



IGME

86

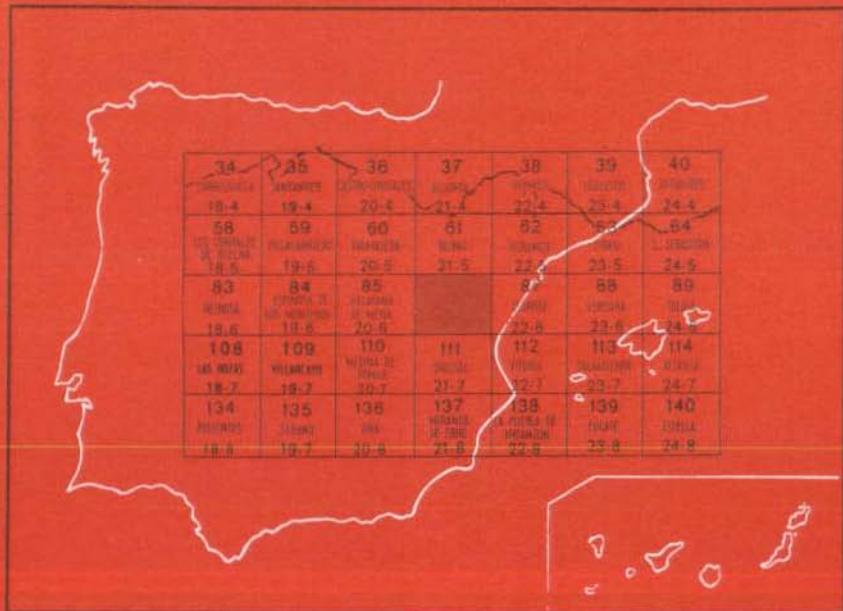
21-6

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

LANDACO

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

LANDACO

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas con normas, dirección y supervisión del IGME, por la Compañía General de Sondeos, S. A., utilizando un equipo de su Departamento de Geología integrado por J. Ramírez del Pozo, A. Olivé Davo, J. M. Portero García, P. del Olmo Zamora, F. Carreras Suárez, M. J. Aguilar Tomás, M. C. Leal Martín y J. M. Martín Alafont. La cartografía y trabajos de campo han sido realizados por A. Olivé Davo, mientras que los estudios de laboratorio han corrido a cargo de M. J. Aguilar Tomás (Sedimentología) y J. Ramírez del Pozo y M. C. Leal Martín (Micro-paleontología).

La Memoria ha sido redactada por A. Olivé Davo y J. Ramírez del Pozo.

La coordinación y dirección de los trabajos ha correspondido a J. Ramírez del Pozo.

Supervisión del IGME: T. Olaverri Capdevila.

INFORMACION COMPLEMENTARIA

Se pone en conocimiento del lector que en el Instituto Geológico y Minero de España existe para su consulta una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria, constituida fundamentalmente por.

- Muestras y sus correspondientes preparaciones.
- Informes petrográficos, paleontológicos, etc., de dichas muestras.
- Columnas estratigráficas de detalle con estudios sedimentológicos.
- Fichas bibliográficas, fotografías y demás información varia.

Servicio de Publicaciones - Claudio Coello, 44 - Madrid-1

Depósito Legal: M - 25.476 - 1978

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

1 INTRODUCCION

La Hoja de Llandaco se encuentra situada al norte de la provincia de Alava y comprende también parte de las de Vizcaya y Burgos.

El relieve existente es bastante fuerte, oscilando entre una cota máxima de 1.187 m. en Arco y una mínima de unos 100 m. en el Valle de Aracaldo.

Habida cuenta de que la dirección estructural es de ONO-ESE., la morfología se adapta a ella, constituyendo una serie de elevaciones y depresiones en función de la naturaleza litológica de los sedimentos y con alineaciones en esa dirección que atraviesan totalmente la Hoja.

En el borde SO. y debido a la mayor dureza de las calizas del Coniaciense, existe una morfología en «cejo», con desniveles muy fuertes, que caracterizan el paisaje en esa zona. También hay que hacer notar la presencia de una depresión importante en el sur de la Hoja como consecuencia de la existencia del diapiro de Orduña, extensamente desarrollado en la vecina Hoja de Orduña.

La red hidrográfica está constituida por el Nervión, Altube e Izalde como cursos más importantes. Todos ellos tienen dirección perpendicular a la de las capas y las atraviesan en forma de angostos valles, por los que discurrer el trazado de las carreteras y el ferrocarril.

Los núcleos principales de población son Amurrio, Llodio y Arciniega.

La principal riqueza de la región, sobre todo en su mitad NE., está constituida por inmensos bosques de pinos, existiendo también una gran zona industrial en Llodio, así como otra menos importante en Amurrio.

Geológicamente la Hoja pertenece a la Cuenca Cantábrica, estando situada aproximadamente en su zona central, coincidente con el área de máxima subsidencia.

Aparecen en ella materiales que van desde el Cretácico Inferior al Coniaciense, existiendo también un asomo de Keuper en el diapiro de Orduña.

Estructuralmente la zona está ocupada por una potente serie monoclinal sin apenas trastornos tectónicos.

No existen en la actualidad explotaciones mineras y las canteras están prácticamente circunscritas a la zona de Llodio, donde benefician la caliza arrecifal.

La información previa, en lo que a cartografía geológica se refiere, está constituida por:

- ALMELA, RIOS Y MUÑOZ (1953).—«Mapa geológico de España. Explicación de la Hoja núm. 86 (Orozco) 1 : 50.000».
- RAT, P. (1959).—«Les pays Crétacés Basque - Cantabriques (Espagne) 1 : 200.000».
- OESCHSLE, E. (1963).—«Geologische Studien im Ramme Bilbao (Llodio-Durango) 1 : 50.000». (Informe interno de CIEPSA. Inédito.)

2 ESTRATIGRAFIA

Afloran en la Hoja materiales pertenecientes al Triásico, Cretácico y Cuaternario.

El Triásico está representado únicamente por arcillas abigarradas y yesos de facies Keuper, restringidas al afloramiento diapírico de Orduña, en el sur de la Hoja.

Los sedimentos cretácicos comprenden términos que van desde el Cretácico Inferior, en facies Weald, hasta el Coniaciense. La parte inferior de la serie está constituida por materiales terrígenos y arcillosos, que contienen alguna intercalación calcárea, mientras que, en la parte superior, el predominio calcáreo se acentúa hasta llegar a ser un conjunto con margas y calizas exclusivamente.

Los depósitos cuaternarios recubren los materiales aflorantes en forma de pequeñas manchas irregularmente distribuidas.

2.1 TRIASICO

2.1.1 FACIES KEUPER (T_{c2-3})

Aflora exclusivamente en el borde sur de la Hoja y corresponde al borde norte del diapiro de Orduña, que alcanza su máxima extensión en la Hoja situada más al Sur.

Está constituido por arcillas abigarradas yesíferas que contienen pequeños «Jacintos de Compostela».

Al faltar regionalmente las facies carbonatadas (calizas y dolomías) del Muschelkalk, se incluye parcialmente éste en la notación de la facies Keuper (T_{G2-3}).

2.2 CRETACICO

2.2.1 VALANGINIENSE SUPERIOR-BARREMIENSE EN FACIES WEALD (C_{W12-14}^{3-0})

Se trata de un potente conjunto que aflora en el borde nororiental de la Hoja. Está constituido por areniscas amarillentas y pardas, de grano medio a fino, con intercalaciones de arcillas y arcillas arenosas, grisáceas y pardas.

Se encuentra replegado en estructuras de poco diámetro, lo que dificulta estimar su potencia real que, de cualquier modo, no debe ser inferior a los 1.300 m.

2.2.2 APTIENSE (C_{15} y C_{15}^{12})

En su parte basal la litología de este tramo es idéntica a la de la unidad anterior, y su separación en la cartografía se ha hecho en función de la aparición de las primeras Orbitolinas que marcan la base del Aptiense.

Este límite es difícilmente observable y por esta circunstancia se ha dado como supuesto en el mapa, habiéndose trazado en base a observaciones puntuales y posterior interpolación a partir de la fotografía aérea. La mayor parte de la unidad ha sido estudiada en la columna de Barambio (X: 663.626; Y: 947.052).

Como ya se ha indicado, la parte inferior del tramo tiene una litología similar a la anterior, constituida por areniscas pardo-amarillentas de grano medio a fino, micáceas, con intercalaciones arcillosas que se van haciendo más importantes al subir en la serie, al tiempo que se hacen más carbonatadas.

Igualmente aparecen intercalaciones de calizas arrecifales (C_{15}^{12}), que pueden llegar a tener una potencia de 50-80 m. Se trata de calizas microcristalinas [intrasparita] biogénicas, en ocasiones algo arcillosas, masivas, duras, que pueden tener intercalaciones margosas y en las que se han determinado: *Everticyclammina greigi* (HENSON), *Sabaudia minuta* (HOFKER), *Quinqueloculina* sp., *Spiroplectammina* sp., *Glomospira* sp., Gasterópodos, radiolas de Equinodermos y restos de Moluscos y Algas.

Vienen por encima unos 850 m. de arcillas carbonosas hojosas negras que contienen nódulos micríticos de 5 a 10 cm. de diámetro, muy duros, y finas capititas arenosas. Hay igualmente algunas intercalaciones de delgados lechos sideríticos muy duros de tonos rojo-oscuros. Ocasionalmente apare-

cen niveles de areniscas más o menos arcillosas de hasta 1 m. de potencia, de grano fino a medio, y otros de calizas arcillosas o margas. La microfauna encontrada ha sido: *Dolocytheridea intermedia* OERTLI, *Protocythere deroi* OERTLI, *Trochammina obliqua* TAPP, *Haplophragmoides concavus* (CHAPM.), *Tritaxia pyramidata* REUSS, *Lenticulina* sp., *Cythereis böhmerae* OERTLI, *Ammobaculites parvispira* TEN DAM, *Textularia* cf. *adkinsi* LOEBL., restos de Equinodermos, Gasterópodos y Lamelibranquios.

2.2.3 APIENSE MEDIO-SUPERIOR (C_{15}^{23} y Cm_{15}^{23})

Corresponde esta unidad a la prolongación hacia el Oeste de la masa arrecifal del Gorbea, situada en la vecina Hoja de Elorrio. Este conjunto calizo cambia lateralmente tanto en su base como hacia el techo y lo que penetra en la Hoja de Landaco corresponde a los términos más bajos, por lo cual le hemos asignado esta edad Gargasiense y quizás Clansayense, aunque en la Hoja de Elorrio llega hasta el Albiense Inferior.

En las zonas más orientales, es decir, en su enlace con el macizo de Gorbea, está constituido por calizas arrecifales grises, más oscuras en fractura, con abundantes restos fósiles.

Hacia el Oeste esta caliza pasa en su techo y en su base a margas grises (Cm_{15}^{23}) arenosas, en ocasiones azul negruzcas, al tiempo que comienza a tener intercalaciones de idéntica naturaleza, manteniendo el conjunto una potencia aproximada a 100 m. A la altura del meridiano de Llodio ya no queda caliza arrecifal y el tramo está formado por margas y arcillas calcáreas grises, que presentan fenómenos de «bolas concéntricas» (1).

La microfauna encontrada es la siguiente: *Cytherella ovata* (ROEM.), *Tritaxia pyramidata* REUSS, *Eoguttulina anglica* CUSHM. y OZAWA, *Trochammina obliqua* TAPP, *Dolocytheridea intermedia* OERTLI, *Orbitolina (M) texana* ROEM., *Everticyclammina greigi* (HENSON), *Glomospira* sp., *Letinculina* sp., restos de Rudistas y Políperos y espículas.

2.2.4 APIENSE SUPERIOR-ALBIENSE INFERIOR (C_{15-16}^{3-1})

Se trata de una unidad que, en parte, corresponde a un cambio lateral de facies con la masa arrecifal, que si bien en esta Hoja no está apenas desarrollada, sí lo está en zonas vecinas.

(1) Son figuras con formas elipsoidales, a veces algo aplastadas y raramente esféricas. El tamaño puede variar entre uno y varios decímetros, presentando un lajeado muy fino, cuyas lajas son perfectamente despegables de sus concéntricas con una descamación periférica a modo de «hojas de cebolla».

Al igual que la unidad anterior, se ha estudiado en el corte de Barambio y está constituido por arcillas hojosas negras, carbonosas, que engloban nódulos arcillosos sideríticos de tonos rojizos que llegan a agruparse constituyendo niveles de 10 a 20 m. de siderita. Hacia la parte alta comienzan a tener intercalaciones de areniscas de grano fino a medio, generalmente arcillosas, de color pardo rojizo o amarillento, bien estratificadas en capas de unos 15-20 cm. El tramo puede alcanzar una potencia de unos 1.300 m.

La microfauna, que es poco abundante, está constituida por *Orbitolina* (M) *texana texana* (ROEM.), *Trochammina obliqua* TAPP, *Haplophragmoides concavus* (CHAPM.) y *Ammobaculites parvispira* TEN DAM.

2.2.5 APIENSE MEDIO-ALBIENSE INFERIOR (C_{15-16}^{2-1})

En la zona nororiental de la Hoja, donde el arrecife Aptiense-Albiense no se ha desarrollado, no ha sido posible diferenciar los tramos anteriores, por lo que hemos hecho una unidad comprensiva de estos términos.

La litología está constituida por margas, calizas arcillosas, areniscas y arcillas que, aunque fuera del ámbito de la Hoja, pueden contener algún lentejón aislado de caliza arrecifal, que correspondería a episodios locales en que, temporalmente, sí concurrían en la zona circunstancias favorables para la implantación de arrecifes.

2.2.6 ALBIENSE MEDIO-SUPERIOR A CENOMANIENSE INFERIOR (C_{16-21}^{2-1})

Se trata de un potente tramo (más de 3.000 m.) formado por areniscas de grano medio a fino de colores blanquecinos, grises y pardos, en ocasiones arcillosas, bien estratificadas, en capas de 30 cm. a 1 m., y arcillas hojosas negras carbonosas que adquieren mayor importancia hacia el techo de la unidad. Esporádicamente hay intercalaciones de calizas o calcarenitas, así como también es frecuente la existencia, hacia la parte alta, de lumaqueñas de pequeñas orbitolinas.

La microfauna existente está constituida por: *Orbitolina* (M) *texana texana* (ROEM.), *Lithophyllum rude* LEMOINE, *Cytherella ovata* (ROEM.), *Trochammina obliqua* TAPP, *Tritaxia pyramidata* REUSS, *Bairdia* sp., *Ammobaculites parvispira* TEN DAM, *Hipperamminidae* sp., *Dolocytheridea bosquetiana* (JONES e HINDE), *Thalmanninella tiginensis* (GANDOLFI), *Lenticulina* sp., Gasterópodos, Ostreidos y restos de Equinodermos.

Los últimos 500 m. de este tramo, que corresponderían al Cenomaniense, pero que tienen características litológicas similares, han proporcionado una abundante microfauna: *Orbitolina concavata qatarica* HENSON, *Ammobaculites parvispira* TEN DAM, *Flabellammina alexanderi* CUSHM., *Dolocytheridea bosquetiana* (JONES e HINDE), *Schuleridea jonesiana* (BOSQUET), *Orbitolina* (M) *texana aperta* (ERM.), *Rotalipora appenninica* (O. RENZ), *Tritaxia pyra-*

midata REUSS, *Haplophragmoides concavus* (CHAPM.), *Pseudovalvularia cenomanica* BROTZ, *Trochammina obliqua* TAPP, *Rotalipora cushmani* MORROW, *R. greenhornensis* (MORROW), *Pithonella sphaerica* (KAUFFM.), *Arenobulimina conoidea* PERNER, *Paratrocholina lenticularis* (PAALZ.), *Patellina subcretacea* CUSHM. y ALEX, *Coptocampylodon lineolatus* ELLIOT, *Gavelinella intermedia* (BERT.), *Marssonella* sp y *Lenticulina* sp.

La base de esta unidad se ha cartografiado en supuesta discordancia en base a datos obtenidos en las vecinas Hojas de Elorrio (22-06) y Salvatierra (23-07).

Tanto en estas Hojas como en la que nos ocupa aparece como constante la presencia en la base de la unidad de un paquete de areniscas blanquecinas, grisáceas o amarillentas de grano medio a fino. Estas areniscas contienen, en ocasiones, cantos de cuarzo que llegan a formar localmente pequeñas zonas conglomeráticas o bien fragmentos constituidos por arcillas negras limolíticas (cantos «blandos») similares a las de la serie infrayacente.

Estas areniscas normalmente se apoyan sobre la unidad Aptiense Superior-Albiense Inferior, aunque en las Hojas antes citadas lo hace a veces sobre las calizas arrecifales e incluso sobre términos más bajos cuando estas últimas no se encuentran desarrolladas. Esto da lugar, en estas zonas, a la existencia de una discordancia cartográfica que puede tener una justificación interpretando la sedimentación de estos materiales (C_{16-21}^{23-1}) en un dispositivo «traslapante» con una dinámica de medio muy superior a la anterior en la cuenca, lo que vendría apoyado por la presencia de esos cantos antes citados.

Este hecho debe aceptarse con las debidas reservas a causa de la posible influencia que haya podido tener la configuración topográfica del fondo de la cuenca, condicionada fundamentalmente por el crecimiento diferencial de los grandes arrecifes urgonianos, en la disposición de estos sedimentos.

De cualquier modo, esta discordancia no implica, en absoluto, la existencia de hiatos erosivos o de no sedimentación importantes, si bien, localmente, pudieran aparecer fenómenos de este tipo, pero de escasa magnitud.

En el ámbito de la Hoja posiblemente esta discordancia se atenúa rápidamente hacia el Oeste, dada la no existencia en la superficie de la misma de los grandes arrecifes urgonianos que, como hemos indicado, debieron tener influencia en la deposición de estas facies arenosas, al actuar a modo de barreras que provocaban el represamiento de las mismas.

2.2.7 CENOMANIENSE INFERIOR (C_{21}^1)

Se trata de un tramo de unos 500 m. de potencia en el que predominan las areniscas de grano fino y medio bien cementadas, micáceas, estratificadas en capas de 20 cm. a masivas. Hay también arcillas carbonosas hojosas y en ocasiones arenosas, que predominan en la mitad superior de la uni-

dad. Ocasionalmente puede aparecer algún tramo de caliza margosa intercalado. El tramo culmina con un paquete de areniscas más o menos calcáreas que contienen Orbitolinas, que igualmente se repiten con frecuencia en distintos puntos de la serie.

La microfauna determinada ha sido: *Orbitolina texana aperta* (ERM.), *Orbitolina concavata qatarica* HENS., *Cytherella ovata* (ROEM.), *Pseudovalvularia cenomanica* BROTZ., *Rotalipora appenninica* (O. RENZ), *Rotalipora cushmani* MORROW, *Arenobulimina conoidea* PERNER, *Hedbergella amabilis* LOEBL. y TAPPAN, *Rotalipora greenhornensis* (MORROW), *Pithonella sphaerica* (KAUFFM.), *Tritaxia pyramidata* REUSS, *Gyroidinoides loetterlei* (TAPPAN), *Dorothia gradata* BERTH., *Ammobaculites parvispira* TEN DAM, *Patellina subcretacea* CUSHM. y ALEX, *Praeglobotruncana delrioensis* (PLUMMER), *Hedbergella washintensis* (CARSEY), *Haplophragmium nov. sp.*, *Praeglobotruncana stephani* y *Lenticulina* sp.

2.2.8 CENOMANIENSE MEDIO-SUPERIOR (C_{21}^{23})

Se trata de un potente conjunto (más de 1.200 m.) de carácter esencialmente margoso con intercalaciones de calizas arcillosas, que en algunos tramos son acusadamente nodulosas y dan lugar a una disyunción bolar que describieron CIRY y MENDIZABAL (1959) bajo el nombre de «flysch de bolas». Estas intercalaciones de calizas son normalmente biopelmicritas arcillosas y limolíticas, presentando la disyunción bolar principalmente en la parte alta de la unidad. Se extiende, al igual que todas las unidades aflorantes en la Hoja, por una franja que la cruza con dirección NO.-SE.

Su estudio se ha realizado a partir de las secciones de Quejana (X: 651.719; Y: 942.349), techo de la de Barambio (X: 663.626; Y: 947.052) y base de la de Arceniega (X: 642.533; Y: 941.812). La microfauna determinada ha sido la siguiente: *Cytherella ovata* (ROEM.), *Cythereis uermannae* TRIEB., *Cythereis reticulata* (JONES e HINDE), *Orbitolina concava* LAM., *Ammobaculites parvispira* TEN DAM, *A. subcretacea* CUSHM. y ALEX, *Haplophragmoides concavus* (CHAPM.), *Hedbergella washintensis* (CARSEY), *Coptocampylodon lineatus* ELLIOTT, *Gyroidinoides loetterlei* (TAPPAN), *Dorothia gradata* BERTH., *Rotalipora appenninica* (O. RENZ), *Trochammina obliqua* TAPP., *Rotalipora globotruncanoides* SIGAL, *Rotalipora cushmani* MORROW, *Rotalipora reicheli* MORNOD, *Rotalipora turonica thomei* HAGN y ZEIL, *Praeglobotruncana stephani* (GANDOLFI), *Heterohelix*, sp. y *Lenticulina* sp.

2.2.9 TURONIENSE INFERIOR (C_{22}^1)

Aflora yaciendo sobre el Cenomaniense Medio-Superior en las mismas zonas que éste, es decir, que se extiende en una franja orientada NO.-SE., que queda interrumpida en el diapiro de Orduña.

La potencia de esta unidad es de 100-150 m. y se ha estudiado en las secciones de Quejana (X: 651.719; Y: 942.349) y Arciniega (X: 642.533; Y: 941.812).

Está representado por una alternancia de calizas arcillosas (biopelmicritas o biomicritas) en capas de 0,40 a 1 m., con margas grises hojas. En conjunto, dominan las calizas en la parte inferior, mientras que hacia arriba los niveles de margas adquieren más importancia. La potencia del conjunto va aumentando hacia el Este, pasando de 60 m. en la sección de Arciniega a más de 100 en las zonas más orientales.

La microfauna determinada ha sido: *Globotruncana renzi* GALDOLFI, *G. sigali* REICHEL, *G. imbricata* MORNOD, *G. marianosi* DOUGL, *Praeglobotruncana stephani* (GANDOLFI), *Tritaxia tricarinata* REUSS, *Gaudryina laevigata* FRANKE, *Pseudoclavulina brayi* COLOM, *Pithonella sphaerica* (KAUFFM.), *Hedbergella paradubia* (SIGAL), *Gavelinella baltica* BROTZ, *Heterohelix* sp., *Lenticulina* sp., *Cythereis* sp. y *Balrdia* sp.

2.2.10 TURONIENSE-CONIACIENSE INFERIOR (C_{22-23}^{0-1})

Esta unidad se define por un conjunto de margas grises, generalmente hojas, con algunas intercalaciones de calizas arcillosas, que adquieren mayor desarrollo en la parte superior. Los niveles más compactos son de biomicritas a biopelmicritas, existiendo algunos de micritas limolíticas.

La potencia total de la unidad es de unos 900 m., de los cuales aproximadamente la mitad corresponden al Turoniense y el resto al Coniaciense Inferior, aunque han tenido que agruparse en una sola unidad cartográfica debido a la uniformidad litológica que presenta el conjunto.

Se ha determinado, en el tramo correspondiente al Turoniense, la siguiente microfauna: *Globotruncana helvetica* BOLLI, *Globotruncana lapparenti coronata* BOLLI, *G. schneegansi* SIGAL, *G. imbricata* MORNOD, *G. sigali* REICHEL, *Praeglobotruncana stephani* (GANDOLFI), *Marssonella trochus* D'ORB., *Triplaxia autocarinata* ALEX y SMIDT, *Gaudryina laevigata* FRANKE, *Gyroidinoides loetterlei* (TAPPAN), *Clavulinoides aspera* CUSHMAN, *Arenobulimina d'Orbignyi* (REUSS), *Pithonella ovalis* (KAUFFMAN) *Pitonella sphaerica* (KAUFFMAN), *Heterohelix* sp.

En la mitad superior de la unidad, correspondiente al Coniaciense Inferior, se ha reconocido: *Globotruncana schneegansi* SIGAL, *G. sigali* REICHEL, *G. renzi* GANDOLFI, *G. angusticarinata* GANDOLFI, *G. lapparenti coronata* BOLLI, *G. fornicata* PLLIMM, *Praeglobotruncana stephani* (GANDOLFI), *Ammobaculites lagenalis* (ROEM), *Gaudryina laevigata* FRANKE, *Tritaxia tricarinata* REUSS, *Arenobulimina d'Orbignyi* (REUSS), *Spiroplectinata jaekeli* FRANKE y *Frondicularia goldfussi* REUSS.

2.2.11 CONIACIENSE MEDIO-SUPERIOR (C_{23}^{23})

Está representado en el ángulo SO. de la Hoja por un conjunto de calizas arcillosas, calizas arenosas y dolomías, en ocasiones con intercalaciones de margas calcáreas laminares. Este conjunto destaca morfológicamente en el paisaje, dando lugar a una cresta o «cejo» característico.

Hacia la parte superior presenta intercalaciones de margas hojosas amarillentas, que dan un aspecto tableado a esta serie superior.

Si bien en el ámbito de la Hoja no se ha podido efectuar ninguna sección en esta unidad, poseemos datos de zonas inmediatas en las que la microfauna encontrada en niveles correspondientes ha sido (RAMIREZ DEL POZO, 1971): *Globotruncana lapparenti tricarinata* (QUEREAU), *Globotruncana cf. fornicata* PLUMM, *Globotruncana concavata primitiva* DALB., *Tritaxia tricarinata* REUSS, *Marssonella trochus* D'ORB., *Gaudryina rugosa* D'ORB. y *Pseudovalvularia cf. costata* (BROTZ). Los niveles calizos son biopelmiticas con *Globotruncana*, *Marssonella*, *Tritaxia* y *Pythonella sphaerica* (KAUFFMAN).

2.3 CUATERNARIO (Q, Q₁T, Q₂AI)

Los recubrimientos cuaternarios no son muy importantes en la Hoja, limitándose a

Cuaternario indiferenciado (Q)

Se han cartografiado como tales unos depósitos de fondo de valle en el diapiro de Orduña, constituidos por arcillas, arenas y algunos cantos, que interpretamos como una posible llanura de inundación antigua del río Nervión.

Terrazas (Q₁T)

Solamente están representadas en la zona de Beraza (X: 663.950; Y: 944.280) y corresponden a los ríos Altube y Arnauri. Están formadas por cantos bien redondeados, englobados en una matriz arenosa y arcillosa.

Aluviales (Q₂AI)

Constituidas fundamentalmente por gravas, arenas y limos. Destacan las de los ríos Nervión, Altube e Izalde.

3 TECTONICA

3.1 TECTONICA REGIONAL

La zona estudiada se sitúa en la región oriental de la Cuenca Cantábrica, coincidiendo prácticamente con la zona de máxima subsidencia de aquélla y formando parte del borde norte del «Surco Alavés».

La estructura regional parece reflejar un estilo tectónico de revestimiento, si bien los materiales mesozoicos y terciarios se han deformado, adaptándose a los esfuerzos de forma particular en muchos casos. Parece también claro que en otros casos, en cambio, sus deformaciones vienen condicionadas por las que sufre el basamento hercínico. En el curso de las diversas fases, el zócalo reaccionó mediante fracturas y pliegues de fondo de gran radio.

En la zona que nos ocupa el reflejo de estas deformaciones de zócalo ha provocado la separación al NE. de un surco que permite la conservación del Cretácico Superior y Eoceno del Sinclinalio de Vizcaya. Más al Sur, una elevación del zócalo explica el levantamiento del Anticinal Vizcaíno y en la zona más al SE. debió existir una zona de inflexión en el zócalo que jugó en diversos sentidos según las épocas: en el Cretácico Inferior y Medio, mediante una subsidencia importante en la zona de la Hoja que nos ocupa, y durante la Orogenia Pirenaica, facilitando la existencia, al Sur, de una zona rígida (Escudo Alavés) y al N. una zona que ha reaccionado mediante ondulaciones y fracturas ante los empujes, que quedan separadas por la falla de Villaro-Ubidea, cuya terminación septentrional atraviesa el borde nor-oriental de la Hoja en dirección casi E-O.

Los materiales en la Hoja se encuentran dispuestos en forma de estructura monocinal de dirección ONO.-ESE., con buzamientos hacia el OSO., que en las zonas más septentrionales alcanzan valores de hasta 60° y se van suavizando hacia el Sur, donde el buzamiento medio es de 5-10°.

Esta monotonía en la disposición de los sedimentos solamente se ve alterada por la existencia, al Sur de la Hoja, del borde norte del diapiro de Orduña, así como por la presencia, en el ángulo nororiental, de la estructura anticinal de Miravalles.

Aparte del Cuaternario, los sedimentos más modernos que afloran en la Hoja corresponden al Coniaciense; sin embargo, y dado el conocimiento regional, podemos indicar que las fases principales de plegamiento son la Sávica y la Staírica de la Orogenia Pirenaica, si bien anteriormente se han producido movimientos menos importantes que han tenido su reflejo fun-

damentalmente en la configuración paleogeográfica y estratigráfica de la Cuenca. Los principales que se pueden considerar son:

- Movimientos al final del Jurásico y comienzos del Cretácico, responsables de toda la historia «weáldica» del golfo vasco-cantábrico.
- Movimientos aptienses, que provocan pliegues de fondo y zonas de preferente subsidencia, donde se han localizado los grandes edificios arrecifales.
- Movimientos albienses que pueden provocar discordancias locales en la base y en el interior del complejo arenoso supra-arrecifal.
- Movimientos cenomanienses, que provocan un cambio radical en el tipo de sedimentación.

3.2 DESCRIPCION DE LAS PRINCIPALES ESTRUCTURAS

Anticinal de Miravalles

Se trata de una estructura que afecta exclusivamente a sedimentos de la facies Weald.

La dirección de su eje es NO.-SE., su flanco NE. tiene las capas verticales o sub-verticales y el flanco SO. presenta también unos buzamientos, en general fuertes (40° - 70°).

La estructura se interrumpe por el E. en una falla que la separa de una serie de materiales aptienses y albienses. Por el Sur está limitada por otra falla (inversa posiblemente) que va atenuando su salto hacia el Oeste tras alcanzar su máxima importancia en la vecina Hoja de Elorrio.

Zona plegada de Areta

Se trata de una serie de anticlinales y sinclinales de pequeño radio que aparecen junto al borde Sur de la falla antes citada, y que se interpretan como acompañantes de ésta y generados en el mismo empuje.

Afectan exclusivamente a materiales de la facies Weald.

Zona monocinal de Amurrio

Hemos designado con este nombre prácticamente a la totalidad de sedimentos aflorantes en el ámbito de la Hoja, y que aparecen como una monótona serie monocinal de dirección ONO.-ESE., solamente afectada por alguna fractura poco importante.

La potencia de sedimentos es enorme, lo que unido al carácter eminentemente plástico de los mismos (predominancia de arcillas y margas) ha motivado seguramente que la mayor parte de los esfuerzos sufridos hayan sido absorbidos o amortiguados.

Diapiro de Orduña

Solamente la parte norte del mismo, el cual alcanza su mayor desarrollo en la vecina Hoja de Orduña, penetra en el borde sur de la de Landaco.

Se trata de una estructura diapírica sencilla, posiblemente correspondiente a la zona de chimenea salina, y solamente aparece afectado el Cretácico Superior, existiendo en el borde un bloque de Cenomaniense fuertemente transformado. En la zona de La Sima (X: 656.190; Y: 933.970) hay otro pequeño bloque también Cenomaniense, englobado en las arcillas del Keuper, y en el borde Norte, junto a la trinchera del ferrocarril, aparecen algunos bloques de carniolas del Rethiense, en contacto con las margas cenomanienses. Estos bloques no han sido representados en la cartografía dada su reducida extensión.

4 HISTORIA GEOLOGICA

La Hoja de Landaco se encuentra enclavada en la zona central de la Cuenca Cantábrica, y por tanto su historia geológica queda totalmente incluida dentro de la descripción que pueda hacerse de los hechos acaecidos a lo largo del transcurso de los tiempos geológicos en la mencionada Cuenca.

Por este motivo, para la redacción del presente capítulo tendremos en cuenta todos los datos obtenidos por la COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS, S.A., a lo largo de los últimos años de trabajo en la propia Cuenca Cantábrica, dentro del Plan Magna.

También se tendrán en cuenta los datos disponibles en la bibliografía regional, principalmente los de J. RAMIREZ DEL POZO (1971) y P. RAT (1959), así como la información suministrada por los sondeos petrolíferos profundos perforados por diferentes compañías investigadoras.

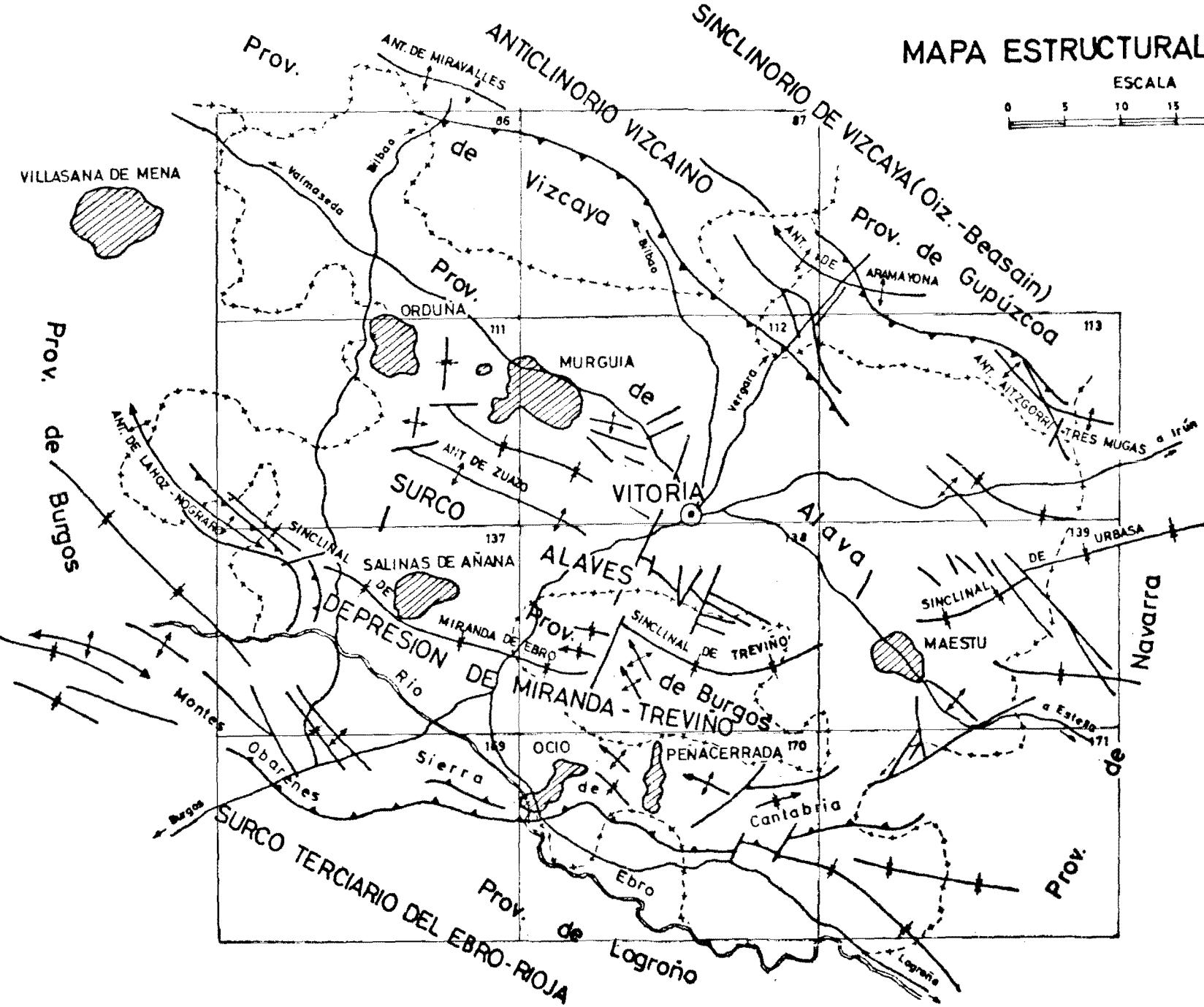
De esta manera procederemos a efectuar una descripción regional de la historia geológica de la Cuenca y particularizaremos los detalles que afectan exclusivamente a los materiales aflorantes en el ámbito de la Hoja.

Desde el final de la tectónica hasta la transgresión triásica, el área de la cuenca mesozoica, que se iba formando, se vió afectada por un relieve morfológico o estructural que no alcanzó completa peneplanización, por tanto la sedimentación paleozoica post-hercínica (Pérmico) y, en parte, la del Buntsandstein, se depositó en zonas deprimidas, rellenándolas.

Durante el Triásico Superior, la cuenca se presenta muy uniforme y estable, teniendo una gran salinidad y depositándose una potente serie de evaporitas (especialmente sal). En esta cuenca salina la vida de los organismos

MAPA ESTRUCTURAL ESQUEMATICO

ESCALA



LEYENDA

- DIAPIRO
- FALLA
- ANTICLINAL
- SINCLINAL
- CABALGAMIENTO
- CARRETERA
- NUMERO HOJA

es escasa, a juzgar por la falta de fósiles, predominando probablemente una sedimentación epicontinental. Las manifestaciones volcánicas pueden llegar a ser importantes (ofitas).

En el Jurásico tenemos una cuenca uniforme y estable de salinidad normal marina, ya que al comienzo del mismo toda el área sufrió un ligero hundimiento, produciéndose la invasión del mar. En esta cuenca estable la subsidencia fue bastante regular (entre 800 y 400 m.) aunque se podían destacar algunos pequeños surcos y altos, así como también la sedimentación, que fue en toda la región de calizas y margas y de una gran uniformidad, puesta de manifiesto por la continuidad regional de sus horizontes. Se trata de un mar de poca profundidad, pero que gradualmente se va acentuando, para en el Lías Medio instaurarse ya un régimen francamente marino, a la vez que se debilita el nivel energético de la cuenca.

En el Lías Superior se alcanza el máximo de profundidad, estableciéndose un régimen batial o de talud. Al final del Dogger debió producirse un rejuvenecimiento del relieve y una emersión general, que suministra aportes detriticos dentro de aguas nuevamente someras.

Durante el Malm continua el régimen de inestabilidad provocado por los movimientos Neokimméricos, con sedimentación de calizas arenosas. Consecuencia también de estos movimientos es el hecho de que, como en otras regiones, el paso Calloviense al Oxfordiense se haga por medio de un hiato o condensación de capas debido probablemente, a la falta de sedimentación.

En el sondeo de Aramayona-1 (X: 689.990; Y: 936.400; Z: 695) en la vecina Hoja de Elorrio se ha pasado de unos materiales datados como de facies Purbeck, a otros que según algunas interpretaciones se asignaron con muchas reservas al Carbonífero; esto implicaría la existencia de una zona de umbral que habría condicionado la no sedimentación y/o erosión de los sedimentos correspondientes a estas edades.

Como consecuencia de las fases neokimméricas, el mar Jurásico retrocede, produciéndose la colmatación de la cuenca durante el Malm y Cretácico más inferior. Se delimitan varias cuencas de sedimentación con diferentes características y subsidencia, separadas por umbrales, en los que no hay apenas sedimentación o incluso aparecen fenómenos erosivos muy activos.

Estas cuencas de sedimentación pueden considerarse como mares interiores de aguas salobres, donde se depositan principalmente arcillas y calizas de tipo lacustre (facies Purbeck).

En esta época se individualiza el golfo Vasco-Cantábrico, posiblemente por movimientos de subsidencia diferencial provocados por una zona de debilidad del zócalo hercínico, y recibe gran cantidad de aportes, suministrados por el desmantelamiento de la región emergida (Macizo Asturiano-Castellano) de clima cálido y lluvioso. Se origina una sedimentación tipo delta, que se

instaura durante el Cretácico más inferior (facies Weald). Dentro de la cuenca, pero en las zonas más próximas a la costa, como es el caso de la Hoja que nos ocupa, la salinidad del medio se hace salobre o transicional a marina debido sobre todo a los aportes tan importantes de agua dulce que proceden del continente, dando lugar a una sedimentación en la que se suceden los episodios marinos y continentales con todos sus pasos intermedios en función, posiblemente, de periódicas colmataciones de la cubeta que permitan la formación de ambientes continentales.

Las cuencas de sedimentación debieron ser de dimensiones relativamente reducidas, quizás incluso aislados, para explicar satisfactoriamente la brusca disminución de la salinidad del mar por efecto de los aportes de agua dulce del continente, ya que en cuencas amplias no se consigue este tipo de reducción de salinidad, aún con índices de pluviosidad muy altos.

El régimen de sedimentación de facies Weald puede incluir hasta el Aptiense Inferior en muchos lugares, como lo confirma la existencia de las primeras Orbitolinas, que indican ya un régimen claramente marino, intercaladas en la serie detrítica.

En el Aptiense y Albienense Inferior se produce un cambio muy notable en el régimen de sedimentación de toda la Cuenca Cantábrica. Se inicia un régimen marino generalizado, recobrando las aguas del Golfo Vasco-Cantábrico su salinidad normal; hay una disminución del aporte terrígeno y de la turbulencia de los agentes de transporte. La topografía submarina era la de una plataforma, en la que existía un ambiente marino normal, en gran parte de la Cuenca, favorable para el desarrollo de los organismos constructores. Así comenzó una sedimentación predominantemente carbonatada, con desarrollo local de arrecifes y biohermos y de sus correspondientes biostromos circundantes. Estos arrecifes, que se desarrollaron a poca profundidad, por debajo de la superficie del agua en un mar nerítico, no formaban una barrera continua, porque su desarrollo estaba interrumpido por aportes terrígenos que, intermitentemente, podían continuar siendo importantes, como en la facies Weald. Además, estos arrecifes, que se localizan frecuentemente en zonas de preferente subsidencia, lo que explica la gran potencia que pueden llegar a alcanzar, dirigían las corrientes cargadas de material terrígeno en suspensión a favor de los espacios existentes entre ellos (canales interarrecifales), controlando así la distribución de la sedimentación, lo que justifica los cambios de litofacies en zonas muy próximas.

En el momento que se producía el cambio en el régimen de sedimentación citada, la destrucción de los arrecifes adquiría grandes proporciones, no sólo a causa de la violencia de los aportes terrígenos, sino por cesar localmente la subsidencia que originaba la emersión de algunos arrecifes y su destrucción por el oleaje. Entre los arrecifes emergidos podían aislarse cuencas semicerradas con ambiente reductor y sedimentación de facies lagunar («lagoon», según la terminología inglesa), donde además de sedimentos

terrígenos finos (arcillas), se depositaban eventualmente clastos calcáreos finos provenientes de la destrucción de los arrecifes circundantes. Estas arcillas son, generalmente, pobres en microfauna, consistiendo ésta en Foraminiferos de concha aglutinada (*Trochammina*, *Haplophragmium*) y algunos Ostrácodos, que caracterizan biofacies costeras y lagunares.

La sedimentación fina terrígena sobre las laderas escarpadas de los arrecifes motivaba avalanchas de estos sedimentos arcillosos sobre los fondos interarrecifales, no de forma brusca sino progresiva, rodando y creciendo en este movimiento, lo que daba lugar a la formación de las «bolas concéntricas» en un proceso similar al crecimiento de una bola de nieve al deslizarse por una pendiente nevada (RAMIREZ y AGUILAR, 1967). Estas arcillas y margas azules y negras son muy frecuentes en el Aptiense Superior y Albienense Inferior y son, generalmente, de facies costera o litoral a nerítica (plataforma).

Durante este período y en la zona de la Hoja que nos ocupa, se desarrolla una cubeta muy subsidente, relacionada con una zona de debilidad del basamento hercínico, donde la subsidencia es tan rápida que no permite la ubicación de arrecifes y sí, en cambio, de una potentísima serie detrítica que alcanza más de 3.000 m. de sedimentos.

En el Albienense Medio hay importantes aportes de material terrígeno, que se depositan en un mar de plataforma, con fondo inestable (de 20 a 50 m. de profundidad aproximadamente). Este intenso aporte terrígeno se debe a movimientos tectónicos, posiblemente relacionados con la fase Aústrica, de los bordes de la cuenta que dan lugar a un rejuvenecimiento del relieve continental (principalmente el Macizo Castellano), lo que lleva consigo un aumento de los agentes erosivos.

Estos materiales terrígenos penetran en la cuenta recubriendo a los sedimentos ya depositados en un dispositivo de «traslape», que resulta más evidente por el hecho de que en la cuenta existen ya unos relieves motivados por los edificios urgonianos. El nuevo aporte terrígeno choca contra ellos, intentando rebasarlos, y en ocasiones lo consigue, bien porque la altura del arrecife o la intensidad del aporte lo permite o bien porque lo hace a favor de los canales interarrecifales. La consecuencia es que estos materiales llegan más o menos dentro de la cuenca y alcanzan más o menos potencia, dependiendo de la disposición paleogeográfica de los obstáculos que constituyen los arrecifes.

En las zonas donde este aporte ha sido más intenso, bien por su mayor proximidad a la costa o bien porque coincide con un canal interarrecifal, hacia donde se han canalizado mayor cantidad de sedimentos para salvar la barrera arrecifal, parece que la continuidad en la sedimentación es más patente. En cambio, en aquellas zonas donde las barreras arrecifales han tenido un relieve muy acentuado ha sido retardado el recubrimiento por estas facies terrígenas, pudiendo aparecer hiatos locales.

Este aumento del aporte terrígeno en la cuenca impide el desarrollo de los arrecifes, al variar las condiciones de aguas limpias y tranquilas necesarias para su crecimiento, y se depositan entonces una serie de areniscas y arcillas de facies costera a nerítica.

Como ya hemos indicado, este brusco aumento de los aportes terrígenos fue debido a movimientos tectónicos marginales, de carácter epirogénico, que produjeron un rejuvenecimiento del relieve continental (Macizo Castellano, al SO., y Macizo de Cinco Villas, al NE.), y en consecuencia, una reactivación de la erosión y aumento de la turbulencia de los agentes de transporte. Los movimientos marginales citados se correspondían en la Cuenca con una renovación de la fuerte subsidencia y un rejuvenecimiento de las zonas de umbral, lo que explica la gran potencia de los sedimentos, el rápido adelgazamiento en ocasiones de los mismos, los cambios de facies, las pequeñas discordancias intraformacionales que se observan en la serie, turbiditas, etc.

Es también en este momento de la historia geológica de la región cuando tienen lugar los primeros movimientos ascensionales importantes de las masas plásticas del Keuper, que quizás fueran incluso las responsables de ese movimiento de elevación en la zona continental.

En el Cenomaniense se produce, posiblemente en relación con las primeras manifestaciones de la Orogenia Alpina, un levantamiento del bloque del zócalo correspondiente al actual anticlinal Vizcaino, que compartimenta dos zonas, claramente diferenciables en cuanto a la sedimentación que en ellas tendrá lugar. Una, situada al SO., de mar nerítico a batial, que constituye el llamado «Surco Alavés», donde llegan a depositarse hasta 4.500 m. de sedimentos gracias a ser una zona de gran subsidencia, lo que explica la deposición de estas series tan potentes. En la zona NE., en cambio la subsidencia no es tan marcada y además el fondo marino se revela como más inestable, hecho que produce el desarrollo de formaciones de Flysch, así como removilización de las fracturas, por las cuales se realiza la salida de erupciones volcánicas básicas, que aparecen interestratificadas en la serie.

En el Turoniense debió producirse un movimiento de elevación en la Cuenca, o bien disminuyó fuertemente la subsidencia, pues este piso se encuentra muy reducido de potencia en las zonas interiores de la Cuenca, mientras que en las marginales llega incluso a haber una importante laguna estratigráfica que afecta al Turoniense Superior y Coniaciense Inferior.

Aunque éstos son los materiales más modernos aflorantes en la Hoja, basándonos en datos de zonas próximas podemos afirmar que el plegamiento debe corresponder a las fases Pirenaica, Sávica y Staírica, sin que pueda precisarse la importancia relativa de cada una de ellas.

5 GEOLOGIA ECONOMICA

5.1 MINERIA Y CANTERAS

En la actualidad no existe en el ámbito de la Hoja ninguna explotación minera activa, si bien junto al pueblo de Barambio, en el cerro de San Antón (X: 661.120; Y: 938.190) existe una, abandonada, que comenzó a explotarse en el siglo pasado y beneficiaba galena y blenda en un filón existente en el tramo arenoso del Albienense Medio-Cenomaniense Inferior (C_{16-21}^{2-1}).

Según datos obtenidos de la Memoria explicativa de la Hoja 86 (OROZCO), publicada por el IGME, la dirección del filón es E. 19° S., su buzamiento de 55° al N., su espesor 0,80 m. y la ganga se compone principalmente de cuarzo con siderita y barita. La metalización es irregular y la blenda más abundante que la galena.

Las canteras no son tampoco abundantes en la Hoja, aunque las existentes son muy importantes y se dedican a explotar la caliza arrecifal (C_{15}^{23}) en las proximidades de Llodio.

5.2 HIDROGEOLOGIA

Las posibilidades de obtener aguas subterráneas en las formaciones aflorantes en la Hoja son bastante problemáticas, habida cuenta de la gran cantidad de niveles impermeables, constituidos por arcillas y margas, que existen intercalados o incluso como facies dominantes en toda la serie.

Esto hace que los puntos de agua sean frecuentes, pues se constituyen pequeños acuíferos en los niveles permeables que quedan aislados por alguno de los niveles impermeables existentes, pero imposibilita prácticamente la existencia de grandes depósitos subterráneos.

De cualquier modo, la formación más interesante desde el punto de vista hidrogeológico serían los tramos predominantemente calcáreos del Turoniense Inferior (C_{22}), que al estar limitados en su base por el nivel impermeable que constituyen los materiales margosos del Cenomaniense Medio-Superior (C_{21}^{23}) pudiera constituir en profundidad un almacén relativamente importante.

6 BIBLIOGRAFIA

ADAN DE YARZA, R. (1884).—«Descripción física y geológica de la provincia de Guipúzcoa». *Mem. Com. Mapa Geol. de España*, 176 pp. Madrid.

- (1885).—«Descripción física y geológica de la provincia de Alava». *Mem. Com. Mapa Geol. de España*. Madrid.
 - (1892).—«Descripción física y geológica de la provincia de Vizcaya». *Mem. Com. Mapa Geol. España*, pp. 1-193.
 - (1906).—«El país vasco en las edades geológicas». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, tomo 8.
- AGUILAR, M. J. (1967).**—«Estudio petrográfico del Albense de la Cuenca Cantábrica». *Ciepsa* (inédito).
- (1970).—«Sedimentología y Paleogeografía del Albense de la Cuenca Cantábrica». *Tesis Doctoral Fac. Cienc. Univ. Barcelona*.
 - (1971).—«Correlaciones por ciclos de aporte en el Albense de la Cuenca Cantábrica». *Acta Geológica Hispánica*, tomo 6, núm. 4, pp. 92-96.
 - (1971).—«Consideraciones generales sobre la sedimentación y paleogeografía del Albense de la Cuenca Cantábrica». *Estudios Geológicos*, vol. 27, número 2, pp. 325-334.
 - (1971).—«Estudio petrográfico del Wealdico de la Cuenca Cantábrica (Paleogeografía, sedimentación y posibilidades de almacén)». *Ciepsa CV-324* (inédito).
- AGUILAR, M. J., y RAMIREZ DEL POZO, J. (1968).**—«Observaciones Estratigráficas del paso del Jurásico marino a facies Purbeckiense en la región de Santander». *Acta Geológica Hispánica*, tomo 3, núm. 2, pp. 35-55.
- ALLEN, P. (1955).**—«Age of the Wealden in Northwestern Europe». *Geol. Magazine*, vol. 92, pp. 265-281. Hetford.
- ALMELA, A.; LIZAUR, J., y MUÑOZ, C. (1952).**—«Reserva Petrolífera de Burgos». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 64, pp. 205-257.
- ALMELA, A.; RIOS, J. M., y GARRIDO, J. (1945).**—«Estudio de parte de las provincias de Burgos, Alava, Vizcaya y Santander». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 58, pp. 45-228, Madrid.
- ALMELA, A.; RIOS, J. M., y MUÑOZ CABEZON, C. (1953).**—«Memoria explicativa de la Hoja núm. 86 (Orozco), Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000». *Inst. Geol. Min. de España*, Madrid.
- ARANEGUI, P. (1936).**—«Geología y Geografía del País Vasco». *Com. Inv. Geogr. Geol. y Prehist.*, Mem. núm. 2, 141 pp., 52 figs., 4 láms., Madrid.
- AUBERT, J.; COUSTAU, D., y GENDROT, C. (1963).**—«Montsechiana nov. ge. Un nouveau genre de Foraminifère du Crétacé Supérieur à faciès récifal de l'Espagne et des Martigues (France)». *Rev. de Micropal.*, vol. 6, número 3, pp. 169-174, París.
- AZPEITIA MOROS, F. (1933).**—«Datos para el estudio de flysch de la Costa Cantábrica y de algunos otros puntos de España». *Bol. Inst. Geol. España*, tomo 53, pp. 1-65, Madrid.
- BATALLER, J. R. (1945).**—«Bibliografía del Cretácico de España». *Est. Geol.*, número 1, pp. 7-10, Madrid.

- BLANCHET, F. (1917).—«Etude Micrographique des calcaires urgoniens». *Ann. Université Grenoble*, tomo 29, pp. 335-392, 14 figs., 2 pl.
- CALDERON, S. (1885).—«Note sur le terrain wealdien du nord de L'Espagne». *Bull. Soc. Geol. France*, tomo 14, pp. 405-407.
- CAMPSA (1955).—«Prospecciones petrolíferas realizadas por Campsa». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. de España*, núm. 35, pp. 35-38.
- CAREZ, L. (1881).—«Etude des terrains cretaces et tertiaires du Nord de L'Espagne». *Fac. Sciences Paris (Tesis Doctoral)*, pp. 1-323.
- CARRERAS SUAREZ, F. J. (1967).—«Informe geológico de campo de la estructura de Hornillos-Atauri». *Ciepsa* (inédito).
- (1968).—«Informe geológico Aitzgorri Tres Mugas». *Ciepsa* (inédito).
- (1971).—«Estudio hidrogeológico de Salvatierra». *C. G. S.* (inédito).
- (1973).—«Informe geológico de la Unidad hidrogeológica de Urbasa-Montes de Vitoria». *C. G. S.* (inédito).
- CIRY, R. (1951).—«L'Evolution paleogeographique de l'Espagne septentrionale au crétace inférieur». *Inst. Geol. Min. de España. Libro Jubilar*, tomo 2, pp. 17-51.
- (1967).—«Etude paleogeographique et structurale de la région Basco-Cantabrique». *C. R. Soc. Geol. France*, núm. 9, pp. 391-394.
- CIRY, R., y MENDIZABAL, J. (1949).—«Contribution à l'étude du Cénomanien et du Turonien des confins septentrionaux des provinces de Burgos, d'Alava et Navarra». *Ann. Hébert et Haug. (livre Jub. Charles Jacob)*, tomo 7, pp. 61-79.
- CIRY, R., y RAT, P. (1950).—«Sur la présence d'une microfaune Maestrichtienne près de Vitoriano (Alava)». *Munibe*, fasc. 2, pp. 66-79, 4 figs., 1 pl. San Sebastián.
- CIRY, R.; RAT, P.; MANEIN, J. Ph.; FEUILLEE, P.; AMIOT, M.; COLCHEN, M., y DELANCE, J. H. (1967).—«Réunion extraordinaire de la Société Géologique de France. Des Pyrénées aux Asturies». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, núm. 9, pp. 389-444.
- COLOM, G. (1952).—«Los caracteres micropaleontológicos de algunas formaciones del Secundario de España». *Bol. Inst. Geol. Min. Esp.*, t. LXIV, pp. 257-344 Madrid.
- CRUSAFOINT, M.; TRUYOLS, J., y RIBA, O. (1966).—«Contribución al conocimiento de la Estratigrafía del Terciario Continental de Navarra y Rioja». *Notas y Com. IGME*, núm. 90, pp. 53-76, Madrid.
- CUMINGS, E. R. (1932).—«Reefs or bioherms?». *Geol. Soc. América, Bull.*, volumen 43, núm. 1, pp. 331-352, New York.
- DAHM, M. (1966).—«Stratigraphie und palaeogeographie im Kantabrischen Jura (Spanien)». *Tesis Un. Bonn. Beih. Geol. JB.*, vol. 44, pp. 13-54.
- FEUILLEE, P. (1963).—«Presencia del Cenomanense en la parte sur-este de los Montes Obarenes (Pancorbo, Foncea, Cellorigo), provincia de Burgos». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. España*, núm. 69, pp. 259-262, Madrid.

- (1963).—«Sur l'extension et les facies du Cénomanien dans la région de Mena (Espagne)». *C. R. Somm. Geol. France Paris*, núm. 3, pp. 97-98.
- (1967).—«Le Cénomanien des Pyrénées basques aux Asturias; essai d'analyse stratigraphique». *Mem. Soc. Geol. France. Nouvelle Série*, tomo 46, vol. 108, pp. 1-343.
- FEUILLEE, P., y NEUMANN, M. (1963).—«Les faciès à Alveolinidés du Cénomanien dans le Nord de l'Espagne». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, 7, pp. 221-223, Paris.
- FEUILLEE, P., y RAT, P. (1962).—«Les foraminifères du "Flysch à Boules" (Cénomanien supérieur) entre Espinosa et Alsasua». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, pp. 172-173.
- (1971).—«Structures et paléogeographies pyrénéo-cantabriques». *Publ. Inst. Fr. du Pet.*, Col. coloc. y sem. núm. 22, tomo 2, vol. 1, p. 48.
- FEUILLEE, P., y SIGAL, J. (1964).—«Présence d'un niveau à *Globotruncana helvetica* BOLLI dans la région Bas-Cantabrique». *C. R. Somm. Geol. France*, núm. 5, pp. 201-203.
- GIANNINI, G. (1965).—«Geología y posibilidades petrolíferas de la Cuenca Cantábrica». *Ciepsa* (inédito).
- (1967).—«Sierra de Cantabria-Treviño-Aramayona. Corte geológico y nota explicativa». *Ciepsa* (inédito).
- (1968).—«Parte central de los permisos de Vitoria: Cortes geológicos evolutivos». *Ciepsa* (inédito).
- (1968).—«Evaluación del Surco Terciario del Ebro en relación con la posible presencia del Mesozoico». *Ciepsa* (inédito).
- GOMEZ DE LLARENA, J. (1946).—«Revisión de algunos datos paleontológicos del Flysch Cretáceo y Nummulítico de Guipúzcoa». *Notas y Comun. Inst. Geol. y Min. de España*, núm. 15, pp. 113-162, Madrid.
- (1954).—«Observaciones geológicas en el flysch Cretácico Nummulítico de Guipúzcoa». *I. Monogr. Ins. «Lucas Mallada»*, núm. 13, C. S. I. C., Madrid.
- (1956).—«Observaciones geológicas en el flysch Cretácico Nummulítico de Guipúzcoa». *II Monogr. Inst. «Lucas Mallada»*, núm. 15, C. S. I. C. Madrid.
- (1958).—«Datos paleontológicos del flysch litoral de Guipúzcoa. El Vraconiense de septarias de Motrico». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. España*, número 50, Madrid.
- GREKOFF, N. (1953).—«Sur l'utilisation des microfaunes d'Ostracodes dans la stratigraphie précise du passage Jurassique-Crétacé (faciès continentaux). *Rev. Inst. Franc. du Pétr.*, vol. 8, núm. 7, pp. 362-379, 1 fig., 10 tab., Paris.
- HENTSCHEL, H. (1964).—«Reinvestigation of the Eastern part of the Sierra de Cantabria and adjacent areas». *Ciepsa* (inédito).

- HERNANDEZ-PACHECO, E. (1912).—«Ensayo de síntesis geológica del Norte de la Península Ibérica». *Junta Ampl. Est. e Inv. Cient., Mem.* 7, 126 pp., 33 figs. Madrid.
- HERNANDEZ PACHECO, F. (1950).—«Esquema geológico del País Vasco en los límites de Guipúzcoa con Navarra, seguido de un ensayo de síntesis de la obra de Pierre Lamare: "Recherches géologiques dans les Pyrénées basques d'Espagne"». *Munibe*, fasc. 3, pp. 121-131, 3 figs., San Sebastián.
- HUTTNER, H. (1955).—«Geologische Unterschungen in der Sierra de Cantabria zwischen Monts Obarenes und Monte Codes». *Ciepsa* (inédito).
- HOFKER, J. JR. (1965).—«Some Foraminifera from the Aptian-Albian passage of nothern Spain». *Leidse Geol. Meded.*, vol. 23, pp. 183-189.
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1971).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Explicación de la Hoja núm. 12, Bilbao». *Inst. Geol. y Min. de España*, pp. 1-27.
- (1973).—«Estudio geológico de la provincia de Alava». *Mem. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 83, Madrid.
- (1971).—«Mapa geológico de España. Escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Explicación de la Hoja núm. 21, Logroño». *Inst. Geol. y Min. de España*, pp. 1-30.
- JEREZ, L.; ESNAOLA, J. M., y RUBIO, V. (1971).—«Estudio geológico de la provincia de Guipúzcoa». *Mem. IGME*, tomo 79.
- KARRENBERG, H. (1934).—«Die postvariscische Entwicklung des Kantabro-asturischen Gebirges (Nordwest Spanien)». *Beit. Geol. Westl. Mediterr.*, Berlín (traducción de J. Gómez de Llanera en *Publ. Extr. Geol. Esp.*, volumen 3, pp. 103-225, Madrid).
- KIND, H. D. (1967).—«Diapire und Alttertiär im südostlichen Baskenland (Nordspanien)». *Beich. Geol. J. B.*, 5, 66. Hannover.
- LAMARE, P. (1923).—«Sur quelques particularites de la structure du pays Basque Espagnol». *Bull. Soc. Geol. France*, tomo 4, vol. 23, pp. 185-192.
- (1936).—«Recherches Geologiques dans les Pyrénées Basques d'Espagne». *Mem. Soc. Geol. France*, tomo 12, vol. 27, núm. 6, pp. 1-465.
- LARRAZET, M. (1895).—«Notas estratigráficas y paleontológicas acerca de la provincia de Burgos». *Bol. Com. Map. Geol. España*, tomo 22, pp. 121-143.
- (1896).—«Recherches géologiques en la region orientale de la province de Burgos et sur quelques points des prov. de Alava et Logroño». *These Fac. Sciences de Paris*, pp. 1-310.
- LOGTERS, H., y VOORT, H. (1968).—«Die Gastain-Structur». *Souderd. Geol. Ruds chan.*, pp. 455-472.
- LOTZE, F. (1958).—«Geologische karte des Pyrenaisch-Kantabrischen Grenzgebietes».
- (1960).—«Zur Gliederung der Oberkreide in der Baskischen depression (Nordspanien)». *Neves Jhrb. Geol. Paleont. Monatsh.*, núm. 3, pp. 132-144.

- MALLADA, L. (1875).—«Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, tomo II, pp. 1-160, lám. 1-11, Madrid.
- (1893).—«Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, tomo 18, pp. 1-253.
- (1902).—«Explicación del mapa geológico de España. Sistemas Permiano, Triásico, Liásico y Jurásico». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, tomo 4.
- (1904).—«Explicación del Mapa Geológico de España. Sistemas Infracretáceo y Cretáceo». *Mem. Com. Mapa Geol. de España*, tomo 5.
- (1907).—«Explicación del Mapa Geológico de España; Sistemas Eoceno, Oligoceno y Mioceno». *Mem. Com. Mapa Geol. de España*, tomo VI, Madrid.
- MANGIN, PH. (1959).—«Le Nummulitique sud-pyrénéen à l'ouest de l'Aragón». *Pirineos*, núm. 51, pp. 1-631.
- MANGIN, PH., y RAT, P. (1962).—«L'Evolution post-hercynienne entre Asturies et Aragón (Espagne)». *Mem. Soc. France (Livre à la Mem. du prof. P. Fallot)*, tomo 1, pp. 333-349.
- MANGIN, PH., y FEYSOT, CL. (1972).—«Etude Petrologique de quelques ophiites de la côte septentrional Espagnole». *Annales scientifiques de l'université de Besançon (Géologie)*, tomo 3, vol. 17, pp. 39-45.
- MANIEZ, F. (1972).—«Spiroplectamminoides nouveau genre de Foraminifères des formations Paraurgoniennes Cantabriques (Espagne)». *Rev. Esp. de Microp. número extraordinario*, pp. 179-199.
- MENDIZABAL, J. (1923).—«Deslinde del Eocene en la provincia de Guipúzcoa». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 44, pp. 449-453, Madrid.
- MENDIZABAL, J., y CINCUNEGUI, M. (1941).—«Estudio de la cuenca hidrológica del condado de Treviño». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 55.
- MENGAUD, L. (1920).—«Recherches géologiques dans la région Cantabrique». *Livr. Sc. J. Herman.*, pp. 1-374.
- MOULLADE, M. (1963).—«Etat actuel des connaissances sur les Orbitolinidae (Foraminifères) du Crétacé Inférieur mésogénien». *Colloque Crét. Inf. France, Prétirage*. Lyon.
- OECHSLE, E. (1963).—«Geologische Studien im Raume Bilbao-Llodio-Durango. 1:50.000». *Informe Interno de CIEPSA* (inédito).
- OLAGUE, I. (1931).—«Datos paleontológicos de la región Vasco-Navarra». *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, vol. 31, pp. 671-672, Madrid.
- PLAZIAT, J. CL. (1970).—«Le limite crétacé-tertiaire en Alava méridionale (Pays basque espagnol): le Rognacien n'y pas l'équivalent continental du Danien». *C. R. Somm. Soc. Géol. France*, 3, pp. 77-78, París.
- PFLUG, R. (1960).—«Tektonik der Sierra de Cantabria». *Ciepsa* (inédito).
- RAMIREZ DEL POZO, J. (1965).—«Conclusiones bioestratigráficas y evolución de biofacies en el Jurásico y Cretácico de la Cuenca Cantábrica». *Ciepsa* (inédito).

- (1967).—«Estratigrafía resumida de los sondeos de CIEPSA». *Ciepsa* (inédito).
- (1967).—«Estudio estratigráfico y micropaleontológico del área de Maestu». *Ciepsa* (inédito).
- (1967).—«Estudio micropaleontológico y estratigráfico de la zona de Tesla-Friás-Oña». *Ciepsa* (inédito).
- (1969).—«Bioestratigrafía y Microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (Resumen)». *Acta Geológica Hispánica*, t. 4, núm. 3, pp. 49-59.
- (1969).—«Síntesis Estratigráfica y Micropaleontológica de la facies Purbeckiense y Wealdense del Norte de España». *Ediciones Cepsa*, S. A., pp. 1-68.
- (1971).—«Algunas observaciones sobre el Jurásico de Alava, Burgos y Santander». *Memoria y Comunic. del I. Coloq. de Estrat. y Paleogeogr. del Jur. España, Cuadernos Geol. Ibr.*, vol. 2, pp. 491-508.
- (1971).—«Bioestratigrafía y Microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (Región Cantábrica)». *Mem. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 78, pp. 1-375, y Ediciones CEPSA, 3 tomos.
- (1973).—«Síntesis geológica de la provincia de Alava». *Institución «Sancho el Sabio»*, Vitoria.
- RAMIREZ DEL POZO, J., y AGUILAR TOMAS, M. J. (1967).—«Estratigrafía del Aptense y Albense de la zona de Durango (Vizcaya) y estudio de la sedimentación de arcillas con formación de figuras «en bolas concéntricas»». *Acta Geol. Hispánica*, núm. 5, año II, C. S. I. C., Barcelona.
- (1972).—«Consideraciones sedimentológicas y paleogeográficas de las facies Purbeckiense y Wealdense de la cubeta de Santander-Burgos». *Estudios geológicos*, vol. 28, pp. 173-192.
- RAT, P. (1954).—«Observations sur les facies saumâtres et marins de la base du Wealdien dans l'Est de la province de Santander (Espagne)». *C. R. Seanc. Acad. Scienc.*, tomo 239, pp. 1820-1821.
- (1956).—«Esquisse d'une histoire de la sedimentation dans les régions du littoral basco-cantabrique au Crétacé». *Actes du 2 eme. congrès. intern. d'étud. Pyrénées*, tomo 2, pp. 147-157.
- (1959).—«L'extension vers L'Ouest du Crétacé supérieur à Faciès Basque». *Colloque sur le Crétacé supérieur en France (84 Congr. Soc. Sav. Paris)* Dijon, pp. 523-533.
- (1959).—«Les milieux Urgoniens Cantabriques». *Bull. Soc. Geol. France (7è serie)*, tomo 1, pp. 378-384.
- (1959).—«Les pays Crétacés Basque-Cantabriques (Espagne)». *Publ. Univ. Dijon*, núm. 18, pp. 1-525.
- (1960).—«Le milieu et le développement des Orbitolines (Foraminifères)». *Bull. Soc. Geol. France, Ser. 7*, tome 1, pp. 651-657, París.
- (1963).—«Problèmes du Crétacé inférieur dans les Pyrénées et le nord de l'Espagne». *Sonderd. Geol. Rudschau*, núm. 53, pp. 205-220.

- (1969).—«Donnes nouvelles sur la Stratigraphie et les variations sédimentaires de la série Purbeckienne-Wealdienne au Sud de Santander (Espagne)». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, núm. 6, pp. 216-217.
- REY, R.; RICART, J., y SANCHEZ PAUS, J. (1964).—«Informe geológico sobre la región de Salvatierra-Alsasua». *Ciepsa* (inédito).
- RIBA, O. (1954).—«El Terciario continental de la Rioja Alta y de la Bureba». *Ciepsa* (inédito).
- (1955).—«Sur le type de sedimentation du Tertiaire continental de la partie ouest du bassin de l'Ebre». *Souderd. Geol. Rudschau*.
- (1956).—«La cuenca Terciaria de Miranda-Treviño». *Ciepsa* (inédito).
- (1961).—«Sobre el Terciario de Treviño». *Ciepsa* (inédito).
- (1964).—«Nuevas observaciones sobre el Terciario continental del Valle del Ebro». *Ciepsa* (inédito).
- RIOS, J. M. (1947).—«Diapirismo». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 60, pp. 152-232.
- (1949).—«Nota acerca de la geología Cantábrica en parte de las provincias de Vizcaya y Santander». *Not. y Com. del Inst. Geol. Min. de España*, núm. 19, pp. 95-111.
- (1952).—«El diapiro de Murguía (Alava) y comentarios al "flysch de bolas". Cenomanense de la misma región». *Notas y Com. Inst. Geol. Min. España*, número 28, pp. 49-87, Madrid.
- (1954).—«Bosquejo geológico de parte del País Vasco-Cantábrico (de Laredo a Durango, Vitoria y la Barranca)». *Pirineos*, núm. 31, pp. 7-32.
- (1956).—«El sistema Cretáceo en los Pirineos de España». *Mem. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 57, pp. 1-128.
- RIOS, J. M.; ALMELA, A., y GARRIDO, J. (1945).—«Contribución al conocimiento de la geología Cantábrica (un estudio de parte de las provincias de Burgos, Alava y Vizcaya)». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 58, pp. 45-228.
- RIOS, J. M., y ALMELA, S. (1962).—«Dos cortes geológicos a través del sistema Cantábrico». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. de España*, núm. 27, pp. 278-279.
- RIOS, L. (1967).—«Estudio geológico de campo de las Sierras al Sur de la Depresión de Villarcayo». *Ciepsa* (inédito).
- (1967).—«Reconocimiento de la estructura de Miravalles». *Ciepsa* (inédito).
- ROMERO, J. (1942).—«Nuevas notas acerca de las ofitas y monografía de la de Viloria (Alava)». *Not. y Com. IGME*, núm. 10.
- RUIZ DE GAONA, M. (1948).—«Los Orbitoides de las Sierras de Urbasa y Andía». *Bol. Real. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 44, pp. 87-126, Madrid.
- SAAVEDRA, J. L. (1964).—«Microfacies del Secundario y del Terciario de la zona pirenaica española». *Mem. del Inst. Geol. Min. de España*, tomo LXV, Madrid.

- SAENZ, C. (1932).—«Notas para el estudio de las facies wealdica española». *Asoc. Esp. para el progreso de las Ciencias*.
- (1940).—«Notas acerca de la estratigrafía de la parte occidental del País Vasco y NE. de la provincia de Burgos». *Las Ciencias*, tomo 5, núm. 1, pp. 53-67.
- (1942).—«Notas y datos de estratigrafía española. Acerca de un yacimiento fosilífero alavés». *Bol. Real. Soc. Hist. Nat. Esp.*, tomo 40, pp. 105-106, Madrid.
- (1943).—«Notas y datos de estratigrafía española-8. Del Wealdense del alto Ebro». *Bol. Real Soc. Española Hist. Natural*, tomo 41, p. 115.
- SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1952).—«Las erupciones y las rocas volcánicas de las Vascongadas».
- SCHMIDT, O. (1965).—«Geologic summary and evaluation of CIEPSA Vitoria permits». *Ciepsa* (inédito).
- (1965).—«Mapas geológicos y cortes escala 1:50.000». *Ciepsa* (inédito).
- SCHRIEL, W. (1945).—«La Sierra de la Demanda y los Montes Obarenes». *Inst. Juan Sebastián Elcano, C. S. I. C., Madrid*. (Traduc. del alemán por L. García Sáinz y J. G. Llarena.)
- SOLER, R. (1971).—«Estudio geológico de la Sierra de Aralar, cuenca cantábrica oriental». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 82, pp. 406-428.
- STACKELBERG, U. (1960).—«Der diapir von Murguía (Nordspanien)». *Tesis Univ. Bonn* (inédito).
- VALLE, A. DEL; MENDIZABAL, J., y CINCUNEGUI, M. (1933).—«Memoria explicativa de la Hoja núm. 139 (Eulate). Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000». *Inst. Geol. Min. de España*, Madrid.
- (1938).—«Memoria explicativa de la Hoja núm. 112 (Vitoria). Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.00». *Inst. Geol. Min. de España*, Madrid.
- VERNEUIL, E. (1852).—«El terreno Cretáceo en España». *Revista Minera*, tomo 3, pp. 339-471.
- VOORT, H. B. (1964).—«Zum Flyschproblem in frm. Westpirenean». *Geol. Rundsch.*, núm. 53, pp. 220-233.
- WIEDMANN, J. (1964).—«Le Crétacé supérieur de l'Espagne et du Portugal et ses Céphalopodes». *Estudios Geológicos*, vol. 20, pp. 107-148.

INSTITUTO GEOLOGICO
Y MINERO DE ESPAÑA
RIOS ROSAS, 23 - MADRID-3