigráficos, paleoclimatológicos, paleogeográficos, de facies y tectónicos, a los estudios inductivos que sólo tienen en cuenta los yacimientos existentes.

Si la bioestratigrafía y la deducción de las condiciones climáticas muestran que en una determinada área las condiciones favorecieron la producción de precursores del lignito, si se comprueba que la paleogeografía favoreció la sedimentación y la acumulación de estos precursores, y si la historia del desarrollo del área muestra unas probabilidades razonables de que los yacimientos se conservasen, entonces valdría la pena hacer más investigación y campañas de sondeos.

Debido al desarrollo cíclico climático, talasostático y epirogenético del Mediterráneo desde el Oligoceno, la investigación se puede concentrar en ciertos problemas estratigráficos, paleogeográficos y tectónicos en relación con toda la región. Y con los datos acumulados, se seleccionarán las áreas dignas de posterior estudio en los terrenos Neógenos y Cuaternarios. La finalidad de esta comunicación es considerar lo que significa esto desde el punto de vista estratigráfico.

1.

La búsqueda de yacimientos de lignitos, especialmente en torno al Mediterráneo, y su éxito o fracaso, dependen de si se cumplen tres prerequisites básicos (LÜTTIG, 1966, 1971; ALPAN & LÜTTIG, 1971):

1) Las condiciones paleoclimatológicas durante el período geológico equivalente, deben haber sido favorables para la formación de precursores de lignito. Se requiere un clima húmedo, productor de turba.

2) Las condiciones tienen que haber sido las necesarias para que se acumulasen estos precur-

(*) Comunicación leída en el VI Coloquio sobre Geología de la región Aegeana (= del Egeo).

(**) Autor: Prof. Dr. Gerd Lüttig, Vicepresidente del Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung, Stilleweg 2, 3000 Hannover - 51.

Esta comunicación está dedicada al Prof. Dr. ROLAND BRINKMANN en su 80 cumpleaños, en reconocimiento a su trabajo sobre paleogeografía en general y en especial sobre sus investigaciones de geología Aegeana.

sores. Para esto es necesaria una trampa sedimentaria. El régimen sedimentológico en una cuenca de lignito, en una región que por otra parte es favorable en cuanto a tiempo y área, tendrá que haber sido controlado por un equilibrio entre la velocidad de sedimentación y la del movimiento vertical del agua subterránea. Una subsidencia demasiado rápida puede originar una trampa en la que solamente se depositan sedimentos clásticos gruesos causados por la energía del elevado relieve alrededor de la cuenca, o bien formar un lago profundo en el que se originan formaciones límnicas, pero pocas o ningunas palustres o telmáticas. Son ideales las partes de los márgenes de la cuenca que se hundan lentamente, lejos de la desembocadura de un río, los rincones tranquilos, los meandros y las lagunas internas o albuferas.

3) Las acumulaciones deben ser preservadas de la erosión posterior. Es necesaria esta *preservación*. Son indeseables los movimientos ascendentes excesivos, pues se crea nueva energía por el alza del relieve. El descenso del nivel freático

origina el encajamiento de los sistemas fluviales. Los sedimentos de la cuenca son disecados y transportados fuera de ella. Es indeseable la actividad volcánica después de la acumulación, como lo son los cambios tectónicos y climáticos generales que originen condiciones áridas o nivales. En la mayor parte de los casos, la subsidencia origina un potente recubrimiento (que causa problemas técnicos en la explotación minera) de formaciones exudativas clásticas gruesas.

2.

La falta de éxito en muchas de las prospecciones que se han hecho se comprenderá solamente después de que se recapitule sobre la situación hallada en estas regiones. Me gustaría mostrar algunos ejemplos:

1) La investigación de horizontes Neógenos en España que contienen lignitos, en otras regiones ha sido negativa, por las condiciones semiáridas que prevalecieron allí. Las cuencas intramontanas de Turquía, que son idénticas morfogénicamente y litoestratigráficamente a las que en todas partes contienen lignitos, se encontraron estériles, porque su sedimentación tuvo lugar en períodos paleoclimáticos desfavorables.

Se debe tener en cuenta que no hay que creer que el relleno de una cuenca intramontana, que litológicamente es igual que una cuenca definida antes estratigráficamente, sea por eso sincrónica. La sedimentación en una cuenca intramontana es generalmente cíclica, empezando con una fase telmática lignitofila basal causada por una elevación relativa del nivel freático (la llamada capa basal del yacimiento). Después sigue generalmente un sedimento límnic, que puede desarrollarse como limnocalcáreo o limnopelítico, según los factores geoquímicos y paleoclimáticos y las condiciones litológicas existentes alrededor de la cuenca. Generalmente, el relleno de la cuenca culmina con una secuencia limnofluvial o terrígena sedimentaria. Esta acaba, en general, con una llanura en la que se encajan las terrazas de los ríos cuaternarios.

Muchos de nuestros predecesores, especialmente cuando no dispusieron de una bioestratigrafía sofisticada del Neógeno no marino y del Cuaternario, fueron inducidos a error por esta semejanza entre los rellenos de cuencas al correlacio-

nar las formaciones continentales, no marinas, de diferentes regiones, lo que a menudo se ha comprobado que no es permisible.

2) Algunas áreas prospectadas con muchas trazas y capas de lignito, que generalmente son delgadas y se extienden a grandes distancias, han mostrado que no tienen acumulaciones potentes. Los partidarios del viejo método de prospección indicativa (frente a la prospección deductiva, LÜTTIG, 1968) perforaron cientos de sondeos en cuencas inmensas, generalmente en el centro. Pero estas cuencas no tenían las necesarias condiciones de equilibrio para la sedimentación, como las que se puede encontrar en un lago cuyas orillas de rocas karstificadas tengan muchos manantiales en vez de desembocaduras de ríos. Pues un afloramiento de facies límnic no significa que el área es lignitofila y apta para prospectarla. La búsqueda es aún más inútil cuanto más constante sea esta facies lateralmente y más uniforme. Se buscará un pantano con cañaveral telmático, que se hunda rápidamente, o madera de marjal hundiéndose en la orilla de un lago, una trampa en una zona de falla continuamente lábil, o una faja de costa con constante subsidencia y un desplazamiento generalmente positivo de la playa (que muestra condiciones transgresivas).

3) Algunos de los fracasos, especialmente en cuencas con facies lignitofilas, pueden deberse a que gran parte de las acumulaciones fueron erosionadas posteriormente. Este es probablemente el caso de la cuenca de Trípolis (Peloponeso), así como el de la de Meknes-Fez, en Marruecos. Esta situación se puede reconocer por la existencia de enclaves de lignito en sedimentos más jóvenes, discordancias, emersiones, costras calcáreas exudativas y suelos fósiles en el relleno de la cuenca. En el caso de la cuenca de Trípolis podemos suponer que se originó una repentina depresión del nivel freático por la formación de dolinas kársticas, las llamadas «Katavothres», a través de las que se ha drenado repentinamente toda la cuenca.

En resumen, *los tres* prerrequisitos básicos se han de cumplir en la región investigada; *no basta uno solo.*

3.

La aplicación de las ideas básicas expuestas, de las que ha emergido la prospección deductiva de

lignitos, ha dado origen automáticamente a un procedimiento de investigación definido. Cerca de veinte años de éxito en la prospección nos impulsan a defender este método de aquellos que a menudo piensan demasiado directamente en el éxito, como, por ejemplo, los prospectores mineros.

Todo joven geólogo que prospecte lignitos, no debe apartarse del hecho de que la prospección geológica se puede emprender inteligentemente, sólo si el geólogo clarifica *la génesis* de los materiales que forman el yacimiento de una provincia. Si uno no comprende cómo y dónde puede formarse un yacimiento, se investiga a ciegas. Y quien busca sin una idea de la génesis sólo gasta dinero y generalmente no encuentra nada. Esto lo puede demostrar fácilmente cualquier profano, por las grandes sumas de dinero que se han gastado en la prospección de lignitos, especialmente cuando se han dirigido por no geólogos o por personas sin experiencia en la geología de materiales no consolidados.

La prospección de lignitos con perspectivas razonables se ha de hacer siguiendo un proceso largo. Esto parece contradecir lo dicho anteriormente. Se puede demostrar que no es así con una comparación entre costes y rendimientos.

Estas son las etapas individuales indispensables de una investigación:

1) En primer lugar se necesita *una base bioestratigráfica* que sea tan exacta como sea posible. La primera etapa es la de mayores dificultades, como resultado del bien conocido dilema de la estratigrafía del Neógeno no marino y del Cuaternario en la región mediterránea. Los excelentes resultados de la clasificación de las capas marinas mediterráneas hecha por muchos de nuestros colegas es una ayuda cada vez mayor para superar una situación que se puede describir de la siguiente manera:

a) Conceptos estratigráficos (frecuentemente obsoletos) se emplean extensamente en varios países mediterráneos. Ellos no permiten una correlación adecuada (como ha definido RUTSCH, 1958). Por ejemplo, esto es así para nombres que podrían ser válidos para el Neógeno de la cuenca vienesa y también para la transferencia, sin sentido e irresponsabilidad de la clasificación de entonces de PENK, sobre los períodos glaciares de los Alpes, a otras regiones.

b) Con frecuencia se emplea un método sencillo para correlacionar, de tal modo que una capa que, por ejemplo, es más antigua que otra que es claramente Burdigaliense, es llamada Aquitaniense, y esto se hace sin evidencia bioestratigráfica.

c) La correlación bioestratigráfica se hace a menudo siguiendo litologías semejantes.

d) La introducción de clasificaciones locales y la conexión de secciones tipo equivalentes con el auxilio de definiciones claras (sobre la base de una cartografía fiable de la región paratipo), parece un trabajo excesivo para un cierto número de colegas. Es razonable tratar de adaptar posibilidades de correlación comprobadas a una clasificación local. Pero frecuentemente es extraordinariamente difícil erradicar el uso de nombres que se aplican de forma incorrecta a una región.

e) Es lamentable que gran parte de la investigación estratigráfica no tenga el apoyo de una cartografía fiable. Esto constituye una negligencia deplorable en un cierto número de instituciones académicas. La responsabilidad mayor de las instituciones geológicas del área mediterránea es poner fin a esta práctica, basándose también en otras razones geológicas.

f) Esta lamentable deficiencia se puede achacar parcialmente al hecho de que expertos de temas relacionados con esta materia (por ejemplo, geógrafos, botánicos, meteorólogos, etc., con buenas intenciones, pero no siempre con la experiencia necesaria) participan en la investigación estratigráfica del Cenozoico más cercano. El autor tiene el mayor respeto por las ciencias relacionadas con el tema. Sin embargo, sería considerablemente más eficaz si las personas implicadas en la investigación estratigráfica lo hiciesen solamente después de tener un cierto nivel de conocimientos de estratigrafía. Pues la correlación de imposibilidades estratigráficas sólo representa una carga suplementaria de trabajo inútil para el resto de nosotros.

g) Finalmente, en algunos países no existe todavía conocimiento alguno de la escuela de pensamientos actuales en áreas especiales necesarias urgentemente, por ejemplo, ningún paleontólogo con experiencia moderna, geocronólogo

go, geomorfólogo, especialistas en ostrácodos no marinos, moluscos, fragmentos de plantas, vertebrados, etc. En esto ha servido de mucho la cooperación internacional, a manera de puente, hasta que esté preparada la próxima generación de investigadores. En esto también el coloquio internacional Aegaeo, al que el autor ha prestado su ayuda, ha abierto posibilidades para un trabajo conjunto.

h) Al terminar una investigación bioestratigráfica, ha de obtenerse suficiente evidencia del carácter del desarrollo paleoclimático. Esto se hace generalmente de manera automática en el curso de la investigación paleontológica.

En pocas palabras, la investigación bioestratigráfica es la base de la prospección, en especial para el lignito en el Cenozoico. Los trabajos que se hagan para ello no se puede sostener que sean innecesarios; no se puede decir que el camino de la prospección por medio de la estratigrafía sea largo. Ocurre solamente que parece más largo, pero en cualquier caso es más barato.

2) La cartografía es el puente necesario para alcanzar la siguiente etapa, la *investigación paleogeográfica*. El problema es determinar dónde se puede esperar, de la facies lignitífila, que se cumplan más favorablemente los prerequisites para el desarrollo de yacimientos de lignitos. Cualquier prospector en Turquía, por ejemplo, hubiera sido feliz si antes de empezar su prospección hubiese dispuesto de un trabajo semejante al Atlas Paleogeográfico de Turquía desde el Oligoceno al Cuaternario (LÜTTIG & STEFFENS, 1976), aun teniendo una división estratigráfica que era demasiado inexacta, por ser la división de tiempo relativamente amplia.

No deberíamos desalentarnos a pesar de la inseguridad de estas reconstrucciones paleogeográficas, que son deploradas también por otros autores (por ejemplo, DROOGER, 1973). Los mapas paleogeográficos siguen siendo una de las herramientas más importantes del geólogo que prospecta yacimientos minerales. Y su valor aumentará en la medida en que las correlaciones estratigráficas sean más fiables, la historia de la tierra esté mejor resuelta en etapas individuales, sea más exacta la contemporaneidad, y más fiables los datos sobre facies. Sin embargo, para el geólogo económico, tiene una importancia secundaria si la formación en cuestión estaba previamente en el lu-

gar en que se halla actualmente, o si ha sido desplazada horizontalmente.

3) En este momento se puede hacer una división aproximada de la región en *áreas de interés y otras sin interés* para la prospección, a partir del mapa paleogeográfico. Si en una etapa posterior se han hecho mapas de las áreas de interés, es fácil afinar en las consideraciones generales paleogeográficas para llegar a un *análisis de facies*. Para este análisis es muy importante utilizar los modernos conceptos de limnogeología e investigación de turberas. Esto es especialmente cierto para la exacta designación de los sedimentos con respecto a estos campos de conocimiento (por ejemplo, en descripciones de afloramientos y testigos de sondeos de sedimentos lacustres; véase MERKT, LÜTTIG & SCHNEEKLOTH, 1971). Solamente a partir de esto se puede estar en condiciones de determinar dónde se está exactamente en una región lignitífila, o si se ha sondeado a través de la parte proximal, distal o central de un cañaveral pantanoso o de madera de marjal telmática, y dónde se puede esperar que se encuentre la parte interesante del yacimiento.

4) Finalmente, una investigación *morfo-tectogenética* debería determinar el mecanismo de preservación del carbón, el carácter y potencia del recubrimiento y, de esta forma, la viabilidad de posteriores investigaciones de áreas en las que se pueden esperar yacimientos de lignitos.

4.

La prospección deductiva hecha de esta forma tiene muchas más probabilidades de éxito que una investigación que sólo se guíe por los indicios. Los geólogos experimentados en este método pueden prospectar con más éxito que antes, con más eficacia en los resultados y con medios más económicos. (Compárese el trabajo hecho por nuestros equipos de investigación en los últimos veinte años en Italia, Grecia en Megalópolis, Peloponeso y en Philippi, Macedonia y en Turquía.)

La prospección hecha en Italia, Grecia, Turquía, España y Marruecos muestra que puede ser un auxilio para la investigación el conocimiento del carácter general del desarrollo estratigráfico, paleogeográfico, morfo y tectogenético del área mediterránea. Son, sin duda, un obstáculo todavía,

las dificultades de la correlación estratigráfica, la inexactitud en la clasificación de los sedimentos, particularmente los continentales. Una de las tareas más importantes es eliminar estas carencias y afinar el conocimiento del desarrollo de la región mediterránea. El siguiente *esquema* de este desarrollo (que puede ser solamente una hipótesis de trabajo) puede servir para hacer más precisos los objetivos, y al mismo tiempo mostrar los puntos críticos de la síntesis.

5.

Los siguientes hechos le parecen al autor significativos para comprender el proceso:

1) El cataclismo postalpino tuvo una gran influencia. La tecto- y morfogénesis tardi- y postalpina contribuyeron de manera sustancial a la forma de conexión de Europa con Africa y al desarrollo biogeográfico correspondiente (ilustrado mejor por la extensión de la biofacies Pikermi), a la emersión de cuencas aisladas o unidas de forma incompleta, y al desarrollo de la flora y fauna en ellas, y al desarrollo biogénico en islas específicas.

2) Hay un segundo agente en el desarrollo de la región mediterránea que nadie debería pasar por alto dado el entusiasmo que ha producido en la última década la investigación geológica marina (véase HSÜ, 1972, 1974; BERGGREN, 1973, y otros), y no se debería olvidar que la densidad de estas observaciones es mucho menor que la de doscientos años de geología terrestre.

Este segundo agente es el de los cambios eustáticos en el nivel del mar en el Mediterráneo, como consecuencia de los cambios climáticos. Tampoco hay que olvidarse de que estas fluctuaciones rítmicas, que fueron reducidas a ideas conceptuales por nuestros predecesores, tales como HUTTON y NEUMAYR (en este tema puedo mencionar las «First and Second Mediterranean Stages»), y sobre las que han llamado de nuevo la atención otros (AZZAROLI & CITA, 1963), determinaron de manera significativa el desarrollo paleogeográfico del Mioceno y Plioceno. Algunos investigadores (el primero de ellos SUBAKOW, 1962, 1966) trataron de definir el comienzo del Cuaternario como la época más temprana en que se puede aplicar el principio estratigráfico cíclico. Pero la extensión de los

ciclos climáticos se reconoce claramente por primera vez en el Plioceno, no en el Cuaternario. La importancia de los cambios climáticos en el Plioceno se ha resaltado desde que se comenzaron las investigaciones del Pikermiense (ABEL, 1912) y las primeras investigaciones paleobotánicas modernas del Plioceno (THOMSON & GREEBE, 1951; THOMSON & PLUG, 1952; ZAGWIJN, 1959, 1960). Esto se ha confirmado de nuevo por la moderna paleontología marina en el Mediterráneo (CITA, 1973). Los recientes trabajos palinológicos en el Plioceno y en el Cuaternario se basan principalmente en los efectos de los acontecimientos cíclicos, en el paleoclima y su aplicación.

Así, algunos investigadores consideran que los cambios glacio-eustáticos en el nivel del mar se pueden correlacionar transcontinentalmente en época tanto reciente como del Mioceno Superior, basándose en los períodos de calor y frío del Neógeno constatados en la Antártida, Alaska y Nueva Zelanda. Estos cambios llegaron a ser tan importantes durante el Cuaternario que cualquier aspecto de la génesis de los sedimentos, del desarrollo de la flora y la fauna, y de la morfología de la región mediterránea ha sido influenciado indudablemente por el impacto cíclico del clima.

Tomado conjuntamente, esto significa que la historia geológica de la región mediterránea, después de la culminación de la orogénesis alpina, fue determinada por una combinación de acontecimientos orogénico-tectónicos y ciclos climáticos. Después del Mioceno Superior aumentó la influencia de los ciclos climáticos y, finalmente, esta influencia llegó a ser la predominante desde el comienzo del Cuaternario.

6.

Investigaciones estratigráficas y paleogeográficas nos han mostrado que las tendencias regresivas relacionadas con la consolidación y elevación durante la orogénesis, al final del Oligoceno, determinaron, en general, el desarrollo del Aquitaniense, que en Turquía está asociado a un primer período lignitífilo, el de las trazas de lignito de Kurbalik, en una secuencia molásica. El Burdigaliense, que le siguió, fue un período de transgresiones que cubrieron amplias áreas. Esto es especialmente cierto en Turquía. La cuestión importante es que, junto a esta transgresión, se puede

observar una elevación general en el nivel freático en las cuencas peri-marinas y las primeras intramontanas. Esta facies interior de molasas está cubierta por sedimentos marinos de la transgresión que continuaba en amplias áreas. En algunos lugares, hay trazas y capas de lignito (muy pobres en sentido económico), que pueden atribuirse a este segundo período con condiciones lignitofilas.

En este contexto, no se debe menospreciar, sin embargo, el hecho de que casi en todas las formaciones del Neógeno y el Cuaternario mediterráneos se formaron lignitos. Las condiciones básicas mencionadas anteriormente se dieron durante la mayor parte de este tiempo. Sin embargo, hay una abundancia estadísticamente significativa de facies lignitofilas en algunas partes de este período. Esta formación lignitofila, o mejor, período lignitofilo, puede ser una ayuda importante en la clasificación paleoclimática del Neógeno. Como ya se ha dicho anteriormente, el primero de estos máximos en Turquía es de edad Aquitaniense, el segundo Burdigaliense, y más precisamente, al comienzo de la transgresión.

El Langiense en la región del Mediterráneo oriental se considera generalmente que está relacionado con una fase regresiva que fue seguida por una transgresión en el Serravaliense. El movimiento negativo de la costa cambió a uno positivo que condujo a la transgresión Serravaliense (Tortonense) y creó condiciones de mar profundo en algunas partes del Mediterráneo (BONSON, 1976). Se puede reconocer aquí una tercera fase de lignito, estadísticamente. En las partes interiores del cinturón orogénico, la transgresión coincidió con la primera fase importante en la formación de cuencas intramontanas y el volcanismo asociado, bien conocido en Asia Menor, y Europa meridional y central. Se acumuló más lignito en estas regiones intramontanas que previamente en las facies de molasas perimarinas y de albuferas. Además el tipo principal de deposición es diferente del tipo de capa basal que predomina en las dos primeras fases lignitofilas. Los depósitos de esta tercera fase son capas potentes, aptas para minería a cielo abierto. El yacimiento Soma en Turquía es característico de este período. La asociación del polen de Eskihsar (BENDA, 1971) es típico. Existen algunos paralelismos estratigráficos con el lignito renano de Alemania Occidental.

Se puede observar una pequeña transgresión que sigue a la regresión en el Tortonense y asociarse

a los estratos con el conjunto de asociación del polen de Yeni-Eskihsar (BENDA, 1971) en la facies continental. El lignito de las capas superiores de los yacimientos de Soma, Manisa, Sandikli y Susehri, de Turquía, pertenecen a este período (BENDA, MEULENKAMP & ZACHARIASSE, 1974).

Al final del Tortonense se encuentra una regresión general. Es obvio que la actividad tectónica, que según opinión de muchos autores (Hsü, 1972; BANDY, 1973; BENSON, 1976) pudo interceptar la unión entre el Atlántico y el Mediterráneo, pudo haber propiciado la «Gran regresión del Mediterráneo» (LÜTTIG, 1959, 1963), originada principalmente por los cambios de nivel glacio-eustáticos («global sea level dropping», VAN COUVERING et aliae, 1976). Durante esta regresión se formaron los sedimentos muy evaporíticos del Mesiense (DROOGER, 1973). Esta regresión se interrumpió por intrusiones más pequeñas, al menos una significativa (Hsü, 1972; Hsü et aliae, 1977; BANDY, 1973; NEEV et aliae, 1976). Esta intrusión explica la existencia de sedimentos parálidos y de albufera y los telmáticos-lacustres, con horizontes de lignitos, como los lignitos de Acipayam con asociación del polen de Kizilhisar, mejor que la suposición de condiciones concurrentes marinas-evaporíticas y continentales-lacustres (RYAN, 1973). Además, no es apropiado decir, como hizo Hsü (1974): «Cuando el nivel del agua baja, se forman lagos interiores en algunas depresiones topográficas». ¡El descenso del nivel del mar no coincide nunca con la elevación del agua subterránea en el continente!

En general, para la bio- y litofacies de Pikermi es indicado un ambiente árido a semiárido y frío. Este cambio climático no fue abrupto, sino que comenzó gradualmente en tiempos tortonienses (BENDA & SICKENBERG, 1975). Esta facies se encuentra extensamente en el continente y se caracteriza por gravas y arcillas rojas detríticas. BECKER-PLATEN (1970) introdujo el nombre de facies Yatagan para este complejo sedimentario. Cuando se formó, puentes terrestres unieron las cuencas evaporíticas marinas entre Asia Menor, Africa y Europa, proporcionando la oportunidad de intercambios zoogeográficos y paleobotánicos. Un «lac mer» (como se definió por GIGNOUX, 1913), se formó en la depresión Cárpato-Caspiana.

La transgresión que siguió, llamada anteriormente segunda fase mediterránea (BOURCART'S, 1962, Revolución Pliocena), ha sido rebautizada

con los nombres ortoestratigráficos de Tabienense y Pliacenciense. (La última es una denominación poco afortunada debido a su uso previo para designar lito- y biofacies.) Esta transgresión tiene un distinto carácter lignitofilo en las cuencas intramontanas. El mayor yacimiento de lignito de la región mediterránea, el de Elbistan (GOLD y LÜTTIG, 1972, 1973; STAESCHE, 1972) pertenece a este período.

Debido a la falta de claridad en las definiciones de las series dentro del Plioceno, no es posible corrientemente asignar una edad más exacta a esta fase de lignitos Elbistaniense. Y si quienes han prospectado en Turquía (BENDA, 1971; STAESCHE, 1972) han hablado del Plioceno Superior, ha sido solamente en el sentido de que son más jóvenes que las capas que se correlacionan con el Mesiniense, puesto que seguimos la definición vertebradopaleontológica de la biofacies Pikermi = Plioceno Inferior de aquella época.

La fase de formación intensa de lignitos termina en Turquía con la parte superior de la secuencia de lignito Elbistaniense, porque las capas superiores podrían pertenecer ya al Pleistoceno Inferior, basándose en datos sin publicar de una investigación de ostrácodos y moluscos hecha por el autor (si es que *Candona neglecta*, *Candona candida*, *Bithynia tentaculata* y *Valvata piscinalis* son indicadores claros de una edad Pleistocena, que, en opinión del autor, no tiene duda).

También hay que considerar que esta fase fue influenciada en las cuencas intramontanas por fallas tectónicas de tipo germánico, acompañadas por un nuevo desarrollo del vulcanismo.

Ciertamente, las condiciones climáticas necesarias para la formación de precursores del lignito existieron en épocas tan tardías como las del Cuaternario en Turquía (como también en Grecia). Esto se demuestra por los pequeños yacimientos de lignito de Kayseri y los yacimientos de turba de Yükses-Ova (el último de edad Holocena). Pero evidentemente el aumento del relieve fue tan grande que la producción de detritus cuaternarios trabajó, en general, en contra de la formación de yacimientos de lignitos.

Para el desarrollo de un esquema similar de historia geológica en Grecia, hemos de basarnos parcialmente en suposiciones, ya que el conocimiento estratigráfico y, particularmente, el paleogeográfico, no es suficiente todavía. El Mioceno

Inferior (si los datos de edad son completamente correctos), sólo está insuficientemente comprobado. Fue atribuido como continental, generalmente en forma de detritus continentales, tardío o postorogénicos o sedimentos de molasas. Hasta ahora sólo se ha probado definitivamente la existencia de Aquitaniense marino en Cefalonia, Ithaki, Lefkas, Kerkyra y unos pocos lugares del Epiro, por DE MULDER (1975), BRUNN (1956) y otros. La transgresión Burdigaliense no afectó a gran parte de la tierra griega. Si la situación favorable para la formación de facies lignitofilas, relacionadas con una elevación del nivel freático e inducida por condiciones climáticas favorables en general, condujeron a una formación intensa lignitífera, es una cuestión que queda abierta, debido a la escasez de datos de edad fiables. Los yacimientos del Peloponeso y de Katerini-Moschopotamos podrían pertenecer a este período (si no son más jóvenes).

Se ha aceptado generalmente que la extensa secuencia de sedimentos límnicos, frecuentemente margosos, de Euboea, en la cuenca Florina, que forma la base de las arcillas rojas detríticas en las áreas con facies Pikermi se deberían asignar al Tortonense-Sarmatiense de la vieja interpretación. Podría ser posible correlacionar esta facies límnic con la transgresión Serravaliense, según la división más reciente. Esto significaría que el lignito de Aliverion en Euboea, el de Veri y Amythaeon en Macedonia Occidental, corresponderían al lignito de Soma en Turquía. Pero no hay pruebas exactas para esta opinión en estos momentos. Investigaciones bioestratigráficas más exactas, que ya han comenzado L. BENDA y sus colaboradores, clarificarán esta cuestión. En cualquier caso, es cierto que hay una fase importante de clima límnic antes del clima árido de Pikermi, posiblemente dos fases en la base del descubrimiento de asociación de polen de Yeni-Eskihsar en el lignito de Atalanti (L. BENDA, comunicación personal). Este descubrimiento demostró por primera vez en Grecia la fase de lignitos Tortonense (o pre-Tortonense) observada en Turquía.

Grecia es la región clásica de la «Gran Regresión» messiniense y la formación continental en relación con ella. Las formaciones de arcillas rojas de Pikermi, Tour-la-Reine Theben, Malkassa-Oropos (en el lignito), Euboea (MITZOPOULOS, 1947, 1959; VON FREYBERG, 1951) y del borde de la

cuenca de Florina, son representativas de otras muchas áreas de distribución. Obviamente, una o varias transgresiones dentro del Messiniense, produjeron la formación de facies ligníferas, como demuestran las áreas de lignitos de Serrai y Drama (VON FREYBERG, 1951).

La regresión messiniense, también en Grecia, se separa algo abruptamente de la transgresión Pliocena, cuyas formaciones pueden verse claramente por primera vez en tierra firme... El lignito parálico en Elis (Pyrgos-Olimpia, etc.) en Attica y en el Golfo de Lakonia (Nemea, etc.) están relacionados con un desplazamiento positivo de la línea de costa. Las formaciones margosas y arcillosas de las cuencas con lignitos de Ptolomais, al sur de Kozani, de Larissa, y en la cuenca Pellana, cerca de Esparta, son el equivalente continental. Este período de lignito Plioceno es también el más importante económicamente en Grecia.

En una secuencia cíclica, más claramente observable que en Turquía, esta fase lignitífila Pliocena, cierra con una segunda serie de arcillas rojas. Las capas de Apidhitsu en el Peloponeso (LÜTTIG & MARINOS, 1962; VINKEN, 1965, y colaboradores), tienen similares características a estas segundas series, que marcan claramente la transición del Terciario al Cuaternario en varias cuencas intramontanas, como en el caso de la región peri-marina. Este período de tiempo tiene características áridas, periglaciares.

En contraste con Turquía, la fase de clima húmedo del principio del Pleistoceno, que corresponde esencialmente al Calabriense, se reconoce fácilmente en el área intramontana de Grecia.

Las formaciones de lignitos económicamente importantes en Megalópolis, en Peloponeso (LÜTTIG & MARINOS, 1962) y el lignito de Philippi (MELIDONIS, 1970) ocurrieron durante este período. El perfil de lignito-turba de Philippi (VIJNSTRA, 1969), demuestra la presencia continuada de condiciones lignitífilas en el Eupleistoceno y el Holoceno.

Los desplazamientos de la línea de costa en el Mioceno Inferior, especialmente en los Apeninos, no son muy claros en Italia (especialmente en Italia Central). Esto es resultado también de la formación ininterrumpida de montañas. No obstante, se hallan ocasionalmente capas

carboníferas dentro de los sedimentos del flysch orogénico y la molasa, en el antepaís Adriático, así como en la región interior Tirrena. La transgresión Serravaliense-Tortonense está evidentemente presente en todas partes; también se pueden observar trazas de carbón Tortonense. Se puede reconocer al menos una fase de ingresión (la 15.^a según SELLI, 1973), en el carbón tipo Bacinello. Este carbón, que se hizo famoso por el descubrimiento de *Oreopithecus*, es infrayacente de la formación de yeso Messiniense del Tortonense Superior (GIANNINI et al., 1972; SELLI, 1973), está asociada con *Hipparion* y se ha datado en 8 m.a. Algunos de los indicios de carbón, de poca significación económica (por ejemplo, en los Apeninos Toscanos), se podrían atribuir a este movimiento positivo inter-Messiniense de la línea de costa.

En Italia, el Messiniense, árido y frío, y generalmente regresivo, es cubierto por horizontes marinos clásicos que han llevado al nombre Terciario. Estos horizontes se contienen en la facies Piacenciense (arcilla primariamente marina) y en la facies Asti (arena primariamente marina). En la base de estas series se han desarrollado capas relativamente delgadas de carbón en el área perimarina de los Apeninos Toscanos y de la Umbría (por ejemplo, en Petroio y Lilliano). Estas capas llevaron a la determinación del piso continental Petroio del Plioceno Inferior (LÜTTIG, 1958; la correlación del lignito de Petroio con el de Cana que se hace en esta comunicación, no es correcta, sin embargo). El desplazamiento positivo de la línea de costa estuvo relacionado con una intensa elevación del nivel freático en el área terrestre italiana también. Esto condujo, junto con la tectónica de bloques y la subsidencia, a la formación y relleno de cuencas intramontanas (tales como la de Valdarno Superior, la cuenca Todi-Sansepolco, Casentino, Mugello, etc.), que contienen numerosos yacimientos de lignito (Santa Bárbara, Bastardo, etc.).

A la fase de cuencas lignitífilas siguió el fenómeno de los Períodos Glaciales, tanto en las regiones perimarinas como en las intramontanas. En estos períodos fríos, gran parte de las arcillas y gravas detríticas, generalmente de color rojo, fluviales, proluviales, detríticas, se produjeron principalmente al comienzo del Cuaternario. La facies clástica gruesa fue recubierta parcialmente por horizontes lignitífilos perimarineros, lacustres

o limno-telmáticos, durante la transgresión del Calabriense, como ha sido comprobado cerca de Pietrafitta, Leonessa, Monte Oliveto, Vala di Bossi y Baschi. Se demuestra con los perfiles de Massasciucoli, Conca del Fucino y otros lugares que la formación de materiales de lignito fue posible todavía en el Pleistoceno tardío también, pero las condiciones para la acumulación y preservación de los yacimientos no fueron suficientes, generalmente.

Las regularidades observadas en Turquía, Grecia e Italia (también en España y Marruecos; el autor no puede juzgar de otros países) son semejantes, en principio. Pero no hay todavía suficientes datos estratigráficos para el desarrollo de un esquema estratigráfico de toda la región circunmediterránea. En España no es posible especialmente porque los términos adoptados de áreas distantes (como, por ejemplo, el muy usado de «Pontiense») hacen que sean difíciles las correlaciones estratigráficas y porque la argumentación palinológica no se corresponde con la aplicada normalmente en la región Aegeana. Sin embargo, la fase de lignitos, correspondiente en cierta manera al Serravaliense-Tortonense, se ha demostrado en yacimientos como los de Puentes de García Rodríguez, en Galicia, y la fase Pliocena de Teruel. La formación de lignitos cuaternarios se evidencia por el indicio de lignito-turba de Padul, en Granada (VAN DER LIJN & MENÉNDEZ AMOR & FLORSCHÜTZ, 1964).

En Marruecos se han encontrado carbones Oligoceno-Mioceno Inferior en la cuenca de Guercif y el Rif, así como del Mioceno Superior en la de Meknes-Fez, TALTASSE (1953). El Plioceno sólo ha proporcionado indicios insignificantes y las turbas cuaternarias se limitan al Rharb y a otras pocas marismas costeras.

Como se podía esperar, la acumulación de precursores de lignitos se limita solamente a unos pocos períodos de tiempo, a causa de la amplia aridez (y por otras razones).

7.

Considerado en conjunto, hay una relación precisa entre formación de lignito y un cierto número de fases que, obviamente, han quedado determinadas climáticamente. La cuestión es si la formación de precursores en un país determinado,

relacionada también con condiciones favorables de acumulación y preservación, de ende del desarrollo morfo- y tectogénico en cada caso.

Se reconocen claramente las siguientes fases lignitífilas:

- Eupleistoceno, lignito fase de Philippi.
- Eopleistoceno, lignito fase de Megalópolis.
- Plioceno, lignito fase de Elbistan.
- Intra-Mesiense, lignito fase de Acipayam.
- Tortonense Superior, lignito fase de Bacinello.
- Langiense-Serravaliense, lignito fase de Soma.
- (Burdigaliense, lignito fase de Kale.)
- (Aquitaniense, lignito fase de Oltu.)

Se debe resaltar que con estas ocho fases sólo quedan delimitados los máximos en la formación de lignito en la región mediterránea, y que esta formación ocurrió muy próxima en tiempo, y

Formación de lignito	Periodo	Zonas lacustres (con las fechas) (BLOW, 1963)	Piso Estratotipo (BLOW, 1969: CITA Y BLOW, 1969: JENKINS, 1966)	Piso Estratotipo del Paratethys Central	Piso Estratotipo de la Cuenca Ponto-Caspense			
Formación de lignito Somá, Eskişehir, Sürgü, Samsat, Elbistan Placent y a continuación Vertebrados Soma, Eskişehir, Sürgü, Samsat, Elbistan Kordalik, Kale	Pleistoceno	N 23	Calabriense	Cuaternario	Bakiniense			
		N 22			Apcheroniense			
	Plioceno	N 21	Piacenciense	Dacianense	Dacianense	Aktchagilense		
		N 20				Kimmeriense		
		N 19				piso estratigr. Pontiense	Pontiense	
		N 18					Medio	
		N 17				Messiniense	Pannoniense	Chersononense
		N 16				Tortonense	Pannoniense	Bessarabiense
		N 15						Sarmatiense
	N 14	Serravaliense	Badeniense	Volhyniense				
	N 13			Konjiense				
	N 12			Karaganiense				
	N 11	Langiense	Karpatiense	Chokrakiense				
	N 10			Tarchaniense				
	N 9			Maikopiense				
	Superior	N 8	Burdigaliense	Ottangiense	Superior			
		N 7			Superior			
		N 6			Superior			
	Posterior	N 5	Aquitaniense	Eggenburgiense	Superior			
N 4		Superior						
P22/N3		Chattiense			Egeriense	Maikopiense		
P21/N2		Chattiense			Egeriense	Medio		
Inferior y medio	P20/N1	Rupeliense	Lattoriense	Maikopiense				
	P 19			Inferior				
		P 18			Inferior			

Figura 1.—Correlación de estratotipos y zonas en la región circunmediterránea, en correspondencia con las principales fases lignitífilas en Turquía.

en condiciones paleogeográficas favorables, por supuesto. Hay, sin embargo, períodos fácilmente reconocibles que estaban en condiciones climáticas no favorables para la formación de lignitos:

Los períodos glaciales del Pleistoceno.

El tránsito Plioceno/Pleistoceno.

El Messiniense (excepto la fase intra-messiniense).

El Burdigaliense tardío.

Y la transición del Oligoceno al Mioceno.

Los yacimientos de lignitos de significación económica están concentrados en las fases lignitíferas de Megalópolis, Elbistan y Soma.

8.

La investigación y prospección de lignitos en el futuro debería tener como objetivo primero

el perfeccionamiento de los descubrimientos en el Neógeno no marino y en el Cuaternario. Esto, además de las condiciones básicas descritas para la formación de lignitos. Se conocen las bases de la clasificación de facies marinas, así como las cuestiones de los límites entre el Plioceno y el Pleistoceno y la subdivisión del Plioceno.

9.

Tras la demanda de intensificación de la investigación hay sólidos datos económicos: Los yacimientos de lignitos de que se habla aquí tienen un valor económico de unos 30 billones de dólares USA. Constituyen también una fuente de energía que, con la excepción de la hidráulica, es con mucho, la más barata, mucho más que la energía nuclear (calculada en base a la producción de electricidad).

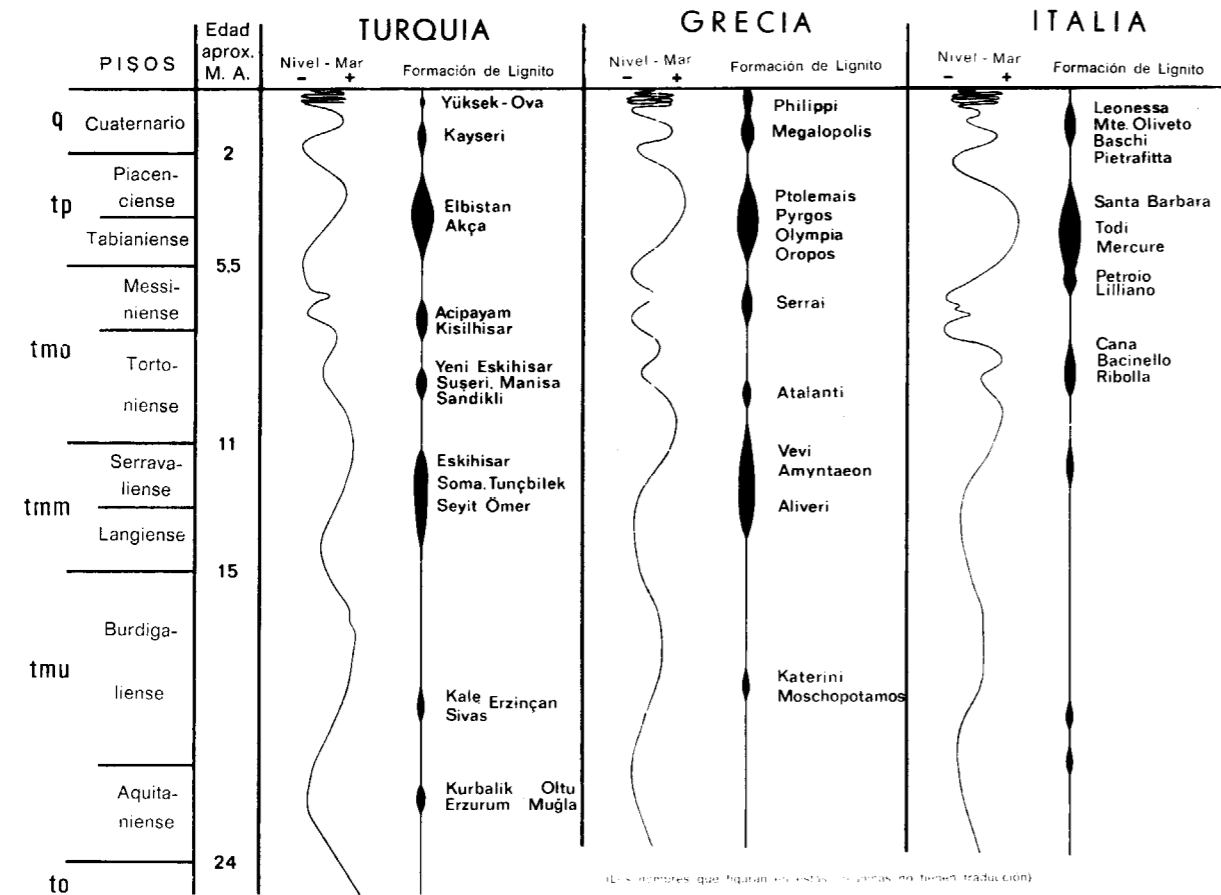


Figura 2.—Hipótesis de trabajo sobre la relación entre los cambios en el nivel del mar y la formación de lignitos en Turquía, Grecia e Italia.

BIBLIOGRAFIA

ABEL, O.: *Grundzüge der Palaeobiologie der Wirbeltiere*. 708 S., 170 Abb., Stuttgart (1912).

ALPAN, S. & LÜTTIG, G.: *The German-Turkish lignite exploration in Turkey of the years 1965 to 1969. Plan of operation and scientific, mainly stratigraphic results.* (Känozoikum und Braunkohlen der Türkei. 3). ewsl. Stratigr. 1, 3: 11-18, Leiden (1971).

AZZAROLI, A. & CITA, M. B.: *Geologica stratigrafica*. 2: 1-353, Milano (1963).

BANDY, O. L.: *Chronology and palaeoenvironmental trends, Late Miocene-Early Pliocene, Western Mediterranean.* IUGG Geodyn. sci. Rep. 7: 21-25, Amsterdam, London (1973).

BECKER-PLATEN, J. D.: *Lithostratigraphische Untersuchungen in Känozoikum Südwest-Anatoliens (Türkei)*. (Känozoikum und Braunkohlen der Türkei. 2.). Beih. geol. Jb. 97: 1-244, 12 Abb. 22 Tab., 11 Taf., Hannover (1970).

BENDA, L.: *Principles of the palynologic subdivision of the Turkish Neogene.* Newsl. Stratigr. 1, 3: 23-26, Leiden (1971).

BENDA, L.; MEULENKAMP, J. E. & ZACHARIASJE, W. J.: *Biostratigraphic correlation in the eastern Mediterranean Neogene. 1. ...Cretan and Italian Neogene.* Newsl. Stratigr. 3, 3: 205-217, 1 fig., 2 tabl., Leiden (1974).

BENDA & SICKENBERG, O.: *Beiträge zur klimatischen Entwicklung des jüngeren Känozoikums im östlichen Mittelmeer-Gebiet.* Rep. Vith Congr. reg. Comm. Medit. Neog. Strat., 379-383, Batislava (1975).

BENSON, R. H.: *Miocene deep-sea ostracodes of the Iberian Portal and the Balearic Basin.* Marine Micropal, 1: 249-262, Amsterdam (1976).

BENSON, R. H.: *Testing the Messinian salinity Crisis biodynamically: an introduction.* Palaeogeogr., etc., 20: 3-11, Amsterdam (1976).

BERGGREN, W. A.: *Biostratigraphy and biochronology of the Late Miocene (Tortonian and Messinian) of the Mediterranean.* IUGG Geodyn. sci. Rep. 7: 10-20, Amsterdam, London (1973).

BOURCART, J.: *La Méditerranée et la révolution du Miocène.* Livre à la mém. P. Fallot 1: 103-116, Paris (1962).

BRUNN, J. H.: *Contribution a l'Etude Geologique du Pinde Septentrional et d'une partie de la Macédoine Occidentale.* Thèses Fac. Sci. Univ. Paris, Ser. A, 2826: 358 S., 77 Abb., 7 Tab., 20 Taf., 1 Kte., Athen (1956).

CITA, M. B.: *Inventory of biostratigraphical findings and problems.* In: 2. Rep. Deep Sea Drill Proj. 13, 2: 1045-1074; Washington (1973).

COVERING, J. A. VAN et al: *The Terminal Miocene Event.* Marine Micropal. 1: 263-286, Amsterdam (1976).

DROOGER, C. W.: *The term Messinian; general framework of the Colloquium.* IUGG Geodyn. sci. Rep. 7: 7-9, Amsterdam, London (1973).

FREYBERG, B. VON: *Die Pikermi-Fauna von Tour la Reine (Attika).* Ann. géol. Pays helléniques (1) 3: 7-10, Athen (1951).

FREYBERG, B. VON: *Geologie und Lagerstättenkunde des Braunkohlenreviers von Serrae (Mazedonien).* Ann. géol. Pays hellén (1) 3: 87-154, Athen (1951).

GIGNOUX, M.: *Le formations marines pliocènes et quaternaires de l'Italie du sud et de la Sicilie.* Ann. Univ. Lyon n. Sér. (1) 36: 1-693, 20 Taf., Lyon (1913).

GOLD, O. & LÜTTIG, G.: *Elbistan—Erfolg einer Untersuchung auf Braunkohle mit Mitteln der deutschen Technischen Hilfe (Känozoikum und Braunkohlen der Türkei. 7).* Braunkohle 24, 8: 253-268, 13 Abb., Düsseldorf (1972).

GOLD, O. & LÜTTIG, G.: *La riuscita prospezione di lignite in Turchia realizzata con l'assistenza tecnica tedesca and Elbistan.* L' Industr. min. 24: 421-438, Facenza (1973).

HSÜ, K. J.: *When the Mediterranean dried up.* Sci. Amer. 227, 6: 27-36, New York, (1972).

HSÜ, K. J.: *The desiccated deep-basin model for the Messinian events.* IUGG Geodyn. sci. Rep. 7: 60-66, 2 Fig., Utrecht (1973).

HSÜ, K. J.: *The Miocene Desiccation of the Mediterranean and its Climatical and Zoogeographical Implications.* Die Naturwiss. 61, 4: 137-142, Wien, Heidelberg, New York (1974).

HSÜ, K. J. et al: *History of the Mediterranean salinity crisis.* Nature 267, 5610: 399-403, 3 Figs., London (1977).

LÜTTIG, G.: *Stratigraphische Bemerkungen zum nichtmarinen Quartär Mittel-Italiens.* Geol. Jb. 75: 651-662, 1 Taf., 1 Abb., Hannover (1958).

LÜTTIG, G.: *Zur Stratigraphie und Paläogeographie des mitteltalienenischen Pliopleistozäns.* Z. deutsch. geol. Ges. 111, 2: 486-501, Hannover (1959).

LÜTTIG, G.: *Italienisches und griechisches Pliopleistozän, Gedanken und Vergleiche, besonders im Hinblick auf die Braunkohlen-Geologie.* Z. deutsch. geol. Ges. 114, 1: 7-31, 4 Abb., Hannover (1963).

LÜTTIG, G.: *Die nichtmarinen «NeogenE-Becken» im Mittelmeerraum und ihre Bedeutung für die Stratigraphie.* Committ. méditerr. Neogene Stratigr. Proc. 3rd Sess. Berne 1964: 148-157, 2 Abb., Leiden (1966).

LÜTTIG, G.: *Stand und Möglichkeiten der Braunkohlen-Prospektion in der Türkei. (Känozoikum und Braunkohlen der Türkei 1.)* Geol. Jb. 85: 585-604, 1 Taf., Hannover (1968).

LÜTTIG, G.: *Typen von Braunkohlenlagerstätten.* Geol. Jb. 89: 407-417, 3 Abb., Hannover (1971).

LÜTTIG, G. & MARINOS, G.: *Zur Geologie der neuen griechischen Braunkohlenlagerstätte von Megalopolis.* Braunkohle 14, 6: 222-231, Düsseldorf (1962).

LÜTTIG, G. & STEFFENS, P.: *Palaeogeographic Atlas of Turkey from the Oligocene to the Pleistocene.* Expla-

- natory Notes 64 pp., 1 Fig., 2 Tab., 7 Maps., 1 Leg., Hannover (1976).
- MELIDONIS, N. G.: *To Koitasma tyrfis-lignitoy ton Philippon*. Inst. Geol. Eubsurf. Res. 13, 3: I-V, 87-250, 13 Taf., 5 Anl., Athen (1970).
- MENÉNDEZ, A. J. & FLORSCHÜTZ, F.: *Results of the preliminary palynological investigation of samples from a 50 m boring in southern Spain*. Bol. r. Soc. españ. Hist. Nat. (Geol.) 62: 251-255, Madrid (1964).
- MERKT, J.; LÜTTIG, G. & SCHNEEKLOTH, H.: *Vorschlag zur Gliederung und Definition der limnischen Sedimente*. Geol. Jb. 89: 607-623, 1 Taf., Hannover (1971).
- MITZOPoulos, M. K.: *Die Verbreitung der Pikermistufe auf der Insel Euböa*. Ann. géol. Pays hellén (1) 1: 209-216, Athen (1947).
- MITZOPoulos, M. K.: *Die Hipparionfauna von Tanagra bei Theben*. Praktika Akad. Athinon 34: 265-309, Athen (1959).
- MULDER, E. F. J. DE: *Microfauna and sedimentary tectonic history of the Oligo-Miocene of the Ionian Islands and Western Epirus (Greece)*. Utrecht micropal. Bull. 13: 1-139, Utrecht (1975).
- NEEV, D.; ALMAGOR, A.; ARAD, A.; GINZBUZG, A. & HALL, J. K.: *The geology of the southeastern Mediterranean sea*. Geol. Surv. Isreal Bull. 68: 1-52, Jerusalem (1976).
- RUTSCH, R. F.: *Das Typusprofil des Helvétian*. Eclog. geol. helvet. 51, 1: 107-118, Basel (1958).
- SELLI, R.: *An outline of the Italian Messinian*. IUGG Geodyn. sci. Rep. (Int. Coll. Messin. Events Proc.) 7: 150-171, 10 Figs., Utrecht (1973).
- STAESCHE, U.: *Die Geologie des Neogen-Beckens von Elbistan/Türkei und seiner Umrandung*. (Känozoikum und Braunkohlen der Türkei. 9.) Geol. Jb. (B) 4: 3-52, 4 Abb., 1 Taf., 1 Kt., Hannover (1972).
- SUBAKOW, W. A.: *Stratigraphische Gliederung der Quartär-Ablagerungen und ihre Stellung im stratigraphischen Einheitsschema*. Informacionnyi Sbornik 58: 7-35, 2 Tab., Leningrad (1964).
- SUBAKOW, W. A.: *Geochronologische Skala des Festland-Pleistozäns*. Doklady Akad. nauk. SSSR 169: 1399-1401, 1 Tabl., Moskau (1966).
- TALTASSE, P.: *Recherches géologiques et hydrogéologiques dans la bassin la custrre de Fès-Meknès*. Notes Mém. Serv. géol. Maroc 115: 1-300, 40 Taf., Rabat (1953).
- THOMSON, P. W. & GREBE, H.: *Zur Gliederung des tertuären Deckgebirges der Rheinischen Braunkohle im südlichen und mittleren Teil der Ville-Scholle und der Erft-Scholle auf mikropaläontologischer Grundlage*. Z. Braunkohle etc. 3, 7/8: 131-134, 1 Abb., Düsseldorf (1951).
- THOMSON, P. W. & PFLUG, H. D.: *Zur feinstratigraphischen Untersuchung von Braunkohlenflözen*. Geol. Jb. 66: 554-576, Hannover (1952).
- VINKEN, R.: *Stratigraphie und Tektonik des Beckens von Megalopolis (Peloponnes, Griechenland)*. Geol. Jb. 83: 97-148, 4 Abb., 1 Tab., 4 Taf., Hannover (1965).
- WIJMSTRA, T. A.: *Palynology of the first 30 metres of a 120 m deep section in Northern Greece*. Acte bot. neerl. 18, 4: 511-577, 5 Abb. (1969).
- ZAGWIJN, W. H.: *Zur stratigraphischen und pollenanalytischen Gliederung der pliozänen Ablagerungen im Roertal-Graben und Venloer Graben der Niederlande*. Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf. 4: 5-26, 3 Taf., 4 Abb., 3 Tab., Krefeld (1959).
- ZAGWIJN, W. H.: *Aspects of the Pliocene and early Pleistocene Vegetation in the Netherlands*. Diss. 78 S., 3 Taf., 8 Abb., 16 Diagramme (Tab.), Maastricht (1960).

Recibido: diciembre 1980

Estudio de la mineralización de Galena-Baritina en el paleocaliche del Trías basal de La Carolina, Jaén (España) (1)

Por A. PINEDA (*), P. GUMIEL (**) y E. VINDEL (***)

RESUMEN

Con este trabajo se pretende contribuir a un mejor conocimiento de la metalogenia post-hercínica, aún insuficientemente estudiada, del mundialmente conocido distrito plumbífero de Linares-La Carolina.

Por una parte, se resaltan los caracteres y significado estratigráfico del nivel mineralizado (paleocaliche del Trías basal), y por otra se estudia la mineralización plumbífera.

Esta mineralización es post-variscica y la paragénesis es simple (Pb-Ba) constituida fundamentalmente por galena, baritina y cuarzo como minerales principales, y cerusita, smithsonita, calcopirita y blenda como accesorios.

También se ha estudiado la variación geoquímica de los siguientes elementos metalogénicos: Pb, Zn, Cu, Ag y Sb, observándose una clara anomalía en Pb y Zn.

El origen de la mineralización hay que buscarlo en el campo filoniano hercínico infrayacente, siendo el paleocaliche encajante un ámbito receptor físico-químicamente favorable para el emplazamiento de la mineralización. Asimismo, se plantean los mecanismos de deposición.

Por último, se establece la tipología del yacimiento resaltando su originalidad. Se trata de un yacimiento estratoide con mineralización de relleno de huecos, «epigenético-extraño» y en parte topomineral.

ABSTRACT

In this paper we try to contribute for a better knowledge of post-hercynien metallogeny of the very important «Linares-La Carolina» lead district (Spain).

In the first part, the features and stratigrafic meaning of the ore level (lower triassic paleocaliche) are exposed and the lead ore is studied too.

This deposit has been considered as post-variscic age and it shows a mineral paragenesis (Pb-Ba) quite simple, mainly constituted by galena, barite and quartz, with minor quantities of cerussite, smithsonite, chalcopirite and sphalerite.

We have also studied the geochemical behaviour of the following metallogenic elements: Pb, Zn, Cu, Ag and Sb. A clear anomaly is observed for Pb and Zn.

The ore genesis is related to the lower filonian hercynien field. The host rock (paleocaliche) behaved as a physico-chemical favourable environment, where the ore was emplaced. The detailed mecanisms of deposition are showed too.

At least, the type of the deposit is defined. It corresponds to a stratiform epigenetic deposit, formed by filling process.

1. INTRODUCCION

La realización de este trabajo puede contribuir a un mejor conocimiento de la metalogenia post-

hercínica, prácticamente desconocida, del distrito de Linares-La Carolina.

Conviene recordar que este distrito es mundialmente conocido por sus mineralizaciones filonianas de plomo, hercínicas.

El yacimiento de «Las Torrecillas», objeto de este estudio, se revela como sumamente interesante en cuanto a que plantea los problemas bá-

(1) Comunicación presentada en el XXVI C. G. I. París, 1980.

(*) IBERGESA, Madrid.

(**) Div. Investigaciones Mineras IGME.

(***) Dpto. Cristalografía y Mineralogía. Univ. de Madrid.

sicos de dicha metalogenia. Además, es de una gran originalidad debido a las características y significado estratigráfico del nivel mineralizado.

2. GENERALIDADES

2.1 SITUACION GEOGRAFICA

Las mineralizaciones de «Las Torrecillas» se sitúan a 1,5 kilómetros aproximadamente al SSW de la población de La Carolina, en la Hoja núm. 884 (La Carolina), del MTN, a escala 1:50.000.

Las labores son accesibles desde dicho núcleo urbano siguiendo la antigua vía férrea a Linares, la cual es perfectamente transitable. Su localización, así como la de las otras localidades estudiadas, puede verse en las figuras 1 y 2.

2.2 ENCUADRE GEOLOGICO REGIONAL

La zona se sitúa en el borde SE del Macizo Ibé-

rico. Antes de su desaparición definitiva bajo el Terciario del Valle del Guadalquivir, dicho Macizo es recubierto por el Triás, que buza monoclinally y débilmente al SSE.

En el distrito de Linares-La Carolina el Triás se dispone al N discordante sobre una facies pizarroso-grauváquica (Culm) de edad Carbonífero Inferior y al S sobre granito (plutón de Linares).

Más al N del Culm aflora el Paleozoico Inferior con un Ordovícico muy bien desarrollado.

Característica de este distrito es una tectónica de bloques —en «teclas de piano»— según fallas normales de dirección NNE dando como resultado un horst, con afloramientos de materiales hercínicos y cobertera triásica, entre depresiones rellenas de Triás y Mioceno marino. El plutón de Linares es considerado como la prolongación orien-

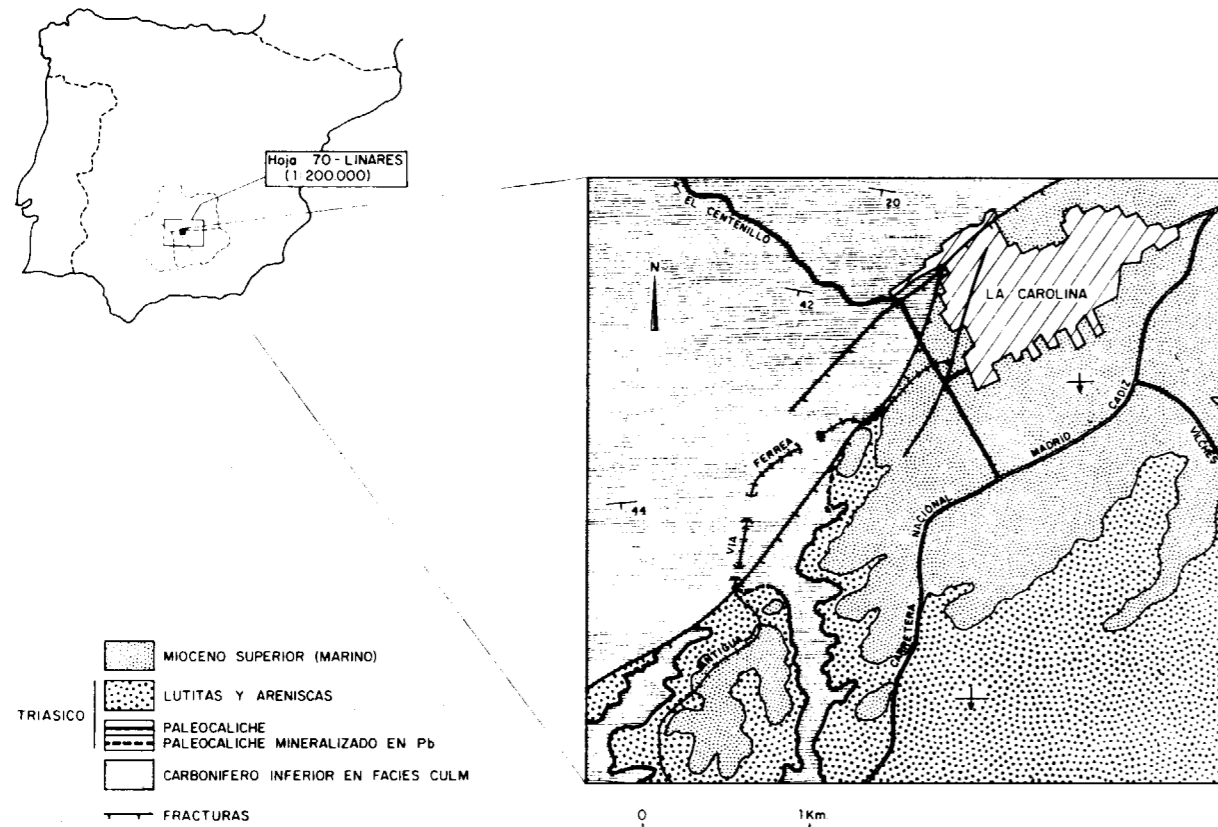


Figura 1.—Situación y esquema geológico-minero de la zona.

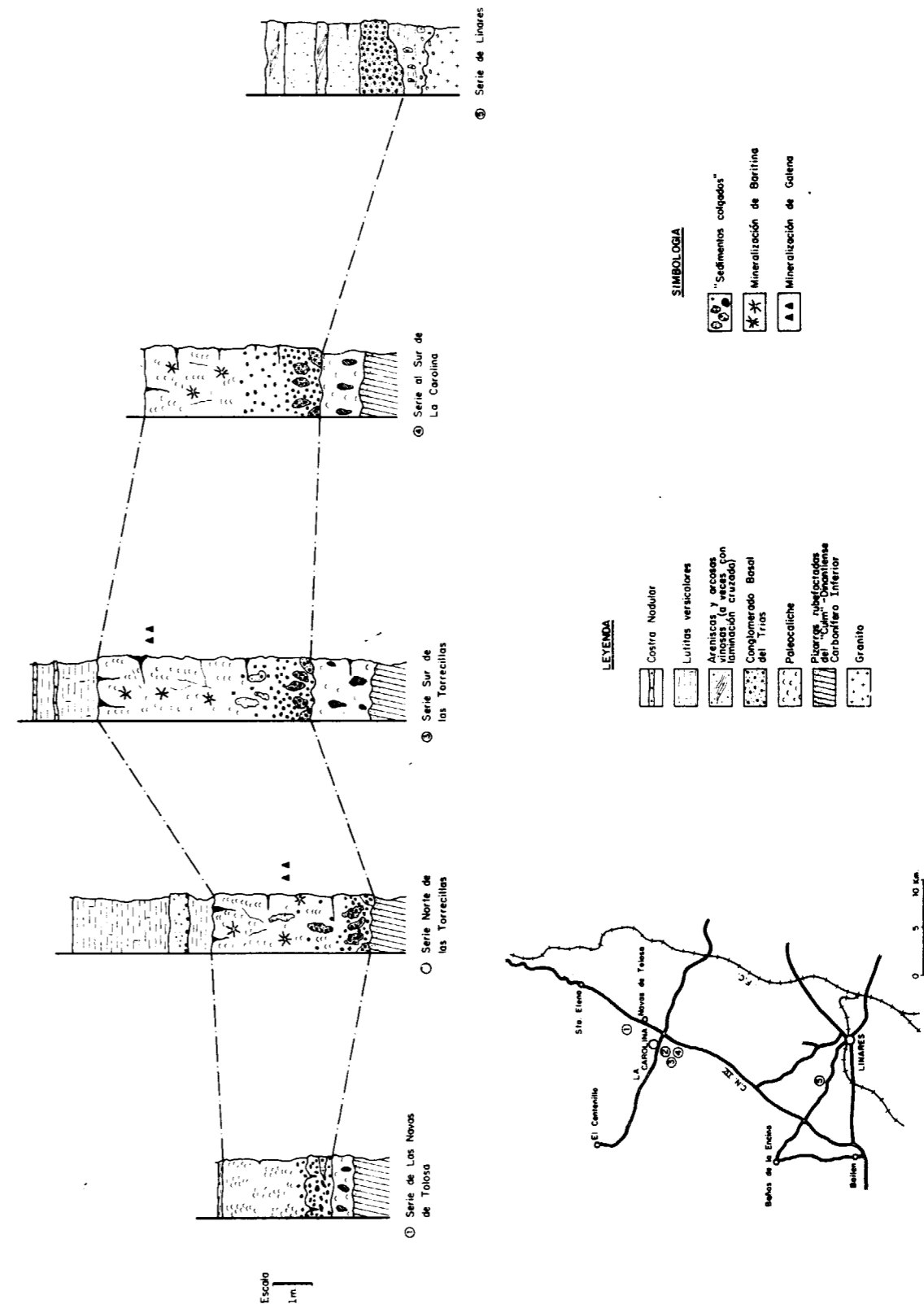


Figura 2.—Situación y representación de las columnas estudiadas. Localización de la mineralización de galena-baritina en el paleocaliche del Triás basal de La Carolina (Jaén-España).

tal del batolito de Los Pedroches, al otro lado de una de estas depresiones.

2.3 AMBIENTE METALOGENICO

El distrito plumbífero, mundialmente conocido, de Linares-La Carolina, está constituido por varios campos filonianos de diferentes características (distintas direcciones, distintos tipos de estructuras filonianas y distintos encajantes: Ordovícico Medio-Superior, Culm o granito), pero con un denominador común: en todos, la galena, los carbonatos (ankerita) y en menor medida el cuarzo, aparecen como minerales dominantes, mientras que blenda, calcopirita y baritina quedan subordinados.

Sin o con conexión genética respectivamente con los anteriores, aparece una mineralización de W-Sn y otra de Sb, ambas periféricas (TAMAIN, 1968; AZCÁRATE y ARGUELLES, 1971; AZCÁRATE y VERGARA, 1971).

La «Cuarcita Castellar» (Llandoverly), tanto en el distrito como extendiéndose fuera de él hacia el Este, presenta frecuentemente mineralizaciones de blenda (PINEDA, com. pers.; Ríos, 1977), así como también la «Caliza Urbana» (Ashgill) (HENKE, 1926; JACQUIN y PINEDA in litt.).

Las interacciones e implicaciones genéticas entre todas estas mineralizaciones de tipo estratiforme, y las filonianas típicamente definidoras del distrito, están aún por conocer; aunque la problemática ha empezado a ser esbozada (JACQUIN y PINEDA, op. cit.).

Superpuestas a todas estas manifestaciones se encuentran las post-hercínicas, también predominantemente plumbíferas, estratiformes (TAMAIN, 1968) o filonianas (TAMAIN, 1968; AZCÁRATE y VERGARA, 1971) y exclusivamente localizadas en el Triás. Una de estas mineralizaciones es objeto de este trabajo.

3. ESTUDIO DEL AMBITO DE CONSTITUCION

3.1. INTRODUCCION A LA ESTRATIGRAFIA DEL TRIAS

BRINKMANN y GALLWITZ (1933) fueron los primeros en estudiar —aunque desde un punto de

vista muy general, dada la extensión de su trabajo— el Triás del área.

Anteriormente, HENKE (1926) atribuyó una edad triásica a las formaciones rojas que en La Carolina se disponen discordantemente sobre el Culm.

En el año 1946 se publica por el IGME la Hoja número 905 (Linares) del Mapa Geológico Nacional (1.ª serie) a escala 1:50.000. La principal novedad aportada es considerar el granito de Linares como post-triásico, debido a la facies particular del Triás basal de Linares (gran dureza de las arcosas y conglomerados, aspecto incluso cuarcítico), considerada por KINDELÁN, CANTOS FIGUEROLA y TARGHETTA (1946) como efecto de un termometamorfismo.

El Triás meseteño de la provincia de Jaén ha sido estudiado recientemente con mayor detalle. Sintetizando estos estudios se desprende que el Triás se compone de unos niveles conglomeráticos basales (2 m. aproximadamente), a los que suceden areniscas micáceas rojas alternando con arcillas y margas rojas o verdosas. Hacia el techo desaparecen los términos samíticos para ser sucedidos por margas yesíferas que alternan con las arcillas. La parte superior de la serie la componen niveles calcáreos (30-40 m.). En total la serie triásica alcanza unos 300 metros de potencia y se considera depositada sobre relieves preexistentes en cuencas cerradas someras —lagunas o mar poco profundo— en clima árido o desértico (SÁNCHEZ CELA, 1969, 1971; LÓPEZ GARRIDO y RODRÍGUEZ ESTRELLA, 1970; VERA y LÓPEZ GARRIDO, 1971).

La datación triásica es establecida paleontológicamente en un Triás prebético, que pasa lateralmente al Triás meseteño en el NE de la provincia de Jaén (LÓPEZ GARRIDO, 1971).

Finalmente, hay que añadir que aunque CASTELLÓ et al. (1976) hablan en los alrededores de La Carolina de «materiales dolomíticos basales de escasa potencia», e incluso TAMAIN (1972) encuadra la mineralización de «Las Torrecillas» en «la base dolomítica de la cobertera post-paleozoica», nunca hasta ahora habían sido citados paleocaliches en el Triás basal de la provincia de Jaén.

3.2. DESCRIPCION DE LOS AFLORAMIENTOS DE PALEOCALICHE

Además del paleocaliche de las Torrecillas, ámbito receptor de la mineralización plumbífera, se

describen otros tres afloramientos que existen en el área. De esta forma se pueden observar las analogías y diferencias entre los paleocaliches, y llegar a tener un mejor conocimiento de los niveles inferiores del Triás en los alrededores de La Carolina.

Por ser el afloramiento de Linares el que presenta mejores condiciones de observación, y rasgos más característicos, se describe en primer lugar y a continuación los demás (figura 2).

Afloramiento de Linares (5)

Se sitúa inmediatamente a la izquierda de la carretera de Baños de la Encina a Linares, después de pasar el río Guadiel, en un pequeño cerro sobre el que se asientan las oficinas del Grupo Siles (ENADIMSA).

En la trinchera de la carretera que accede a éstas se puede observar el siguiente corte (figura 3).



Figura 3.—Afloramiento del Grupo Siles (Linares), en el que se observan el conglomerado basal del Triás, el paleocaliche y el granito infrayacente.

TECHO:

— 2,50 m. Areniscas rojas de aspecto «cuarcítico» con estratificación cruzada.

— 0,15-1,10 m. Conglomerado de matriz areniscosa (areniscas similares a las suprayacentes) con cantos centimétricos de cuarcita, cuarzo,

pizarras mosqueadas y alguno del paleocaliche infrayacente. Es la base del Triás.

— Superficie irregular, pero muy neta. Es observable incluso a escala de afloramiento (figura 4).

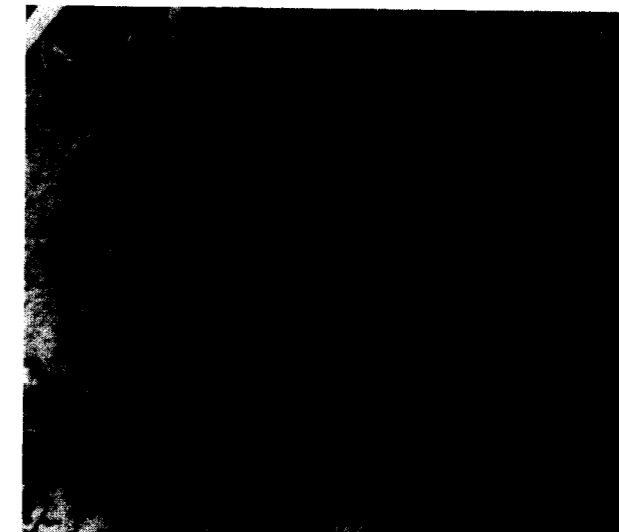


Figura 4.—Detalle del contacto, irregular, pero neto, entre la matriz arcósica del conglomerado basal del Triás y el paleocaliche. Grupo Siles (Linares).

— 0,2-0,9 m. Paleocaliche.

Parte superior

Roca carbonática gris en afloramiento y pardo-crema en fresco. Se observan estructuras pseudopisolíticas y nodulares, así como fenómenos de brechificación. A veces se reconocen estructuras con «reverse graded bedding» y existe un desarrollo de las mismas a partir de fisuras o conductos en la vertical.

Dispersas y siempre con elongación en la vertical, se encuentran acumulaciones decimétricas cuarzo-feldespáticas en una matriz arcillosa rojiza (figura 5) que han sido interpretadas como restos alterados del granito infrayacente no afectados por el proceso de calichificación, quedando como «sedimentos colgados» (perched sediments).

También se encuentran dispersos granos milimétricos de cuarzo y feldespato. Todo el conjunto se halla atravesado por venillas de grosor mili a centimétrico (parcial o total-

describen otros tres afloramientos que existen en el área. De esta forma se pueden observar las analogías y diferencias entre los paleocaliches, y llegar a tener un mejor conocimiento de los niveles inferiores del Trías en los alrededores de La Carolina.

Por ser el afloramiento de Linares el que presenta mejores condiciones de observación, y rasgos más característicos, se describe en primer lugar y a continuación los demás (figura 2).

Afloramiento de Linares (5)

Se sitúa inmediatamente a la izquierda de la carretera de Baños de la Encina a Linares, después de pasar el río Guadiel, en un pequeño cerro sobre el que se asientan las oficinas del Grupo Siles (ENADIMSA).

En la trinchera de la carretera que accede a éstas se puede observar el siguiente corte (figura 3).

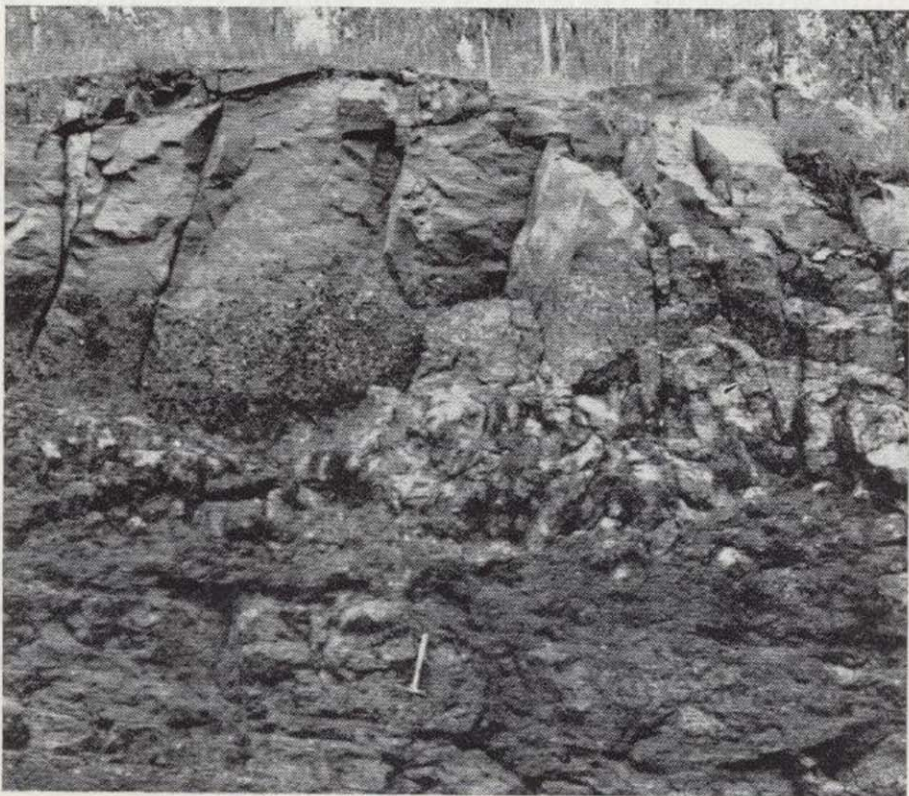


Figura 3.—Afloramiento del Grupo Siles (Linares), en el que se observan el conglomerado basal del Trías, el paleocaliche y el granito infrayacente.

TECHO:

- 2,50 m. Areniscas rojas de aspecto «cuarcítico» con estratificación cruzada.
- 0,15-1,10 m. Conglomerado de matriz areniscosa (areniscas similares a las suprayacentes) con cantos centimétricos de cuarcita, cuarzo,

pizarras mosqueadas y alguno del paleocaliche infrayacente. Es la base del Trías.

- Superficie irregular, pero muy neta. Es observable incluso a escala de afloramiento (figura 4).



Figura 4.—Detalle del contacto, irregular, pero neto, entre la matriz arcósica del conglomerado basal del Trías y el paleocaliche. Grupo Siles (Linares).

- 0,2-0,9 m. Paleocaliche.

Parte superior

Roca carbonática gris en afloramiento y pardo-crema en fresco. Se observan estructuras pseudopisolíticas y nodulares, así como fenómenos de brechificación. A veces se reconocen estructuras con «reverse graded bedding» y existe un desarrollo de las mismas a partir de fisuras o conductos en la vertical.

Dispersas y siempre con elongación en la vertical, se encuentran acumulaciones decimétricas cuarzo-feldespáticas en una matriz arcillosa rojiza (figura 5) que han sido interpretadas como restos alterados del granito infrayacente no afectados por el proceso de calichificación, quedando como «sedimentos colgados» (perched sediments).

También se encuentran dispersos granos milimétricos de cuarzo y feldespato. Todo el conjunto se halla atravesado por venillas de grosor mili a centimétrico (parcial o total-

mente rellenas de cristales de carbonatos), predominando las de desarrollo vertical. Pausadamente se pasa a la parte inferior.

Parte inferior

Se reconocen nódulos de material carbonático como el descrito anteriormente, menos abundantes hacia abajo, entre restos de granito disgregado, alterado y atravesado por venillas de carbonatos.



Figura 5.—Restos de granito alterado (debajo de la moneda), con elongación vertical, en el paleocaliche del Grupo Siles (Linares).

MURO:

- Granito de grano grueso, algo rubefactado y muy disgregado, aumentando el grado de compactación hacia abajo.

Afloramiento de Las Navas de Tolosa (1)

Se sitúa al WSW de esta localidad, en la trinchera del antiguo ferrocarril de La Carolina a las minas de La Rosa y Los Guindos.

De techo a muro se observan los siguientes tramos:

TECHO:

- 1-1,5 m. Materiales carbonáticos nodulares con espesores de 5-15 cm. y lutitas interestratificadas (nivelillos de 10 cm.).
- 0,15-0,8 m. Como el material infrayacente, pero afectado por venillas de carbonatos y pequeños nódulos calcáreos.
- 0,7 m. Conglomerado de tonos rojizos con cantos subredondeados (4 cm., tamaño más frecuente), de cuarcita y algunos de cuarzo, en una matriz samítico-arcillosa. Base del Trías.

MURO:

- Pizarras del Culm, alteradas en una amplitud de 0-50 cm., que en su parte superior contienen nódulos carbonáticos (Paleocaliche). Muestran rubefacción y algunos nódulos ferruginosos de pequeño tamaño.

El material carbonático que aparece por encima del conglomerado basal puede, por su litología y caracteres de yacimiento, ser interpretado como paleocaliche. Esta interpretación será corroborada al describir la siguiente serie.

Serie Norte de «Las Torrecillas» (2)

Se denomina de esta forma por referirse a las labores mineras más septentrionales del yacimiento. Estas quedan netamente separadas de las meridionales por un profundo barranco en el que aparece el Culm (figura 1).

La sucesión es la siguiente:

TECHO:

- 2,5 m. Lutitas de colores variados, predominando los grises verdosos a muro y los rojizos a techo.
- 0,5 m. Areniscas de aspecto «cuarcítico» y tonos rojizos. En la base aparece un conglomerado lentejonar de potencia máxima 9 cm., con cantos redondeados de cuarcita y cuarzo, de unos 3 cm. de tamaño más frecuente.

- 0,6 m. Lutitas calcáreas de tonos gris-verdosos y techo ondulado.
- 4 m. Paleocaliche.

Parte superior

Material carbonático algo arcilloso y brechoide, de tonos rosados o amarillentos y atravesado por vetillas milimétricas de carbonatos.

Parte media

Roca carbonática idéntica a la descrita en la serie de Linares, con estructuras análogas y de tamaño similar (estructuras pseudopisólíticas, a veces con «reverse graded-bedding», brechificación y vetillas de calcita que atraviesan el conjunto).

Aquí no aparecen englobados ni feldespatos, ni restos de granito alterado, pero sí fragmentos de hasta 40×15 cm., de conglomerado con cantos de cuarzo y cuarcita, y matriz areniscosa. Estos fragmentos se disponen alargados según la vertical. También aparecen restos con contornos subpoligonales (figura 6) decimétricos, de arenisca de aspecto «cuarcítico».

Asimismo, se encuentran englobados cantos aislados de conglomerado y pequeños granos de cuarzo milimétricos que provienen de las areniscas.

Estos rasgos indican que los niveles afectados por los procesos de calichificación han sido los conglomerados y areniscas basales del Trías.

Rellenando fisuras y oquedades de esta parte media del paleocaliche, aparecen *galena* y *baritina* junto con finas películas geódicas de cuarzo. Esta mineralización ha sido explotada en el pasado y constituye el objeto de este trabajo.

Parte inferior

Material carbonático, similar al anterior, que engloba gran profusión de cantos cuarcíticos, que le confiere un aspecto conglomerático. Por debajo desaparecen los cantos, es muy arcilloso y está atravesado por finas vetillas de carbonatos.

MURO:

- Pizarras rubefactadas del Culm.

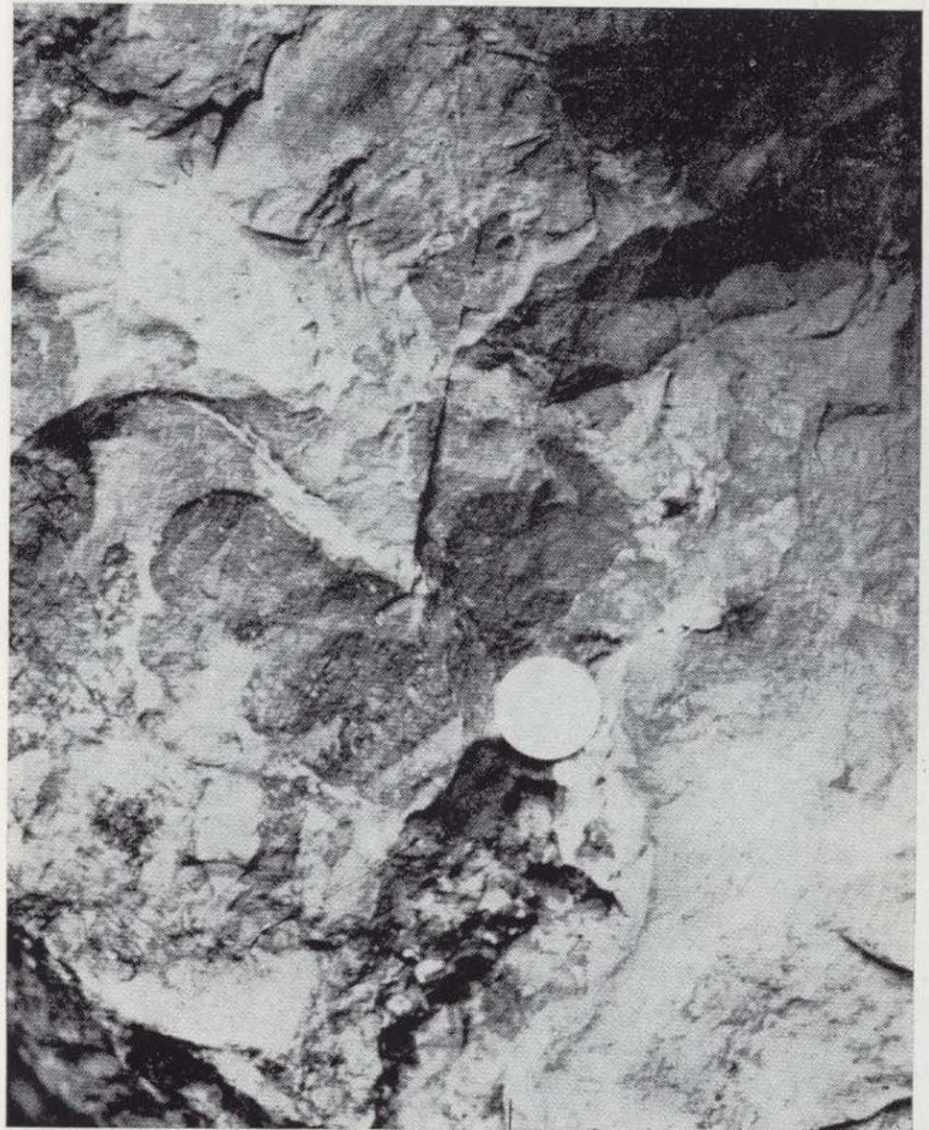


Figura 6.—Resto de arenisca de aspecto «cuarcítico» con contorno subpoligonal, en el paleocaliche de «Las Torrecillas Norte». Bajo la moneda, en hueco, se observa galena.

Serie Sur de «Las Torrecillas» (3)

Se le ha llamado así por referirse a las labores mineras meridionales del yacimiento (figura 1).

De techo a muro se pueden diferenciar los siguientes tramos:

TECHO:

- 0,25 m. Nivel carbonático nodular, con estructura brechiforme.
- 0,50 m. Lutitas de colores variados.
- 0,15-0,25 m. Nivel carbonático nodular, gris oscuro, con estructura brechiforme, y que parece desarrollarse a partir del nivel infra-yacente.
- 1 m. Lutitas calcáreas de tonos gris-verdosos.
- 5 m. Paleocaliche semejante en todo al descrito en la serie Norte de «Las Torrecillas», con idéntica potencia en sus partes superior



Figura 7.—Estructura pseudoanticlinal resaltada por la mineralización de galena (Gn). Obsérvese la presencia de huecos, de cantos cuarcíticos de conglomerado (Q) y el desarrollo de estructuras en la vertical en la parte inferior de la muestra. Paleocaliche de «Las Torrecillas Sur».

e inferior, y análogas estructuras en su parte media.

Se han reconocido cantos de conglomerado y granos milimétricos de cuarzo de las areniscas, englobados en el material carbonático. También se han observado zonas lutíticas de tamaño decimétrico y estructuras pseudoanticlinales típicas de los paleocaliches (en ESTEBAN, 1972), en ocasiones resaltadas por la mineralización de galena (figura 7).

En la parte inferior aparece una mayor concentración de cantos cuarcíticos, que le confiere un aspecto conglomerático.

MURO:

— Pizarras rubefactadas del Culm. Aparecen ca-

lichificadas en sus 1,5 m. superiores, pero sin llegar a constituir un nivel compacto.

Afloramiento al sur de La Carolina (4)

Situado en el borde E, y aguas abajo del barranco que divide en dos (Norte y Sur) el yacimiento de «Las Torrecillas». El acceso es por un camino desde la carretera Nacional IV, al sur de La Carolina.

TECHO:

— 2,50 m. Paleocaliche correlacionable, cartográfica y petrográficamente, con el descrito en «Las Torrecillas», pero únicamente con mineralización de *baritina* de idéntico hábito.

Insensiblemente se pasa al conglomerado basal del Trías.

— 2 m. Conglomerado basal del Trías, de matriz carbonática y cantos de cuarcita mostrando a veces restos de la matriz samítica. Estos restos pueden considerarse como «sedimentos colgados» (perched sediments) del paleocaliche suprayacente, cuyo proceso de formación habría llegado hasta este conglomerado.

— 1 m. Paleocaliche de aspecto brechoide y nodular, con estructuras pseudopisolíticas, más abundantes hacia techo y con restos alterados de pizarras, más frecuentes hacia muro.

MURO:

— Pizarras rubefactadas y en parte calichificadas del Culm.

3.3. PETROGRAFIA DE LOS PALEOCALICHES

Los paleocaliches del Trías basal del distrito de Linares-La Carolina tienen una composición fundamentalmente dolomítica, que se ha comprobado mediante tinciones.

Se puede reconocer la coexistencia de varias generaciones de carbonatos.

En primer lugar se observan agregados carbonatados con textura micrítica, parcialmente recristalizados. Estos se muestran fragmentados y separados por la introducción posterior de una segunda generación de carbonatos con textura

esparítica o microesparítica, muy recristalizada (Microfotografía 1). Sobre este conjunto parece que se reconoce un incipiente proceso de micritización posterior.

Finalmente, una última generación de carbonatos ha rellenado un complejo entramado de pequeñas fisuras irregulares. Algunas de ellas aparecen tapizadas por drusas de pequeños cristales de calcita y dolomita, a veces ferrífera, en un cemento espático de grano grueso, que indica el carácter tardío de relleno de la vena (Microfotografía 2, de detalle de una fisura).

Este proceso de acumulación progresiva de carbonatos se ha realizado sobre una litología huésped, como testimonia la presencia de cuarzos relictos. Estos cuarzos son relativamente frecuentes y presentan bordes profundamente corroidos y rodeados de un halo de recristalización de microesparita (Microfotografía 3).

También se observan otros rasgos distintivos de los paleocaliches, como son la presencia de texturas pseudopisolíticas atribuibles a aguas vadosas (DUNHAM, 1965; ESTEBAN, 1976).

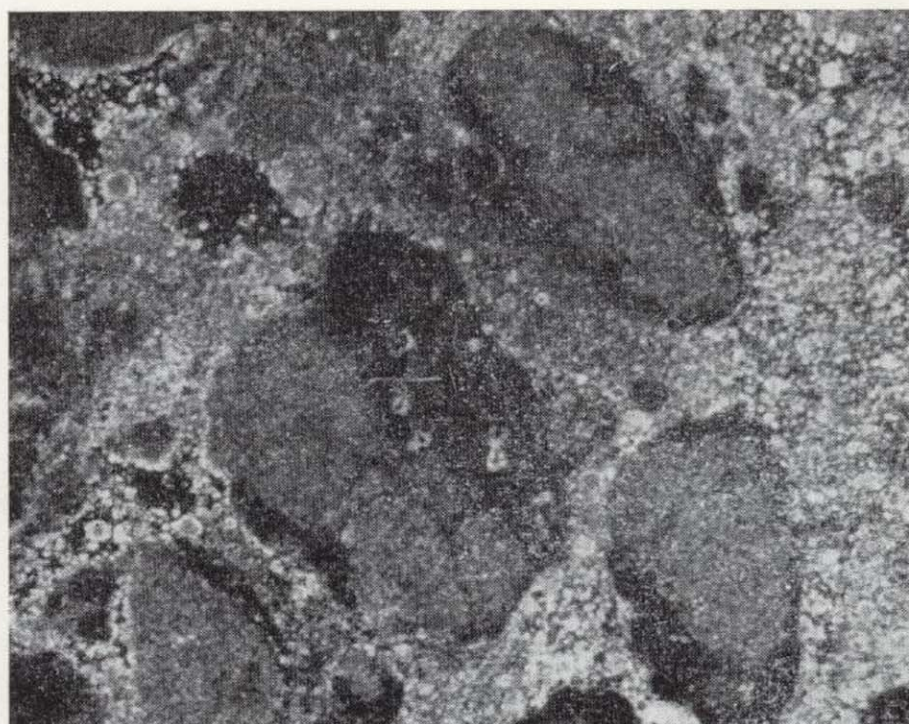
En los paleocaliches de La Carolina, a diferencia del de Linares, se encuentra gran abundancia de fragmentos detríticos que provienen del Culm y del conglomerado basal del Trías, corroidos y reemplazados por microesparita.

Un rasgo exclusivo del paleocaliche mineralizado de «Las Torrecillas» es la presencia de una fuerte silicificación tardía, que se introduce a favor de fisuras (Microfotografía 4) y acompaña a la mineralización.

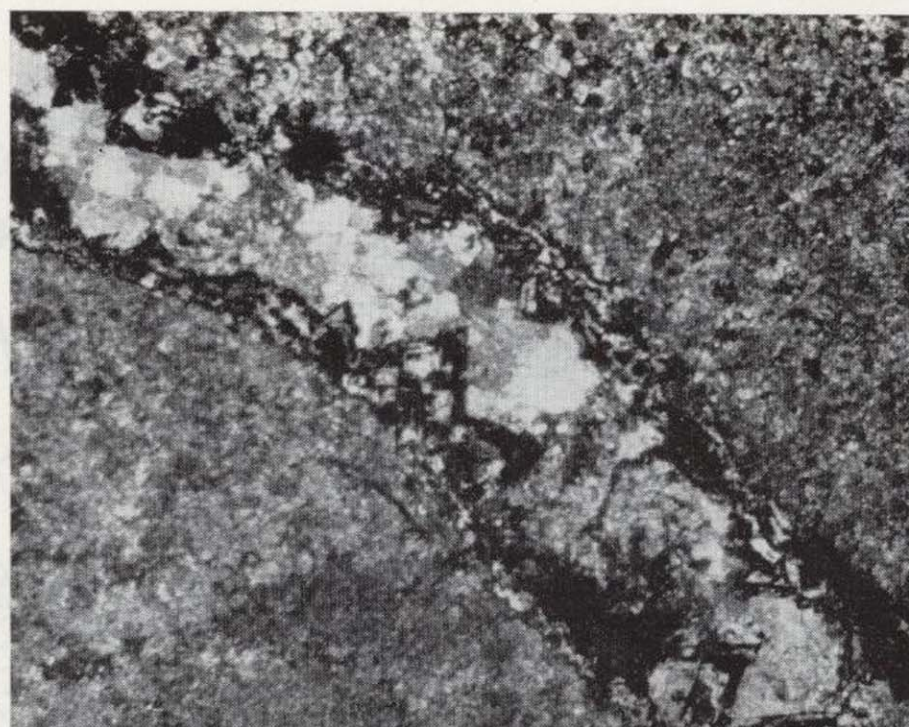
3.4. SIGNIFICADO DE LA PRESENCIA DE LOS PALEOCALICHES

De todo lo anteriormente expuesto se deduce la existencia de procesos de calichificación previos a la deposición del Trías, actuando sobre el zócalo hercínico (sean pizarras del «Culm» en el área de La Carolina o el granito en la zona de Linares).

También, y por lo que hasta ahora se conoce, dichos procesos en la zona de La Carolina siguieron desarrollándose simultáneamente a la deposición del Trías basal, pues afectan a las capas de éste. Este hecho puede deberse a la situación marginal del área de La Carolina (lógicamente



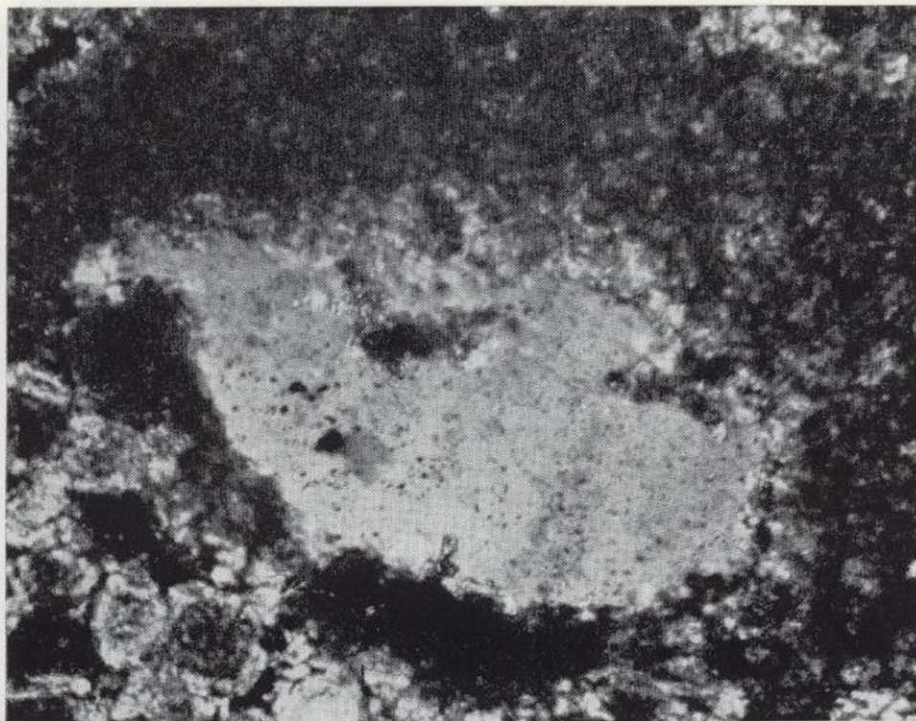
Microfotografía 1.—Agregados carbonatados con textura micrítica y separados por una segunda generación de carbonatos con textura microesparítica. LN x 30.



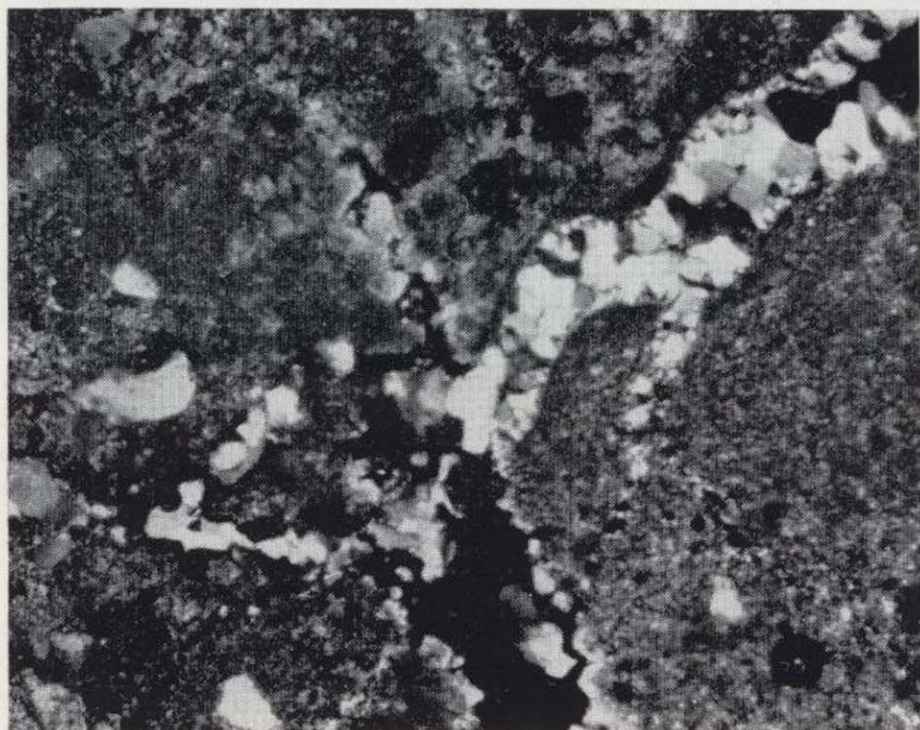
Microfotografía 2.—Detalle de una venilla rellena de carbonatos. Las paredes aparecen tapizadas por cristales de calcita y dolomita ferrífera y en el centro se observa un cemento espático de grano grueso. NC x 30.

menos subsidente) respecto a la Cuenca Triásica, lo cual habría favorecido el desarrollo de procesos edáficos actuando sobre aportes intermitentes.

La presencia de un paleocaliche en la base del Trías, desarrollado a partir del granito en Linares, y no afectado por procesos de alteración posterior, descarta un fenómeno de «silicificación post-triásica hidrotermal, contemporánea con la ascensión y removilización del granito» sugerida para explicar la facies particular (aspecto cuarcítico) de las arco-



Microfotografía 3.—Cuarzo relicto con bordes corroídos y rodeado de un halo de recristalización de microesparita. NC \times 125.



Microfotografía 4.—Silicificación tardía en fisuras. NC \times 30.

sas del Trías basal (SÁNCHEZ CELA, 1969). Dicho aspecto debe ser muy contemporáneo con la formación de las arcosas, puesto que el paleocaliche de «Las Torrecillas Norte» engloba restos de arcosas de este tipo.

El significado paleoclimático de los paleocaliches descritos encuadra perfectamente con los caracteres ambientales de deposición sugeridos para el Trías del área (SÁNCHEZ CELA, 1969; LÓPEZ GARRIDO y RODRÍGUEZ ESTRELLA, 1970).

4. ESTUDIO DE LA MINERALIZACION

4.1. MORFOLOGIA DEL YACIMIENTO Y DISPOSICION DE LA MINERALIZACION

La mineralización de «Las Torrecillas» se restringe a un nivel estratigráfico determinado: el paleocaliche del Trías basal de La Carolina. Este se dispone tabularmente y con ligera inclinación hacia el SSE. La morfología del yacimiento es de tipo estratoide (figura 8).



Figura 8.—Aspecto general de las labores de «Las Torrecillas Sur». Obsérvese la disposición tabular ligeramente inclinada hacia el SSE. Vista tomada hacia el E.

La mineralización se dispone de forma irregular rellenando parcialmente huecos aislados, lo que es un carácter típico de este yacimiento (figura 7). También aparece formando venas irregulares de espesor centimétrico (figura 9).

Como ya se ha indicado anteriormente, el yacimiento fue objeto de explotación en el pasado mediante labores subterráneas irregulares (figura 10). Estas se sitúan preferentemente a techo del paleocaliche, de lo que se deduce una mayor concentración mineral en las partes superiores.

Las labores existentes indican que el cuerpo mineralizado tiene unas dimensiones aproximadas de 1.000 \times 200 metros en sentido NNE. Hacia el ESE desaparece la mineralización de galena, persistiendo únicamente la baritina, mientras que en dirección NNE desaparecen ambas completamente.



Figura 9.—Detalle de una venilla de baritina-galena en el paleocaliche de «Las Torrecillas Sur». Labor subterránea.

En sentido WNW el yacimiento queda bruscamente limitado por la falla de La Carolina, que pone en contacto Trías y Mioceno con el Paleozoico. Esta falla está mineralizada en los alrededores del yacimiento (figura 1).

4.2. PARAGENESIS Y SUCESION MINERAL

La paragénesis del yacimiento de «Las Torrecillas» es simple y está constituida casi exclusivamente por *galena*, *baritina* y *cuarzo*. También hay que citar la presencia muy accesoria de *calcopirita* y *blenda* en granos redondeados de reducido tamaño.

También se encuentra *smithsonita* y como mineral supergénico aparece *cerusita*, que reemplaza a la galena a favor de fisuras y bordes de grano.

La galena, objeto de la explotación, se presenta

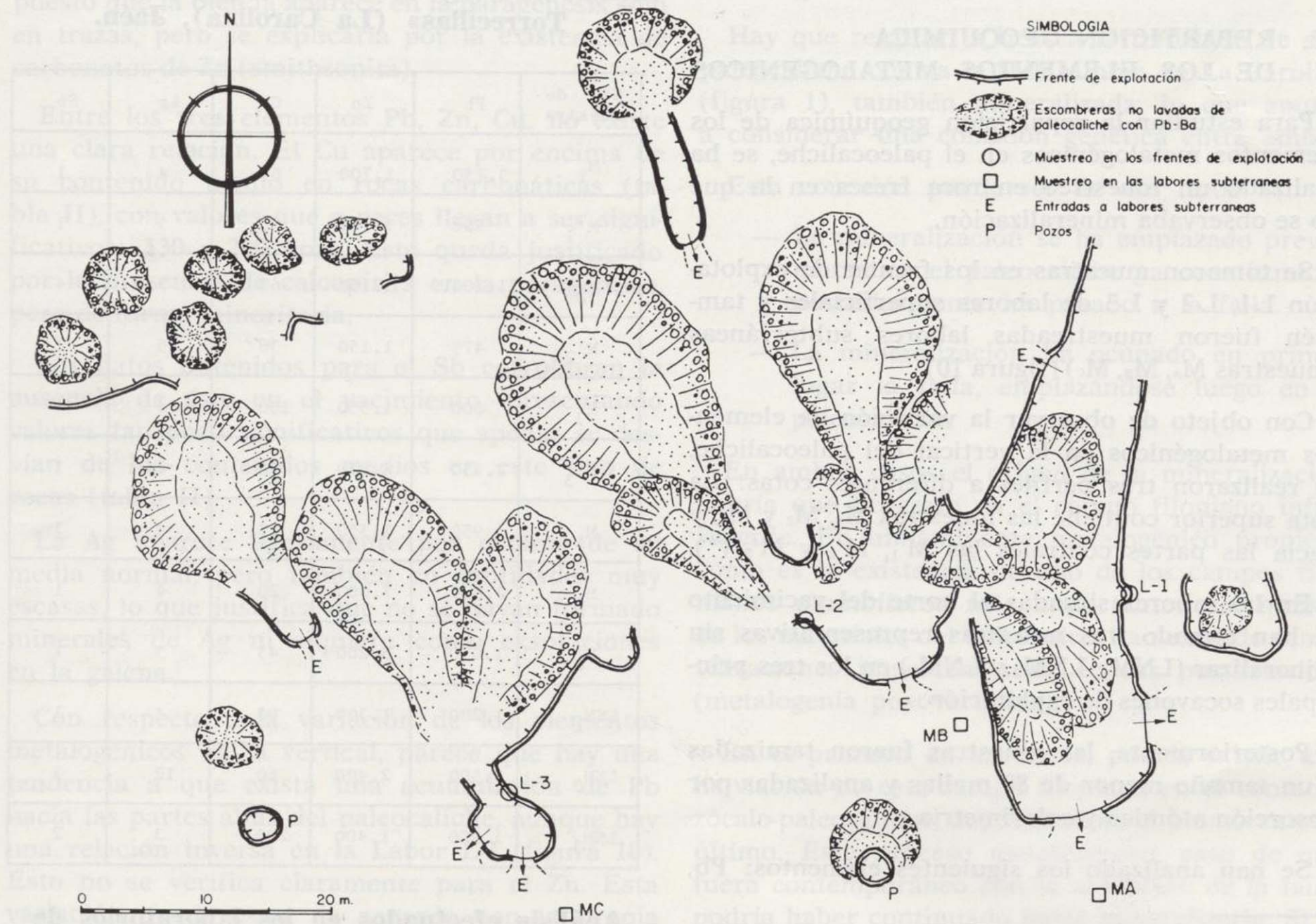


Figura 10.—Plano de labores de «Las Torrecillas» (Sur) y situación del muestreo realizado La Carolina (Jaén-España).

en cristales centimétricos aislados, que cuando son idiomorfos desarrollan hábito octaédrico dominante. La baritina muestra típicamente hábito radial formado por agrupaciones de cristales tabulares. El cuarzo tapiza con espesores milimétricos huecos y cavidades.

Esta paragénesis, post-variscica, pertenece al grupo de asociaciones mineralógicas *galena-baritina* (Pb-Ba). Sería comparable con las Variscicas tardías (F-Ba) y (Fluorita-galena) establecidas por ARRIBAS (1978), con la diferencia de que en este yacimiento no se ha encontrado fluorita.

El emplazamiento de la mineralización viene acompañado de una fuerte silicificación del encajante, como ha sido puesto de manifiesto anteriormente.

Por lo que respecta a la sucesión mineral, la deposición de los minerales ha sido más o menos simultánea. El cuarzo precede a la formación de la galena y continúa hasta el final de la deposición.

4.3. REPARTICION GEOQUIMICA DE LOS ELEMENTOS METALOGENICOS

Para estudiar la repartición geoquímica de los elementos metalogénicos en el paleocaliche, se ha realizado un muestreo en roca fresca en la que no se observaba mineralización.

Se tomaron muestras en los frentes de explotación L-1, L-2 y L-3 de labores superficiales y también fueron muestreadas labores subterráneas (muestras M_A, M_B, M_C) (figura 10).

Con objeto de observar la variación de elementos metalogénicos en la vertical del paleocaliche, se realizaron tres perfiles a diferentes cotas: La cota superior contiene las muestras M₁, M₂ y M₃, y hacia las partes centrales las M'₁, M'₂ y M'₃ (*).

En las labores situadas al norte del yacimiento se han tomado tres muestras representativas sin mineralizar (LNM₁, LNM₂ y LNM₃) en los tres principales socavones de explotación.

Posteriormente, las muestras fueron tamizadas a un tamaño menor de 80 mallas y analizadas por absorción atómica y colorimetría.

Se han analizado los siguientes elementos: Pb,

(*) Las muestras M₁ y M'₁ corresponden al frente (L-1) y así sucesivamente.

Zn, Cu, Ag y Sb, y los resultados en ppm. quedan expresados en la tabla I.

Los análisis de Pb y Zn revelan una clara anomalía geoquímica en la roca. El contenido medio en Pb en rocas carbonáticas sedimentarias es según TUREKIAN y WEDEPOHL (1961) y según LEVINSON (1974) de 8 ppm. (tabla II). Por consiguiente, existe un contenido en Pb en el paleocaliche encajante muy por encima de su valor medio en dicho tipo de rocas. Los valores comprendidos entre 500 y 1.200 ppm. de Pb son los más frecuentes, existiendo hasta 3.750 ppm. El contenido medio de las muestras analizadas da un valor anómalo de 1.556 ppm.

De la misma manera, el Zn alcanza valores incluso superiores (anomalía superior, 7.000 ppm.).

TABLA I

Valores de análisis químicos, en ppm., de los elementos metalogénicos en el yacimiento de «Las Torrecillas» (La Carolina), Jaén.

Nº de muestra	Pb	Zn	Cu	Ag	Sb
M ₁	3.750	1.700	65	4	1
M' ₁	500	3.700	25	5	1
M ₂	1.100	1.150	65	5	4
M' ₂	475	1.150	30	5	1
M ₃	800	1.350	130	4	4
M' ₃	2.150	4.500	35	4	1
M _A	950	1.350	75	4	3
M _B	2.000	7.000	20	4	1
M _C	1.050	3.200	45	5	1
LNM ₁	1.200	1.300	90	4	1
LNM ₂	3.500	2.400	60	12	3
LNM ₃	1.200	1.400	200	3	2

Análisis efectuados en los laboratorios de EXMINESA

TABLA II

Contenido medio, en ppm., en rocas carbonáticas sedimentarias, según TUREKIAN y WEDEPOHL (1961) y LEVINSON (1974)

LEVINSON (1974)	TUREKIAN y WEDEPOHL (1961)
Pb 8 ppm	9 - 9 ppm
Zn 25 "	20 - 35 "
Cu 15 "	4 - 30 "
Ag 1 "	0,0x - 0,0x "
Sb - "	0,2 - 0,15 "

El contenido medio en Zn es superior al del Pb (2.516 ppm.), hecho explicable dada su mayor abundancia relativa en rocas carbonáticas (25 ppm. según TUREKIAN y WEDEPOHL, 1961, y LEVINSON, 1974).

Esta anomalía en Zn no deja de ser significativa, puesto que la blenda aparece en la paragénesis sólo en trazas, pero se explicaría por la existencia de carbonatos de Zn (smithsonita).

Entre los tres elementos Pb, Zn, Cu, no existe una clara relación. El Cu aparece por encima de su contenido medio en rocas carbonáticas (tabla II), con valores que a veces llegan a ser significativos: 130 y 200 ppm. Esto queda justificado por la presencia de calcopirita en la paragénesis, pero de forma minoritaria.

Los datos obtenidos para el Sb corroboran la ausencia de éste en el yacimiento, presentando valores tan poco significativos que apenas se desvían de los contenidos medios en este tipo de rocas (tabla II).

La Ag aparece ligeramente por encima de su media normal, pero también en cantidades muy escasas, lo que justifica que no se hayan formado minerales de Ag ni siquiera como exsoluciones en la galena.

Con respecto a la variación de los elementos metalogénicos en la vertical, parece que hay una tendencia a que exista una acumulación de Pb hacia las partes altas del paleocaliche, aunque hay una relación inversa en la Labor L-3 (figura 10). Esto no se verifica claramente para el Zn. Esta variación puede estar de acuerdo con la propia constitución del paleocaliche, la cual tiene propie-

dades físico-químicas variables según la vertical debido simplemente a la propia génesis del mismo.

Finalmente, hay que hacer constar que aunque la distribución de la mineralización plumbífera es irregular, existe en los valores analíticos obtenidos un grado de homogeneidad a nivel de capa mineralizada. Por consiguiente, se pone de manifiesto su posible interés minero, siendo necesario para su beneficio un tratamiento conjunto roca encajante-mineralización.

5. ORIGEN DE LA MINERALIZACION

De los paleocaliches reconocidos en el distrito plumbífero de Linares-La Carolina, tan sólo se encuentra mineralizado el de «Las Torrecillas». Esto unido a que la mineralización se dispone rellenando huecos, y viene acompañada de una intensa silicificación en fisuras, induce a pensar que dicha mineralización se ha emplazado en el paleocaliche ya constituido.

Hay que resaltar la brusca terminación de este paleocaliche contra la falla alpina de La Carolina (figura 1), también mineralizada, lo que apunta a considerar una conexión genética entre ambos.

Esta conexión puede ser de dos tipos:

- La mineralización se ha emplazado previamente en el paleocaliche ya constituido y posteriormente ha pasado a la falla.
- La mineralización ha ocupado en primer lugar la falla, emplazándose luego en el paleocaliche.

En ambos casos el origen de la mineralización habría que buscarlo en el campo filoniano infra-yacente. En un ambiente metalogénico propicio, como es la existencia de uno de los campos filonianos plumbíferos más importantes del mundo en los materiales del Paleozoico, han existido removilizaciónes importantes en épocas post-triásicas (metalogenia post-variscica).

En el primero de los casos, podría existir una lixiviación de este campo filoniano en el contacto zócalo-paleocaliche, depositándose el plomo en este último. Este proceso metalogénico, caso de que fuera contemporáneo con la actuación de la falla, podría haber continuado hasta mineralizarla. Si la mineralización del paleocaliche hubiera sido ante-

rior a la actuación de la falla, habría que pensar en un proceso «per descensum» que la mineralizaría.

En el segundo caso, la falla habría actuado como vía de transporte del plomo procedente de los filones hercínicos, intersectados por ella en profundidad. La deposición de la mineralización se produciría en la falla y finalmente en el paleocaliche.

En cualquiera de los casos, la existencia de un paleocaliche en el Triás basal ha supuesto un ámbito de constitución idóneo para el emplazamiento de la mineralización. Este nivel representa un medio físico-químicamente favorable (por condiciones de capilaridad, porosidad y permeabilidad), para que se produzca la deposición de la mineralización.

Por consiguiente, en base a un ambiente metalogénico preexistente, se resalta una importante actividad metalogénica de edad post-variscica en el distrito de Linares-La Carolina. Esto viene corroborado por la existencia de otras mineralizaciones de plomo en el Triás del área, tal como la de La Rafa de Baños de la Encina, filoniana y de la misma dirección que la falla de La Carolina.

6. TIPOLOGIA Y CLASIFICACION DEL YACIMIENTO

A la vista de los resultados anteriores se puede definir el yacimiento de «Las Torrecillas» como un yacimiento estratoide, con mineralización de relleno de huecos y fisuras.

Es «epigenético-extraño», pero encajado en un nivel estratigráfico definido (paleocaliche del Triás basal), donde han existido condiciones físico-químicas favorables para el emplazamiento de la mineralización, siendo en parte un yacimiento *topo-mineral*.

«Es extraño» porque el ámbito generador del paleocaliche encajante es distinto del ámbito generador de la mineralización.

La asociación mineral (Pb-Ba) es simple y está constituida fundamentalmente por galena y bari-tina, siendo una paragénesis post-variscica.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Servicio de Geología-Investiga-

ción de la S. M. M. Peñarroya-España las facilidades dadas para la publicación de algunos datos. Asimismo, al Prof. Arribas de la Univ. de Salamanca sus sugerencias y a M. Segura del Dto. de Estratigrafía de la Univ. de Madrid su ayuda en el estudio petrográfico.

BIBLIOGRAFIA

- ARRIBAS, A.: *Mineral paragenesis in the Variscan metallogeny of Spain*. Stvd. Geol., 14, 223-260 (1978).
- AZCÁRATE, J. E., y ARGÜELLES, A.: *Evolución tectónica y estructuras filonianas en el Distrito de Linares*. I Congr. Hisp. Luso Amer. Geol. Econ., 1, sec. 4, 17-32 (1971).
- AZCÁRATE, J. E., y VERGARA, A.: *Rasgos metalogénicos y metalotécticos del extremo oriental de Sierra Morena. Metodología y técnicas para su investigación minera*. I Cong. Hisp. Luso Amer. Geol. Econ., 1, sec. 4, 33-49 (1971).
- BRINKMANN, R., y GALLWITZ: *Der betische Avissenrand in Sudest Spanien*. Beitr. geol. West. Medit., 10 (trad. española, 1950: Publ. Extr. Geol. de España, 5, 167-290) (1933).
- CASTELLÓ, R., y ORVIZ, F.: *Mapa Geológico de España, Magna. Escala 1:50.000. Hoja núm. 884/19-35 (La Carolina)*, IGME (1976).
- DUNHAM, R. J.: *Vadose pisolite in the Capitan reef*. Am. Assoc. Petroleum Geologist Bull., 49, 338 (1965).
- ESTEBAN, M.: *Vadose pisolite and caliche*. Am. Assoc. Petroleum Geologist Bull., 60, 2048-2057 (1976).
- HENKE, W.: *Explicación del Mapa Geológico de los alrededores de La Carolina (Jaén)*. Excursión A 3 del Congreso Geol. Internacional, XIV sesión. España. Compañía M. M. Los Guindos, 34 pp. (1926).
- IGME: *Mapa Geológico de España. Escala 1:200.000 (síntesis de la cartografía existente)*, Hoja núm. 70 (Linares) (1971).
- JACQUIN, J. P., y PINEDA, A. (in litt.): *Sobre la Metalogenia del Subdistrito de La Carolina (Sierra Morena oriental, España). Una nueva interpretación posible. Reflexiones sobre su investigación*. Stvd. Geol. in litt.
- KINDELAN, J. A.; CANTOS FIGUEROLA, J., y TARGHETTA, J. B.: *Mapa Geológico Nacional. Escala 1:50.000 Primera serie, Hoja núm. 905, Linares* (1946).
- LEVINSON, A. A.: *Introduction to Exploration Geochemistry*. Applied Publishing Ltd. Maywood, Illinois, 614 pp. (1974).
- LÓPEZ-GARRIDO, A. C.: *Geología de la Zona Prebética al NE de la provincia de Jaén*. Tesis doctoral. Sección de publicaciones, Universidad de Granada, 317 pp. (1971).
- LÓPEZ-GARRIDO, A. C., y RODRÍGUEZ ESTRELLA, T.: *Características sedimentarias de la Formación de Chiclana de*

Segura. Cuadernos de Geología, 1, 17-21, Universidad de Granada (1970).

RÍOS ARAGÜES, S.: *Estudio geológico del metalotecto plumbífero del Ordoviciense (La Carolina-Santa Elena, Sierra Morena oriental, provincia de Jaén)*. Tesis doctoral, 271 páginas (1977).

SÁNCHEZ CELA, V.: *Consideraciones petrogenéticas sobre el Triás de la zona de Linares-Beas de Segura (Jaén)*. Est. Geol., vol. XXV, núms. 3-4, 249-256 (1969).

SÁNCHEZ CELA, V.: *Estudio geológico del Triás del borde prebético (Linares-Alcaraz)*. Est. Geol., vol. XXVII, 213-238 (1971).

TAMAIN, G.: *Le district minier de Linares-La Carolina et son cadre metallogénique en Sierra Morena orientale (Espagne)*. Bull. Soc. Géol. de France (7), X, 97-102 (1968).

TAMAIN, G.: *Recherches géologiques et minières en Sierra Morena orientale (Espagne)*. Tesis doctoral. Univ. Paris-Sud (Orsay) (1972).

TUREKIAN, K. K., y WEDEPOHL, K. H.: *Distribution of the elements in some major units of the Earth's crust*. Geol. Soc. Am. Bull. v. 72, 175-192 (1961).

VERA, J. A., y LÓPEZ GARRIDO, A. C.: *Sobre las facies detriticas rojas (Red beds) del borde sureste de la Meseta*. Cuadernos de Geología de la Universidad de Granada, v. 2, 3, 146-155 (1971).

Recibido: Marzo, 1980

ESTUDIO DE MINERALES Y ROCAS

Datación por el método Rb-Sr de los granitos de Lumbrales-Sobradillo y Villar de Ciervos-Puerto Seguro

Por J. GARCIA GARZON (*) y J. LOCUTURA (**)

RESUMEN

Se han datado por el método Rb-Sr, roca total, dos cuerpos graníticos del oeste de la provincia de Salamanca, que se prolongan en Portugal: el granito de Lumbrales-Sobradillo y el de Villar de Ciervos-Puerto Seguro. El primero, de carácter alcalino, tiene una edad absoluta de 300 ± 8 M.A., y su relación inicial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ indica un origen crustal. El segundo, de carácter calcoalcalino, tiene una edad absoluta de 284 ± 8 M.A., y su relación inicial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ sugiere un origen más profundo, basicrustal o infracrustal.

RESUME

L'âge de deux corps granitiques, situés à l'Ouest de la province de Salamanque et qui se prolongent vers le Portugal (granites de Lumbrales-Sobradillo et de Villar de Ciervos-Puerto Seguro) a été déterminé par la méthode Rb-Sr en roche totale. Le premier, de caractère alcalin, a un âge absolu de 300 ± 8 M.A. et sa relation initiale $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ montre une origine crustale. Le second, calcoalcalin, a un âge absolu de 284 ± 8 M.A. et sa relation initiale $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ suggère une origine plus profonde, basicrustale ou infracrustale.

1. INTRODUCCION

El objeto de esta comunicación es la presentación del método y de los resultados obtenidos en la primera datación absoluta por el sistema Rb-Sr en roca total, realizada en un laboratorio de nuestro país.

Dado el carácter de ensayo de este estudio, se eligieron para su datación dos cuerpos graníticos del Macizo Hespérico, si bien de edad no determinada por métodos absolutos, sí conocida por criterios geológicos y por relación con granitos ya datados en Portugal. Los cuerpos graníticos escogidos constituyen dos bandas de dirección E-O situadas al oeste de la provincia de Salamanca, y que han sido considerados como de distinta edad por diversos investigadores (SCHMIDT-THOMÉ, Oen I. Soen en su prolongación en Portugal). Estas bandas, que llamamos de Lumbrales-Sobradillo, la del Norte, y de Villar de Ciervos-Puerto Seguro, la del Sur, y que se continúan al oeste en Portugal, figuran en el mapa de la figura 1.

En los dos últimos decenios ha habido diversos intentos de clasificación de los granitos hercínicos de la Península Ibérica. Estos ensayos, fundamentados sobre todo en criterios de campo (forma de los cuerpos intrusivos, asociación con rocas básicas, grado de deformación, relación con rocas encajantes, metamorfismo de éstas, etc.) y petrográficos, y en menor medida químicos, han conducido a la separación en diversos grupos de los granitos hercínicos, y esto, en diversos sectores del Macizo. Se han atribuido a estos grupos unas relaciones cronológicas con respecto a las fases de deformación y se han sugerido sus posibles génesis (1), (2), (3). Se han efectuado, asimismo, intentos de correlación entre los modelos establecidos en los distintos sectores de la cadena (4).

En la última década, el estudio de los granitoides se ha visto favorecido e impulsado por la aplicación, desgraciadamente aún escasa, de métodos isotópicos en la datación absoluta, con lo cual, si bien pueden confirmarse relaciones cronológicas establecidas, pueden también producirse innovaciones en el conocimiento del Macizo Hercínico.

(*) Laboratorio de Geocronología-Dirección de Geología y Técnicas Básicas. I. G. M. E.

(**) Dirección de Recursos Minerales. IGME.

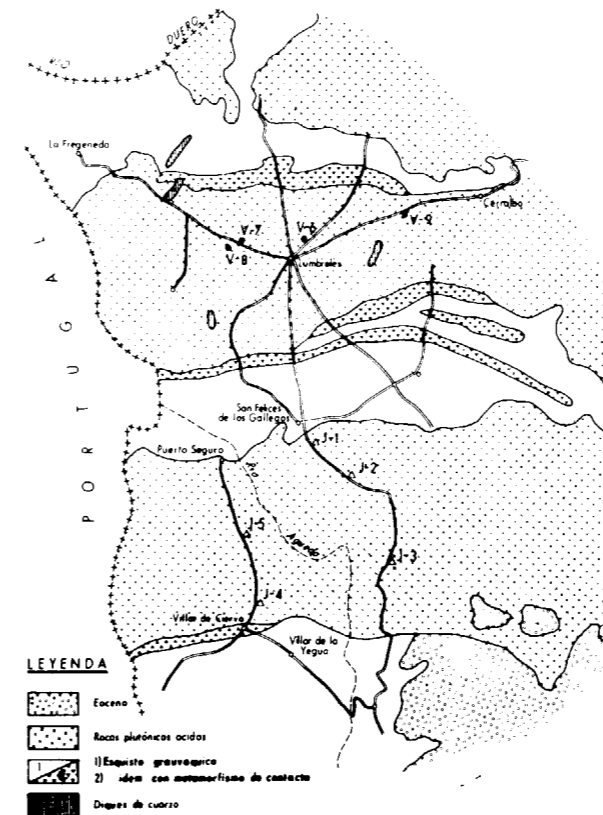


Figura 1.—Situación de muestras sobre mapa geológico simplificado 1:200.000 (Síntesis Cartográfica IGME).

Actualmente, y al margen de pequeñas diferencias de edad, difícilmente cuantificables, que afectan a subtipos evolutivos, e independientemente de su génesis, los granitoides de la zona Centro-Oeste (Salamanca, y Beiras, en Portugal) pueden agruparse con arreglo a 3 fases de magmatismo, de las cuales las dos últimas («older granites» y «younger granites») tendrían las edades de 298 ± 10 y 280 ± 11 millones de años (6) y a los cuales corresponderían por analogía, respectivamente, las alineaciones de Sobradillo-Lumbrales y Villar de Ciervos-Puerto Seguro (5).

2. MUESTREO. DESCRIPCIÓN DE LAS FACIES GRANÍTICAS DESMUESTRADAS

Para caracterizar a los granitos elegidos se tomaron 5 y 4 muestras, respectivamente, en las bandas graníticas de Villar de Ciervos y Sobradillo-Lumbrales, con las denominaciones J-1, J-2, J-3, J-4, J-5 y V-6, V-7, V-8, V-9. Su situación se indica en el mapa (fig. 1).

Las áreas graníticas desmuestradas son relativamente ricas en afloramientos, con la morfología característica de las áreas graníticas de la meseta salmantina (berrocales). Encajan en la unidad de esquistos-grauwáquicos, infraordovícicos, que en su entorno muestra metamorfismo regional en facies esquistos verdes.

Se tomaron muestras de al menos 10 kg. por punto, procurando cogerlas del granito más inalterado posible. Esta exigencia planteó problemas, pues el grado de alteración es a veces avanzado (arenización). Por ello, las muestras se localizaron, en general, en puntos en que se han efectuado obras que han traído a la superficie muestras inalteradas y profundas (pozos, canteras, trincheras, etc.).

El criterio principal que se ha seguido en el desmuestre ha sido el de tener la certeza de que los materiales que se toman para caracterizar un granito son homogéneos y no representan facies diferentes correspondientes a diversas fases evolutivas o intrusivas. Esto es muy importante, pues en el campo se comprueba su inhomogeneidad. Se ha intentado caracterizar la facies más típica de estos cuerpos graníticos, es decir, aquella que los constituye en su casi totalidad.

Para ello se ha seguido un control:

- Durante el desmuestre, tomando muestras dentro de la misma mancha granítica, que por su aspecto de visu, mineralogía, grado de deformación, estructura, sean análogas (misma facies).
- A posteriori, un control petrográfico y químico de la homogeneidad de las muestras de ambos granitos.
- En último lugar, la coherencia de los datos isotópicos, al construir las isocronas, puede garantizar la corrección del desmuestre.

Las características petrográficas de los dos granitos son las siguientes:

Serie V (Granito de Sobradillo-Lumbrales)

Son rocas de color claro, de grano medio a

fino, en ocasiones ligeramente porfídicas por la presencia de algún cristal de microclina (1-2 cm.). Aunque en zonas predomina claramente la moscovita sobre la biotita, pueden considerarse como de dos micas. Muestra a veces estructura ligeramente orientada (micas), dando lugar a una foliación grosera.

Al microscopio, tienen textura hipidiomorfa granular. Están compuestos por cuarzo, microclina, plagioclasa (en general albita-oligoclasa) con procesos de albitización a veces bastante marcados. La albitización afecta, aunque ligeramente, al feldespato potásico. La biotita, en ocasiones cloritizada con formación de feldespato potásico (r. de Chayes). Es más común la moscovitización de la biotita, aunque probablemente no es éste el origen de toda la moscovita. Los minerales accesorios son esencialmente el apatito, seguido por turmalina y circón.

Petrográficamente las muestras de la serie V, varían entre leucogranitos alcalinos y adamellititas.

Serie J (Granito de Villar de Ciervos)

De visu, son rocas de color grisáceo, más oscuras que las de la serie V, de grano medio, con carácter porfídico, con frecuentes megacrystales de feldespato potásico, a veces orientados. La matriz, de grano medio, es isotropa. Son esencialmente biotíticos, con moscovita más accesoria.

Al microscopio su textura es porfídica, hipidiomorfa granular. Los megacrystales de microclina (hasta 5 cm.), con macla de Carlsbad. La plagioclasa con zonado rítmico difuso es más cálcica que la de la serie V; es oligoclasa-andesina y oscila entre An 20 por 100 y An 35 por 100 en las muestras estudiadas.

La biotita es la mica predominante. La moscovita y sericita desarrolladas sobre plagioclasa y biotita, frecuentes en la serie V, son aquí escasas. Los minerales accesorios son apatito (menos abundante que en la serie V), circón y rutilo.

Petrográficamente, las rocas de la serie J son granodioritas (alguna adamellitita).

CARACTERISTICAS QUIMICAS

Los análisis químicos de las muestras de las series V y J realizados por fluorescencia de rayos X, se adjuntan en el cuadro I. Se incluyen en el cuadro II los parámetros de Niggli calculados a partir de los análisis. En la figura 2 se representan los parámetros de Niggli, al, alk, c y fm en función de Si. Aun siendo poco numerosos, de estos datos se desprende:

— Desde el punto de vista químico, las muestras de las series V y J se agrupan claramente y las dos series aparecen netamente

	J-1	J-2	J-3	J-4	J-5	V-6	V-7	V-8	V-9
ELEMENTOS MAYORES (%)									
SiO ₂	70,04	67,94	70,20	73,70	69,30	69,91	74,86	72,58	72,56
Al ₂ O ₃	13,01	14,68	13,70	12,84	13,20	14,93	13,66	14,73	14,30
Fe ₂ O ₃	4,83	4,31	3,78	2,32	4,37	2,07	1,09	1,55	1,30
MnO	0,07	0,05	0,05	0,04	0,06	0,03	0,01	0,03	0,02
TiO ₂	0,70	0,62	0,59	0,31	0,65	0,32	0,11	0,21	0,23
MgO	0,91	0,84	0,82	0,46	0,89	0,54	0,18	0,31	0,33
CaO	1,89	1,99	1,62	1,12	1,92	0,86	0,54	0,62	0,64
K ₂ O	4,57	5,30	5,10	5,08	5,06	6,46	5,22	5,32	5,68
Na ₂ O	2,96	3,40	3,22	3,20	3,47	3,57	3,22	3,24	3,06
P ₂ O ₅	0,22	0,22	0,21	0,13	0,25	0,40	0,25	0,31	0,46
Li ₂ O	0,036	0,03	0,038	0,036	0,036	0,019	0,017	0,023	0,023
P.P.C.	0,64	0,6	0,48	0,59	0,59	0,58	0,60	1,00	1,34
ELEMENTOS TRAZA (ppm)									
Rb	230	230	240	250	230	320	250	350	340
Sr	90	120	90	60	110	90	50	60	60
Ba	320	550	340	180	450	320	80	130	150

TABLA N.º 1.—COMPOSICION QUIMICA DE LAS ROCAS GRANITICAS.

	J-1	J-2	J-3	J-4	J-5	V-6	V-7	V-8	V-9
si	331	302	339,5	338	323	335	461	410	418
al	36,2	38,5	39	42,3	36,1	44,7	49,6	49	48,5
alk	27,3	29,7	30,8	35,5	30,6	38,5	39,6	36,8	37,9
c	9,5	9,4	8,3	6,7	9,5	4,6	3,5	3,7	3,9
fm	23,8	20,1	19,6	13,6	21,4	12	6,6	9,4	8,6
ti	2,5	2	2,1	1,8	2,2	1,2	0,5	0,8	0,9
k	0,50	0,50	0,51	0,51	0,49	0,54	0,51	0,52	0,55

TABLA N.º 2.—PARAMETROS DE NIGGLI.

discriminadas en los diagramas (fig. 2). Corresponden a dos conjuntos distintos químicamente.

— Los granitos de la serie V (Lumbrales-Sobradillo) tienen un marcado carácter alcalino, siendo los porcentajes de CaO inferiores a 1 por 100, mientras que los de la serie J son calcoalcalinos (% CaO > 1 %); c > 6,7 en la serie J y c < 4,6 en la serie V.

Los parámetros si, al, alk son mayores en la serie V que en la J, siendo c y fm inferiores (carácter alcalino de una serie y calcoalcalino de otra).

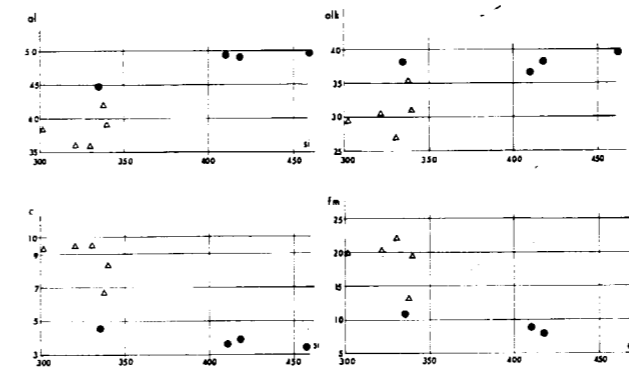


Figura 2.—Representación de la variación de los parámetros de Niggli, al, alk, c, fm, en función de si.

3. METODO ANALITICO

Las muestras han sido machacadas, molidas y porfirizadas a tamaños inferiores a 200 mallas.

De los aproximadamente 10 kg. de roca de partida, que componían cada muestra, y tras los ne-

cesarios cuarteos, se ha llegado a una cantidad de 100 g. de muestra, que es suficiente para los análisis químicos, de fluorescencia de rayos X y espectrométricos que en cada caso se realizaron.

Se han atacado 500 mg. de muestra (roca total) con 10 cm³ de ácido fluorhídrico (HF) y 2 cm³ de ácido perclórico (HClO₄) hasta sequedad, y el residuo, disuelto en ácido clorhídrico (HCl) 2,5 N. A partir de esta disolución y por cromatografía de intercambio iónico se han separado Sr y Rb. Las relaciones Rb/Sr y ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr se han determinado por fluorescencia de rayos X y la utilización de un espectrómetro de masas Varian Mat TH5 SS106TH, respectivamente.

Las edades de las isocronas han sido calculadas por el método de los mínimos cuadrados y el error estimado es 2 σ.

El valor de la constante de transformación utilizada en el cálculo de las edades fue ⁸⁷Rb λ = 1,42 × 10⁻¹¹ años⁻¹.

4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los resultados analíticos Rb-Sr para roca total de las muestras de las series V y J se incluyen en la tabla número 3.

SERIE	MUESTRA	Rb/Sr	⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr
V	V-6	3,4003	9,8877	0,7594
	V-7	4,9774	14,5040	0,7809
	V-8	5,8493	17,0591	0,7895
	V-9	5,6193	16,3782	0,7880
J	J-1	2,6541	7,3380	0,7380
	J-2	1,8093	5,2701	0,7291
	J-3	2,6633	7,8801	0,7390
	J-5	1,9861	6,0842	0,7321

J-4 Resultado anómalo

TABLA N.º 3.—DATOS ANALITICOS Rb-Sr PARA GRANITOS PROCEDENTES DE SALAMANCA.

Como se ve en el gráfico de la figura 3 de la Serie V, los datos correspondientes a cuatro muestras definen una isocrona de 300 ± 8 M.A. con una relación inicial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de 0,7176. La relación Rb/Sr de estas rocas varía en un intervalo adecuado y se ha obtenido una buena isocrona.

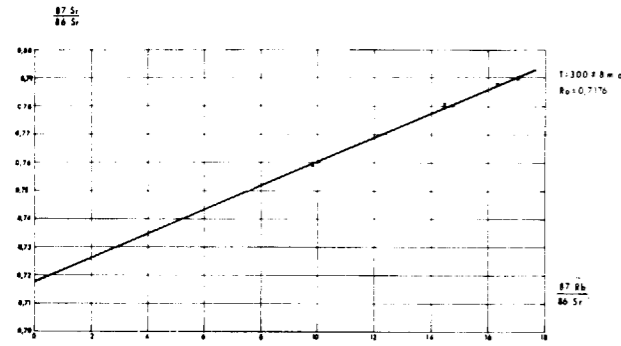


Figura 3.—Isocrona Rb-Sr roca total para granito procedente de Salamanca. Serie V.

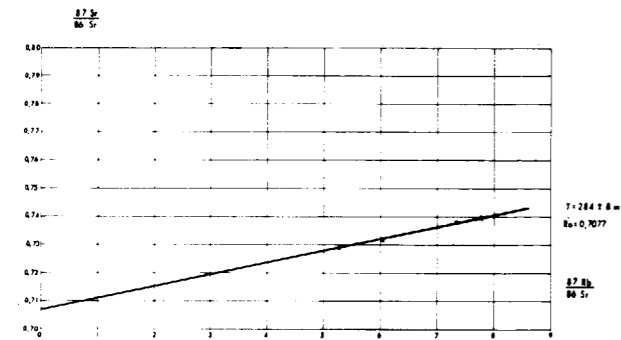


Figura 4.—Isocrona Rb-Sr roca total para granito procedente de Salamanca. Serie J.

Asimismo, en el gráfico de la figura 4 correspondiente a la serie J, los puntos definen una isocrona de 284 ± 8 M.A. con una relación inicial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de 0,7077.

Igualmente, la relación Rb/Sr de estas muestras es lo suficientemente dispersa para poder determinar una buena isocrona. Sin embargo, en este caso, una de las muestras (J-4) se aleja bastante de la alineación de las otras cuatro; aún así, como hemos indicado, las cuatro restantes son suficientes para definir la isocrona.

Esta datación confirma plenamente la caracterización que se ha venido haciendo de estos dos cuerpos graníticos como pertenecientes a los granitos «older» y «younger». Las edades atribuidas por PRIEM (6) a estas series (298 ± 10 M.A. y 280 ± 11 M.A., respectivamente) coinciden prácticamente con las de 300 ± 8 M.A. y 284 ± 8 M.A. de esta determinación, de la cual hay que resaltar el menor intervalo de error (mejor ajuste de recta). Las relaciones iniciales $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de 0,7176 (gr. viejos) y 0,7077 (gr. jóvenes) parecen sugerir un origen *crustal* para los viejos (génesis por anatexia húmeda), y un origen *basical* o mantélico para los jóvenes, y coinciden con las expresadas por otros autores.

BIBLIOGRAFIA

- (1) CAPDEVILA, R. et FLOOR, P.: *Les différents types de granites hercyniens et leur distribution dans la NW de l'Espagne*. Bol. Geol. Min., t. 81, núm. 2 y 3, pp. 215-225 (1970).
- (2) CAPDEVILA, R.; CORRETGE, G. et FLOOR, P.: *Les granitoïdes varisques de la Meseta Ibérique*. B. S. G. F. (7), XV, 1973, núm. 3-4, pp. 209-226 (1973).
- (3) CORRETGE, G.; UGIDOS, J. M. et MARTÍNEZ, F. J.: *Les séries granitiques varisques du secteur centre-occidental espagnol. La chaîne varisque d'Europe moyenne et occidentale*. Coll. intern. CNRS, Rennes, núm. 243, 1977, pp. 453-461 (1977).
- (4) FLOOR, P.; KISCH, H. J. et OEN I. SOEN: *Essai de corrélation de quelques granites hercyniens de la Galice et du Nord du Portugal*. Bol. Geol. Min., t. 81, 82, 83, pp. 242-244 (1970).
- (5) OEN I. SOEN: *Granite intrusion, folding and metamorphism in central northern Portugal*. Bol. Geol. Min. de España, t. 81-83, pp. 271-298 (1970).
- (6) PRIEM, H.; BODRYK, N.; VERSCHURE, R. H.; HEBEDA, E. et VERDURMEN, E.: *Rating events of acid plutonism through the Paleozoic of the Western Iberian Peninsula*. Eclogae Geol. Helvetiae, t. 63, núm. 1, pp. 255-274 (1970).
- (7) SCHMIDT-THOME, P.: *Basamento paleozoico y cobertura moderna en la parte occidental de España Central (provincias de Salamanca y Cáceres)*. Publicaciones extranjeras sobre Geología de España, T. V, pp. 91-146 (1950).

Recibido: noviembre 1980

INFORMACION

Noticias

APORTACION DEL IGME AL PROYECTO DE UTILIZACION DE LOS MINERALES DE HIERRO DEL S. O.

Las investigaciones realizadas por el IGME en los yacimientos de Cala (Huelva), San Guillermo-Colmenar Santa Justa y La Berrona (Badajoz) donde se han localizado importantes reservas de magnetitas han sido una de las condiciones que han permitido sacar adelante el proyecto de utilización de estos minerales mediante la construcción de una planta de «pellets» en Fregenal de la Sierra y otra de prerreducidos en el puerto de Huelva.

Tras la aprobación por el Consejo de Ministros el pasado 26 de septiembre de una sociedad gestora para la constitución de las participaciones definitivas en la sociedad que se encargará de la explotación se espera que en el próximo Consejo de Ministros o en el que le siga, se aprueben las condiciones económicas del proyecto, entre las que se encuentran el precio de venta del gas natural del Golfo de Cádiz a la citada sociedad.

Las reservas totales de la zona se evaluaron en 150 M.T., con leyes medias del 30 al 40 %, susceptibles de concentrarse hasta leyes del 60 al 70 %.

Las principales concentraciones de mineral se encuentran en los yacimientos de Cala-Teuler, con reservas probadas de 27 M.T., otros 38 millones probables y 13 millones posibles; en los de San Guillermo-Santa Justa, con 21,2 M.T. probadas y La Berrona con otros 22 M.T., estas últimas de fácil explotación a cielo abierto.

Estas reservas se refieren al conocimiento alcanzado por las investigaciones del Instituto Geológico y Minero de España, pero son susceptibles de aumento por nuevos trabajos de investigación.

CONVENIO MARCO ENTRE EL IGME Y LA DIPUTACION PROVINCIAL DE MADRID

Dentro del programa del convenio-marco entre el IGME y diversas corporaciones locales, el pasado 17 de diciembre tuvo lugar en la sede de la Diputación Provincial de Madrid la firma del convenio-marco entre esta Corporación y el Instituto Geológico y Minero de España. Rubricaron el Convenio, de una parte, el Director del IGME, don Mariano Ricardo Echevarría Caballero, y de otra el Presidente de la Diputación Provincial de Madrid, don José María Rodríguez Colorado.

El presente Convenio-Marco prevé asistencia técnica, servicios de estudio y asesoramiento y realización de tra-

bajos por parte del IGME para la citada Diputación Provincial de Madrid, dentro de los campos de actividades y competencia de este Instituto.

Se prevé la constitución de un Comité Mixto de Seguimiento integrado por representantes del IGME y de la Diputación de Madrid.

SOLEMNE ENTREGA DE LA MEDALLA DE ORO DE LA CIUDAD DE ALCOY AL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

El pasado día 14 de febrero se celebró en el Ayuntamiento de Alcoy, en un acto que revistió gran solemnidad, la entrega de la Medalla de Oro de la ciudad al Instituto Geológico y Minero de España, por los trabajos de investigación y puesta en explotación de los sondeos de agua subterránea que han permitido resolver el problema del abastecimiento de aguas a dicha ciudad.

Al acto, presidido por el Gobernador Civil de Alicante, en funciones, don Luis Romero, asistió el Ayuntamiento en pleno de Alcoy, encabezado por su Alcalde, don José Sanús Tormo y los Directores Generales de Minas, don Adriano García-Loygorri Ruiz y del Instituto Geológico, don Mariano Ricardo Echevarría Caballero, los Delegados de Hacienda e Industria de la provincia, así como una nutrida representación de técnicos del IGME que han intervenido en los trabajos realizados por dicho Organismo en la ciudad.

INTERVENCION DE D. JOSE MARIA DE AREILZA EN EL CLUB ESPAÑOL DE LA MINERIA

LOS ESPAÑOLES NO SON CONSCIENTES DE LA ACTUAL SITUACION ENERGETICA

Continuando con el programa del Club de la Minería en torno al tema energía, minería y política económica, y tras la intervención de especialistas en las dos primeras áreas, el pasado 20 de enero se celebró la reunión correspondiente al mes en curso. Con ello se entra en el análisis del tema por los partidos políticos y por los empresarios especialmente relacionados con el sector. En esta fase intervino D. José María de Areilza, Conde de Motrico, miembro del Congreso de los Diputados por Coalición Democrática y de la Comisión de Energía del Congreso, quien disertó sobre

«PERSPECTIVAS INMEDIATAS DE LA SITUACION ENERGETICA DE ESPAÑA»

El conferenciante fue presentado, en ausencia del Presidente del Club de la Minería, D. Enrique Dupuy de Lome, por el Vicepresidente D. Ginés Moncada. Asistieron, además, el Director General de Minas, D. Adriano García Loygorri Ruiz, el Presidente del Forum Atómico Español y ex-ministro de Industria, D. Alfonso Alvarez de Miranda, D. Rafael Hidalgo, directivo del Club, y otras personalidades de la Administración y las empresas del sector.

El Conde de Motrico inició su intervención hablando de la obligación de los políticos, que es captar todo lo que interesa a la opinión pública. Hoy por hoy, el hombre de estado se encuentra siempre con problemas, con la mesa llena de papeles, lo que le obliga a establecer un orden de preferencia de temas en razón de su importancia.

La situación energética aparece en estos momentos como un tema para los españoles absolutamente fundamental, podríamos decir que en el PEN que aprobó la Comisión de Industria y Energía, y luego aprobada por el Pleno del Congreso de los Diputados, se consideraba que nuestra situación energética tenía un problema muy grave: de alguna manera hay que llegar a emanciparnos parcialmente de la tremenda dependencia energética primaria del extranjero que tiene España, que llega al 70 por 100 de nuestras necesidades, cifra altísima, de las más altas del occidente europeo, y por consiguiente, cifra que condiciona nuestros programas energéticos y económicos.

UNA FACTURA CRECIENTE

El Sr. Areilza añadió que la factura petrolífera española alarma profundamente, ya que se habían alcanzado cotas de 5.000 millones de dólares y que pronto subirán a 8.000. Ahora bien, según los últimos datos recogidos de fuentes responsables y autorizadas, estamos a punto de cerrar las cuentas del ejercicio del 80 sabiendo que se han comprado un poco más de 47 millones de toneladas de petróleo de distinta calidad y que el precio medio ha sido de 36,6 \$/barril, lo que representa una cifra muy cercana a los 12.000 millones de dólares. Teniendo en cuenta la flotación de la peseta, ello representa por encima del billón de pesetas para el año 1980. Subrayó después que esa cifra es tan importante, tan decisiva y grave para todo el conjunto económico español que hay que plantearse como punto de partida una reflexión seria, ya que si esa cifra fuera una cifra a desaparecer pasada una crisis puramente temporal, arrastraríamos ese tremendo déficit sabiendo que luego volveríamos a la normalidad. Pero aquí, la «normalidad» es lo que viene después, que va a ser la normalidad de las subidas en espiral sin que se sepa hasta dónde ni cuándo ha de detenerse esa especie de locura de los precios en origen de los crudos petrolíferos. Ahora, en este momento, en el mercado mundial existen crudos que se cotizan a 41, 42 y 43 dólares y pronto lo pagaremos no a 36,6 como en el pasado 80, sino a 46, 50 ó 55 \$/barril en el 81. Lo cual significa que la factura del petróleo puede subir de 12.000 a 14 ó 15.000 millones de dólares. Cifra inmensa, catastrófica, de tal relieve en el conjunto económico español, que condiciona todo lo que el Gobierno tenga pensado en política económica. Esta cifra se va a reflejar en el

proceso de endeudamiento de España, en el índice de paro y en el de la inflación; simultáneamente, no podemos renunciar al nivel que hemos alcanzado de consumo energético, ya que este país iría directamente a una situación llena de empobrecimiento general, de pérdida de nivel de vida, una situación llena de hambre y paro.

ENERGIAS ALTERNATIVAS

El PEN prevé energías alternativas de sustitución, y entre ellas está el carbón. España es un país que tiene grandes yacimientos de carbón de explotación difícil y de rentabilidad baja, con enormes dificultades de extracción. Se han producido una serie de prospecciones en León, Asturias, Aragón y Andalucía con grandes e importantes reservas. Esta solución alternativa de la energía primaria produce un ahorro de combustible de origen petrolífero en el sector de las centrales térmicas y en la industria del cemento. Este ahorro puede dar lugar a que en 1986 se ahorre en la industria hasta 6 ó 7 millones de toneladas de petróleo. Pero hay que pensar en que va a haber mayor demanda energética en los próximos cinco años. En el pasado 1980 se ha producido el crecimiento cero, lo cual, si bien es un avance, ya que ha controlado el consumo, es también un síntoma de estancamiento. En todo caso, si es verdad que se pueden ahorrar 6 ó 7 millones de toneladas de petróleo, esto sería un importante alivio para nuestra economía.

En lo referente a la economía del carbón, hay unas cifras extraídas de un informe oficial por las que para el año 1986 el volumen extraído de antracitas y lignitos será de más de 37 millones de toneladas. Cifra optimista y quizá no realista, ya que significa el deseo del Gobierno de dar al carbón un trato preferente.

El problema del carbón internacional o importado es importante, ya que se habla para el año 1985 de unas importaciones de 14 ó 15 millones de toneladas incluido el siderúrgico. Si esta cifra se alcanzara, no cabe duda de que es importante, pero hay que tomarla con reservas por lo complejo que sería poner en marcha un plan de importancia semejante. Los Estados Unidos, con su inmensa industria carbonífera de Pennsylvania, por ejemplo, casi parada a causa del uso casi exclusivo del petróleo, ya tiene previsto exportar para el año 1995 más de 80 millones de toneladas. Este gigantesco esfuerzo habría que hacerlo aquí para construir muelles, almacenar, transportar y consumir todo este volumen, los 15 millones de toneladas, que se prevé importar para el año 87.

El sector hidroeléctrico está, no ya desanimado sino exprimido hasta las últimas consecuencias, está casi saturado y sólo representará un 11-12 por 100 del balance total energético español.

La energía nuclear, España va con retraso en este sector; es un retraso, según me ha confirmado una autoridad en esta materia, de un año por causa de los trámites administrativos e incumplimientos de los contratos de construcción.

Vamos a poner en marcha en los próximos cuatro años 7 grupos: 2 en el 81, 2 en el 82, 2 en el 83 y 1 en el 84, que van a representar un porcentaje de energía primaria procedente del sector nuclear de un 11-12 por 100, que no es importante ni decisivo. En este programa nuclear existe un problema que es imposible pasar por alto: es el rechazo

de la opinión pública. Este rechazo tiene componentes psicológicos y políticos que han frenado su puesta en marcha. Todos saben que la puesta en funcionamiento de un grupo nuclear desde el inicio de la obra civil hasta llegar a la masa crítica de la fisión que hace a la central operativa cuesta diez años de tiempo. Aquí hay reticencias políticas por parte del PSOE y del PCE, mientras que en Europa se ha tomado la energía nuclear como una salvación. Así, un país que nos coge muy cerca como Francia, ya desde los años 70-72, con acuerdo unánime de todos los partidos políticos y centrales sindicales, abrazó la causa de lo nuclear como energía sustitutiva del petróleo y del carbón. En los próximos dos años, 81 y 82, Francia pondrá en funcionamiento 18 nuevos grupos, con los que llegará a la increíble cifra de 6.000 M. V/año para los años 85-86, que representarán el 50 por 100 de energía primaria de origen nuclear, con lo que reducirá mucho su factura petrolífera.

La Unión Soviética apostó por la energía nuclear igualmente y pienso que en España hay que concienciar a todos nuestros compañeros del Congreso para que la apoyen unánimemente.

Otra energía alternativa al petróleo es el gas natural, de gran porvenir en España de consumo energético, urbano, doméstico e industrial. Hay que conseguir el gasoducto Argel-España, ahora en vías de estudio y parado por razones políticas. El Gobierno tendrá que tomarlo más en serio, pues su trazado es corto, apenas 186 kilómetros y un coste de unos 500 millones de dólares. De aquí a cuatro años, para el 85, quedaríamos dentro del ámbito del consumo de gas natural de Europa cuando entremos en la CEE.

Concluye el Conde de Motrico afirmando que no desdénaba las prospecciones petrolíferas ni la energía solar, pero pienso que para una perspectiva inmediata, el petróleo, carbón, energía nuclear y gas natural, es lo que nos debe preocupar más.

En resumen:

Hay que concienciar a la opinión pública española de los siguientes puntos:

1. La convicción profunda de que la crisis energética atañe a todos, todos hemos de hacernos cargo de esta problemática ahorrando energía y apoyando planes energéticos.
2. Hay que incrementar el PEN, teniendo en cuenta factores nuevos que hagan su aparición como el precio.
3. La política del carbón es prioritaria, puesto que no es rentable, hay que buscar soluciones para enfrentarse con él.
4. Hay que enfrentarse al rechazo de lo nuclear con una política de información transparente.
5. Promover el gasoducto Argelia-España, ya que la dependencia que vamos a tener no va a ser comparable con la de los alemanes con la URSS.
6. Los políticos tienen la obligación de hacerse cargo de la preferencia de todo este problema. Hay que lograr un pacto de Estado por encima de los intereses electoralistas de los partidos.

COLOQUIO

D. Ginés Moncada agradece las palabras del Sr. Areilza y ofrece iniciar el coloquio a D. Alfonso Alvarez de Mi-

randa, pues debía abandonar la sala urgentemente. El Presidente del Forum Atómico Español dice que no va a preguntar nada, ya que está de acuerdo con todos los puntos y conceptos que ha tocado el Conde de Motrico. Señala que estamos en una situación de guerra y la resolución del problema energético nacional ha de ser el objetivo más importante para la clase política española; que el PEN se cumpla a tiempo, pues las soluciones tardías no sirven y no se puede hacer resucitar un cadáver.

Pregunta D. Ginés Moncada.

¿Qué opina del ente de hidrocarburos que se está formando?

La creación de este ente era una vieja idea. Hay muchas fórmulas de proyectos, pues no hay que olvidar que el 80 por 100 de la actividad de perforación y el 60 por 100 de refino es del Estado, más de los 2/3, lo que obliga a las Administraciones a coordinar este ente, pero pienso que todavía no está maduro, ya que:

1. Existen muchas jurisdicciones que quieren entrar en este ente e influirlo.
2. El sector privado tiene el deseo de dejar definida su parte de pastel.
3. La herencia de la CAMPSA, con un inmenso conjunto de interés en los sectores de refino, prospecciones, transporte, etc., que sin perjudicar a la sociedad española, la CEE nos va a exigir su desguace.

El conferenciante propugnó la creación de un ente supremo que coordine, aunque se mantuviera la personalidad de sus integrantes.

Pregunta D. José Luis Quílez.

Respecto a la utilización racional de la energía, ¿por qué el Congreso, al dictar la Ley de la Conservación de la Energía, ha sido tan cicatero respecto a ayudas y desgravaciones fiscales?

R. Si la energía hidroeléctrica es de 30.000 M. V/año y equivale a 5 grupos nucleares y se ha abandonado su incremento ¿por qué el Congreso no hace una Ley que consiga los 30.000 M. V/año con pago en pesetas y no en dólares?

Hay que mentalizar a la opinión pública sobre la conservación de la energía, la cicatería del Congreso era debida a parte de los diputados, que pensaban que favorecer a empresas ya en funcionamiento era para que aumentaran sus beneficios.

Respecto a la energía hidráulica existe una conciencia extendida de que ya se habían agotado las cuencas importantes y que las posibles presas a construir son pocas y caras; esto ha llevado al convencimiento que lo hidroeléctrico está ya exprimido a tope.

Pregunta D. Francisco Román.

¿Qué se le podría ocurrir a Vd. como político para que los españoles tuvieran conciencia de estos problemas?

R. Hay que saber vender el producto, ahora se vende muy mal, una frase, un tópico que no llega a la conciencia de las personas. Tenemos lo que se invierte en el PEN, más de 500.000 millones de pesetas, pero que

podrían subir mucho más arriba si la Administración hiciera lo que ha propuesto el Sr. Quílez, podría ser un factor desencadenante de la industria de los bienes de equipo que en nuestro país está muy desarrollada.

P. ¿Qué opina del impacto del PEN en el pueblo español?

R. Se ha vendido mal en su contenido, ya que si la factura del petróleo tiene una mala solución, desde el punto de vista económico no hay soluciones sino remedios. El PEN, con sus tremendas inversiones requeridas, podría desencadenar un relanzamiento de la economía nacional.

Pregunta D. Rafael Hidalgo.

¿Cuáles son las implicaciones internacionales entre los argelinos y nosotros a corto plazo por causa del gasoducto?

R. Los políticos consideramos pieza importante este gasoducto. Con la desaparición de Bumedíán, el nuevo gobierno argelino tiene posiciones más abiertas. El contenido argelino-marroquí va a tomar una fase de negociación y el problema no va a ser tanto de dependencia como de precio, pues la política argelina tiende a igualar los precios de su petróleo y de su gas natural. Actualmente tenemos un gran volumen de intercambio con Argelia y estoy convencido que podríamos obtener precios favorables y una relativamente, barata energía. En cuatro o cinco años podríamos mejorar nuestro balance energético.

P. Hemos hablado de energía, pero ¿qué opina Coalición Democrática de la minería en general y del aprovechamiento de materias primas?, además en el caso del PEN ¿se considera la situación de los mineros?

R. Aparte del carbón, somos ricos en cobre, cinc, mercurio, uranio, etc. Si se pudiera llevar a cabo una potenciación de estos recursos, sería un reforzamiento en nuestra posición dentro de la CEE.

En uranio somos una primera potencia minera y esto nos da una posibilidad importante. Podríamos reprocesar y enriquecer el uranio como ha hecho Francia, una nación con pocas reservas de este mineral.

Y, desde luego, respecto a los mineros, si no se saca adelante la minería del carbón, no se puede sacar adelante el PEN.

«LA IMPORTANCIA ENERGETICA DEL CARBON» en el programa de T.V.E. «El canto de un duro»

TREINTA SIGLOS DE MINERIA EN ESPAÑA

Hace la presentación del programa su Director, D. Rafael de la Torre, resaltando cómo en España, desde los primeros balbuceos de su Historia, otros pueblos de allende nuestras fronteras vieron en Hesperia o Hispania tierras de valles fértiles, ríos auríferos y entrañas generosas. Los romanos y también los ingleses han visto siempre a la Península Ibérica como la gran reserva mineral de la mayoría de los países del mundo. Ahora, cuando han pasado ya casi treinta siglos del comienzo de la minería en España, vienen de nuevo a desenterrarse las minas y

vuelve otra vez el viejo principio de que no hay nada mejor que explotar lo que verdaderamente poseemos.

Ahora, en este momento, cuando el petróleo es cada vez más caro, cuando este recurso natural no renovable ejerce sus medidas de presión más que sus medidas de economía, España vuelve otra vez su mirada a las minas porque las minas de carbón, sobre todo, pueden volver a revitalizar el motor de nuestra economía.

INTERVENCION DEL DIRECTOR GENERAL DE MINAS

En el marco del Museo del IGME, el Director General de Minas e Industrias D. Adriano García-Loygorri Ruiz va a explicar el pasado de la minería en nuestro país y sobre todo de su futuro.

España ha sido un país minero desde siempre, lo es y lo seguirá siendo, hemos sido primeros productores del mundo en algunas sustancias y nuestra minería ha tenido siempre un peso considerable en la industria; pero a partir de mediados del presente siglo la balanza comercial de minerales cambió de signo, sobre todo por el desarrollo de la industria transformadora. España, manifestó el entrevistado, de cara al futuro tiene posibilidades mineras, pues su subsuelo alberga yacimientos anteriormente no explotados y quizá no considerados, y ésta ha sido la razón por la cual se concede a la minería española, en los planes estatales, una importancia tan evidente.

El PNAMPN que está en marcha, prevé y propicia unos incrementos acusados de la producción para disminuir grandemente nuestra dependencia del exterior.

Seguidamente la presentadora del programa, María del Carmen García Vela, explica rápidamente cómo el petróleo nos empobreció solamente el pasado año en casi 200.000 millones de pesetas, y este año, 1981, nos va a empobrecer en casi 300 mil. Nuestra economía, que actualmente anda entre la modestia y el descalabro, no debe depender así del petróleo, al menos no debe depender totalmente.

El Plan de Minas puede ser el gran dique que ponga freno a la enorme riada de divisas que cada año van a pasar a las arenas del Golfo Pérsico.

«No queda más remedio que echar mano de lo que hay, y lo que hay está bajo el cielo y en las entrañas de la tierra, es nuestro, y debemos y podemos intentar quitarnos de encima el tremendo lastre de la dependencia exterior, aprovechar la energía que tenemos en nuestro subsuelo.»

Aznalcóllar, un ejemplo

D. Juan Contreras, Director de la Mina de Aznalcóllar (Sevilla), explica cómo según los estudios realizados las reservas de pirita de nuestro país se consideran próximas al 50 por 100 de las mundiales; esto hace de España la primera nación en cuanto a potencialidad para el futuro abastecimiento de este mineral, y es precisamente en Aznalcóllar donde se encuentra una gran parte de este mineral.

En el complejo minero de Aznalcóllar se comenzó la investigación en 1969 mediante sondeos; gracias a la información de éstos se hizo la evaluación de reservas del yacimiento y posteriormente se efectuó un estudio de viabilidad

técnico-económico. Una vez conocidos sus resultados se pasó a la ejecución física del proyecto en total, la duración de todo el período ha sido de diez años, normal en un proyecto de este tipo a escala mundial. «La explotación de una minera es sólo posible cuando con anterioridad se realizan las explotaciones necesarias.» En este caso concreto, los estudios han conducido a la estimación de dos grandes masas de mineral, una de pirita compleja con 43 millones de toneladas y otra de piroclasto con Pb y Zn, cuya cubicación es de 37 millones de toneladas.

Cómo funciona la explotación

En primer lugar existe una estación de trituración primaria, desde la cual, mediante un sistema de cintas, el mineral va a ser conducido hasta unos segundos depósitos; desde éstos va a nuevas instalaciones de trituración secundaria y terciaria, desde la que se va reduciendo a tamaños cada vez más pequeños. Una vez triturado será conducido, también mediante cintas transportadoras, a unos hilos de material fino desde los que el mineral pasa a la sección de molienda, donde de nuevo será reducido en molinos de muelas y barras a una especie de pulpa de tamaño extraordinariamente fino que pasará a la sección de flotación, en la cual mediante técnicas especiales se obtendrá la separación de los diferentes elementos metálicos que hay en la roca.

El nuevo protagonismo del carbón

El Plan de Reconversión de combustibles se ha puesto ya en marcha y ya hay centrales eléctricas que se abastecen de carbón, con lo que el fuel derivado del petróleo ha sido sustituido. Veamos ahora la explotación de Meirama.

La central técnica de Meirama, dice el Jefe de la Central D. José Rey Parga, aprovecha el carbón de la mina próxima a cielo abierto para transformarlo en energía eléctrica; el proceso es, a grandes rasgos, el siguiente: el carbón llega a la caldera, en cuyo interior se quema y el calor producido transforma el agua que hay allí en vapor. Vapor éste que pasa a la turbina, que a su vez acciona un generador y éste produce energía eléctrica que se vierte en la red y es utilizada por los usuarios tanto domésticos como industriales.

Según el Director General de la Central de Meirama, don Francisco Rosado, sigue siendo muy rentable el utilizar el carbón no sólo económicamente, sino que es necesario, pues como los precios del petróleo se han incrementado hasta el momento hasta el nivel que lo han hecho y nuestra disponibilidad de divisas es limitada, no hay más remedio que volverse a la fuente de energía autóctona para que, en muy pocos años, nos autoabastecemos de energía eléctrica.

Las reservas geológicas del yacimiento son del orden de unos 420 ó 430 millones de toneladas, de las que son explotables aproximadamente 320 millones de toneladas.

D. Lucio Rubio de Antonio, Director de ENDESA, opina que con el precio oficial de la térmica de carbón de Meirama, y teniendo en cuenta los costes de instalación, los mantenimientos y la plantilla que exige una central de este tipo, comparada con una central fuel la rentabilidad es muy inferior; no obstante hay que reseñar que están

desarrollando una importante actividad dentro del PEN, concretamente en 1980 esta central con su producción ha superado un ahorro en divisas del orden de 32.000 millones de pesetas. Podemos decir que la rentabilidad es muy pequeña o prácticamente nula.

Nueva intervención del Director General de Minas

D. Adriano García-Loygorri Ruiz hace hincapié en los enormes incrementos que han tenido los precios de los crudos petrolíferos, han hecho volver a la competitividad al carbón; de ahí, que en los países que cuentan con reservas, se esté promoviendo una política carbonera que lleva a una rápida puesta en producción de nuevas minas y a complementar, en aquellos momentos en que las producciones propias no basten, el consumo de carbones mediante importaciones del exterior.

En España la política que se sigue enmarcada en el Plan Energético Nacional, es parecida, la política del carbón preconiza y apoya unos aumentos de producción de carbones nacionales, un aumento de consumo de carbones, complementados los nacionales con los provenientes de otros países que juntamente con la energía nuclear permite sustituir prácticamente en su totalidad al consumo de los productos petrolíferos en la producción de energía eléctrica.

Producción carbonífera

La producción de carbón en nuestro país aumentará sensiblemente en los próximos años; así, mientras en 1980 se había doblado la producción de 1973, en 1987 se habrá doblado nuevamente la producción de diez años antes, pasando de 20 millones de toneladas en 1978 a 37 millones de toneladas.

En el año 1979, comparando con el año anterior, la producción de carbón aumentó en un 10 por 100 y el consumo de carbón térmico en un 18 por 100, mientras la producción de electricidad sólo lo hizo en un 6,6 por 100. Esta mirada puesta en el carbón está motivada por unas claras razones: en 1980 España tuvo que pagar 11.000 millones de dólares en concepto de productos energéticos, lo que significa un incremento de unos 500.000 millones de pesetas en la venta de bienes y servicios. Es decir, nuestro país es muy vulnerable y dependiente de la importación de energía.

Estos aspectos no son exclusivos de nuestro país, ya que Europa y EE. UU. han tenido que aumentar sus producciones de carbón o en su caso incrementar sus importaciones para sustituir los derivados energéticos del petróleo en tanto se desarrollan fuentes de energía alternativas.

Canadá, Sudáfrica, Polonia o Australia piensan en estos momentos duplicar su rendimiento en los próximos diez años y triplicarlo hasta el año 2000. Japón ha firmado ya contratos para garantizarse suministro exterior de 100.110 millones de toneladas e Israel cubrirá del mismo modo un 40 por 100 de sus demandas.

La nueva primavera del carbón se evidencia por el interés de las grandes compañías multinacionales del petróleo, que dirigen sus inversiones hacia la minería, ya que saben que el petróleo no es eterno.

Por lo que respecta a la Europa comunitaria, las im-

portaciones procedentes de terceros países continúan creciendo bajo la presión de una oferta abundante y barata que incita a las centrales eléctricas de la CEE a acrecentar su aprovisionamiento a partir del carbón producido en otros países.

A través de la Sociedad estatal CARBOEX, se canalizan las importaciones de carbón, que significan dos millones de toneladas, computándose un total de importaciones de carbón en España de unos tres millones de toneladas. Las importaciones de carbón que a partir del año 1984 podrían alcanzar sólo en la parte que cubrirá CARBOEX casi los 10 millones de toneladas, serán absorbidas básicamente por tres sectores consumidores:

- Las centrales térmicas ya existentes, que necesitan en algunos momentos un complemento por el elevado grado de utilización que exige el sistema eléctrico cuando baja la producción hidráulica.
- La industria del cemento, que está en proceso de transformar sus métodos en combustión sustituyendo el fuel por el carbón con un ahorro anual en su consumo del orden de los dos millones de toneladas de petróleo.
- Las nuevas centrales térmicas, que ya están creadas específicamente para funcionar con carbón de importación que la producción interna no podría satisfacer.

La producción nacional de carbón no cubre suficientemente las necesidades de nuestro país; por ello, esta materia prima se importará de países no exportadores de petróleo: África del Sur, Australia, EE. UU., Polonia y China. La problemática de abastecimiento de combustibles se diversifica. En estos momentos el carbón se recibe en España en barcos de 20 a 40.000 toneladas. Hasta que se preparen más instalaciones técnicas aptas para recibir barcos de 100 a 150.000 toneladas, que en la actualidad sólo pueden atracar en el puerto de Gijón. Estos grandes navíos son económicamente interesantes porque transportan el carbón con un inferior coste.

Actualmente los puertos de embarque de carbón en el mundo están sobresaturados. Se producen demoras de muchos días en la carga, lo que, lógicamente, eleva su costo.

Toda esta problemática aconseja que las fábricas, no obstante, conserven las actuales instalaciones de fuel para que en cualquier momento puedan utilizarse si hay dificultades en el abastecimiento de carbón.

LUIS MAGAÑA ANALIZA EL SECTOR ENERGETICO EN EL CLUB DE LA MINERIA

Por el interés del análisis que hizo sobre el sector energético español, ofrecemos la intervención del Comisario de la Energía don Luis Magaña, en la reunión, correspondiente al mes de noviembre, organizada por el Club Español de la Minería.

Asistieron a la misma, además del Comisario, el Presidente del Club de la Minería, don Enrique Dupuy de

Lome; los Directores Generales de Minas y de la Energía, señores García Loygorri y Lonato, el Directo del Instituto Geológico y Minero de España, don Mariano Ricardo Echevarría y el Presidente de la Junta de Energía Nuclear y otras personalidades de la Administración y de las empresas del sector.

El Comisario de la Energía inició su intervención hablando de las materias primas energéticas empezando por el petróleo, el cual dijo que es el principal protagonista de las crisis desde 1973.

Se ha demostrado la poca eficacia de las economías occidentales para hacerlas frente, debido, sobre todo, a la falta de colaboración y decisión en los organismos internacionales y al temor de los gobiernos a perder la popularidad de sus electores.

Esta crisis —dijo— no se puede resolver sólo por programas de gobierno. Hay también un problema latente en el propio mercado del petróleo: el de que en la oferta es casi igual a la demanda, la cual no ha superado a la primera sólo a causa de los precios que, en unos pocos años, han pasado de los 12 \$ barril a los 40 \$, que cuesta actualmente en el mercado Spot internacional. Además la oferta de crudo se halla controlada por los países exportadores en lo referente a sus niveles de producción. Por todo esto, nos encontramos ante un problema que no tiene solución a la vez que se crea una tensión en el mercado que afecta, sobre todo, a los países industrializados.

Por otra parte, nos encontramos en los últimos máximos de precios, lo que implica un empobrecimiento progresivo de las economías de todos los países.

El petróleo representa el 50 % de las necesidades de consumo de energía primaria, y a pesar de los avances tecnológicos y de otras energías de sustitución, a finales de siglo seguirá representando un porcentaje importante sobre todo para el sector transportes y automovilístico. Es difícil sustituirlo sin problemas.

EL GAS NATURAL

Sus reservas pueden estimarse en unas 4/5 partes de las del petróleo, pero su producción es la mitad de la de dicho producto. Forzar el consumo de gas natural implica riesgos, pues en la reciente conferencia de la O. P. E. P. en Argel los países productores ya manifestaron su intención de elevar su precio hasta el nivel del petróleo, es decir de los 20-21 \$ que ahora cuesta hasta los 32 \$ que se pretende, con la distorsión del mercado que esto crearía.

Pero en el gas natural incide notablemente el precio del transporte, por lo que los países productores tienden cada vez más a exportarlo por tuberías. El otro procedimiento —el de la licuación— requiere instalaciones de transformación muy costosas y de tecnología extranjera. A pesar de todo su consumo va en aumento por los países avanzados.

CARBON

Es la tercera fuente de energía primaria. Es nuestra más fundada esperanza gracias a sus grandes reservas y a su distribución geopolítica radicalmente diferente a la del petróleo.

Habrà que cubrir la energía no producida de origen nuclear debida a los retrasos de las inversiones en este

sector. En el mundo, este tipo de energía, suministrará más del 50 % de las necesidades de los países desarrollados.

El mercado de carbón térmico es en la actualidad de 60 millones de toneladas y para elevarla a 600 millones a finales de siglo se van a requerir tremendas inversiones en flotas, transportes terrestres, instalaciones portuarias y de almacenaje que van a suponer un esfuerzo técnico, tecnológico y financiero de gran alcance.

NUCLEAR

Cada país desarrollará sus propios programas, la tendencia es a no depender de la producción energética —importar o exportar electricidad— de otros países.

AHORRO Y APORTACION DE NUEVAS ENERGIAS

Este tema, dijo, es polémico y se justifica por los ahorros de energía. El consumo español es la mitad que en los países de la C. E. E. y la sexta parte de U. S. A. o Canadá.

POSIBILIDADES DE AHORRO

Dependen del consumo. En España hay mucha población de bajo nivel de bienestar, que, naturalmente, se pretende subir. En cambio, en Alemania Federal y Estados Unidos se ha llegado a la saturación de ciertos consumos, eléctrico y de combustible para automóviles. Allí, coches de menor consumo propiciarán un ahorro; en España todavía estamos lejos de ese nivel. La industria tiene posibilidades de ahorro con inversiones, ya que ahorrar energía es ganar tiempo para no depender tanto del petróleo.

En ESPAA, el 70-80 % de la energía procede del petróleo, el cual en un 90 % es importado.

Hasta ahora no teníamos gas natural y solamente lo utilizamos en un 2 %, mientras en Europa asciende su uso al 16 %.

El sistema hidráulico no puede incrementarse mucho como fuente de energía, pues hay que considerar el agua como un bien escaso al que hay que enfocar en el futuro no sólo como aportación eléctrica, sino como bien de consumo de la sociedad.

Los planteamientos de julio de 1979 respecto al P. E. N. se han concretado en una potenciación intensiva del carbón y unos retrasos en el tema nuclear.

Los objetivos de la estructura de la energía primaria en España para 1985 son:

Producción de origen hidráulico:	10 %
Producción de carbón:	16 %
Producción nuclear:	11 %
Producción de gas natural:	7,5 %
Producción de petróleo:	49,3 %
40,9 usos típicos	
8,4 petroquímicas	

INVERSIONES

La construcción de nuevas centrales de carbón supondrá un gran esfuerzo tecnológico y para 1981 unas cifras previstas de inversión en el sector energético son (en pesetas de 1981), de 480.000 millones de pesetas desglosadas en: 18.600 M.P. para el carbón; 76.000 M.P. para el petróleo; 25.000 M.P. para gas natural; 286.000 M.P. para el

sector eléctrico; 8.000 M.P. nuclear y 15.800 M.P. para nuevas tecnologías con relación a la energía.

El problema energético puede ser un cuello de botella para la economía española que va a exigir la renuncia de la sociedad española a los actuales niveles de vida.

Ante este panorama no hay más remedio que elaborar programas de exploración y explotación de recursos energéticos propios. Aquí van a jugar un gran papel los cuerpos técnicos ante el aumento de la demanda.

Igualmente, en los planes de exploración, van a participar las sociedades autónomas del Estado: IGME, ADARO, JEN, ENUSA, HISPANOIL, etc.

ENUSA y JEN, como prospectoras de uranio, HISPANOIL y CAMPSA en la explotación de hidrocarburos (gas en Cádiz y Bermeo). Se pretende que a partir del año 83, el Estado no tenga que aportar inversiones en la investigación de hidrocarburos, ya que las Sociedades autónomas y las privadas se autofinanciarán.

Respecto al uranio, existe una ligera insuficiencia que será paliada en 1981, aunque hasta el 82 no se verán los resultados.

Hay que paliar también la insuficiencia de reservas en lo referente al carbón mediante fuertes estímulos a la investigación.

TRANSFORMACION DE ENERGIA

En estos momentos se construyen 14 centrales térmicas de carbón de 5.000 megavatios de potencia cada una (tipo Meirama); siete centrales nucleares standard de 7.000 megavatios de las que la de Almaraz ya está en pruebas y otras cuatro autorizadas. El grupo II de Trillo con fuerte inclusión del sector público ya ha sido también adjudicado. El Centro de Investigación nuclear de Soria ya está autorizado; el de concentración de uranio en Juzbado (Salamanca) se autorizará en breve plazo. Todo esto implica problemas de almacenamiento de residuos y combustible. Además hay ocho centrales hidráulicas en construcción, de 1.200 megavatios.

Respecto al gas natural, ENAGAS invierte en la infraestructura de gaseoductos, que ya llegan a Vitoria, por un lado, y a Castellón por otro.

La inversión en la minería del carbón se tramita por el Ministerio, tanto la explotación en los próximos años, como el nuevo sistema de los acuerdos a medio plazo entre la Administración y las empresas. Estos acuerdos se basan en financiación con crédito oficial a cambio de compromisos de producción.

El carbón requiere precios realistas y apoyo a la inversión que esperamos sean aprobados antes de final de año por el Consejo de Ministros.

Las producciones de gas natural pueden estimarse en torno a los 20.000 millones de metros cúbicos en el sondeo Casablanca; en Cádiz, 12.000 millones; y Serrablo (Huesca): 10.000 millones, sin olvidar el importante yacimiento descubierto en Bermeo, que tiene 50 km², con 3 ó 4 estructuras próximas menores a sólo 90 metros de profundidad.

En resumen, el potencial de reservas energéticas españolas lo componen por este orden: el carbón, gas natural, uranio y petróleo. No cabe duda que es rentable invertir en exploraciones. En 1980 el coste del petróleo va a ser el 5,5 del P. I. B. y en 1981 el 2,4 % más, que equivale al 12,5 %. Sin el desarrollo del P. E. N. sería absolutamente imposible enfrentarnos a estas cantidades crecientes.

Notas bibliográficas

GEOLOGIA GENERAL

00898. **Primeras jornadas de investigación científica y técnica: Invespaña 80.** C. S. I. C.

Boletín Información Consejo Superior Investigaciones Científicas (1980), pp. 1-51, esp., bibl. IGME.

* Reunión, Geología, Investigación en curso, España.

00934. **Colección de gemas del I. G. E. (Instituto Gemológico Español).**

Boletín Instituto Gemológico Español (1979), núm. 19, pp. 17-20, esp., bibl. IGME.

* Colección, Gema, Institución, Madrid, Instituto Gemológico Español, Provincia Madrid.

00938. **Estereoscopia en fotografía aérea.** FLORENCE MORELLA, A.

Cuadernos de Fotointerpretación (1971), núm. 2, pp. 1-87, esp., bibl. IGME.

* Interpretación, Fotografía aérea, Instrumentación, Estereoscopia.

00939. **Diferencias de nivel en fotografía aérea.** FLORENCE MORELLA, A.

Cuadernos de Fotointerpretación (1972), núm. 5, pp. 1-76, esp., bibl. IGME.

* Interpretación, Fotografía aérea, Altitud, Error, Instrumentación, Estereoscopia.

00967. **Nuevo método para identificar las características del terreno entre los agujeros de sondeo.** DAVIS, D. T.; LYTE, R. J.; LAGER, D. L., y LAINE, E. F.

Canteras Expl (1980), núm. 160, pp. 57-59, esp., bibl. IGME.

* Ensayo «in situ», Sondeo, Método nuevo, Electromagnético, Propiedad eléctrica, Algoritmo, Alta frecuencia.

01063 **La Fundación Juan March 1955-1980** (1980, pp. 1-143, esp., bibl. IGME.

* Informe de actividad, Sociedad científica, Fundación Juan March, España.

ESTRATIGRAFIA

01004. **Differences in stratigraphy and metamorphism between superposed Malaguide and Alpujarride units in the España area (Betic cordilleras, Spain).** MAKEL, G. H., y RONDEEL, H. E.

Estud. Geol. (1979), 35, pp. 109-117, ing., ref. (23), bibl. IGME.

* Corte geológico, Metamorfismo, Trías, Sierra Espuña, Zona bética, Provincia Murcia.

01005. **Descripción del frente distal de un abanico fluvial húmedo en el Terciario continental situado al E de la sierra Altomira.** DIAZ MOLINA, M.

Estud. Geol. (1979), 35, p. 119, esp., res. ing., ref. (24), bibl. IGME.

* Cono aluviones, Sedimentación continental, Paleocorriente, Estratificación cruzada, Oligoceno Superior, Mioceno Inferior, Corte Geológico, Provincia Cuenca.

01008. **El terciario continental de la Depresión Intermedia (Cuenca). Bloestratigrafía y Paleogeografía.** DIAZ MOLINA, M., y LOPEZ MARTINEZ, N.

Estud. Geol. (1979), 35, pp. 149-167, esp., res. fra., ref. (37), bibl. IGME.

* Sedimentación continental, Cretáceo Superior, Paleógeno, Neógeno, Corte geológico, Fauna vertebrados, Paleogeografía, Provincia Cuenca.

01011. **Síntesis bioestratigráfica (foraminíferos) del Neógeno marino del sector central de la provincia de Albacete, España.** USERA, J.; CALVO-SORANDO, J. P., y MARQUEZ, L.

Estud. Geol. (1979), 35, pp. 199-204, esp., ref. (18), bibl. IGME.

* Fauna específica, Fauna foraminífera, Mioceno, Marga, Caliza, Medio bentónico, Provincia Albacete.

01014. **Estudio petrológico y sedimentológico del Cretácico Superior en la transversal Mota del Cuervo-Alarcón (Provincia de Cuenca).** FERNANDEZ CALVO, C.; YEBENES, A., y DE LA PEÑA, J. A.

Estud. Geol. (1979), 35, pp. 219-229, esp., res. ing., ref. (35), bibl. IGME.

* Carbonato, Arcilla, Marga, Difracción R-X, Microfacies, Corte geológico, Cretáceo Superior, Provincia Cuenca.

01015. **Estudio bioestratigráfico (Ammonoideo) del Aaleniano y Bajociense en Asturias.** FERNANDEZ LOPEZ, S., SUAREZ VEGA, L. C.

Estud. Geol. (1979), 35, pp. 231-239, esp., res. ing., ref. (17), bibl. IGME.

* Sedimentación marina, Diagénesis, Fauna cefalopodo, Fauna específica, Corte geológico, Aaleniano, Bajociense, Correlación, Asturias.

01021. **Precisiones a la estratigrafía del Vallesiense terminal de los alrededores de Terrassa (Barcelona).** SANTA-FE-LLOPIS, J. V.; CALZADA-BADIA, S., y CASANOVAS-CLADELLAS, M. L.

Estud. Geol. (1979), 35, pp. 291-297, esp., res. ing., ref. (10), bibl. IGME.

* Mioceno superior, Corte geológico, Fauna mamífera, Falla, Vallesiense, Terrassa, Provincia Barcelona.

01024. **Aportaciones al conocimiento de la paleogeografía y paleoecología de los niveles fosilíferos del Santoniense del Montsee (provincia de Lérida).** LLOMPART, C.

Estud. Geol. (1979) 35, pp. 311-318, esp., res. ing., ref. (19), bibliografía. IGME.

* Paleogeografía, Paleoecología, Fauna, Santoniense, Arcilla, Marga, Caliza, Sierra del Montsech, Provincia Lérida.

GEOMORFOLOGIA

00907. **Cartografía geomorfológica de les terrasses del Llobregar, entre la Puda i Abrera.** JARDI, M.

Muntanya (1979), 87, núm. 706, pp. 556-561, cat., ref. (15), bibliografía. IGME.

* Terraza, Mapa geomorfológico 1:50.000, Depósito fluvial, Río Llobregat, Puda, Abrera, Provincia Barcelona.

00908. **L'eugollidor de la Sania.** ROMERO, M.

Muntanya (1979), 87, núm. 706, pp. 571-573, cat., bibl. IGME.

* Caverna, Morfología disolución, Río La Senia, Provincia Tarragona.

00911. **Sobre la progresiva ruina de nuestras costas arenosas.** COPEIRO, E., y GARAU SAGRISTA, C.

Rev. Obras Públicas (1980), núm. 3.185, pp. 795-802, esp., referencia (5), bibl. IGME.

* Erosión litoral, Control erosión, Playa, Línea de costa, La Marisma, Lloret de Mar, provincia Barcelona.

00941. **Sobre algunes cavitats de les comarques del Baix Camp i Priorat.** MONTSERRAT NEBOT, A.

Espeleoleg ere (1979), núm. 28, pp. 489-530, cat., ref. (10), bibliografía. IGME.

* Inventario, Caverna, Muschelkalk, Morfología disolución, Diaclasa, Caliza, Baix Camp i Priorat, Provincia Tarragona.

00950. **Expedició vulcano espeleologica. Rwanda 77.** MONTSERRAT NEBOT, A.

Muntanya (1978), 87, núm. 695, pp. 40-42, cat., bibl. IGME.

* Espeleología, Caverna, Arcilla con bloques, Cavidad volcánica, Ruanda.

00970. **Campanya espeleologica a l'Afganistá.** CHABERT, B., y UBACH TARRES, M.

Espeleoleg ere (1978), núms. 26-27, pp. 385-429, cat., ref. (9 p.), bibl. IGME.

* Espeleología, Inventario, Caverna, Morfología disolución, Fauna, Flora, Afganistán.

00971. **La «cueva del hielo» (Tenerife-illes Canarias).** MONTSERRAT NEBOT, A.

Espeleoleg ere (1978), núms. 26-27, pp. 437-442, cat., ref. (3), bibl. IGME.

* Caverna, Roca volcánica, Termokarst, Morfología disolución, Cueva del hielo, Teide, Canarias, Tenerife.

00972. **Cova del Picarol.** AMENOS VIDAL, A.

Espeleoleg ere (1978), núms. 26-27, pp. 443-449, cat., bibl. IGME.

* Caverna, Morfología disolución, Diaclasa, Conglomerado, Roca arcillosa, Agua subterránea, Cova del Picarol, Provincia Barcelona.

00973. **Forat Negre. Cova del Forat Negre.** ORTA, J.

Espeleoleg ere (1978), núms. 26-27, pp. 450-452, cat., bibl. IGME.

* Espeleología, Caverna, Eoceno Superior, Caliza, Subro-

sión, Fauna vertebrados, Moia, Cova del Forat Negre, Provincia Barcelona.

00974. **El Morterón de Hoyo Salzoso. Depressió de los Trillos: Santander.** GUAL, J.; ROBERT, A., y LLOSES, R.

Espeleoleg ere (1978), núms. 26-27, pp. 457-470, cat., bibl. IGME.

* Macizo montañoso, Depresión, Barremiense, Neoceniense, Caliza, Arcilla, Erosión glaciár, Hidrología de superficie, Caverna, Morfología karst, Agua subterránea, Fauna, El Morterón de Hoyo Salzoso, Depresión de los Trillos, Provincia Santander.

01010. **Las gnammas de la región de Alcañiz.** GUTIERREZ ELORZA, M., e IBANEZ MARCELLAN, M. J.

Estud. Geol. (1979), 35, pp. 193-198, esp., res. ing., ref. (12), bibliografía. IGME.

* Depresión, Arenisca, Caliza, Huella climática, Erosión, Disolución, Mioceno, Gnammas, Alcañiz, Caspe, Provincia Teruel, Provincia Zaragoza.

01022. **Deslizamientos intercuaternarios de bloques en la región de Vilel (Provincia de Teruel).** GUTIERREZ ELORZA, M., y PENA MONNE, J. L.

Estud. Geol. (1979), 35, pp. 299-303, esp., res. ing. fra., ref. (10), bibl. IGME.

* Corrimiento gravedad, Terraza, Glacis, Mioceno, Relieve estructural, Escama, Secundario, Vilel, Provincia Teruel.

GEOCRONOLOGIA

00935. **Determinación de la antigüedad arqueológica.**

Boletín Instituto Gemológico Español (1979), núm. 19, pp. 21-22, esp., bibl. IGME.

* Datación termoluminiscencia, Cerámica, Materia arcillosa, Cuarzo, Feldespato, U 238, Th 232, K 40, Isótopo.

01006. **Edades radiamétricas K-Ar del vulcanismo de la región central española.** ANCOCHEA, E.; GUILIANI, A., y VILLA, I.

Estud. Geol. (1979), 35, pp. 131-135, esp., res. ing., ref. (10), bibliografía. IGME.

* Roca volcánica, K-Ar, Datación, Mioceno Superior, Plioceno, Pleistoceno Inferior, 7,7±0,4 m.a., Provincia Ciudad Real.

GEOLOGIA MARINA

00937. **Anuario de mareas-1981.**

Anuario de mareas (1980), pp. 1-134, esp., bibl. IGME.

* Dato, Marea, Previsión 1981, Sahara Occidental, España, Portugal, Canarias, Ceuta, Guinea Ecuatorial, Sahara.

GEOLOGIA EXTRATERRESTRE

00897. **Actividad solar en 1977.** LOPEZ ARROYO, M.
Bol. astron. Obs. Madr. (1977), 10, núm. 2, pp. 1-40, esp., bibliografía. IGME.
* Dato, Sol.

GEOLOGIA DEL INGENIERO

00902. **El medio ambiente y los espacios subterráneos.** ENSENAT DE VILLALONGA, A.
Econ. ind. (1980), núm. 198, pp. 59-67, esp., bibl. IGME.
* Estudio crítico, Estudio impacto medio, Espacio subterráneo.

00912. **Influencia de la naturaleza mineralógica de las adiciones en el comportamiento de la pasta endurecida del cemento Portland. Acción del suelo.** SORIANO CARRILLO, J.
Rev. obras públicas (1980), núm. 3.186, pp. 861-867, esp., referencia (15), bibl. IGME.

- * Resistencia mecánica, Resistencia ruptura, Cemento industrial, Acción frío, Montmorillonita, Arcilla mineral, Sepiolita, Caliza, Dolomía, Composición mineralógica, Hielo.

00953. **Impact de l'exploitació de l'energia nuclear sobre el medi ambient.** FARRAS, A.
Muntanya (1978), 87, núm. 699, pp. 217-224, cat., bibl. IGME.

- * Energía nuclear, Isótopo, Radiación, Contaminación, Biosfera, Agua, Fauna, Flora, Contaminación térmica, Radioactividad.

00954. **El problema de l'aigua.** GALAN Y FREIXAS, J. R.
Muntanya (1979), 87, núm. 703, pp. 393-403, cat., bibl. IGME.

- * Ciclo agua, Balance agua, Permeabilidad, Contaminación, Río, Manto agua, Sustancia tóxica, Legislación, Agua, Potabilidad, Calidad agua.

00964. **Sismo de Lorca del 6 de junio de 1977. Sismicidad española en 1977.** MEZCUA, J.

- Bol. inf. Com. Perm. Normas Sismorresist.* (1978), núm. 1, pp. 23-24, esp., ref. (1 p.), bibl. IGME.

- * Sismo, Epicentro, Hipocentro, Plano falla, 6 de junio de 1977, Lorca, Provincia Murcia, España.

00965. **Terremotos más notables ocurridos en el mundo durante 1977.**

- Bol. inf. Com. Perm. Normas Sismorresist.* (1978), núm. 1, pp. 25-27, esp., ref. (1 p.), bibl. IGME.

- * Inventario, Sismo, Epicentro, Hipocentro, Intensidad, 1977, Mundo.

00977. **Puesta a punto de un método automático para el análisis de yesos industriales.** GUILHOT, B.; GASPAR, J. P.; LELONG, B., y SOUSTELLE, M.

- Yeso. Boletín informativo* (1980), núm. 34, pp. 3-8, esp., bibliografía. IGME.

- * Yeso, Aglomerante, ATG, Metodología, Material construcción.

00978. **El yeso y los áridos ligeros.** ANGULO, L.
Yeso. Boletín informativo (1980), núm. 39, pp. 9-13, esp., bibliografía. IGME.

- * Yeso, Riolita, Mezcla, Propiedad mecánica, Ensayo laboratorio, Aislante, Material construcción.

00979. **Revestimiento con yeso de proyectar.** LAHUERTA, J., y GUTIERREZ, M. A.

- Yeso. Boletín informativo* (1980), núm. 34, pp. 14-17, esp., bibliografía. IGME.

- * Yeso, Agua, Mezcla, Propiedad mecánica, Propiedad acústica, Aislante.

01064. **Memoria-resumen de actividades del Instituto Nacional de Ciencias del Medio Ambiente 1979.**

- Memoria-resumen de actividades del Instituto Nacional de Ciencias del Medio Ambiente 1979* (1980), pp. 1-147, esp., bibliografía. IGME.

- * Informe actividad, Institución, Protección medio ambiente, 1979, Instituto Nacional Ciencias Medio Ambiente, España.

PALEONTOLOGIA: GENERALIDADES

00900. **Dos nuevas técnicas de medición angular en los huesos largos humanos.** BERMUDEZ DE CASTRO RISUEÑO, J. M.

- Col-Pa* (1979), núm. 35, pp. 15-17, esp., ref. (2), bibl. IGME.
* Método nuevo, Goniometría, Anatomía locomoción, Hombro fósil.

00901. **Algunas consideraciones acerca de los estudios paleodemográficos y paleoepidemiológicos en poblaciones prehistóricas.** ARSUAGA, J. L., y PEREZ, P. J.

- Col-Pa* (1979), núm. 35, pp. 19-35, esp., ref. (2 p.), bibl. IGME.

- * Paleoecología, Prehistoria, Tanatocenosis.

00949. **Fulls de Bioespeleología.** OLEGUER ESCOLA.

- Espeleolog ere* (1979), núm. 29, pp. 631-632, cat., bibl. IGME.

- * Nomenclatura, Clasificación, Metodología.

01011. **Síntesis bloestratigráfica (foraminíferos) del Neógeno marino del sector central de la provincia de Albacete, España.** USERA, J.; CALVO-SORANDO, J. P., y MARQUEZ, L.

- Estud. Geol.* (1979), 35, pp. 199-204, esp., ref. (18), bibl. IGME.

- * Fauna específica, Fauna foraminífera, Mioceno, Marga, Caliza, Medio bentónico, Provincia Albacete.

01015. **Estudio bloestratigráfico (Ammonoideo) del Aalenense y Bajociense en Asturias.** FERNANDEZ LOPEZ, S. y SUAREZ-VEGA, L. C.

- Estud. Geol.* (1979), 35, pp. 231-239, esp., res. ing., ref. (17), bibl. IGME.

- * Sedimentación marina, Diagénesis, Fauna cefalópodo, Fauna específica, Corte geológico, Aalenense, Bajociense, Correlación, Asturias.

01024. **Aportaciones al conocimiento de la paleogeografía y paleoecología de los niveles fosilíferos del Santoniense del Montsee (provincia de Lérida).** LLOMPART, C.

- Estud. Geol.* (1979), 35, pp. 311-318, esp., res. ing., ref. (19), bibl. IGME.

- * Paleogeografía, Paleoecología, Fauna, Santoniense, Arcilla, Marga, Caliza, Sierra del Montsech, Provincia Lérida.

PALEONTOLOGIA DE LOS INVERTEBRADOS

00917. **Contribución al conocimiento estratigráfico del Paleógeno de la zona septentrional de la Depresión Central Catalana entre los ríos Llobregat y Merles (provincia de Barcelona y Gerona).** BUSQUETS-BUEZO, P.; SERRAKIEL, J., y REGUAN, S.

- Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., Secc. Geol.* (1979), 77, núms. 3-4, pp. 157-167, esp., res. ing., ref. (1 p.), bibl. IGME.

- * Paleógeno, Fauna foraminífero, Fauna específica, Río Llobregat, Río Merles, Depresión Central Catalana, Provincia Barcelona, Provincia Gerona.

00918. **Sobre dos Anomudae (Lamellibranchia) del Cretácico Inferior de Teruel (Cordillera Ibérica).** CALZADA, S.

- Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., Secc. Geol.* (1979), 77, núms. 3-4, pp. 169-173, esp., res. ing., ref. (1 p.), bibl. IGME.

- * Pectinacea, Cretáceo Inferior, Novedad, Vertinomia, Anomia, Provincia Teruel, Ibérica.

00919. **Estudio micropaleontológico del Neógeno de Mogón Iznatoraf (Jaén).** CAMPO VIQUIRI, J.

- Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., Secc. Geol.* (1979), 77, núms. 3-4, pp. 175-180, esp., res. ing., ref. (1 p.), bibl. IGME.

- * Tortonense, Fauna específica, Micropaleontología, Mogón-Iznatoraf, Zona 17 de Blow, Provincia de Jaén.

00920. **Actividad biogénica en los depósitos actuales de la playa de San Pedro de Antromero (Asturias).** FLOOR, G.; GARCIA RAMOS, J. C., y VALENZUELA, M.

- Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., Secc. Geol.* (1979), 77, núms. 3-4, pp. 181-197, esp., res. ing., ref. (2 p.), bibl. IGME.

- * Playa, Medio litoral, Bioturbación, Huella orgánica, Acción fauna, Fauna moluscos, Fauna ostrácodo, Fauna equinodermo, Fauna crustáceo, Asturias.

00925. **El grupo Reticulofenestra pseudoumbilica (Gartner) en el Mioceno superior-Plioceno inferior del estrecho Nor-Bético.** SAN MIGUEL ARRIBAS, M.

- Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., Secc. Geol.* (1979), 77, núms. 3-4, pp. 247-261, esp., res. ing., ref. (1 p.), bibl. IGME.

- * Cocolitos, Mioceno superior, Plioceno inferior, Paleoecología, Estrecho nor-Bético, Reticulofenestra, Provincia Cádiz, Provincia Sevilla, Provincia Jaén.

01001. **Algunos lamelibranchios miocénicos de Murcia.** CALZADA, S.

- Estud. Geol.* (1979), 35, pp. 73-76, esp., res. ing., ref. (7), bibliografía. IGME.

- * Carditida, Venerida, Nuevo grupo, Tortonense, Cardites partschi, Megacardita scabricosta, Paphia escorzai, Archena, Provincia Murcia.

01003. **Actualización de la sistemática de Almera y Bofill para los moluscos del Plioceno de la cuenca del bajo Llobregat y llano de Barcelona: Ibivalvia 1.º Paleotaxodonta; 2.º Peteriomophi A - Arcoida.** CUENCA ANAYA, A. M.

- Estud. Geol.* (1979), 35, pp. 93-107, esp., res. ing., ref. (60), bibl. IGME.

- * Arcina, Ctenodontida, Clasificación, Mioceno, Plioceno, Pleistoceno, Provincia Barcelona.

01007. **Consideraciones sobre el género Tithopeltoceras, Arkell (1953), en las Cordilleras Béticas (Zona Subbética, sector central).** OLORIZ, F., y TAVERA, J. M.

- Estud. Geol.* (1979), 35, pp. 137-147, esp., res. ing., ref. (10), bibl. IGME.

- * Perisphinctida, Titónico, Aspidoceras moriconii, Tithopeltoceras parakasbensis, Tithopeltoceras arkelli, Tithopeltoceras haranensis, Tithopeltoceras primus, Sierra Gorola, Sierra Harana, Sierra Gaena, Zona Bética, Provincia Murcia, Provincia Granada.

PALEONTOLOGIA DE LOS VERTEBRADOS

00921. **Los yacimientos de restos fósiles del Vindoboniense superior al Vallesiense superior de la región Sabadell-Tarrasa.** GOLPE POSSE, J. M.

- Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., Secc. Geol.* (1979), 77, núms. 3-4, pp. 199-212, esp., res. ing., ref. (3 p.), bibl. IGME.

- * Fauna vertebrados, Mioceno medio, Mioceno superior, Sabadell-Terrase, Vindoboniense superior, Vallesiense superior, Provincia Barcelona.

01008. **El terciario continental de la Depresión Intermedia (Cuenca). Bioestratigrafía y Paleogeografía.** DIAZ MOLINA, M., y LOPEZ MARTINEZ, N.

- Estud. Geol.* (1979), 35, pp. 149-167, esp., res. fra., ref. (37), bibl. IGME.

- * Sedimentación continental, Cretáceo superior, Paleógeno, Neógeno, Corte geológico, Fauna vertebrados, Paleogeografía, Provincia Cuenca.

TECTONICA

00995. **Evidencia geofísica para un modelo de evolución de las cuencas del Mediterráneo occidental.** BANDA, E., y CHANNELL, J. E.

- Estud. Geol.* (1979), 35, pp. 5-14, esp., res. ing., ref. (79), bibliografía. IGME.

- * Paleogeografía, Paleomagnetismo, Cuenca marginal, Subsistencia, Sísmica reflexión, Sísmica refracción, Mar Mediterráneo Oeste.

00998. **Análisis morfoestructural de los Llanos de Albacete y sus marcos montañosos.** MARTIN SERRANO, A., y GARCIA ABBAD, F. J.

Estud. Geol. (1979), 35, pp. 49-57, esp., res. ing., ref. (15), bibliografía. IGME.

* Depresión, Meseta, Relieve estructural, Tectónica de fractura, Estilo tectónico, Escama, Jurásico, Cretácico, Provincia Albacete.

00999. **Magnetic polarist mapping of Quaternary volcanic activity of Fuerteventura and Lanzarote (Canary Islands).** FUSTER, J. M., y CARRACEDO, J. C.

Estud. Geol. (1979), 35, pp. 59-65, ing., res. esp., ref. (14), bibliografía. IGME.

* Cartografía, Mapa geomagnético, Polarización, Inversión de campo, K-Ar, Datación, Canarias, Fuerteventura, Lanzarote.

01009. **Las deformaciones hercínicas del límite Somosierra-Guadarrama (Sistema Central).** FERNANDEZ CASALS, M. J.

Estud. Geol. (1979), 35, pp. 169-191, esp., res. ing., ref. (3 p.), bibl. IGME.

* Tectónica superpuesta. Orogenia hercínica, Cabalgamiento, Esquistosidad, Foliación, Pliegue capa, Falla, Primario, Hercínico Central, Provincia Madrid.

01013. **Estudio estructural de los principales afloramientos cuarcíticos del área Guijuelo-Béjar-Piedrahita (provincia Salamanca-Avila).** BABIN VICH, R. R.

Estud. Geol. (1979), 35, pp. 213-218, esp., res. ing., ref. (13), bibl. IGME.

* Cuarcita, Microtectónica, Tectónica superpuesta, Esquistosidad, Estratificación entrecruzada, Foliación, Diaclasa, Pliegue capa, Kink band, Orogenia hercínica, Provincia Avila, Provincia Salamanca.

HIDROLOGIA

00899. **A. L. 288-1 de Hadar (Afar, Etiopía) y la evolución del coxal en el grupo humano.** ARSUAGA, J. L.

Col-Pa (1979), núm. 35, pp. 7-14, esp., ref. (1 p.), bibl. IGME.

* Morfología funcional, Hombre fósil.

00903. **Expedició espeleológica Papua-Nova Guinea 1978.** MONTSERRAT NEBOT, A.

Espeleoleg ere (1980), núm. 30, pp. 637-679, cat., ref. (3 p.), bibliografía. IGME.

* Red kárstica, Morfología disolución, Caliza, Terciario, Inventario, Caverna, Geomorfología, Papouasie Nouvelle Guinee.

00906. **El clima i les aigües dels Països Catalans.** PANADERA, J. M., y NUET, J.

Muntanya (1978), 87, núm. 698, pp. 69-84, cat., bibl. IGME.

* Climatología, Régimen hidrológico, Hidrología superficial, Catálogo, Región Valenciana, Baleares.

00909. **Estudio de los caudales drenados o infiltrados por redes planas de drenas verticales completas bajo macizos impermeables. 4. Estudio analógico bidimensional vertical. Cálculo de caudales.** CRUCES DE ABIA, J.

Rev. obras públicas (1980), núm. 3.185, pp. 777-787, esp., referencia (8), bibl. IGME.

* Ecuación matemática, Caudal, Red de drenaje.

00910. **La rentalización de las aguas residuales como complemento de los recursos hidráulicos.** CAJIGAS DELGADO, A.

Rev. obras públicas (1980), núm. 3.185, pp. 789-794, esp., referencia (5), bibl. IGME.

* Depuración, Agua contaminada, Recursos de agua.

00942. **Sobre algunes cavitats de les comarques del Baix Camp i Priorat (2).** MONTSERRAT NEBOT, A.

Espeleoleg ere (1979), núm. 29, pp. 580-598, cat., ref. (5), bibliografía. IGME.

* Karst, Inventario, Caverna, Morfología, Proceso clástico, Baix Camp, Priorat.

00943. **Solsonès 2: L'Avenc de Coll d'Alzina (Oriola, Solsonès).** OLEGUER ESCOLA.

Espeleoleg ere (1979), núm. 29, pp. 609-611, cat., bibl. IGME.

* Karst, Caverna, Conglomerado, Marga, Diaclasa, Infiltración, Morfología, Fauna, Oriola, Solsonès, Provincia Lérida.

00944. **Cova del Mandil (Cova del Diable).** OLEGUER ESCOLA, BOADA.

Espeleoleg ere (1979), núm. 29, cat., bibl. IGME.

* Karst, Caverna, Caliza, Fauna, Morfología, Río Gaia, Cal Mandil, Provincia Valencia.

00945. **Bófia dels Coms.** OLEGUER ESCOLA, BOADA.

Espeleoleg ere (1979), núm. 29, cat., bibl. IGME.

* Karst, Caverna, Caliza, Diaclasa, Aptiense, Sierra de Prada, Cabó.

00946. **Bófia de les olives.** OLEGUER ESCOLA.

Espeleoleg ere (1979), núm. 29, cat., bibl. IGME.

* Karst, Caverna, Caliza, Aptiense, Cabó.

00947. **Forat del Nadal.** OLEGUER ESCOLA, BOADA.

Espeleoleg ere (1979), núm. 29, cat., bibl. IGME.

* Karst, Caverna, Caliza, Dolina, Diaclasa, Fauna, Aptiense, Morfología, Cabó.

00948. **Operació Cascade Range 79.** MONTSERRAT NEBOT, A.

Espeleoleg ere (1979), núm. 29, pp. 623-629, cat., bibl. IGME.

* Excursión, Espeleología, Caverna, Pipa, Vulcaniano, Montañas Guscade, EE. UU.

00983. **L'avenc del pla de Lifrago.** IBÁÑEZ, LL.

Espeleoleg ere (1978), núm. 21, pp. 5-9, cat., res. esp., ref. (2), bibliografía. IGME.

* Caverna, Caliza, Cretácico, Karst, Falla, Corte geológico, Cáliz, Provincia Castellón.

00984. **Visión termodinámica de los fenómenos karstícos I. Somera introducción a la termodinámica.**

Espeleoleg ere (1978), núm. 21, 11-16, esp. ref. (3), bibl. IGME.

* Karst, Caverna, Caliza, Dolomía, Termodinámica.

00985. **La Sima de la Rama.** FERRO, A.

Espeleoleg ere (1978), núm. 21, pp. 17-21, cat., res. esp., ref. (2), bibl. IGME.

* Caverna, Caliza, Cretácico, Morfología, Cañada de Benatanduz, Provincia Teruel.

00986. **Els fenòmens cárstics del massís de Perillos I: L'avenc del Plá de Perillos (Rosselló).**

Espeleoleg ere (1978), núm. 21, pp. 23-26, cat., res. esp., bibl. IGME.

* Karst, Caverna, Rosselló, Perillós, Pirineos Orientales.

00987. **Contribució al coneixement espeleològic dels parts del Caro.**

Espeleoleg ere (1978), núm. 22, pp. 47-56, cat., res. esp., bibl. IGME.

* Caverna, Plano estratificación, Diaclasa, Filtración, Ports del Caro, Provincia Tarragona.

00990. **Visión termodinámica de los fenómenos kársticos II. Factores genéticos de las cavidades.**

Espeleoleg ere (1978), núm. 22, pp. 5-13, esp., res. cat., ref. (2), bibl. IGME.

* Karst, Termodinámica, Lixiviación, Caliza, Cristalización, Calcita, Aragonito, Concreción.

00991. **La «Cueva del Turcacho» y altres cavitats a Iglesuela del Cid (Terol).** FERRO, A.

Espeleoleg ere (1978), núm. 22, pp. 15-26, cat., res. esp., ref. (3), bibl. IGME.

* Karst, Cretácico, Caliza, Inventario, Caverna, Iglesuela del Cid, Provincia Teruel.

00992. **L'avenc de la discòrdia i l'avenc-G. I. E. S. C.** BORONAT, M.

Espeleoleg ere (1978), núm. 22, pp. 27-32, cat., res. esp., bibl. IGME.

* Caverna, Dolina, Sierra de la Morella, Provincia Barcelona.

00993. **Nota sobre dues cavitats localitzades al límit del Solsonès a el Berguedà.**

Espeleoleg ere (1978), núm. 22, pp. 41-46, cat., res. esp., bibl. IGME.

* Karst, Caverna, Plano estratificación, Caliza, Conglomerado, Provincia Lérida.

00994. **Contribució al coneixement espeleològic dels parts del Caro (Baix Ebre IV), La Mola de Catí i el Mont Caro.**

Espeleoleg ere (1978) núm. 21, pp. 27-70, cat., res. esp., ref. (4), bibl. IGME.

* Caverna, Caliza, Jurásico, Dolomía, Cretácico, Inventario, Morfología, Ports del Caro, Provincia Tarragona.

MINERALOGIA

00927. **Estudio de inclusiones por el método de los tres granos.** ZAPATERO, L.

Boletín del Instituto Gemológico Español (1977), núm. 16, pp. 21-25, esp., bibl. IGME.

* Gema, Microscopio, Lámina delgada, Método nuevo, Metodología análisis, Método de los tres granos.

00928. **Vuelven las perlas.** GUILLEN, P.

Boletín del Instituto Gemológico Español (1978) núm. 17, pp. 9-22, esp., bibl. IGME.

* Gema, Perla, Clasificación.

00929. **Estudio de las proporciones de talla en el diamante.** COZAR, J. S.

Boletín del Instituto Gemológico Español (1978), núm. 17, pp. 27-31, esp., bibl. IGME.

* Diamante, Industria, Instrumentación, Talla brillante, Proporcionscopio.

00930. **Una nueva síntesis.** ANDRES GAYON, J. I.

Boletín del Instituto Gemológico Español (1978), núm. 17, pp. 37-38, esp., bibl. IGME.

* Diamante, Síntesis, Microscopio, Crecimiento cristalino, Propiedad óptica.

00931. **Características generales de los elementos de transición.** FRUTOS MARTINEZ, M. J.

Boletín del Instituto Gemológico Español (1978), núm. 18, pp. 5-11, esp., ref. (1 p.), bibl. IGME.

* Actínido, Metales raros, Inclusión, Gema, Cristalografía, Propiedad óptica, Propiedad física.

00932. **El Vanadio.** UREÑA PLAZA, J. F.

Boletín del Instituto Gemológico Español (1978), núm. 18, pp. 15-18, esp., bibl. IGME.

Vanadio, Mineral.

00933. **Cámara de luminiscencia de gemas frente a los Rayos X.** FOLGUERAS, S., y RODRIGUEZ MARTINEZ, J.

Boletín del Instituto Gemológico Español (1979), núm. 19, pp. 11-15, esp., res. ing., bibl. IGME.

* Gema, Luminiscencia, Rayos X, Diagrama monocristal, Instrumentación.

00958. **Estudio de la paragénesis de los sulfuros complejos de la provincia de Huelva con vista a su posible beneficio (1980).** GARCIA SALINAS, P.

Boletín del Instituto Gemológico Español (1980), pp. 1-93, esp., ref. (37), bibl. IGME.

* Sulfuro, Paragénesis, Yacimiento hidrotermal, Devónico, Microscopio, Producción, Explotación, Calidad mineral, Provincia Huelva.

00968. **Estudio sobre el ópalo sintético con el microscopio electrónico de retículo.** FALTER, M., y LIEBERTZ, J.

Gemología (1978), 10, núms. 37 a 40, pp. 13-25, esp., ref. (17), bibl. IGME.

* Opalo, Síntesis, Microscopio electrónico, Estructura cristalina, Propiedad óptica.

00969. **Un crisoberilo insólito.** FARN, A. E.

Gemología (1978), 10, núms. 37 a 40, pp. 28-29, esp., bibl. IGME.

* Dato, Crisoberilo, Pegmatita, Propiedad óptica, Propiedad mecánica.

01112. **Mineralogía y Geoquímica de las bentonitas de la zona norte de Cabo de Gata (Almería). IV: Area de Pozo Usero.** REYES, E., HUERTAS, F., y LINARES, J.

Estud. Geol. (1979), 35, pp. 355-362, esp., res. ing., ref. (6), bibliografía. IGME.

* Bentonita, Esmeclita, Análisis mayores, Análisis químicos, Propiedad físico-química, Yacimiento hidrotermal, Sierra de Cabo de Gata, Pozo Usero, Provincia Almería.

01113. **Mineralogía y Geoquímica de las bentonitas de la zona norte de Cabo de Gata (Almería). V: Área de los Troncos.** REYES, E.; HUERTAS, F., y LINARES, J.

Estud. Geol. (1979), 35, pp. 363-370, esp., res. ing., ref. (6), bibliografía. IGME.

* Bentonita, Esmectita, Análisis mayores, Análisis químicos, Cristalografía, Yacimiento hidrotermal, Sierra de Cabo de Gata, Los Troncos, Provincia Almería.

01114. **Estudio óptico de la esfalerita (Blenda acaramelada de Picos de Europa, Santander (España)).** VELASCO, F., y PESQUERA, A.

Estud. Geol. (1979), 35, pp. 371-377, esp., res. ing., ref. (20), bibliografía. IGME.

* Blenda, Sulfuro, Propiedad óptica, Microscopio, Análisis menores, Dureza, Picos de Europa, Provincia de Santander.

01120. **Una estructura tecto-diagenética en la caliza del páramo al SE de Madrid.** BUSTILLO REVUELTA, M. A.

Estud. Geol. (1979), 35, pp. 425-431, esp., res. ing., ref. (9), bibliografía. IGME.

* Calcita, Recristalización, Estructura cristalina, Carbonato, Campo Real, Valdilecha, Provincia Madrid.

01121. **Estudio de la celestina del yacimiento de la «Hortichuela» (Murcia).** ALIAS PEREZ, L. J.; FERNANDEZ TAPIA, M. T., y ORTIZ SILLA, R.

Estud. Geol. (1979), 35, pp. 433-436, esp., res. ing., ref. (13), bibliografía. IGME.

* Celestina, Forma cristalina, Difracción RX, Constante reticular, Análisis químico, Sulfato, Propiedad óptica, La Hortichuela, Provincia Murcia, Zona Bética.

01025. **Sobre la influencia del transporte en la formación de caras curvas en cristales. I Parte teórica.** PRIETO, M.; GARCIA RUIZ, J. M., y AMOROS, J. L.

Estud. Geol. (1979), 35, pp. 319-323, esp., res. ing., ref. (14), bibliografía. IGME.

* Teoría, Imperfección de superficie, Crecimiento cristalino, Superficie curva.

PETROLOGIA DE ROCAS SEDIMENTARIAS

00923. **Procesos diagenéticos del complejo arrecifal (formación Moniello-Santa Lucía) de edad Emsiense-Cuviniense en Asturias y León. Cordillera Cantábrica.** MANJON, M.

Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., Secc. Geol. (1979), 77, núms. 3-4, pp. 223-237, esp., res. ing., ref. (2 p.), bibl. IGME.

* Arrecife, Emsiense, Diagénesis, Bioturbación, Caliza, Dolomía, Porosidad, Cemento roca, Cuviniense, Formación Moniello-Santa Lucía, Asturias, Provincia León, Cantábrica.

00924. **Aportación al estudio de la depresión de Campo Arañuela, límite occidental de la Fosa del Tajo.** MUÑOZ MILLANES, L.

Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., Secc. Geol. (1979), 77, núms. 3-4, pp. 239-246, esp., res. ing., ref. (1 p.), bibl. IGME.

* Depresión, Sedimentación detrítica, Terciario, Orogenia alpina, Corte geológico, Campo Arañuelo, Provincia Cáceres, Provincia Toledo, Cuenca Tajo.

00926. **Identificación física del ámbar.** IGEA, J.

Boletín del Instituto Gemológico Español (1977), núm. 16, pp. 13-19, esp., bibl. IGME.

* Ambar, Espectrografía de absorción, Metodología, Análisis.

00976. **Correlación entre textura cristalina y propiedades mecánicas de los yesos endurecidos. Estudio preliminar.** MURAT, PUSZTASZERI y GREMION.

Yeso. Boletín Informativo (1980), núm. 33, pp. 3-11, esp., referencia (11), bibl. IGME.

* Yeso, Crecimiento cristalino, Propiedad mecánica.

01005. **Descripción del frente distal de un abanico fluvial húmedo en el Terciario continental situado al E de la sierra Altomira.** DIAZ MOLINA, M.

Estud. Geol. (1979), 35, p. 119, esp., res. ing., ref. (24), bibliografía. IGME.

* Cono aluviones, Sedimentación continental, Paleocorriente, Estratificación cruzada, Oligoceno superior, Mioceno Inferior, Corte geológico, Provincia Cuenca.

01012. **Formaciones tobáceas del Valle del río Tajuña entre Brihuega-Masegoso (provincia de Guadalajara).** ORDÓÑEZ, S., y GONZALEZ, J. A.

Estud. Geol. (1979), 35, pp. 205-212, esp., res. ing., ref. (19), bibl. IGME.

* Travertino, Génesis, Modelo, Quimismo, Mioceno, Valle del Tajuña, Provincia Guadalajara.

01014. **Estudio petrológico y sedimentológico del Cretácico Superior en la transversal Mota del Cuervo-Alarcón (provincia de Cuenca).** FERNANDEZ CALVO, C.; YEBENES, A., y DE LA PEÑA, J. A.

Estud. Geol. (1979), 35, pp. 219-229, esp., res. ing., ref. (35), bibl. IGME.

* Carbonato, Arcilla, Marga, Difracción R-X, Microfacies, Corte geológico, Cretácico Superior, Provincia Cuenca.

01016. **Características sedimentológicas de los paleocanales de la unidad detrítica superior al N de Huete (Cuenca).** DIAZ MOLINA, M.

Estud. Geol. (1979), 35, pp. 241-251, esp., res. ing., ref. (28), bibl. IGME.

* Paleocorriente, Morfología río, Río anastomosado, Corte geológico, Clasificación, Huete, Provincia Cuenca.

01023. **Sedimentología del lago de Carucedo (Ponferrada-León).** SANTOS, J. A.; MINGARRO, F., y ORDÓÑEZ, S.

Estud. Geol. (1979), 35, pp. 305-310, esp., res. ing., ref. (4), bibliografía. IGME.

* Sedimentología, Sedimentación lacustre, Conglomerado, Silt, Pleistoceno reciente, Würmiense, Ponferrada, Provincia León.

01026. **Estudio petrológico de la «Unidad Salina» de la Cuenca del Tajo.** GARCIA DEL CURA, A.; ORDÓÑEZ, S., y LOPEZ-AGUAYO, F.

Estud. Geol. (1979), 35, pp. 325-339, esp., res. ing., ref. (11), bibliografía. IGME.

* Evaporita, Petrofábrica, Paragénesis, Textura, Corte sondeo, Cuenca Tajo, Provincia Madrid, Provincia Toledo.

PETROLOGIA DE ROCAS IGNEAS Y METAMORFICAS

01013. **Estudio estructural de los principales afloramientos cuarcíticos del área Guijuelo-Béjar-Piedrahita (provincia de Salamanca-Avila).** BABIN VICH, R. B.

Estud. Geol. (1979), 35, pp. 213-218, esp., res. ing., ref. (13), bibliografía. IGME.

* Cuarzita, Microtectónica, Tectónica superpuesta, Esquistosidad, Foliación, Estratificación entrecruzada, Diacasa, Pliegue tumbado, Kink band, Orogenia hercínica, Provincia Avila, Provincia Salamanca.

01018. **Fenómenos de hauynización de enclaves en tahititas de Gran Canaria.** DORRONSORO URRUTIA, C.

Estud. Geol. (1979), 25, pp. 259-277, esp., res. ing., ref. (1 p.), bibl. IGME.

* Fonolita, Composición máfica. Hauyna, Enclave roca, Metasomatismo, Cálculo petrográfico, Pleistoceno reciente, Holoceno, Tahitita, Canarias, Gran Canaria.

01019. **Nódulos cordieríticos en el granito de La Cabrera (Sistema Central Español).** BELLIDO, F., y BARRERA, J. L.

Estud. Geol. (1979), 35, pp. 279-284, esp., res. ing., ref. (11), bibliografía. IGME.

* Cordierita, Nódulo, Granito, Análisis mayores, La Cabrera, Provincia Madrid.

01020. **Migmatización en las series metamórficas de la vertiente norte de la Sierra de Guadarrama.** FUSTER, J. M., y VILLASECA, C.

Estud. Geol. (1979), 35, pp. 285-290, esp., res. ing., ref. (12) bibliografía. IGME.

* Gneis, Migmatización, Anatexia, Metamorfismo, Cálculo petrográfico, Gneis glandular, Sierra Guadarrama, Provincia Segovia.

SILICATOS

01017. **Estudio de cristalizaciones naturales. I. Formación de cristales huecos y esqueléticos.** AMOROS, J. L., y BARRERA, J. L.

Estud. Geol. (1979), 35, pp. 253-258, esp., res. ing., ref. (7), bibliografía. IGME.

* Imperfección cristalina, Crecimiento cristalino, Roca volcánica, Nucleación, Saturación, Enfriamiento, Cristal creux.

NO SILICATOS

00913. **Estudios sobre la estructura y consideraciones sobre la génesis de menas de mercurio. I. Yacimiento de Almadén, Ciudad Real.** CALVO, F. A., y GUILLEMANY, J. M.

Rev. R. Acad. Cienc. Exactas Fis. Nat. Madr. (1980), 74, número 3, pp. 400-415, esp., res. ing., ref. (13), bibl. IGME.

* Cinabrio, Sulfuro, Estructura cristalina, Dato mineral, Diagrama equilibrio, Dato MEB, Mercurio, Génesis yacimiento, Yacimiento impregnación, Almadén, Ciudad Real.

00914. **Estudio sobre la estructura y consideraciones sobre la génesis de menas de mercurio. II. Yacimiento de Caunedo, Asturias.** CALVO, F. A., y GUILLEMANY, J. M.

Rev. R. Acad. Cienc. Exactas Fis. Nat. Madr. (1980), 74, número 3, pp. 417-431, esp., res. ing., ref. (12), bibl. IGME.

* Cinabrio, Sulfuro, Estructura cristalina, Dato mineral, Dato MEB, Mercurio, Génesis yacimiento, Yacimiento impregnación, Caunedo, Asturias.

00915. **Estudio sobre la estructura y consideraciones sobre la génesis de menas de mercurio. III. Yacimiento de Tarna, León.** CALVO, F. A., y GUILLEMANY, J. M.

Rev. R. Acad. Cienc. Exactas Fis. Nat. Madr. (1980), 74, número 3, pp. 433-444, esp., res. ing., ref. (7), bibl. IGME.

* Cinabrio, Sulfuro, Estructura cristalina, Dato mineral, Dato MEB, Mercurio, Génesis yacimiento, Yacimiento impregnación, Tarna, Provincia León.

01002. **Petrografía y geoquímica de yesos actuales continentales de la región manchega.** CARENAS, B., y MARFIL, R.

Estud. Geol. (1979), 35, pp. 77-92, esp., res. ing., ref. (32), bibliografía. IGME.

* Yeso, Actual, Textura, Análisis menores, Medio lacustre, Superficie, La Mancha, Provincia Ciudad Real, Provincia Toledo, Provincia Albacete.

YACIMENTOLOGIA DE METALES

00913. **Estudio sobre la estructura y consideraciones sobre la génesis de menas de mercurio. I. Yacimiento de Almadén, Ciudad Real.** CALVO, F. A., y GUILLEMANY, J. M.

Rev. R. Acad. Cienc. Exactas Fis. Nat. Madr. (1980), 74, número 3, pp. 400-415, esp., res. ing., ref. (13), bibl. IGME.

* Cinabrio, Sulfuro, Estructura cristalina, Dato mineral, Diagrama equilibrio, Dato MEB, Mercurio, Génesis yacimiento, Yacimiento impregnación, Almadén, Provincia Ciudad Real.

00914. **Estudio sobre la estructura y consideraciones sobre la génesis de menas de mercurio. II. Yacimiento de Caunedo, Asturias.** CALVO, F. A., y GUILLEMANY, J. M.

Rev. R. Acad. Cienc. Exactas Fis. Nat. Madr. (1980), 74, número 3, pp. 417-431, esp., res. ing., ref. (12), bibl. IGME.

* Cinabrio, Sulfuro, Estructura cristalina, Dato mineral, Dato MEB, Mercurio, Génesis yacimiento, Yacimiento impregnación, Caunedo, Asturias.

00915. **Estudio sobre la estructura y consideraciones sobre la génesis de menas de mercurio. III. Yacimiento de Tarna, León.** CALVO, F. A., y GUILLEMANY, J. M.

Rev. R. Acad. Cienc. Exactas Fis. Nat. Madr. (1980), 74, número 3, pp. 433-444, esp., res. ing., ref. (7), bibl. IGME.

* Cinabrio, Sulfuro, Estructura cristalina, Dato mineral, Dato MEB, Mercurio, Génesis yacimiento, Yacimiento impregnación, Tarna, Provincia León.

00958. **Estudio de la paragénesis de los sulfuros complejos de la provincia de Huelva con vista a su posible beneficio.** GARCIA SALINAS, P.

Estudio de la paragénesis de los sulfuros complejos de la provincia de Huelva con vistas a su posible beneficio (1980), pp. 1-93, esp., ref. (37), bibl. IGME.

* Sulfuro, Paragénesis, Yacimiento hidrotermal, Devónico, Microscopio, Producción, Explotación, Calidad mineral, Provincia Huelva.

YACIMENTOLOGIA DE SUSTANCIAS NO METALICAS

01105. **Explotación de mármoles en la provincia de Almería.** GORROCHATAGUI DENDARIETA, I.

Expo-Almería 1 (1980), pp. 48-68, esp., bibl. IGME.

* Mármol, Génesis yacimiento, Metamorfismo, Explotación cielo abierto, Industria, Provincia Almería.

01112. **Mineralogía y Geoquímica de las bentonitas de la zona norte de Cabo de Gata (Almería). IV: Area de Pozo Usero.** REYES, E.; HUERTAS, F., y LINARES, J.

Estud. Geol. (1979), 35, pp. 355-362, esp., res. ing., ref. (6), bibliografía. IGME.

* Bentonita, Esmeclita, Análisis mayores, Análisis químicos, Propiedad físico-química, Yacimiento hidrotermal, Sierra de Cabo de Gata, Pozo Usero, Provincia Almería.

01113. **Mineralogía y Geoquímica de las bentonitas de la zona norte de Cabo de Gata (Almería). V: Area de los Troncos.** REYES, E.; HUERTAS, F., y LINARES, J.

Estud. Geol. (1979), 35, pp. 363-370, esp. res. ing., ref. (6), bibliografía. IGME.

* Bentonita, Esmeclita, Análisis mayores, Análisis químicos, Cristalografía, Yacimiento hidrotermal, Sierra de Cabo de Gata, Los Troncos, Provincia Almería.

SUELOS

00922. **Horizontes superficiales en suelo sobre material calizo.** HOYOS, A.; MORENO, A. M., y GONZALEZ, J.

Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., Secc. Geol. (1979), 77, núms. 3-4, pp. 213-221, esp., res. ing., ref. (1 p.), bibl. IGME.

* Suelo rico en humus, Caliza, Materia orgánica, Análisis químico, Granulometría, Sierra de Urbasa, Sierra de Aralar, Provincia Alava, Provincia Guipúzcoa.

01000. **Características de la fábrica en los suelos volcánicos de La Laguna (Tenerife).** GONZALEZ VALLEJO, L.; MEDINA NUÑEZ, J. A., y LEGUEY JIMENEZ, S.

Estud. Geol. (1979), 35, pp. 67-72, esp., res. ing., ref. (17), bibliografía. IGME.

* Suelo, Vulcano sedimentario, Microscopio, Fábrica, Estructura suelo, Canarias, Tenerife.

GEOQUIMICA DE SUELOS Y DE ROCAS

00996. **Estudio geoquímico de vulcanismo de la isla de Hierro, Archipiélago Canario.** PELLICER, J. M.

Estud. Geol. (1979), 35, pp. 15-29, esp., res. ing., ref. (57), bibliografía. IGME.

* Roca volcánica, Cálculo petrográfico, Dique, Proceso endógeno, Canarias, Hierro.

SISMOLOGIA

00962. **Sismicidad y riesgo sísmico.** LOPEZ ARROYO, A. *Bol. inf. Com. Perm. Normas Sismorresist.* (1978), núm. 1, pp. 9-12, esp., ref. (1), bibl. IGME.

* Sismicidad, Riesgo sísmico, Epicentro, Hipocentro, Sismotectónica.

00966. **Estación del Valle de los Caídos.** MEZCUA, J. *Bol. inf. Com. Perm. Normas Sismorresist.* (1978), núm. 1, pp. 41-42, esp., ref. (1), bibl. IGME.

* Espacio subterráneo, Sismicidad, Instrumentación, Estación del Valle de los Caídos, Provincia Madrid, España.

00989. **Boletín de sismos próximos.** *Boletín de sismos próximos* (1977), pp. 1-64, esp., bibl. IGME.

* Inventario, Localización, Epicentro, 1977, España.

ENERGIA

00916. **Nueva era energética.** *Rutas gas* (1980), núm. 15, pp. 33-44, esp., bibl. IGME.
* Reserva, Recurso natural, Energía, Mundo.

00951. **L'energia de l'urani.** PLA, E. *Muntanya* (1978), 87, núm. 699, pp. 202-209, cat., bibl. IGME.

* Uranio, U 238, U 235, Energía nuclear, Previsión, Central nuclear, Instrumentación, Vandellós, Cataluña, Provincia Tarragona.

00952. **El rics nuclear.** LLORET ORRIOLS, A. *Muntanya* (1978), 87, núm. 699, pp. 210-216, cat., bibl. IGME.

* Energía nuclear, Radiación, Polución, Desecho radioactivo, Medio, Transporte, Radioactividad.

00953. **Impacte de l'explotació de l'energia nuclear sobre el medi ambient.** FARRAS, A.

Muntanya (1978), 87, núm. 699, pp. 217-224, cat., bibl. IGME.

* Energía nuclear, Isótopo, Radiación, Polución, Biosfera, Agua, Fauna, Flora, Polución térmica, Radioactividad.

00975. **Estadística de energía eléctrica. Año 1979.**

Estadística de energía eléctrica (1980), pp. 1-190, esp., bibl. IGME.

* Estadística, Electricidad, Central eléctrica, Producción, Precio, Investigación, 1979, España.

01104. **Memoria Expo-Almería.** *Expo-Almería 1* (1980), pp. 1-209, esp., bibl. IGME.

* Reunión, Energía, Energía solar, Expo-Almería, Provincia Almería.

01107. **Central electrosolar de Almería.** MUNOZ TORRALBO, A.

Expo-Almería 1 (1980), pp. 163-175, esp., bibl. IGME.

* Proyecto, Programa, Energía solar, Central eléctrica, Central electrosolar, Provincia Almería.

01108. **Programa de energía solar del Instituto Nacional de Industria.**

Expo-Almería 1 (1980), pp. 176-179, esp., bibl. IGME.

* Política estado, Planificación, Energía solar, España.

01109. **La energía solar en el marco de una planificación energética para Andalucía.** ESTEVE RUIZ DE CASTANEDA, C.

Expo-Almería 1 (1980), pp. 180-191, esp., bibl. IGME.

* Estudio crítico, Planificación regional, Energía solar, Andalucía.

MAPAS

00999. **Magnetic polarist mapping of Quaternary volcanic activity of Fuerteventura and Lanzarote (Canary Islands).** FUSTER, J. M., y CARRACEDO, J. M.

Estud. Geol. (1979), 35, pp. 59-65, ing., res. esp., ref. (14), bibliografía. IGME.

* Cartografía, Mapa geomagnético, Polarización, Inversión de campo, K-Ar, Datación, Canarias, Fuerteventura, Lanzarote.

ECONOMIA DE MATERIALES

00958. **Estudio de la paragénesis de los sulfuros complejos de la provincia de Huelva con vistas a su posible beneficio (1980).** GARCIA SALINAS, P.

(1980), pp. 1-93, esp., ref. (37), bibl. IGME.

* Sulfuro, Paragénesis, Yacimiento hidrotermal, Devónico, Microscopio, Producción, Explotación, Calidad mineral, Provincia Huelva.

NORMAS PARA LOS AUTORES

Los trabajos que se reciban para su publicación en el BOLETÍN GEOLÓGICO Y MINERO serán revisados para decidir si procede su publicación.

Los autores deberán atenerse a las siguientes normas:

Texto.

Se entregará mecanografiado a doble espacio por una sola cara y con amplios márgenes. Este texto se considerará definitivo, deberá venir leído por el autor y perfectamente puntuado y con las correcciones de las erratas de mecanografía que fuesen precisas. En él será marcada la fecha de recepción y prioridad.

Cuando en el trabajo se acompañen figuras, cuadros y fotografías, el autor deberá dejar un pequeño espacio con indicación del lugar donde han de intercalarse si es posible.

Todos los trabajos en lengua española 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.

Idiomas.

Excepcionalmente podrán publicarse trabajos en otros idiomas (preferiblemente inglés o francés), siempre que abarquen temas sobre España y sean de autores extranjeros.

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 modificación alguna, adición o supresión 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 30 tiradas aparte con carácter gratuito por trabajo publicado. Cuando el autor desee un número mayor del indicado deberá hacerlo constar por escrito 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.

Colección Temas Geológico - Mineros

Tema 1.—1.º Curso «ROSO DE LUNA»

Precio, obra completa, 1.500 ptas.

Aparece una nueva colección del Instituto Geológico y Minero de España: TEMAS GEOLOGICO - MINEROS.

Su moderna presentación y manejable formato, de 21 x 14 centímetros, así como la dedicación de su contenido: Congresos, Simposios, Reuniones Científicas, Cursos Monográficos, etcétera, harán, sin duda, que muy pronto esta colección sea una de las más importantes publicaciones del IGME.

Nada mejor y más oportuno para su iniciación que el tema elegido: el primer Curso ROSO DE LUNA dedicado a la investigación y economía de los recursos geológico - mineros, que ha organizado la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción y que se impartió meses pasados en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid, bajo la coordinación de la Fundación Gómez Pardo y que patrocinaron el Instituto Geológico y Minero de España dentro de la citada Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción, el Centro de la Energía de la Dirección General de la Energía, Enadimsa (INI), todos dentro del Ministerio de Industria y Energía, así como las Universidades

Politécnica y Complutense de Madrid del Ministerio de Educación y Ciencias.

En esta primera publicación —Tema I— se recogen en ocho tomos las conferencias impartidas en dicho curso a lo largo de sus siete áreas, más un tomo de introducción dedicado a las conferencias inaugural y de clausura, incluyéndose también los resúmenes de las conferencias publicadas en las distintas áreas.

Los títulos de los ocho volúmenes son:

Introducción.

Area I. Política y economía de las materias minerales.

Area II. Estudio Metalogénico de Depósitos. Minerales y Técnicas Especiales.

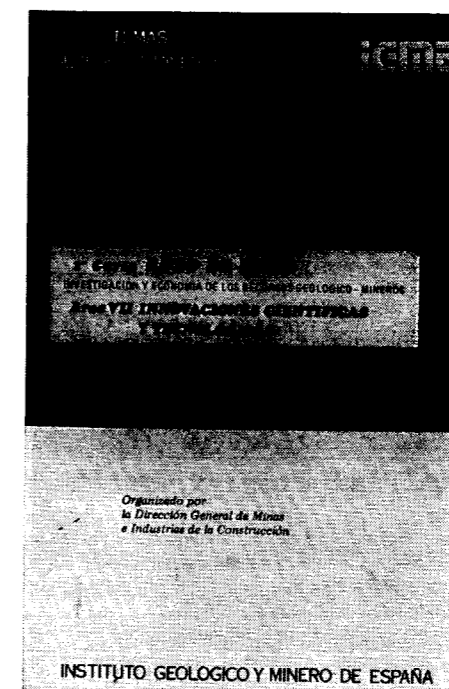
Area III. Búsqueda y evaluación de Recursos Geológico Mineros.

Area IV. Desarrollo Minero y Minerológico.

Area V. Aspectos legales.

Area VI. Minería y medio ambiente.

Area VII. Innovaciones Científicas y Tecnológicas.



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

Toda la correspondencia referente a las publicaciones deberá dirigirse a:

Leopoldo Aparicio. Instituto Geológico y Minero de España

Ríos Rosas, 23. Madrid-3

Colección Temas Geológico - Mineros

Tema 1.—1.^{er} Curso «ROSO DE LUNA»

Precio, obra completa, 1.500 ptas.

Aparece una nueva colección del Instituto Geológico y Minero de España: TEMAS GEOLOGICO - MINEROS. Su moderna presentación y manejable formato, de 21 × 14 centímetros, así como la dedicación de su contenido: Congresos, Simposios, Reuniones Científicas, Cursos Monográficos, etcétera, harán, sin duda, que muy pronto esta colección sea una de las más importantes publicaciones del IGME.

Nada mejor y más oportuno para su iniciación que el tema elegido: el primer Curso ROSO DE LUNA dedicado a la investigación y economía de los recursos geológico - mineros, que ha organizado la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción y que se impartió meses pasados en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid, bajo la coordinación de la Fundación Gómez Pardo y que patrocinaron el Instituto Geológico y Minero de España dentro de la citada Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción, el Centro de la Energía de la Dirección General de la Energía, Enadimsa (INI), todos dentro del Ministerio de Industria y Energía, así como las Universidades

Politécnica y Complutense de Madrid del Ministerio de Educación y Ciencias.

En esta primera publicación —Tema I— se recogen en ocho tomos las conferencias impartidas en dicho curso a lo largo de sus siete áreas, más un tomo de introducción dedicado a las conferencias inaugural y de clausura, incluyéndose también los resúmenes de las conferencias publicadas en las distintas áreas.

Los títulos de los ocho volúmenes son:

Introducción.

Area I. Política y economía de las materias minerales.

Area II. Estudio Metalogénico de Depósitos. Minerales y Técnicas Especiales.

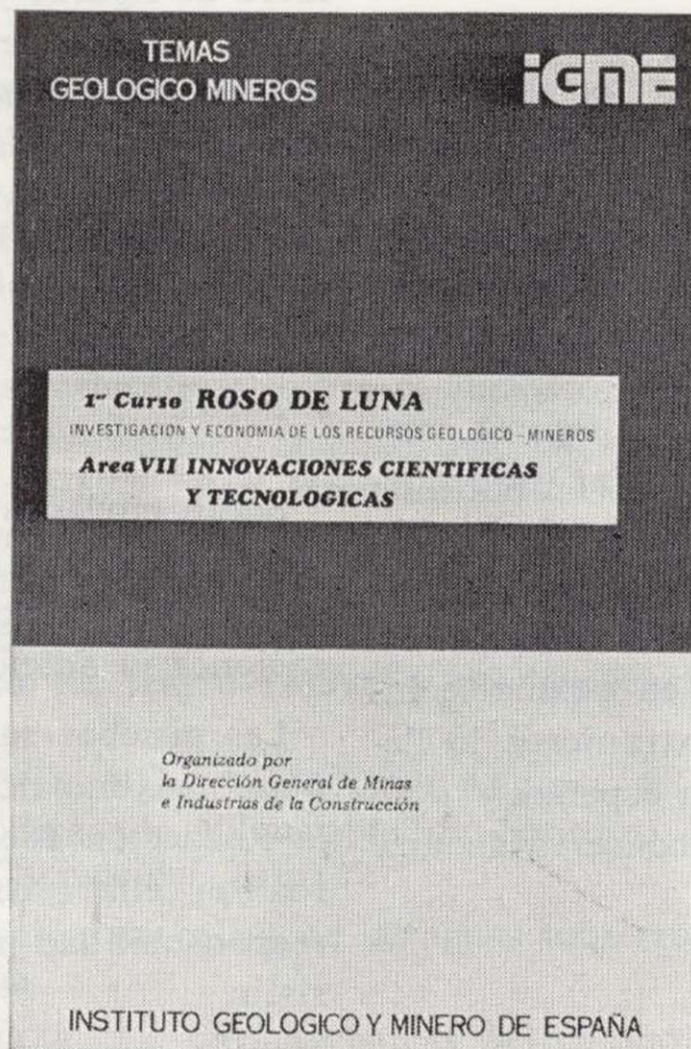
Area III. Búsqueda y evaluación de Recursos Geológico Mineros.

Area IV. Desarrollo Minero y Minerolúrgico.

Area V. Aspectos legales.

Area VI. Minería y medio ambiente.

Area VII. Innovaciones Científicas y Tecnológicas.



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

Colección Temas Geológico - Mineros

Tema 2.—Depósitos Minerales de España

Precio: 500 ptas.

Como segundo número de la Colección Temas Geológico - Mineros aparece «Depósitos Minerales de España», que da una visión global y actualizada de las principales minas españolas en explotación.

Una breve descripción de la geología de España, proporciona el marco general en que se distribuye sus depósitos minerales. Estos son descritos según regiones o distritos mineros, cuando se presentan agrupados geográficamente con un origen o génesis común. Cuando esto no es posible, se les agrupa, por lo general, siguiendo un criterio genético.

Una sucinta exposición geológico-metalogénica precede, generalmente, a las características generales de cada uno de los depósitos minerales tales como: morfología, roca de caja, origen o génesis, asociación mineral, reservas, modo de explotación, procesos de concentración, producción, etc. Al mismo tiempo, en cada sustancia mineral se incluyen las estadísticas de producciones globales que sirven de punto de referencia para deducir la importancia relativa de cada depósito mineral, respecto al resto de los de la misma sustancia.

A continuación extractamos su contenido:

1. INTRODUCCION.

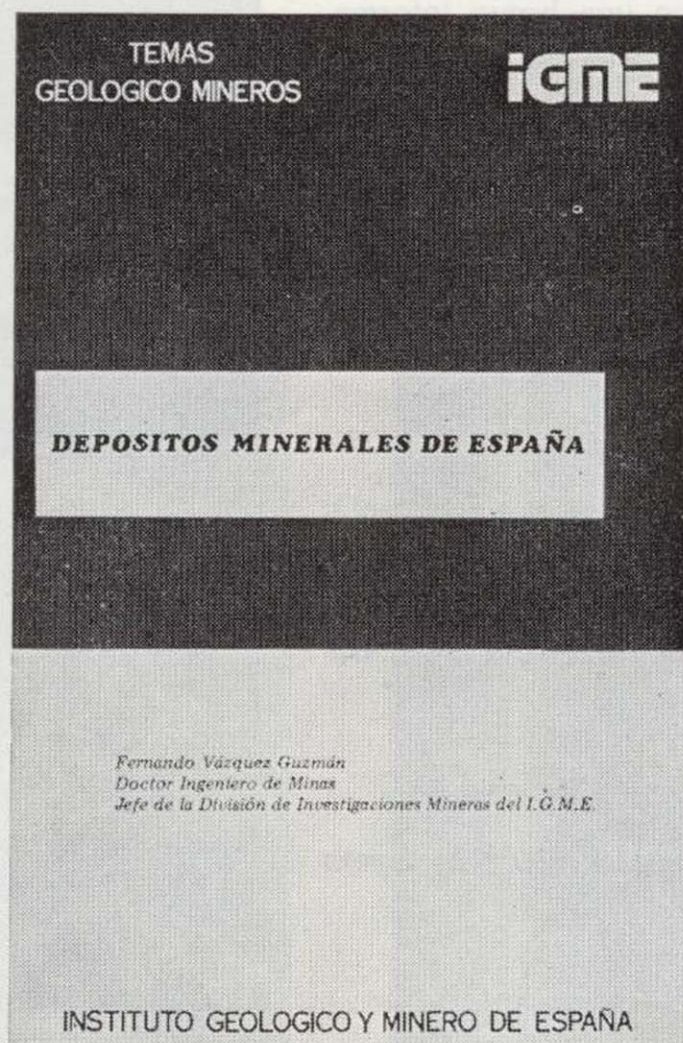
2. LA GEOLOGIA.—Dominio Hercínico: El Macizo Hespérico. **Dominios de plataforma y cordilleras de tipo intermedio:** Las Depresiones Terciarias de la Meseta, La Cordillera Ibérica, La Cuenca del Ebro, Las Cadenas Costeras Catalanas. **Dominio Alpino:** La Cordillera Bética, La Cordillera Pirenaica, La Cordillera Vasco Cantábrica. **Sistemas de fosas.**

3. DEPOSITOS MINERALES. Cobre: Distrito de Santiago de Compostela: Yacimientos tipo Arinteiro y tipo Fornás. **Oro. Plomo-Cinc:** Distritos de Cartagena, de Linares-La Carolina-Santa Elena, distrito de Santander: Reocín, Aliva. Distrito de Huelva-Sevilla: Minas de Aznalcóllar, de Sotiel, de Río Tinto, de San Telmo, de Lomero-Poyato, María Luisa y Minas de la alineación Vuelta Falsa-El Toro (Paymogo-Huelva) Distrito de Lugo. **Plata. Estaño-**

Volframio: Minas de Penouta (Orense), de Laza (Orense), de San Finx (La Coruña), de Santa Comba (La Coruña), de Monteneme (La Coruña), Casualidad-Calabor (Zamora), Depósito de Barruecopardo (Salamanca), Mina de Golpejas o mina Bellita (Salamanca), Depósitos de Morille-Martinamor (Salamanca), Depósito de tipo aluvial. Mina «El Cubito» (Salamanca), Mina El Trasilón (Cáceres), Depósito de tipo aluvial. Mina «Santa María» (Cáceres), Mina «La Parrilla» (Badajoz), Depósitos de Sn. de la Sierra de Cartagena. **Bismuto:** Distrito de Córdoba. **Mercurio. Antimonio:** Distrito de Albuquerque Herrera del Duque. **Uranio:** Depósitos de Ciudad Rodrigo (Salamanca) y de Don Benito (La Serena, Badajoz). **Hierro:** Distrito Norte: Areas de Ortuella-Somorrostro (Vizcaya), Area SE de Bilbao (Vizcaya), Area de Sopuerta (Vizcaya), Area de Hoyo-Covarón y Dícido (Vizcaya-Santander). Distrito Noroeste: Yacimientos de coto Wagner y Vivaldi. Distrito Centro-Levante: Minas de la Compañía Minera de Sierra Menera, S. A. Distrito Sudoeste (Huelva-Badajoz-Sevilla): Minas de Cala, Mina de Teuler, Mina de San Guillermo-Colmenar - Santa Justa, Mina Monchi, Mina del Cerro del Hierro. Distrito Sudeste: Minas del Marquesado y de Alfique. **Titanio. Aluminio. Piratas:** Minas de Río Tinto, Minas de Tharsis y Calañas, Mina de Las Herrerías (Puebla de Guzmán), Proyecto AIPSA. **Materiales Salinos. Sales Sódicas:** Sal común, sal gema (halita): Yacimientos de Pinoso (Alicante), de Polanco (Santander), de sal gema de Remolinos y Torres de Berellén (Zaragoza), Glauberita-Thenardita. **Sales Potásicas:** Minas de Cardona, Mina de Balsareny, Minas de Surria, Mina de la Sierra del Perdón. **Cuarzo. Calizas, Dolomías y Greda. Feldespatos. Talco. Baritas:** Mina Guillermin, Mina Alfonso y Coto Elsa. **Fluorita. Estroncio. Yesos. Magnesitas:** Mina de Eugui (Navarra) y Mina de Rubián. **Arcillas especiales. Caolín.**

4. AGRADECIMIENTOS.

5. BIBLIOGRAFIA.



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

Colección Temas Geológico - Mineros

Tema 3.—I.^a Reunión de Mineralogía y Metalogenia del hierro

Precio: 500 ptas.

El tercer número de la colección Temas Geológico-Mineros corresponde a la publicación de los resultados obtenidos con motivo de la «I Reunión de Mineralogía y Metalogenia del hierro» en la Península Ibérica. Dicha reunión se celebró en Granada en octubre de 1978, y fue organizada por los Departamentos de Cristalografía y Mineralogía de las Universidades de Bilbao y Granada.

El contenido del presente número queda esquematizado como sigue: En primer lugar aparece una breve información relativa a algunas de las investigaciones que actualmente se están llevando a cabo por parte de diversas Instituciones y Empresas Mineras.

Así, en relación con los **Sectores N y NW** de la Península, se están estudiando:

- Mineralizaciones de hierro de la zona Astur-Leonesa.
- Areniscas oolíticas del Devónico Superior de la zona Cantábrica y areniscas ferruginosas de San Pedro.
- Mineralizaciones de hierro del Río Norte de Portugal.
- Hierros de Bilbao.
- Magnetitas de Eskolamendi (Lesaca).
- Yacimientos de hematites de Mina Ley (Vera de Bidasoa).
- Yacimientos filonianos de Siderita del área Cantábrica.
- Mineralizaciones de hierro Triásico en Morete del Jalón.
- Mineralizaciones oolíticas de la provincia de Zaragoza.

En el Sector SW:

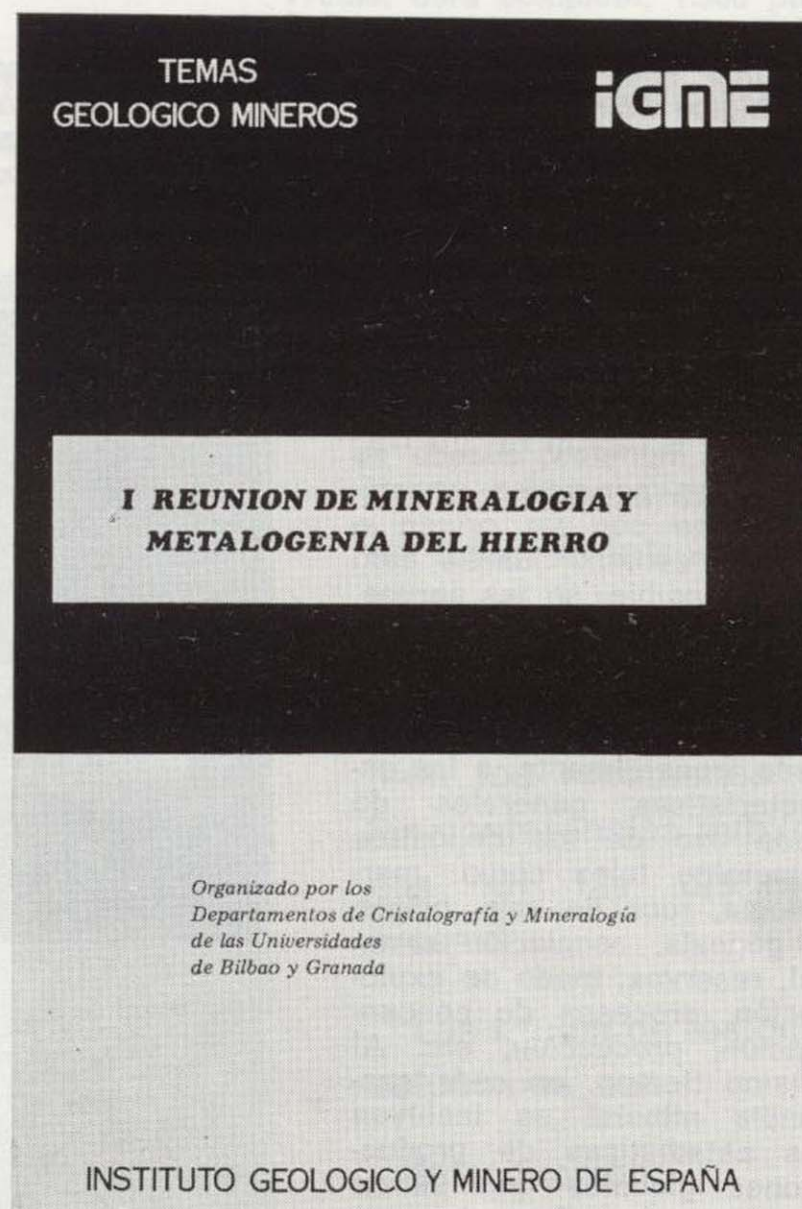
- Mineralizaciones de skarn Olivenza-Monesterio.
- La reserva de Alanis (Cerro Muriano).
- La reserva SW desde la provincia de Córdoba hasta la frontera de Portugal.

En el Sector SE:

- Mineralizaciones de hierro tipo «ocres rojos» en el Trías Subbético.
- Mineralizaciones de hierro de la zona del Marquesado y sectores adyacentes.
- Mineralizaciones de hierro en los Complejos Nevado-Filábride y Alpujárride de la zona Bética s. str.
- Mineralizaciones de hierro (hematites) al norte de Orgiva, en el Trías Alpujárride a lo largo del contacto con el Complejo Nevado-Filábride.
- Mineralizaciones de hierro y cobre de carácter filoniano en el sector de Santa Constanza, en micaesquistos del Complejo Nevado-Filábride.

En segundo lugar, y de acuerdo con el índice que a continuación se expresa, aparecen los trabajos que se presentaron en la citada reunión:

1. Algunos aspectos acerca de la génesis de las mineralizaciones de hierro de la comarca del Marquesado del Cenete y sectores adyacentes (Zona Bética, provincia de Granada). Por: J. Torres Ruiz, L. Pérez del Villar y P. Fenoll Hach-Alí.



2. Mineralogía y diagénesis de los carbonatos zonados de los yacimientos de hierro de Bilbao. Por: Javier Arostegui, Jean Paul Fortuné y Francisco Velasco.
3. Estudio de los yacimientos de hierro de Porcía, Tapia de Casariego (Asturias). Por: C. Fernández del Valle y Carlos J. Fernández.
4. Mineralizaciones de hierro tipo «ocres rojos» en las cercanías de Baena (Córdoba). Por: L. García Rossell, J. Torres Ruiz y P. Fenoll Hach-Alí.
5. Los skarns con magnetita en el entorno del granito de Santa Olalla, Huelva. Por: F. Velasco y J. M. Amigó.
6. Metalogenia y Geología de las mineralizaciones de hierro oolítico del NW de la Península. Por: R. Lunar Hernández.
7. Mineralogía y Mineralogénesis del yacimiento de hierro de Ojos Negros (Teruel y Guadalajara) Por: C. Fernández-Nieto y F. Arrese Serano.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

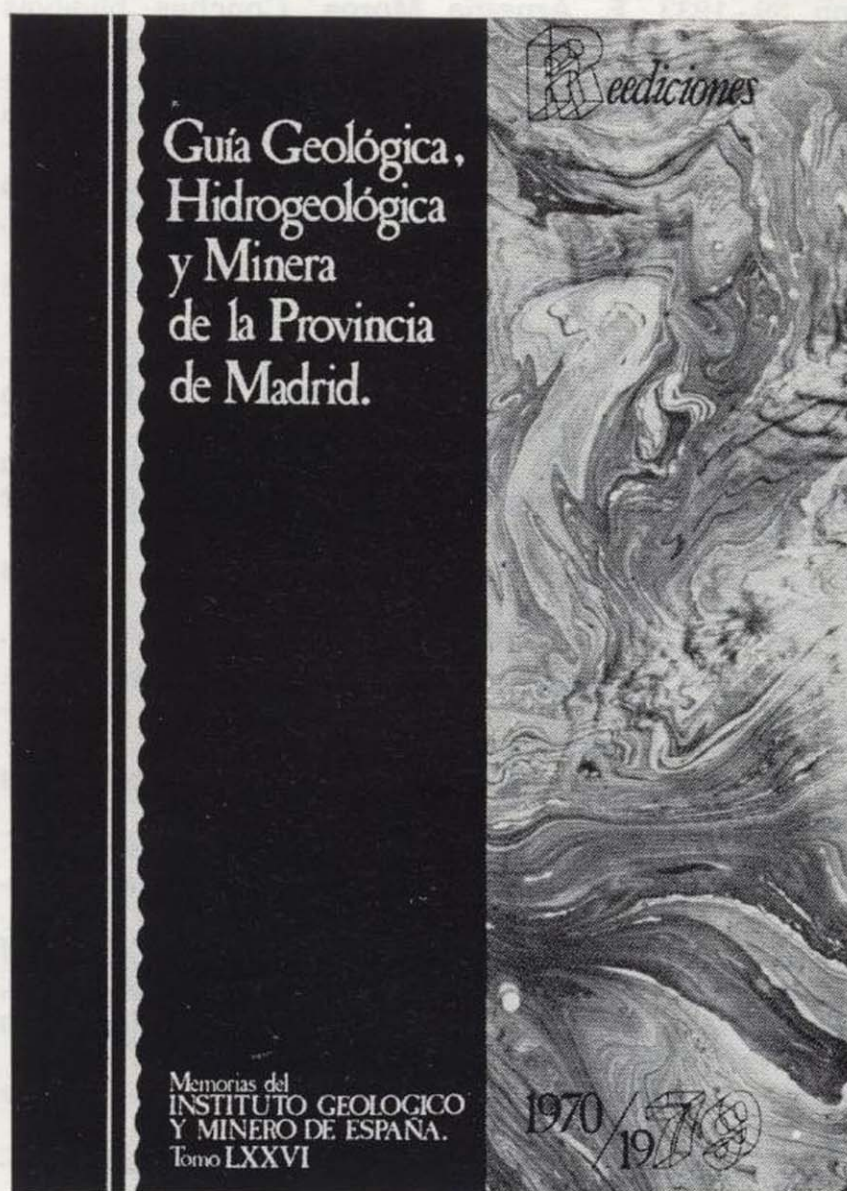
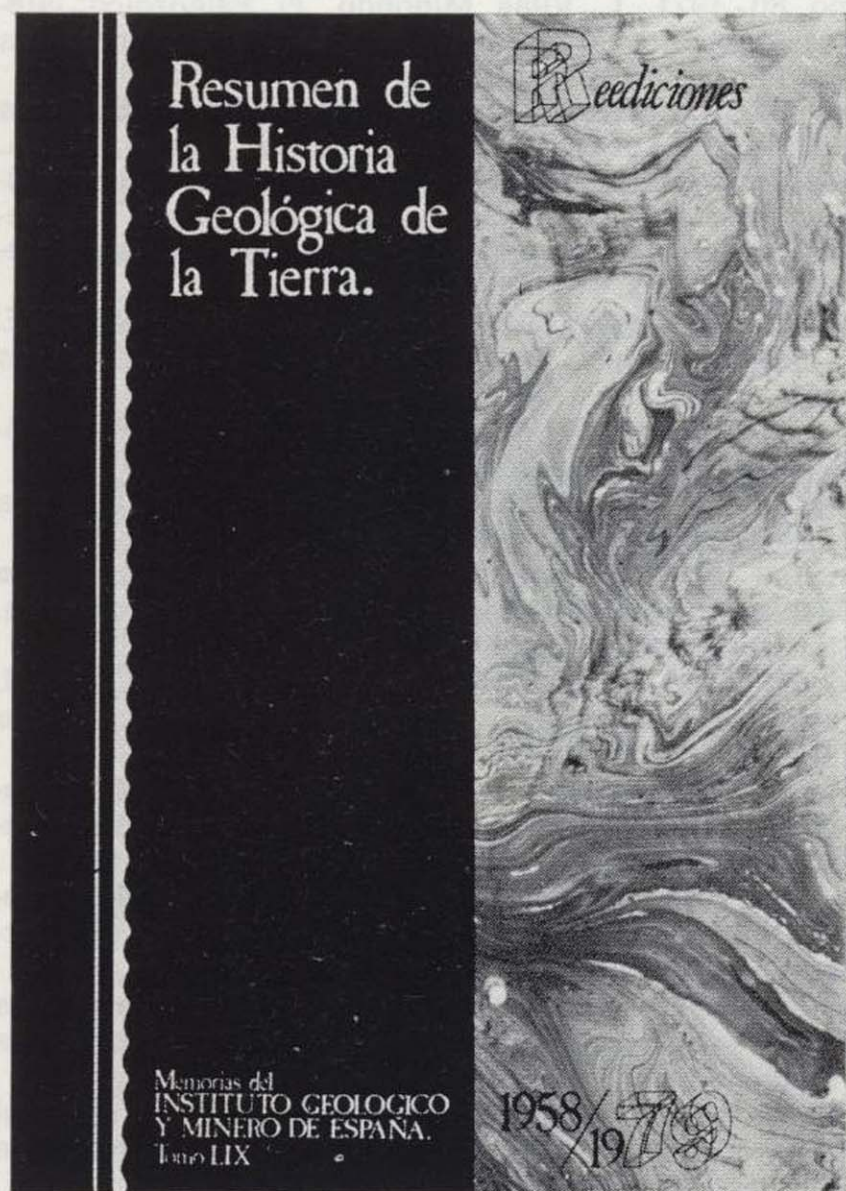
COLECCION REEDICIONES

Precio de cada ejemplar, 500 ptas.

El Instituto Geológico y Minero de España, como un acto más de la conmemoración del CXXX aniversario de su creación y dentro de su Departamento de Publicaciones, lanza una nueva colección que, bajo

Esta colección se inicia en este año de 1979 con cuatro títulos, número que irá ampliándose en los próximos años.

Los títulos elegidos para este inicio han sido los siguientes:



el título genérico de Reediciones, recoge las más importantes obras publicadas por el IGME a lo largo de su existencia, que agotadas en el transcurso del tiempo, pondrá así nuevamente a disposición del público interesado una serie de títulos de gran demanda, en moderna reproducción facsímil, en formato 21 x 15 cms., de aquellas interesantes ediciones.

- Resumen de la Historia Geológica de la tierra.
- El petróleo.
- El Cretáceo en España.
- Guía Geológica, Hidrogeológica y Minera de la provincia de Madrid.

En prensa quedan nuevos títulos para publicar en el próximo año de 1980.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

COLECCION REEDICIONES

Precio de cada ejemplar, 500 ptas.

El Instituto Geológico y Minero de España, como un acto más de la conmemoración del CXXX aniversario de su creación y dentro de su Departamento de Publicaciones, lanza una nueva colección que, bajo

Esta colección, iniciada en el año de 1979 con cuatro títulos, número que irá ampliándose en los próximos años.

Los títulos elegidos para este inicio han sido los siguientes:



el título genérico de Reediciones, recoge las más importantes obras publicadas por el IGME a lo largo de su existencia, que agotadas en el transcurso del tiempo, pondrá así nuevamente a disposición del público interesado una serie de títulos de gran demanda, en moderna reproducción facsímil, en formato 21 x 15 cms., de aquellas interesantes ediciones.

- Resumen de la Historia Geológica de la tierra.
- El petróleo.
- El Cretáceo en España.
- Guía Geológica, Hidrogeológica y Minera de la provincia de Madrid.

En prensa quedan nuevos títulos para su publicación en próximos años.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

COLECCION - MEMORIAS

Bajo el nombre de Memorias del Instituto Geológico y Minero de España se viene publicando esta colección desde el año 1854. Son series monográficas sobre temas geológico-mineros. En existencia las siguientes:

Precio ejemplar ordinario, 500 ptas.; extraordinario (*), 1.000 ptas.; especial (**), 1.500 ptas.

- Tomo 26-1913. **Varios**. Criaderos de hierro de España. Volumen I. Murcia.
- Tomo 36-1929. **F. Azpeitia Moros**. Monografía de las melanopsis vivientes y fósiles de España.
- Tomo 38-1933. **F. Azpeitia Moros**. Conchas bivalvas de agua dulce de España y Portugal. Volumen I.
- Tomo 39-1933. **F. Azpeitia Moros**. Conchas bivalvas de agua dulce de España y Portugal. Volumen II.
- Tomo 40-1933. **J. García Siñériz**. La interpretación geológica de las mediciones geofísicas aplicadas a la prospección. Volumen I.
- Tomo 41-1935. **Varios**. Explicación del nuevo Mapa geológico de España, escala 1:1.000.000. Volumen I. Sistema Cambriano.
- Tomo 43-1944. **P. Fallot y A. Marín**. La Cordillera del Rif. Volumen I, II y Atlas.
- Tomo 48-1944. **J. García Siñériz**. La interpretación geológica de las mediciones geofísicas aplicadas a la prospección. Volumen III.
- Tomo 56-1955. **IGME**. Las nuevas ediciones del Mapa geológico de la Península a escala 1:1.000.000 (1952 y 1955).
- Tomo 60-1959. **P. Comte**. Recherches sur les terrains anciens de la Cordillere Cantabrique.
- Tomo 61-1960. **J. Oliveros y B. Escandell**, con la colaboración de **G. Colom**. Temas geológicos de Mallorca.
- Tomo 62-1961. **Febrel Molinero**. Introducción al estudio de la Petrología estructural.
- Tomo 64-1963. **J. M.ª Ríos García**. Materiales salinos del suelo español.
- Tomo 65-1964. **L. Saavedra García**. Microfacies del Secundario y del Terciario de la zona Pirenaica española.
- Tomo 66-1965. **R. H. Wagner**. Paleobotanical Dating of Upper Carboniferous Folding Phases in NW, Spain.
- Tomo 67-1966. **J. Donat Zopo**. Catálogo Espeleológico de la Provincia de Valencia.
- Tomo 69-1968. **P. Chauve**. Etude Géologique du Nord de la Province de Gadix.
- Tomo 70-1969. **M. Waterlot**. Contribution a l'étude Géologique du Carbonifère Ante-Stephanien des Pyrenées. Centrales Espagnoles.
- Tomo 71-1969. **F. Rambaud Pérez**. El Sinclinal Carbonífero de Río Tinto (Huelva) y sus mineralizaciones asociadas.
- Tomo 72-1970. **J. A. Vera**. Estudio geológico de la Zona Subbética en la Transversal de Loja y sectores adyacentes.
- Tomo 73-1970. **E. Bouix**. Contribution a l'étude des Formations Ante-Ordoviciennes de la Meseta Meridionale (Ciudad Real et Badajoz).
- Tomo 74-1970. **R. Hernando de Luna**. Biografía Geológico-minera de la Provincia de Córdoba.
- Tomo 75-1970. **F. Lozte**. El Cámbrico de España.
- Tomo 77-1970. **K. Strauss**. Sobre la geología de la provincia piritifera del suroeste de la Península Ibérica y de sus yacimientos, en especial sobre la mina de pirita de Lousal (Portugal).
- Tomo 78 (**)-1971. **J. Ramirez del Pozo**. Bioestratigrafía y Microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (Región Cantábrica).
- Tomo 79 (**)-1971. **División de Geología del IGME**. Estudio Geológico de la provincia de Gulpúzcoa (cuadros y mapas, escala 1:50.000).
- Tomo 80-1971. **L. Vilas Minondo**. El Paleozoico Inferior y Medio de la cordillera cantábrica entre los ríos Porma y Bernesga (León).
- Tomo 81 (*)-1972. **C. Alvarez Fernández, J. E. Coma Guillén, C. Lucena Bonny, J. Porras Martín, M. A. San José Lancha y N. Quang Trac**. Mapa Hidrogeológico Nacional. Explicación y Mapas de Lluvia útil. Reconocimiento hidrogeológico y Síntesis de los sistemas acuíferos.
- Tomo 83 (**)-1972. **División de Geología del IGME**. Estudio Geológico de la Provincia de Alava (Cuadros y Mapa, escala 1:50.000).
- Tomo 84 (*)-1972. **F. J. Martínez Gil**. Estudio Hidrogeológico del Bajo Ampurdán (Gerona).
- Tomo 85 (*)-1974. **M. Colchen**. Geología de la Sierra de la Demanda (Burgos-Logroño).
- Tomo 86-1975. **L. López Ruiz, A. Aparicio y L. García Cacho**. El metamorfismo de la Sierra de Guadarrama. Sistema Central Español.
- Tomo 87-1975. **M. A. Caballero y J. L. Martín Vivoldi**. Estudio Mineralógico y Genético de la fracción fina del Triás Español.
- Tomo 88-1975. **A. Aparicio, J. L. Barrera, J. M.ª Carballo, M. Peinado y J. M.ª Tinad**. Los materiales graníticos hercínicos del Sistema Central Español.
- Tomo 89-1976. **F. Vázquez Guzmán y F. Fernández Pompa**. Contribución al conocimiento Geológico del Suroeste de España.
- Tomo 90-1977. **R. Lunar Hernández**. Mineralogénesis de los yacimientos de hierro del Noroeste de la Península.
- Tomo 91-1977. **C. F. López Vera**. Hidrogeología regional de la cuenca del río Jarama en los alrededores de Madrid.
- Tomo 92-1978. **Andrés Pérez Estaun**. Estratigrafía y estructura de la rama S. de la Zona Asturoccidental-Leonesa.
- Tomo 93-1978. **Jesús García Garzón**. Concentración por extracción orgánica del níquel contenido en disoluciones de Lixiviación de minerales pobres.
- Tomo 94-1979. **J. L. Saavedra y V. Gabaldón**. Las facies catalanas y su ámbito paleogeográfico.
- Tomo 95 (*)-1979. **Antonio Pulido Bosch**. Contribución al conocimiento de la Hidrogeología del Prebético Nor-Oriental (Provincias de Valencia y Alicante).
- Tomo 96-1979. **Luisa Martínez Chacón**. Braquiópodos carboníferos de la Cordillera Cantábrica.
- Tomo 97 (**)-1979. **Tomás Rodríguez Estrella**. Geología e Hidrogeología del sector de Alcaraz-Liétor-Yeste (Prov. de Albacete). Síntesis geológica de la Zona Prebética.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

COLECCION-INFORMES

Informes y Proyectos del I G M E. Obras monográficas que recogen los últimos trabajos de investigación realizados por el I G M E.

Precio de cada ejemplar, 500 ptas.

VOLUMENES PUBLICADOS

- Estimación de las reservas minerales en Vizcaya.
- Estimación del potencial minero de la Zona de Arcucelos (Orense).
- Reserva «Zona de Huelva»:
 - 1 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en las hojas 939: Castillo de las Guardas y 940: Castilblanco de los Arroyos.
 - 2 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 de la hoja 958: Puebla de Guzmán.
 - 3 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en las áreas de Cobullos-Mina del Soldado y Sur de Higuera de la Sierra.
 - 4 - Estudio Geológico Minero a 1:20.000 en el área norte de Aznalcollar.
 - 5 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 961: Aznalcollar.
 - 6 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 982: La Palma del Condado.
 - 7 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el área de Nerva Mina de Peña de Hierro.
 - 8 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 936: Paymogo.
 - 9 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el área de las minas del Castillo de las Guardas.
 - 10 - Investigación geofísica en el área de las minas del Castillo de las Guardas (La Admirable).
 - 11 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el flanco norte del anticlinal de Puebla de Guzmán.
 - 12 - Investigación geofísica en el área Herrerías-Cabexas del Pasto.
 - 13 - Investigación geoquímica en las hojas 936: Paymogo, 939: el Castillo de las Guardas, 958: Puebla de Guzmán y 961: Aznalcollar.
- Prospección a la Batea de minerales aluvionares en la provincia de Cáceres. Área del Valle del Tiétar y Moraleja.
- Fase Previa del proyecto de investigación minera de la Cordillera Ibérica.
- Investigación de Plomo-Cinc en la reserva de la LOMA CHARRA (Soria).
- Investigación de Minerales de Plomo en el Área de Mazarambroz (Toledo). Fase Previa.
- Estudio Previo para la Investigación de Bauxita en el Subsector I., Cataluña, Área 3. La LLACUNA (Barcelona y Tarragona).
- Investigación de Minerales de Bauxita, Fuentespalda (Teruel-Tarragona). Fase Previa.
- Investigación minera en el área Argentera-Mola (Tarragona).
- Investigación Minera Submarina en el Subsector «HUELVA I», Golfo de Cádiz.
- Estimación de posibilidades minerales en el Subsector II, Suroeste, Área I. MAZAGON (Huelva). Fase Previa.
- Exploración de Minerales Magnéticos en Sierra Blanca (Málaga).
- Investigación Minera en el área Vimbodi-Selva (Tarragona).
- Investigación de lignitos en Meirama (La Coruña).
- Investigación minera en Hiendelaencina (Guadalajara).
- Investigación minera en la zona Silleda-Beariz (Galicia).
- Investigación minera preliminar en la plataforma continental submarina (Málaga-Gibraltar).
- Proyecto: Investigación de estaño-wolframio en la Zona Monterrey-Maceda (Orense).
- Fase previa para la investigación de níquel. Serranía de Ronda, Carratraca (Málaga).
- Estudio de las posibilidades mineras de los macizos ultrabásicos de Málaga.
- Estudio básico de los yacimientos de estaño tipo Calabor.
- Monografía de Sustancias Minerales. Aluminio.
- Monografía de Sustancias Minerales. Antimonio.
- Monografía de Sustancias Minerales. Barita.
- Monografía de Sustancias Minerales. Circonio.
- Monografía de Sustancias Minerales. Espato flúor.
- Monografía de Sustancias Minerales. Esquistos bituminosos.
- Monografía de Sustancias Minerales. Estaño.
- Monografía de Sustancias Minerales. Litio.
- Monografía de Sustancias Minerales. Manganeso.
- Monografía de Sustancias Minerales. Niobio y Tántalo.
- Monografía de Sustancias Minerales. Níquel.
- Monografía de Sustancias Minerales. Sal Gema.
- Monografía de Sustancias Minerales. Sales Potásicas.
- Monografía de Sustancias Minerales. Titanio.
- Monografía de Sustancias Minerales. Wolframio.
- Monografía de Rocas Industriales. Asbestos. Talco y Pirofilita.
- Monografía de Rocas Industriales. Arenas y Gravas.
- Monografía de Rocas Industriales. Bauxita y Laterita.
- Monografía de Rocas Industriales. Dunita y Olivino.
- Monografía de Rocas Industriales. Pizarras.
- Monografía de Rocas Industriales. Rocas Calcáreas Sedimentarias.
- Monografía de Rocas Industriales. Rocas Silicoaluminosas.
- Monografía de Rocas Industriales. Vidrios Volcánicos.
- Estudio Hidrogeológico de la Cuenca Sur (Almería).
- Estudio Hidrogeológico y de Ordenación del Campo de Níjar. Tomo I.
- Estudio Hidrogeológico y de Ordenación del Campo de Níjar. Tomo II.
- Coste del Agua Subterránea.
- Investigación Hidrogeológica de la Cuenca del río Segura.
- Investigación Hidrogeológica de la Cuenca Media y Baja del río Júcar.
- Calidad de las Aguas Subterráneas en la Cuenca Alta del Guadiana.
- Investigación Hidrogeológica en la Cuenca del Duero. Sistemas 8 y 12.
- Investigación Hidrogeológica de la Cuenca Alta y Media del Guadiana.
- Calidad de las Aguas Subterráneas en las Cuencas del Sur de España.
- Calidad de las Aguas Subterráneas en la Cuenca Baja del Segura y Costeras de Alicante.
- El Sistema Hidrogeológico de Albacete (Mancha Oriental).
- Calidad de las Aguas Subterráneas en la Isla de Mallorca.
- Investigación Hidrogeológica en las Cuencas del Sur de España (Sector Occidental).
- Libro de Contaminación de las Aguas Subterráneas (Tecnología, Economía y Gestión).
- Calidad de las Aguas Subterráneas en la Cuenca Media y Baja del río Júcar.
- Estudio sobre calidad química de las Aguas Subterráneas en la Isla de Mallorca.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

PLAN NACIONAL DE INVESTIGACION DE AGUAS SUBTERRANEAS

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR (ALMERIA)

MEMORIA - RESUMEN

(Publicación de la Colección - Informes)

Precio del ejemplar: 500 ptas.

El INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, como organismo dedicado a la investigación, consciente de su responsabilidad y de su dilatada experiencia en el campo de las aguas subterráneas, inició en el año 1970, con carácter urgente, la investigación hidrogeológica del país, bajo el «PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION DE AGUAS SUBTERRANEAS», encuadrado dentro del «PLAN NACIONAL DE INVESTIGACION MINERA».

Dada la complejidad de los trabajos a realizar y ante la IMPOSIBILIDAD de atender simultáneamente a todo el Territorio Nacional la PLANIFICACION de la investigación basada en los criterios de:

- Terminar las investigaciones en curso.
- Cuantificar los recursos subterráneos de cada región.
- Conocer los problemas más urgentes.

se encaminó al estudio de las grandes áreas con problemas más urgentes eligiéndose entre ellas la provincia de ALMERIA, como una de las regiones de España más deficitaria de agua.

En el período 1971-1975 se han realizado simultáneamente los siguientes proyectos de investigación:

- Cuenca MEDIA Y BAJA DEL JUCAR.
- Cuenca ALTA del JUCAR Y SEGURA.
- Cuenca MEDIA Y BAJA DEL SEGURA.
- Cuenca ALTA Y MEDIA DEL GUADIANA.
- Cuenca SUR-ZONA OCCIDENTAL (Málaga).
- Cuenca SUR-ZONA ORIENTAL (Almería).
- Baleares,

y se terminaron los estudios de la Cuenca del Guadalquivir, iniciándose los estudios de la Cuenca del Duero. Por tanto en este cuatrienio se han investigado seis de las diez grandes cuencas hidrográficas españolas.

La presente Memoria es un resumen de la inves-

tigación hidrogeológica llevada a cabo por este INSTITUTO concretamente en la Cuenca Hidrográfica del Sur (parte oriental), bajo el título «ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR-ALMERIA».

En ella se exponen los resultados de la investigación llevada a cabo durante un período de cuatro años, en el intervalo de 1971 a 1975, y las principales conclusiones y recomendaciones para la gestión y conservación de los principales sistemas acuíferos, en resumen, para la óptima explotación del agua subterránea.

Esta Memoria es tan sólo una parte del INFORME completo editado, en número restringido de ejemplares, en donde se recoge todo el trabajo realizado.

Además de este Informe la documentación complementaria generada durante los trabajos de investigación (campañas de geofísica, inventario de puntos acuíferos, ensayos de bombeo, análisis químicos, cartografía hidrogeológica, etc.) se halla convenientemente archivada en las dependencias del INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, a disposición del público en general y particularmente de

las Entidades o Corporaciones locales de la Provincia de Almería.

Dicho INFORME consta de 11 volúmenes, cuyos títulos son:

MEMORIA - RESUMEN.

- INFORME I Marco geográfico y económico.
- INFORME II Climatología e hidrología.
- INFORME III Demanda.
- INFORME IV Planes hidráulicos.
- INFORME V Campo de Dalías.
- INFORME VI Cuenca del Andarax.
- INFORME VII Cuencas del Almanzora y Antas.
- INFORME VIII Cuenca del Aguas.
- INFORME IX Cuenca del Adra.
- INFORME X Campo de Níjar.



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR (ALMERIA)

MEMORIA - RESUMEN

(Publicación de la Colección - Informes)

Precio del ejemplar: 500 ptas.

El INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, como organismo dedicado a la investigación, consciente de su responsabilidad y de su dilatada experiencia en el campo de las aguas subterráneas, inició en el año 1970, con carácter urgente, la investigación hidrogeológica del país, bajo el «PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION DE AGUAS SUBTERRANEAS», encuadrado dentro del «PLAN NACIONAL DE INVESTIGACION MINERA».

Dada la complejidad de los trabajos a realizar y ante la IMPOSIBILIDAD de atender simultáneamente a todo el Territorio Nacional la PLANIFICACION de la investigación basada en los criterios de:

- Terminar las investigaciones en curso.
- Cuantificar los recursos subterráneos de cada región.
- Conocer los problemas más urgentes.

se encaminó al estudio de las grandes áreas con problemas más urgentes eligiéndose entre ellas la provincia de ALMERIA, como una de las regiones de España más deficitaria de agua.

En el período 1971-1975 se han realizado simultáneamente los siguientes proyectos de investigación:

- Cuenca MEDIA Y BAJA DEL JUCAR.
- Cuenca ALTA del JUCAR Y SEGURA.
- Cuenca MEDIA Y BAJA DEL SEGURA.
- Cuenca ALTA Y MEDIA DEL GUADIANA.
- Cuenca SUR-ZONA OCCIDENTAL (Málaga).
- Cuenca SUR-ZONA ORIENTAL (Almería).
- Baleares,

y se terminaron los estudios de la Cuenca del Guadalquivir, iniciándose los estudios de la Cuenca del Duero. Por tanto en este cuatrienio se han investigado seis de las diez grandes cuencas hidrográficas españolas.

La presente Memoria es un resumen de la inves-

tigación hidrogeológica llevada a cabo por este INSTITUTO concretamente en la Cuenca Hidrográfica del Sur (parte oriental), bajo el título «ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR-ALMERIA».

En ella se exponen los resultados de la investigación llevada a cabo durante un período de cuatro años, en el intervalo de 1971 a 1975, y las principales conclusiones y recomendaciones para la gestión y conservación de los principales sistemas acuíferos, en resumen, para la óptima explotación del agua subterránea.

Esta Memoria es tan sólo una parte del INFORME completo editado, en número restringido de ejemplares, en donde se recoge todo el trabajo realizado.

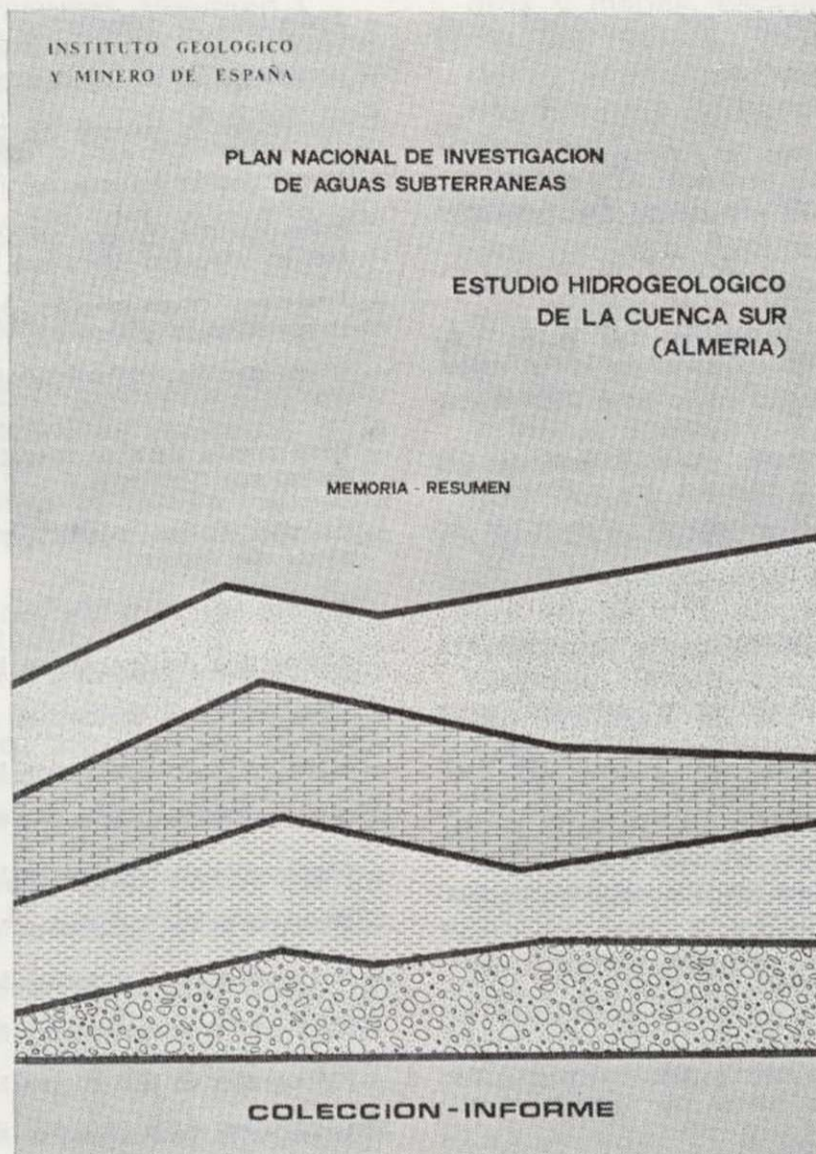
Además de este Informe la documentación complementaria generada durante los trabajos de investigación (campañas de geofísica, inventario de puntos acuíferos, ensayos de bombeo, análisis químicos, cartografía hidrogeológica, etc.) se halla convenientemente archivada en las dependencias del INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, a disposición del público en general y particularmente de

las Entidades o Corporaciones locales de la Provincia de Almería.

Dicho INFORME consta de 11 volúmenes, cuyos títulos son:

MEMORIA - RESUMEN.

INFORME I	Marco geográfico y económico.
INFORME II	Climatología e hidrología.
INFORME III	Demanda.
INFORME IV	Planes hidráulicos.
INFORME V	Campo de Dalías.
INFORME VI	Cuenca del Andarax.
INFORME VII	Cuencas del Almanzora y Antas.
INFORME VIII	Cuenca del Aguas.
INFORME IX	Cuenca del Adra.
INFORME X	Campo de Níjar.

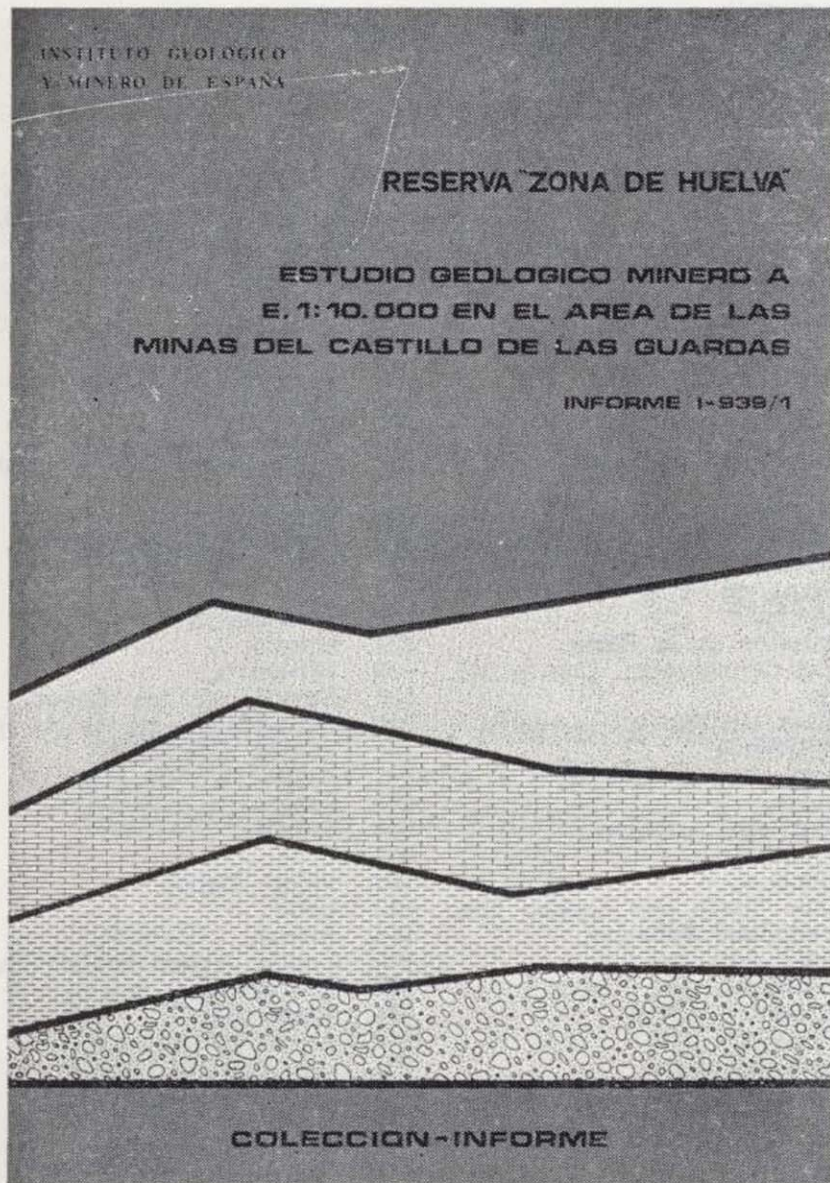


INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04



**RESERVA ZONA HUELVA
(Colección - Informes)**

- 1 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en las hojas 939: Castillo de las Guardas y 940: Castilblanco de los Arroyos.
- 2 - Estudio Geológico y Minero a 1:50.000 en la hoja 958: Puebla de Guzmán.
- 3 - Estudio Geológico y Minero a 1:10.000 en las áreas de Cobullos-Mina del Soldado y Sur de Higuera de la Sierra.
- 4 - Estudio Geológico y Minero a 1:20.000 en el área norte de Aznalcollar.
- 5 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 961: Aznalcollar.
- 6 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 982: La Palma del Condado.
- 7 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el área de Nerva Mina de Peña de Hierro.
- 8 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 936: Paymogo.
- 9 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el área de las minas del Castillo de las Guardas.
- 10 - Investigación geofísica en el área de las minas del Castillo de las Guardas (La Admirable).
- 11 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el flanco norte del anticlinal de Puebla de Guzmán.
- 12 - Investigación geofísica en el área Herrerías-Cabexas del Pasto.
- 13 - Investigación geoquímica en las hojas 936: Paymogo, 939: el Castillo de las Guardas, 958: Puebla de Guzmán y 961: Aznalcollar.

Precio de cada ejemplar, 500 ptas.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

**SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO
DE INDUSTRIA**

c/ Dr. Fleming, 7. Madrid-16. Telf. 250 02 01/02/03/04

**COSTE DEL AGUA SUBTERRANEA
(Colección - Informes)**

La amplia labor investigadora del INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA dentro del Plan de Investigación de Aguas Subterráneas (P.I.A.S.), que se engloba en el Plan Nacional de Minería programado por la Dirección General de Minas del Ministerio de Industria, ha obligado a valorar la importancia económica de las aguas subterráneas en nuestro país. A este respecto, la División de Aguas Subterráneas del I.G.M.E. proyecta la realización de una Cartografía Nacional del Coste del Agua Subterránea, con base en los profundos conocimientos adquiridos en la etapa de Investigación llevada a cabo durante el III Plan de Desarrollo.

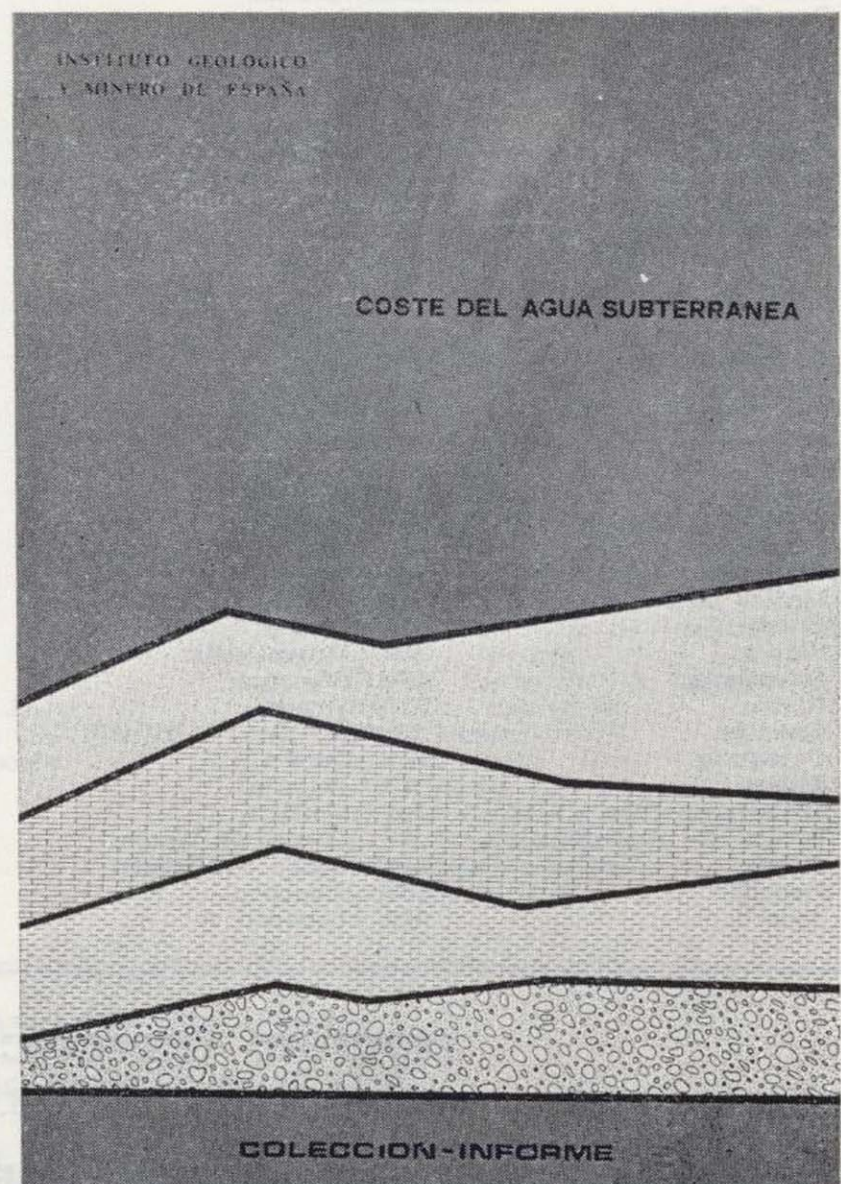
El presente trabajo pretende ser una aportación a las bases de partida necesarias para la elaboración de dicha cartografía. En cualquier caso, y ello es motivo de su publicación, hemos creído que la recopilación y tratamiento de los datos que aquí se presentan, pueden ser de utilidad para todos aquellos técnicos relacionados con las aguas subterráneas, tanto a nivel de proyecto como de explotación.

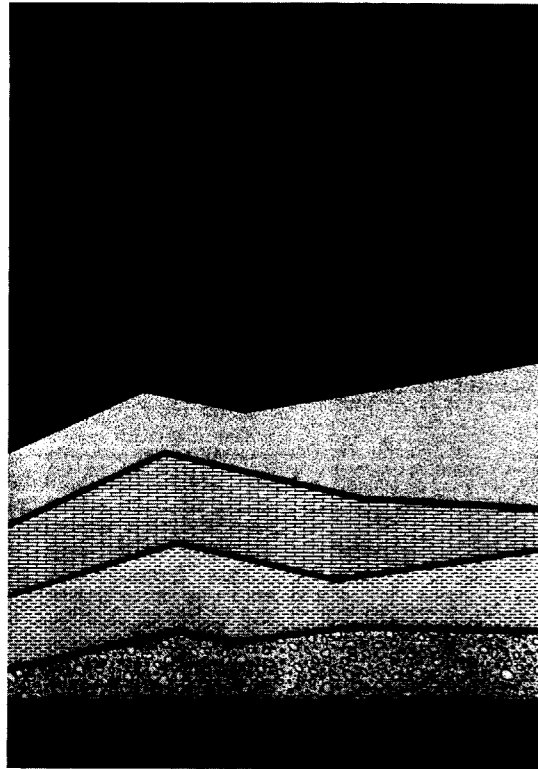
Precio de cada ejemplar, 500 ptas.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

**SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO
DE INDUSTRIA**

c/ Dr. Fleming, 7. Madrid-16. Telf. 250 02 01/02/03/04





**RESERVA ZONA HUELVA
(Colección - Informes)**

- 1 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en las hojas 939: Castillo de las Guardas y 940: Castilblanco de los Arroyos.
- 2 - Estudio Geológico y Minero a 1:50.000 en la hoja 958: Puebla de Guzmán.
- 3 - Estudio Geológico y Minero a 1:10.000 en las áreas de Cobullos-Mina del Soldado y Sur de Higuera de la Sierra.
- 4 - Estudio Geológico y Minero a 1:20.000 en el área norte de Aznalcollar.
- 5 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 961: Aznalcollar.
- 6 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 982: La Palma del Condado.
- 7 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el área de Nerva Mina de Peña de Hierro.
- 8 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 936: Paymogo.
- 9 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el área de las minas del Castillo de las Guardas.
- 10 - Investigación geofísica en el área de las minas del Castillo de las Guardas (La Admirable).
- 11 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el flanco norte del anticlinal de Puebla de Guzmán.
- 12 - Investigación geofísica en el área Herrerías-Cabexas del Pasto.
- 13 - Investigación geoquímica en las hojas 936: Paymogo, 939: el Castillo de las Guardas, 958: Puebla de Guzmán y 961: Aznalcollar.

Precio de cada ejemplar, 500 ptas.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23, Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Dr. Fleming, 7, Madrid-16. Telf. 250 02 01/02/03/04

**COSTE DEL AGUA SUBTERRANEA
(Colección - Informes)**

La amplia labor investigadora del INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA dentro del Plan de Investigación de Aguas Subterráneas (P.I.A.S.), que se engloba en el Plan Nacional de Minería programado por la Dirección General de Minas del Ministerio de Industria, ha obligado a valorar la importancia económica de las aguas subterráneas en nuestro país. A este respecto, la División de Aguas Subterráneas del I.G.M.E. proyecta la realización de una Cartografía Nacional del Coste del Agua Subterránea, con base en los profundos conocimientos adquiridos en la etapa de Investigación llevada a cabo durante el III Plan de Desarrollo.

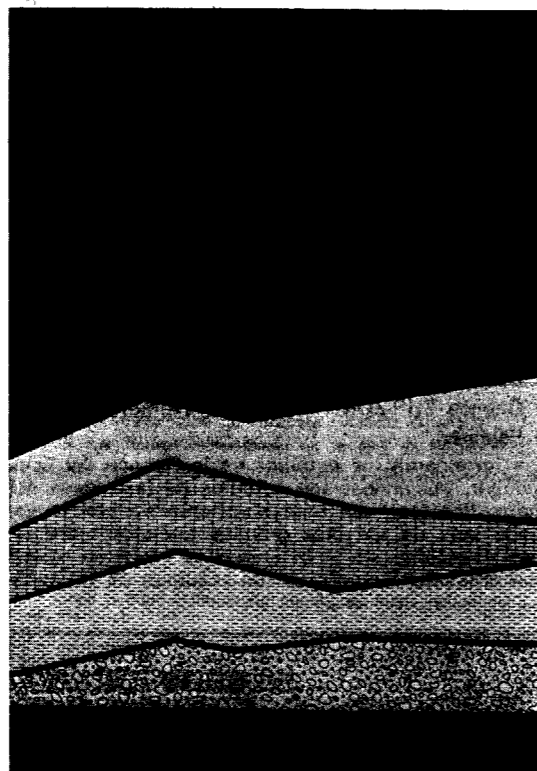
El presente trabajo pretende ser una aportación a las bases de partida necesarias para la elaboración de dicha cartografía. En cualquier caso, y ello es motivo de su publicación, hemos creído que la recopilación y tratamiento de los datos que aquí se presentan, pueden ser de utilidad para todos aquellos técnicos relacionados con las aguas subterráneas, tanto a nivel de proyecto como de explotación.

Precio de cada ejemplar, 500 ptas.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23, Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Dr. Fleming, 7, Madrid-16. Telf. 250 02 01/02/03/04



**MAPA GEOLOGICO NACIONAL E. 1:50.000
2.ª Serie (proyecto MAGNA)**

En existencia las siguientes:

Precio de cada ejemplar: 700 ptas.

- | | | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Cariño. | 175. Sigües. | 584. Mondéjar. | 903. Montoro. |
| 2. Cillero. | 187. Orense. | 593. Cuevas de Vinromá. | 905. Linares. |
| 3. San Ciprián. | 188. Nogueira de Ramuín. | 594. Alcalá de Chisvert. | 906. Ubeda. |
| 4. San Salvador de Serantes. | 204. Logroño. | 606. Chinchón. | 907. Villacarrillo. |
| 5. Cedeira. | 205. Lodosa. | 607. Tarancón. | 908. Santiago de la Espada. |
| 6. Vivero. | 207. Sos del Rey Católico. | 612. Ademuz. | 909. Nerpio. |
| 7. Foz. | 225. Ribadavia. | 613. Camarena de la Sierra. | 910. Caravaca. |
| 8. Ribadeo. | 226. Allariz. | 614. Manzanera. | 911. Cehegín. |
| 9. Luarca. | 236. Astudillo. | 615. Alcora. | 912. Mula. |
| 10. Busto. | 237. Castrogeriz. | 616. Villafames. | 913. Orihuela. |
| 11. Avilés. | 239. Pradoluengo. | 617. Faro de Oropesa. | 914. Guardamar del Segura. |
| 12. Gijón. | 240. Ezcaray. | 631. Ocaña. | 919. Almadén de la Plata. |
| 13. Lastres. | 243. Calahorra. | 632. Horcajo de Santiago. | 920. Constantina. |
| 14. La Coruña. | 244. Alfaro. | 635. Fuentes. | 921. Navas de la Concepción. |
| 15. Puente deume. | 245. Sádaba. | 636. Villar del Humo. | 922. Santa María de Trassierra. |
| 16. Puentes de García Rodríguez. | 263. Celanova. | 637. Landete. | 923. Córdoba. |
| 17. Mondoñedo. | 264. Ginzo de Limia. | 638. Alpuente. | 924. Bujalance. |
| 18. Vegadeo. | 266. La Gudíña. | 639. Jérica. | 930. Puebla de Don Fadrique. |
| 19. Boal. | 267. Puebla de Sanabria. | 640. Segorbe. | 931. Zarcilla de Ramos. |
| 20. Tineo. | 268. Molezuelas de la Carballeda. | 641. Castellón de la Plana. | 932. Coy. |
| 21. Grado. | 271. Valderas. | 642. Islas Columbretas. Con la 641. | 933. Alcantarilla. |
| 22. Oviedo. | 274. Torquemada. | 659. Lillo. | 934. Murcia. |
| 23. Villaviciosa. | 275. Santa María del Campo. | 663. Valera de Abajo. | 935. Torrevieja. |
| 24. Comillas. | 277. Salas de los Infantes. | 664. Enguñados. | 936. Paymogo. |
| 25. Torrelavega. | 278. Canales de la Sierra. | 665. Mira. | 939. Castillo de las Guardas. |
| 26. Santander. | 282. Tudela. | 666. Chelva. | 940. Castilblanco de los Arroyos. |
| 27. Castro Urdiales. | 300/301. Lovios. | 667. Villar del Arzobispo. | 941. Ventas Quemadas. |
| 28. Algorta. | 302. Baltar. | 668. Sagunto. | 942. Palma del Río. |
| 29. Bermeo. | 318. Almarza. | 669. Moncófar. | 943. Posadas. |
| 30. Lequeitio. | 320. Tarazona de Aragón. | 690. Santa María del Campo Rus. | 944. Espejo. |
| 31. JazQUIBEL. | 321. Tauste. | 691. Mottilla del Palancar. | 951. Orce. |
| 32. Irún. | 329. Pons. | 692. Campillo de Altobuey. | 952. Vélez Blanco. |
| 33. Villalba. | 330. Cardona. | 693. Utiel. | 953. Lorca. |
| 34. Meira. | 331. Puigraig. | 694. Chulilla. | 954. Totana. |
| 35. San Martín de Oscos. | 336. Portela d'Home. | 696. Burjasot. | 955. Fuente Alamo de Murcia. |
| 36. Cangas de Narcea. | 340. Manganeses de la Lampreana. | 711. Las Guadalerzas. | 956. San Javier. |
| 37. Belmonte de Miranda. | 341. San Pedro de Latarce. | 718. Iniesta. | 961. Aznalcollar. |
| 38. Proaza. | 349. Cabañas del Pinar. | 719. Venta del Moro. | 962. Alcalá del Río. |
| 39. Mieres. | 351. Olvega. | 720. Requena. | 963. Lora del Río. |
| 40. Cabezón de la Sal. | 352. Tabuena. | 721. Cheste. | 964. La Campana. |
| 41. Los Corrales de Buelna. | 362. Calaf. | 722. Valencia. | 965. Ecija. |
| 42. Villacarriedo. | 363. Manresa. | 740. Villarrobledo. | 973. Chirivel. |
| 43. Valmaseda. | 364. La Garriga. | 741. Minaya. | 974. Vélez-Rubio. |
| 44. Bilbao. | 370. Toro. | 744. Casas Ibáñez. | 975. Puerto Lumbreras. |
| 45. Durango. | 381. Illueca. | 746. Liombay. | 976. Mazarrón. |
| 46. Eibar. | 391. Igualada. | 747. Sueca. | 977. Cartagena. |
| 47. San Sebastián. | 392. Sabadell. | 761. Llanos del Caudillo. | 978. Llano del Beal. |
| 48. Vera de Bidasoa. | 393. Mataró. | 763. Socuéllamos. | 983. Sanlúcar la Mayor. |
| 49. Maya del Baztán. | 394. Calella. | 766. Valdeganga. | 984. Sevilla. |
| 50. Lugo. | 396. Pereruela. | 767. Carcelén. | 986. Fuentes de Andalucía. |
| 51. Castroverde. | 397. Zamora. | 768. Ayora. | 987. El Rubio. |
| 52. Fonsagrada. | 398. Castronuño. | 769. Navarrés. | 993. Gor. |
| 53. Naviego. | 409. Calatayud. | 788. El Bonillo. | 994. Baza. |
| 54. Pola de Lena. | 410. La Almunia de Doña Godina. | 789. Lezuza. | 995. Cantoria. |
| 55. Reinosa. | 417. Espuga de Francofí. | 791. Chinchilla de Monte Aragón. | 996. Huerca Overa. |
| 56. Espinosa de los Monteros. | 418. Montblanch. | 792. Alpera. | 997. Aguilas. |
| 57. Villasana de Mena. | 419. Villafranca del Panadés. | 793. Almansa. | 997 bis. Cope. |
| 58. Landaco. | 420. Hospitalet de Llobregat. | 794. Canals. | 999. Huelva - Los Caños. |
| 59. Elorrio. | 421. Barcelona. | 795. Játiva. | 1.000. Moguer. |
| 60. Vergara. | 426. Fuentesauco. | 796. Gandía. | 1.001. Almonte. |
| 61. Sumbilla. | 444. Flix. | 814. Villanueva de la Fuente. | 1.002. Dos Hermanas. |
| 62. Valcarlos. | 445. Cornudella. | 815. Robledo. | 1.003. Utrera. |
| 63 bis. Mendizar. | 446. Vall. | 816. Peñas de San Pedro. | 1.004. Marchena. |
| 64. El Pino. | 447. Villanueva y Geltrú. | 817. Pétrola. | 1.010. La Peza. |
| 65. Arzúa. | 448. Prat de Llobregat. | 819. Caudete. | 1.012. Fiñana. |
| 66. Guntín. | 468. Albalate del Arzobispo. | 820. Onteniente. | 1.013. Macael. |
| 67. Baralla. | 472. Reus. | 821. Alcoy. | 1.014. Vera. |
| 68. Becerreá. | 473. Tarragona. | 823. Jávea. | 1.015. Garrucha. |
| 69. Degaña. | 492. Segura de los Baños. | 826. Chelès. | 1.016. Los Caños. Con la 999. |
| 70. Las Rozas. | 493. Oliete. | 827. Alconchel. | 1.017. El Abalarío. |
| 71. Villarcayo. | 494. Calanda. | 828. Barcarrota. | 1.018. El Rocío. |
| 72. Medina de Pomar. | 495. Castellserás. | 831. Zalamea de la Serena. | 1.019. Los Palacios y Villafranca. |
| 73. Orduña. | 497. Perelló. | 832. Monterrubio de la Serena. | 1.026. Padul. |
| 74. Vitoria. | 510. Marchamalo. | 841. Alcaraz. | 1.027. Güejar-Sierra. |
| 75. Salvatierra. | 517. Argente. | 842. Liétor. | 1.029. Gergal. |
| 76. Gulina. | 518. Montalbán. | 846. Castalla. | 1.030. Tabernas. |
| 77. Garralda. | 519. Aguaviva. | 851. Rabito. | 1.031. Sorbas. |
| 78. Ochagavía. | 520. Peñarroya de Tastavins. | 852. Villanueva del Fresno. | 1.032. Mojácar. |
| 79. Sarriá. | 522. Tortosa. | 853. Burguillos del Cerro. | 1.033. Palacio de Doñana. |
| 80. Los Nogales. | 523. Buda. | 856. Maguilla. | 1.034. Lebrija. |
| 81. Sedaño. | 543. Villarluego. | 867. Elche de la Sierra. | 1.039. Colmenar. |
| 82. Oña. | 544. Forcall. | 869. Jumilla. | 1.040. Zafarraya. |
| 83. Miranda de Ebro. | 545. Morella. | 871. Elda. | 1.041. Dúrcal. |
| 84. Puebla de Arganzón. | 546. Uldecona. | 872. Alicante. | 1.042. Lanjarón. |
| 85. Eulate. | 547. Alcanar. | 884. La Carolina. | 1.052. Alora. |
| 86. Pamplona. | 568. Alcalá de la Selva. | 885. Santisteban del Puerto. | 1.053-1.057. Málaga-Torremolinos. |
| 87. Aoiz. | 569. Mosqueruela. | 887. Orcera. | 1.054. Vélez-Málaga. |
| 88. Navascués. | 570. Albocácer. | 889. Moratalla. | 1.055. Motril. |
| 89. Lalín. | 571. Vinaroz. | 890. Calasparra. | 1.065. Marbella. |
| 90. Chantada. | 571 bis. Con la 571. | 891. Cieza. | 1.066. Coin. |
| 91. Bemibere. | 577. Bohoyo. | 892. Fortuna. | 1.072. Estepona. |
| 92. Briviesca. | 582. Getafe. | 893. Elche. | |
| 93. Casalarreina. | 583. Arganda. | 894. Cabo de Santa Pola. | |

MAPA GEOLOGICO NACIONAL E. 1:25.000 (TENERIFE)

2.ª Serie. 1.ª Edición (proyecto MAGNA)

Precio del ejemplar: 700 ptas.

1.096. II Tejina.	1.104-1.105. I-IV Santa Cruz de Tenerife.	1.118-1.124. II-I Valle de San Lorenzo.
1.096. III Valle Guerra.		
1.097. III-IV Punta de Anaga.	1.111. I-IV Güimar.	1.118-1.124. III-IV Los Cristianos.
1.104. II Barranco Hondo.	1.111. III Fasnia.	1.119. III Las Montañas.
1.104. III La Orotava.	1.118. I Granadilla de Abona.	1.119. IV Lomo de Arico.
1.104. IV Tacoronte.	1.118. IV Adeje.	

MAPA GEOLOGICO NACIONAL E. 1:50.000

1.ª Serie (a extinguir)

Consta de Hoja y Memoria descriptiva. La edición completa se compone de 1.130 hojas, a extinguir. Esta 1.ª Serie tiene su continuación en la 2.ª Serie, Proyecto MAGNA. En existencia las siguientes:

Precio del ejemplar: 500 ptas.

31. Ribadesella.	550. Fuente Guinaldo.	845. Yecla.
54. Riosoco.	561. Pastrana.	857. Valsequillo.
67. Mugla.	564. Fuertescusa.	858. El Viso.
77. Plaza Tavera.	573. Gata.	859. Pozoblanco.
79. Puebla de Lillo.	591. Mora de Rubielos.	864. Venta de los Santos.
128. Riello.	611. Cañete.	865. Siles.
160. Benavides.	643. La Calobra.	876. Fuente de Cantos.
161. León (Hoja).	644. Pollensa.	886. Beas de Segura.
162. Gradefes.	645. Formentor.	899. Guadalcanal.
163. Villamizar.	650. Cañaverla.	917. Aracena.
206. Peralta.	653. Valdeverdeja.	937. El Cerro de Andévalo.
208. Uncastrillo.	670. Sóller.	938. Nerva.
210. Yebra de Basa.	671. Inca.	946. Martos.
211. Boltaña.	672. Artá.	959. Calañas.
232. Villamañán (Hoja).	688. Quintanar de la Orden.	960. Valverde del Camino.
241. Anguiano.	695. Liria.	967. Baena.
252. Temp.	699. Porreras.	985. Carmona.
260. Oya.	700. Manacor.	991. Iznalloz.
284. Ejea de los Caballeros.	723. Cala Figuera.	1.025. Loja.
297. Estarrit.	724. Lluchmayor.	1.046. Carboneras.
298. La Guardia.	725. Felanix.	1.059. El Cabo de Gata.
313. Antigüedad.	731. Zorita.	1.060. El Pozo de los Frailes.
322. Remolinos.	738. Villarta.	1.079/80. Alegranza.
323. Zuera.	743. Madrigueras.	1.081. Montaña Clara.
324. Grañén.	746. Llombay.	1.082. Graciosa.
325. Peralta de Alcofea.	750. Gallina.	1.083. Tegulise.
327. Os de Balaguer.	751. Villar del Rey.	1.084. Haría.
347. Peñaranda de Duero.	754. Madrigalejo.	1.087. Punta Pechiguera.
355. Lecifena.	759. Piedrabuena (Hoja).	1.088. Arrecife.
356. Lenaja.	764. Munera.	1.089. El Charco.
369. Coreses.	765. La Gineta.	1.092. Cotillo.
374. Peñafiel.	766. Valdeganga (Hoja).	1.093. Lobos.
388. Lérida (Hoja).	772. San Miguel.	1.096. Tegueste.
498. Hospitalet (Hoja).	773. San Juan Bautista.	1.097. Punta de Anaga.
500. Villar del Ciervo.	775. Montijo.	1.098. La Oliva.
501. La Fuente de San Esteban.	790. Albacete (Hoja).	1.099. Puerto de Lajas.
502. Matilla de los Caños del Río.	798. Ibiza.	1.102. Punta de Teno.
503. Las Veguillas.	799. Santa Eulalia.	1.106/07. Puerto de las Cabras.
525. Ciudad Rodrigo.	818. Montealegre.	1.109. Los Carrizales.
526. Serradilla del Arroyo.	824/849. San Francisco Javier.	1.111. Güimar.
527. Sequeros.	825/850. Nuestra Señora del Pilar.	1.114. La Pared.
536. Guadalajara.	840. Bienservida.	1.115. Tuñeje.
537. Auñón.	844. Ontur.	1.119. Lomo de Arico.
541. Santa Eulalia.		1.122. Jandía.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

MAPAS NACIONALES A ESCALA 1:200.000

En esta escala se encuentran totalmente publicados los mapas siguientes:

De Síntesis Geológica:

Consta de 87 Hojas y Memorias. Precio del ejemplar: 800 ptas. Hoja y Memoria. (Excluido el archipiélago canario por existir cartografía de éste a escala 1:100.000).

Metalogenético:

Consta de 87 Hojas y Memorias. Precio del ejemplar: 600 ptas. Hoja y Memoria. (Excluido el archipiélago canario.)

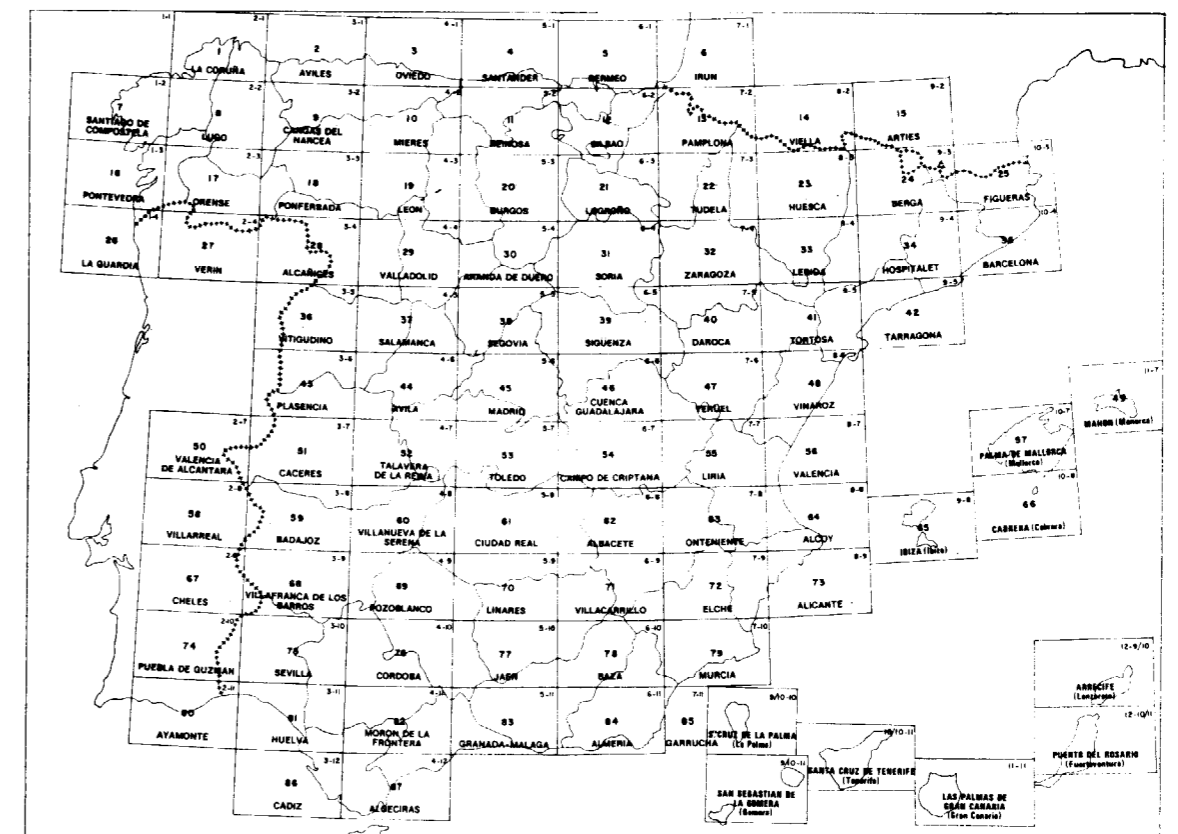
Geotécnico General:

Consta de 93 Hojas y Memorias. Precio del ejemplar. 600 ptas. Hoja y Memoria.

De Rocas Industriales:

Consta de 93 Hojas y Memorias. Precio del ejemplar. 600 ptas. Hoja y Memoria.

División en Hojas del Mapa de España a Escala 1:200.000 (Mapas de Síntesis Geológica, Geotécnico General, de Rocas Industriales y Metalogenético)



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

Mapa Geotécnico de ordenación territorial y urbana de la subregión de Madrid. Escala 1:100.000

Realizado por la División de Geotecnia del IGME
Mapas y Memorias publicados:

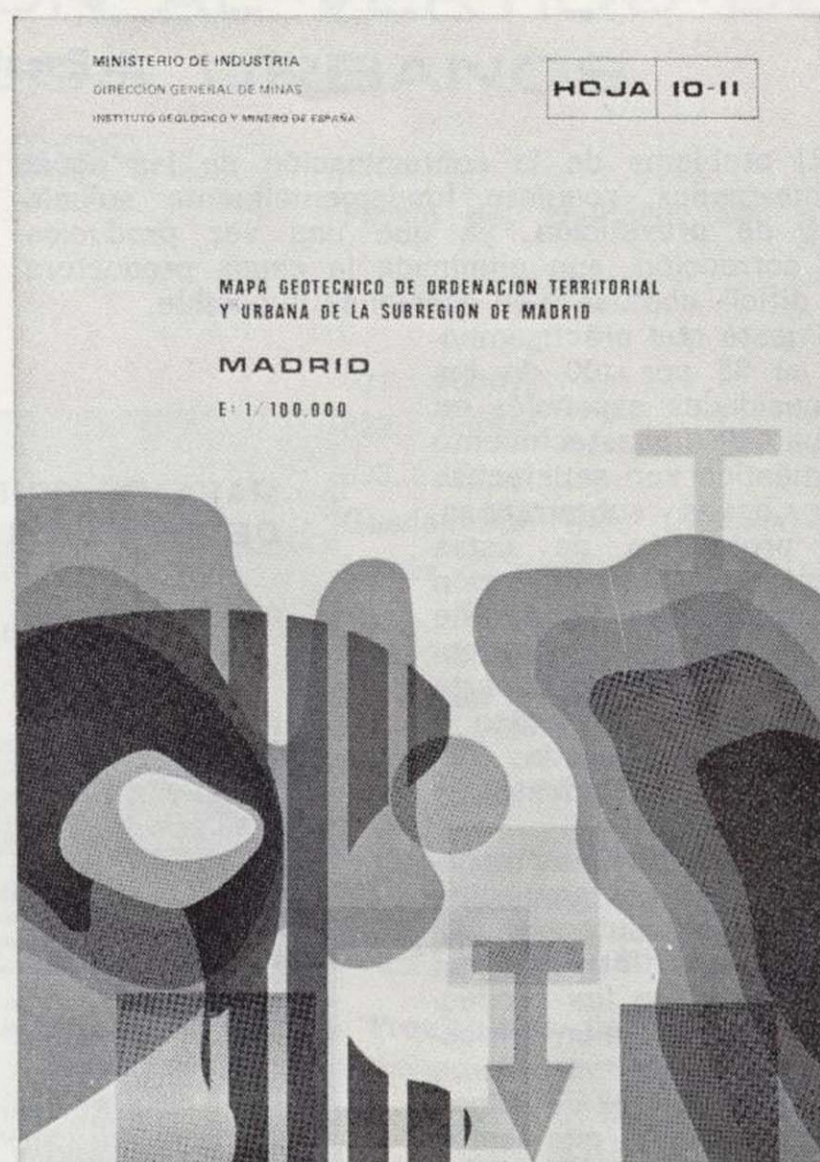
Hoja n.º		Hoja n.º	
8/11	Avila de los Caballeros.	10/9	Riaza.
8/12	Arenas de San Pedro.	10/10	Torrelaguna.
8/13	Talavera de la Reina.	10/11	Madrid.
9/10	Segovia.	10/12	Getafe.
9/11	San Lorenzo de El Escorial.	10/13	Mora.
9/12	Navalcarnero.	11/9	Sigüenza.
9/13	Toledo.	11/10	Brihuega.
		11/11	Guadalajara.
		11/12	Tarancón.

Precio de cada ejemplar, 600 ptas.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

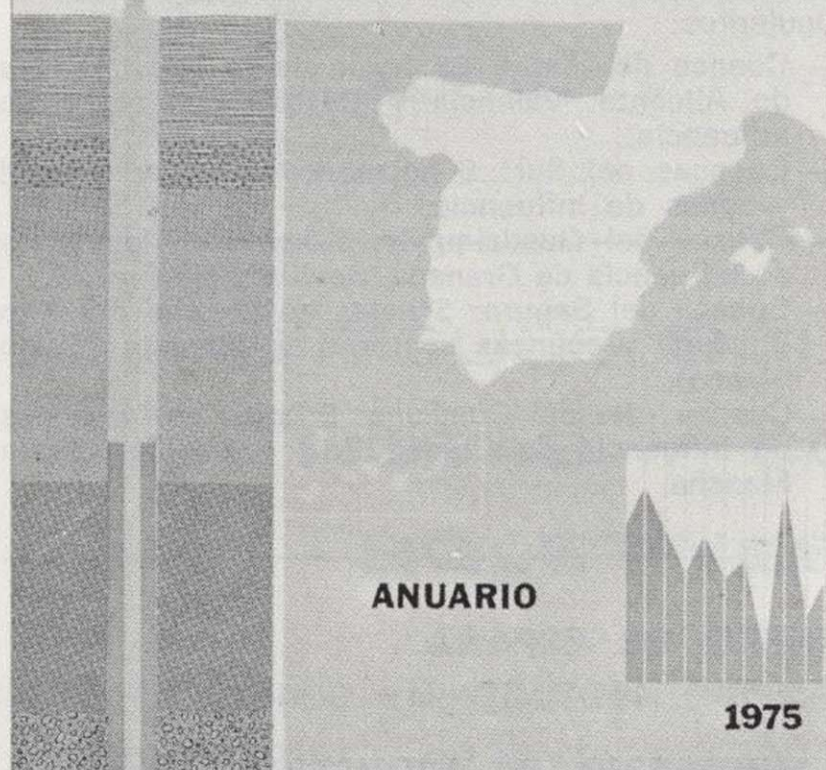
c/ Dr. Fleming, 7. Madrid-16. Telf. 250 02 01/02/03/04



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

EVOLUCION DE NIVELES PIEZOMETRICOS EN LOS SISTEMAS ACUIFEROS

CUENCA MEDIA Y BAJA DEL JUCAR



Anuario de la evolución de los niveles piezométricos en los sistemas acuíferos españoles.

Realizado por la División de Aguas Subterráneas del IGME.

- Cuenca del Duero.
- Cuenca del Guadiana.
- Cuenca del Guadalquivir.
- Cuenca del Sur.
- Cuenca del Segura.
- Cuenca alta del Júcar.
- Cuenca media y baja del Júcar.
- Baleares.

Precio de cada ejemplar, 300 ptas.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Dr. Fleming, 7. Madrid-16. Telf. 250 02 01/02/03/04

MAPA DE ORIENTACION AL VERTIDO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS

Escala 1:50.000

Precio: 500 ptas.

El problema de la contaminación de las aguas subterráneas, requiere fundamentalmente soluciones de prevención, ya que una vez producida, su corrección, aun eliminada la causa productora, es difícil, costosa y en ocasiones imposible.

Puesto que prácticamente el 35 por 100 de las necesidades españolas en agua de abastecimiento doméstico son satisfechas por aguas subterráneas, la protección de éstas frente a la contaminación es una tarea importante y que ha merecido atención prioritaria por parte del Instituto Geológico y Minero de España, del Ministerio de Industria y Energía.

Entre los diversos mecanismos de contaminación de las aguas subterráneas, figura la infiltración en el terreno de los productos de lixiviación procedentes de los vertederos residuos sólidos de origen urbano. Dado que estos vertederos se ubican con frecuencia cerca de los núcleos de población, y que también los pozos y sondeos de abastecimiento suelen encontrarse a distancias relativamente pequeñas de dicho núcleo, se da un claro caso de proximidad entre la fuente de contaminación y la aplicación útil vulnerable de agua. Se trata de un caso en que la prevención es fundamental, ya que los posibles problemas de contaminación pueden afectar a la salud humana.

En la Ley de desechos y residuos sólidos urbanos de 19 de noviembre de 1975 («B. O. del E.» del 21) se considera al Instituto Geológico y Minero de España como el Organismo consultor en lo que respecta a los proyectos de vertederos... «cuando las características del proyecto merezcan especial atención ante la posible contaminación de los recursos del subsuelo.» Para cumplir más eficazmente esta misión, el IGME ha decidido anticiparse a los posibles problemas, emprendido el estudio, en zonas especialmente críticas, de la vulnerabilidad de los mantos acuíferos frente a los agentes contaminantes vertidos en la superficie del terreno o que

se producen e infiltran desde la misma, tales como los lixiviados de las basuras urbanas.

El instrumento que se ha considerado más eficaz para representar de forma fácilmente comprensible la vulnerabilidad de las aguas subterráneas,

ha sido el mapa de orientación al vertido, que, por otra parte, representa un ejemplo de lo que la ciencia geológica e hidrogeológica puede aportar al complejo proceso de ordenación del territorio.

El hecho de que el título del mapa se refiera al vertido de residuos sólidos urbanos, no quiere decir que su utilidad quede restringida a este aspecto. Puesto que en él se pone de manifiesto la vulnerabilidad de los mantos acuíferos frente a la contaminación iniciada en la superficie del terreno, el mapa puede utilizarse también como indicador de los peligros de degradación de la calidad del agua subterránea debida a actividades tales como el vertido de aguas fecales, el empleo excesivo de pesticidas, etc. En el caso de residuos industriales, y dada la amplia gama de composición posible, el mapa deberá utilizarse teniendo en cuenta cada caso particular; los criterios son mucho más restrictivos en el caso de productos tóxicos o peligrosos.

La primera fase del programa de preparación de estos mapas, a escala 1:50.000, comprende los siguientes:

- Cuenca del Júcar: 24 hojas de la zona costera de Alicante, Valencia y Castellón y zonas de influencia.
- Cuencas del Sur: 6 hojas de la Costa del Sol y zonas de influencia.
- Cuenca del Guadalquivir: 5 hojas de las áreas de influencia de Granada, Sevilla y Huelva.
- Cuenca del Segura: 5 hojas en la zona del Alto Vinalopé y cuencas costeras de Alicante (Costa Blanca).
- Cuenca Alta del Guadiana: 5 hojas en las zonas de influencia de Ciudad Real y pueblos de la Mancha.

MAPA DE ORIENTACION AL VERTIDO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS

BURJASOT HOJA 696

Escala, 1:50.000



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

MAPA DE ORIENTACION AL VERTIDO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS

E. 1:50.000

Hojas publicadas.

545. Morella.	695. Liria.
546. Ulldecona.	696. Burjasot.
547. Alcanar.	698. Palma.
568. Mosqueruela.	699. Porreras.
570. Albocacer.	720. Requena.
571. Vinaroz.	721. Cheste.
593. Cuevas de Vinroma.	722. Valencia.
594. Alcalá de Chisvert.	724. Lluchmajor.
616/617. Villafames-Faro de Oro-pesa.	737. Villarrubia de los Ojos.
640. Segorbe.	746. Llombay.
641. Castellón de la Plana.	747. Sueca.
667. Villar del Arzobispo.	760. Daimiel.
668. Sagunto.	769. Navarres.
669. Moncófar.	770/771. Alcira-Levesa.
671. Inca.	794. Canals.
	795. Játiva.

Precio del ejemplar: 500 ptas.

796. Gandía.
820. Onteniente.
821. Alcoy.
822. Benisa.
823. Jávea.
847. Villajoyosa.
848. Altea.
872. Alicante.
893. Elche.
Guadalhorce Bajo (Málaga).
Llanos de Antequera, zona oriental.
1.023. Llanos de Antequera, zona occidental.
Zona de Almería

OTRAS PUBLICACIONES CARTOGRAFICAS

Mapas Geológicos Varios

	Ptas.
- Geológico de la Isla de Fuerteventura - Escala 1:100.000	500
- Geológico de la Isla de Gran Canaria - Escala 1:100.000	500
- Geológico de la Isla de Lanzarote - Escala 1:100.000	500
- Geológico de la Isla de Tenerife - Escala 1:100.000	500
- Geológico de la provincia de Guipúzcoa - Escala 1:100.000	500
- Geológico de la Cuenca del Duero - Escala 1:250.000	500
- Petrográfico y estructural de Galicia - Esc. 1:400.000	500
- Sismotectónico de la Península Ibérica - Escala 1:2.500.000	300

Mapa Geológico Nacional - Escala 1:400.000

La edición completa se compone de 64 hojas, en existencia las siguientes:

Hoja n.º	Ejemplar: 500 ptas.
1/2. La Coruña.	
4. Costa de Santander y Vizcaya.	
9/10. Pontevedra, Lugo y Orense.	
11. León.	
12. Vizcaya y Burgos.	
14. Pirineo Leridano y Oscense.	
17/18. Orense, Zamora y Norte de Portugal.	
52. Granada.	
59. Algeciras.	

Mapas Geológicos Provinciales - Escala 1:200.000

En existencia los siguientes: Ejemplar: 500 ptas.

Hoja n.º	Hoja n.º
1. Almería.	8. Murcia.
3. Cáceres.	9. Salamanca.
4. Cádiz.	10. Valencia.
5. La Coruña.	

Mapas Geológicos - Escala 1:1.000.000

- Geológico de la Península Ibérica, Baleares y Canarias (1.ª edición). Año 1980. Plano sin plegar.	900 ptas.
- Idem, id. Plano plegado y Nota de Autores	975 ptas.
- Idem, id. Plano sin plegar, con cuadrícula división en Hojas Escala 1:200.000	975 ptas.
- Geológico de la Península Ibérica, Baleares y Canarias (6.ª edición). Año 1966 (a extinguir).	600 ptas.
- Sismoestructural de la Península Ibérica, Baleares y Canarias	600 ptas.
- Tectónico de la Península Ibérica y Baleares	600 ptas.
- de Vulnerabilidad a la contaminación de los mantos acuíferos	600 ptas.

Mapa Metalogénico de España - Escala 1:1.500.000

Ejemplar: 500 ptas.
La colección completa consta de 17 hojas y memorias referidas a las siguientes sustancias:

Hoja n.º	Hoja n.º	Hoja n.º
1. Aluminio.	7. Flúor.	13. Níquel.
2. Azufre.	8. Fosfatos	14. Oro.
3. Bismuto.	9. Hierro.	15. Potasa-Sal común.
4. Plomo-Cinc.	10. Hulla.	16. Titanio.
5. Cobre.	11. Manganeso.	17. Wolframio.
6. Estaño.	12. Mercurio.	

ANTIGUOS BOLETINES DEL IGME

NOTAS Y COMUNICACIONES

BOLETINES DE SONDEOS

Quedan algunos ejemplares de los antiguos Boletines del IGME (tomo, 500 ptas.), así como números de la revista «Notas y Comunicaciones» (100 ptas. número) y de los «Boletines de Sondeos» (100 ptas. fascículo).

MOSAICO FOTOGRAFICO DE LA PENINSULA IBERICA E ISLAS BALEARES

MAPA DE LINEAMIENTOS DEDUCIDOS DE LAS IMAGENES LANDSAT

ESCALAS 1:1.000.000

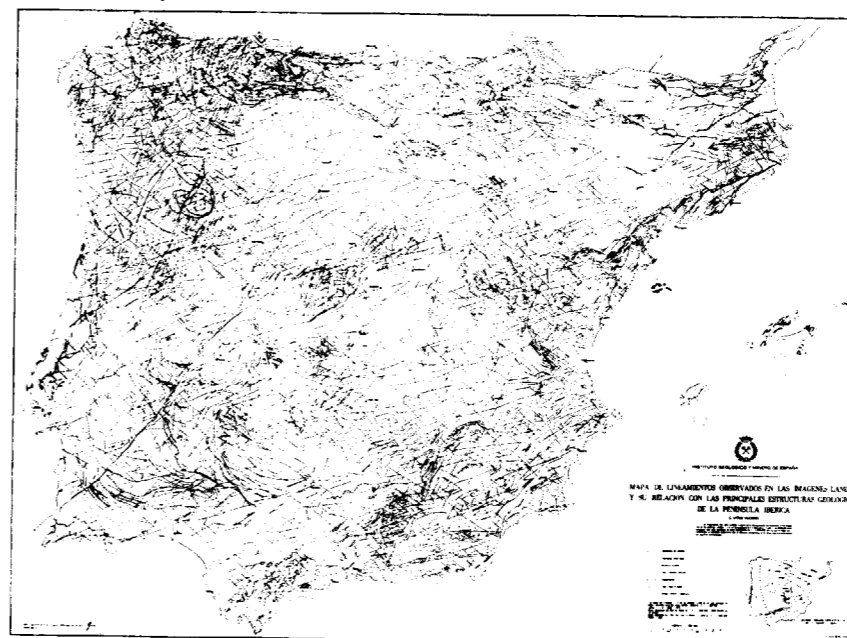
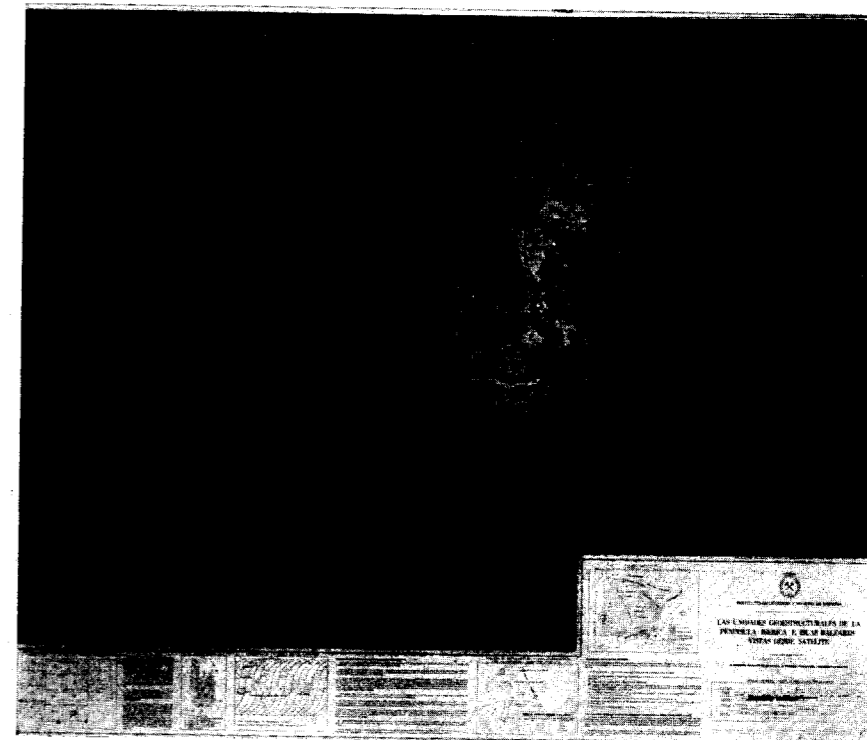
Precio 3.900 ptas.

Las nuevas técnicas de Teledetección y en particular la observación y registro desde satélite de las características de la superficie de nuestro Planeta, están poniendo de manifiesto una gran variedad de aplicaciones en las distintas disciplinas que estudian el medio natural.

Desde que en 1972 fue lanzado el primer satélite de la generación Landsat, concebido por la NASA para la investigación de recursos naturales, se han obtenido de forma sistemática cientos de miles de imágenes de la superficie terrestre.

Las características orbitales de estos satélites y su sistema de sensores han permitido obtener una información muy adecuada para el estudio de grandes áreas. Cada imagen registrada por el sistema de barrido multiespectral (MSS) cubre una superficie de 185 Km. x 185 Km., permitiendo la observación integral de los grandes fenómenos re-

Precio 3.500 ptas.



gionales. La realización de mosaicos fotográficos a partir de estas imágenes, registradas en análogas condiciones de iluminación solar, hace posible esta integración a escala continental.

El mosaico fotográfico de la Península Ibérica y Baleares, confeccionado a partir de catorce mosaicos parciales de escala 1:500.000, muestra con gran detalle las grandes unidades geoestructurales de este área.

Este documento, de gran belleza plástica, además de permitir la fácil observación de los grandes rasgos estructurales de la Península, pone de manifiesto, al ser detenidamente analizado, una serie de discontinuidades lineales o lineamientos, muchos de ellos no identificados con fracturas geológicas conocidas. El lineamiento, tal y como generalmente se acepta internacionalmente, es un ras-

go rectilíneo o ligeramente curvado de la superficie terrestre, cuya expresión es en general de tipo morfológico y que probablemente refleja un fenómeno profundo.

El mapa de lineamientos ha sido realizado a partir de la interpretación individual de cincuenta y tres imágenes en bandas 5, 6 y 7 (0,6 a 1,1 µm). Los calcos de interpretación se han ajustado a la base topográfica de escala 1:1.000.000, por lo que este mapa no coincide totalmente con el mosaico fotográfico al no tener éste una proyección cartográfica convencional. La importancia del papel jugado por los lineamientos en la exploración de hidrocarburos y yacimientos minerales ha sido ampliamente probada en la literatura geológica. De otra parte es de destacar la contribución de estos fenómenos al mejor conocimiento estructural de la Península y en particular a los estudios de ciertas áreas de actividad tectónica reciente, aportando nuevos datos para la mejor ubicación geográfica de determinadas obras civiles.

MOSAICO FOTOGRAFICO DE LA PENINSULA IBERICA E ISLAS BALEARES

MAPA DE LINEAMIENTOS DEDUCIDOS DE LAS IMAGENES LANDSAT

ESCALAS 1:1.000.000

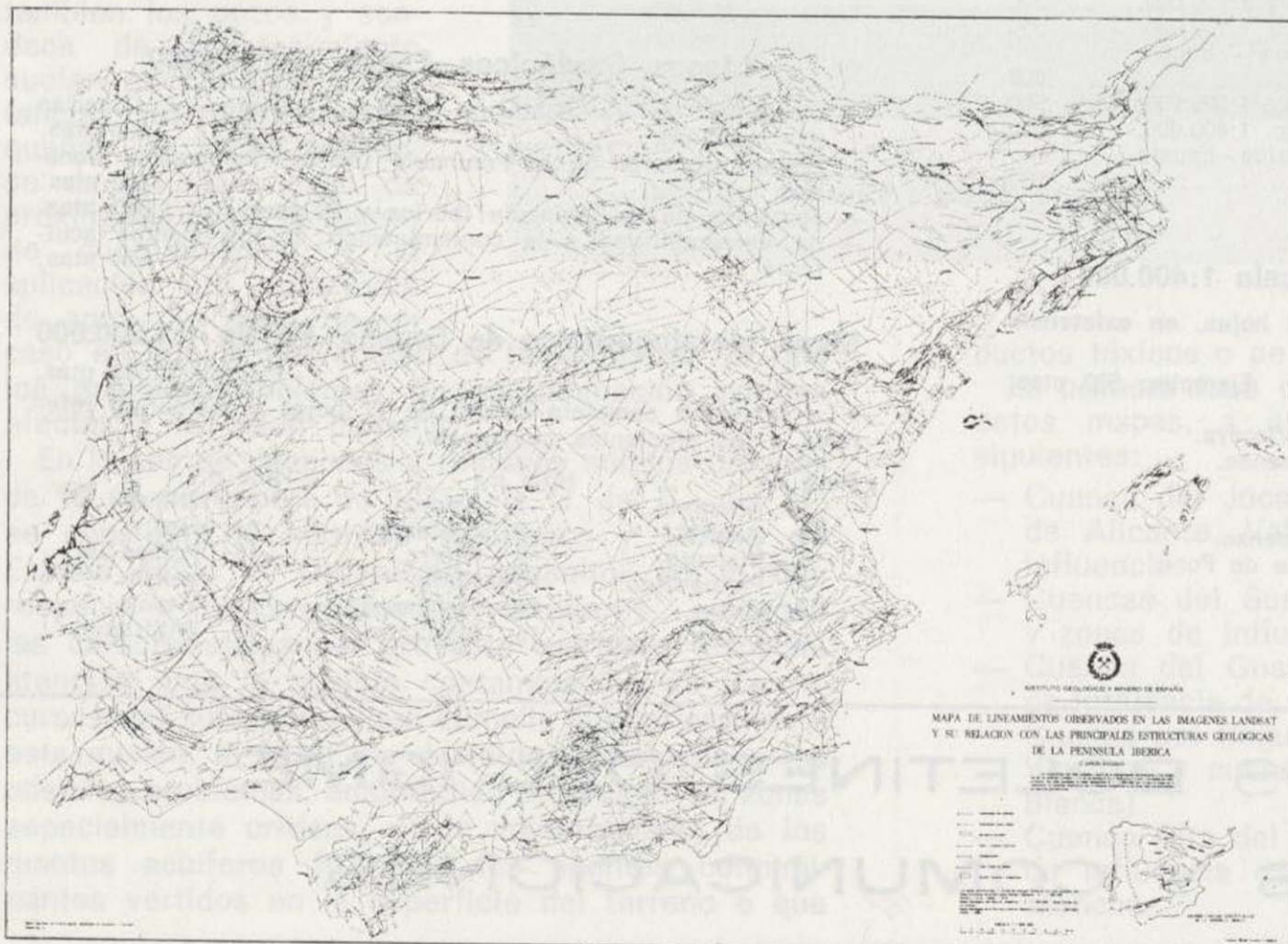
Precio 3.900 ptas.

Las nuevas técnicas de Teledetección y en particular la observación y registro desde satélite de las características de la superficie de nuestro Planeta, están poniendo de manifiesto una gran variedad de aplicaciones en las distintas disciplinas que estudian el medio natural.

Desde que en 1972 fuese lanzado el primer satélite de la generación Landsat, concebido por la NASA para la investigación de recursos naturales, se han obtenido de forma sistemática cientos de miles de imágenes de la superficie terrestre.

Las características orbitales de estos satélites y su sistema de sensores han permitido obtener una información muy adecuada para el estudio de grandes áreas. Cada imagen registrada por el sistema de barrido multispectral (MSS) cubre una superficie de 185 Km. x 185 Km., permitiendo la observación integral de los grandes fenómenos re-

Precio 3.500 ptas.



gionales. La realización de mosaicos fotográficos a partir de estas imágenes, registradas en análogas condiciones de iluminación solar, hace posible esta integración a escala continental.

El mosaico fotográfico de la Península Ibérica y Baleares, confeccionado a partir de catorce mosaicos parciales de escala 1:500.000, muestra con gran detalle las grandes unidades geoestructurales de este área.

Este documento, de gran belleza plástica, además de permitir la fácil observación de los grandes rasgos estructurales de la Península, pone de manifiesto, al ser detenidamente analizado, una serie de discontinuidades lineales o lineamientos, muchos de ellos no identificados con fracturas geológicas conocidas. El lineamiento, tal y como generalmente se acepta internacionalmente, es un rasgo

rectilíneo o ligeramente curvado de la superficie terrestre, cuya expresión es en general de tipo morfológico y que probablemente refleja un fenómeno profundo.

El mapa de lineamientos ha sido realizado a partir de la interpretación individual de cincuenta y tres imágenes en bandas 5, 6 y 7 (0,6 a 1,1 μ m). Los calcos de interpretación se han ajustado a la base topográfica de escala 1:1.000.000, por lo que este mapa no coincide totalmente con el mosaico fotográfico al no tener éste una proyección cartográfica convencional. La importancia del papel jugado por los lineamientos en la exploración de hidrocarburos y yacimientos minerales ha sido ampliamente probada en la literatura geológica. De otra parte es de destacar la contribución de estos fenómenos al mejor conocimiento estructural de la Península y en particular a los estudios de ciertas áreas de actividad tectónica reciente, aportando nuevos datos para la mejor ubicación geográfica de determinadas obras civiles.

MAPA GEOLOGICO DE LA PENINSULA IBERICA, BALEARES Y CANARIAS - E. 1:1.000.000

1.^a Edición. Año 1980

Precio del ejemplar: Sin plegar	900 ptas.
Idem. Plano plegado y Nota de Autores	975 ptas.
Idem. Plano sin plegar, con cuadrícula división en Hojas Escala 1:200.000	975 ptas.

Este Mapa es un ensamble de las Hojas de la Síntesis Geológica a escala de 1:200.000, completado con el Proyecto MAGNA iniciado en 1971, que comprende la ejecución de 1.130 Hojas que abarcan la totalidad del territorio español y de las que hasta el presente se han realizado 531 Hojas geológicas, que equivalen al 48 por 100 del territorio nacional.

Además se han utilizado, de forma muy especial, los siguientes Mapas:

- 1) Mapa Geológico Internacional de Europa a escala 1:1.500.000 (1973-74). A5 La Coruña; B5 París-Sud.
- 2) Carta Geológica de Portugal. Escala 1:1.000.000 (1968).
- 3) Cartografía Geológica del Macizo Hespérico del Sudoeste de la Península Ibérica E. 1:500.000 (1975).
- 4) Carte Géologique du Nord-Ouest de la Péninsule Ibérique E. 1:500.000 (1967).
- 5) Carte Géologique d'une partie de la Serranía de Cuenca et des Montes Universales. P. A. VIALARD (1965-1971).

Se han tenido en cuenta los elementos según los cuales fue confeccionada la leyenda general del Mapa Geológico Internacional de Europa a escala de 1:1.500.000, según versión de 1962 y revisada en 1970.

Una vez realizado este primer trabajo de síntesis, se confeccionaron unos bocetos que se distribuyeron a las distintas cátedras geológicas del país para que corrigiesen posibles errores



y completasen las zonas de trabajo de las correspondientes áreas de desarrollo de sus actividades.

Estas correcciones y mejoras dieron lugar a un boceto definitivo, que sirvió para la confección de este nuevo mapa.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04



TODA LA RIQUEZA MINERA EN SUS MANOS MAPA METALOGENETICO DE ESPAÑA

Serie de 93 hojas con memoria descriptiva



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

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

EDITADO Y DISTRIBUIDO POR

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
Doctor Fleming, 7, Madrid-16
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
Ríos Rosas, 23, Madrid-3

BOLETIN GEOLOGICO Y MINERO

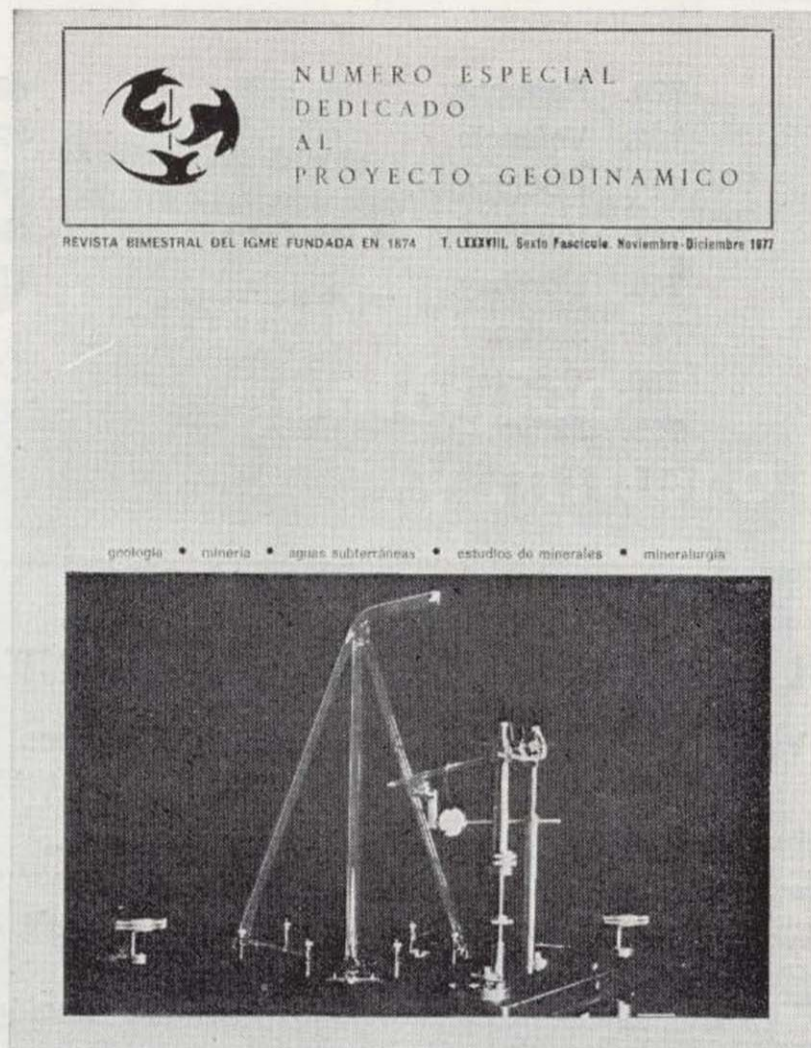
Precio: 300 ptas.

La consideramos como la publicación de mayor difusión del Instituto Geológico y Minero de España. Se inició en el año 1874, continuando su publicación. Actualmente se presenta en fascículos de aparición bimestral, que componen al año un tomo.

Es la primera revista española de su especialidad, tratándose en ella temas de Geología, Minería, Aguas Subterráneas, Energía, Geofísica, Geoquímica, Geotecnia, Geonucleónica y Estudio de Minerales y Rocas. Contiene además una parte fija dedica-

da a Información General, Noticias, Notas Bibliográficas, Información legislativa, etc.

El último tomo publicado es el 90, que corresponde al año 1979 (fascículos I al VI) y comprende trabajos de Geología, Minería, Aguas Subterráneas y de Estudios de Minerales y Rocas, que hacen un total de 636 páginas, incluidas las dedicadas a diversos temas de información, así como los índices por materias y autores de dicho tomo. También están publicados los fascículos I y II correspondientes al año 1980.



Boletín Geológico y Minero

Revista bimestral de geología económica industrias extractivas y de su beneficio

BOLETIN DE SUSCRIPCION

Suscripción anual (6 números)

ESPAÑA e IBEROAMERICA	1.400 ptas.
DEMÁS PAISES	1.500 ptas.

Nombre, Organismo o Empresa

Profesión

Dirección Teléfono

Ciudad (provincia) D. P.

País

Fecha FIRMA

FORMA DE PAGO

Contra reembolso.

Talón nominativo.

*La inversión
requiere un buen proyecto*



intecsa

INTERNACIONAL DE INGENIERIA
Y ESTUDIOS TECNICOS S. A.



EN PROSPECCION DE RECURSOS NATURALES

- * GEOLOGIA
- * AGUAS SUBTERRANEAS
- * EXPLORACION MINERA
- * EXPLORACION PETROLERA
- * SONDEOS
- * ROCAS INDUSTRIALES
- * GEOTERMIA
- * GEOTECNIA
- * GEOFISICA
- * LABORATORIOS



**Compañía
General de
Sondeos, S.A.**

OFICINAS CENTRALES: Corazón de María, 15 - Tel. 416 85 50* - MADRID-2
Portal de Castilla, 46 - Tel. 22 36 04* - VITORIA

LABORATORIOS: San Roque, 3 - Majadahonda (MADRID)