IGME

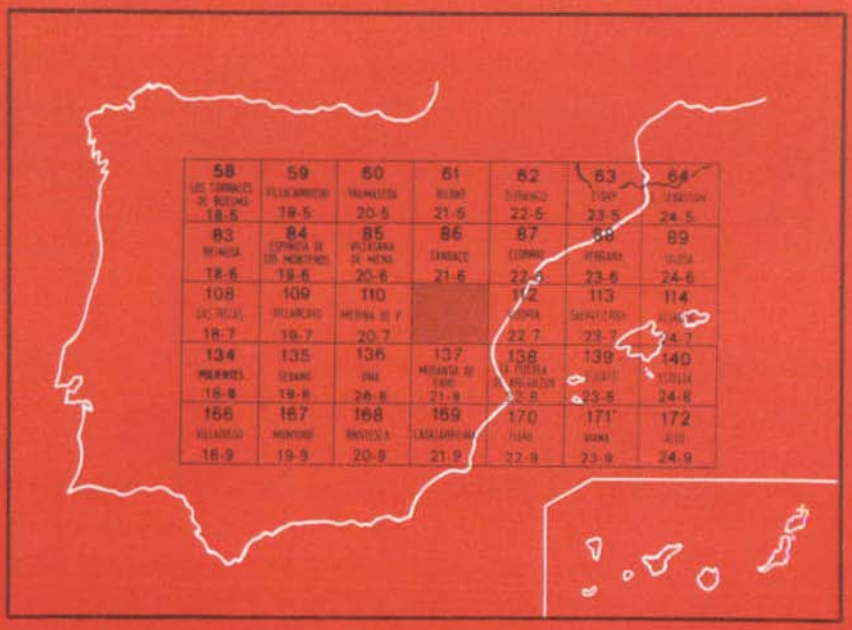
111
21-7

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

ORDUÑA

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

ORDUÑA

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por la Compañía General de Sondeos, S. A., bajo normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido los siguientes técnicos superiores:

En Geología, José Ramírez del Pozo, Pedro del Olmo Zamora, J. M. Portero García, F. Carreras Suárez, A. Olivé, J. M. Martín Alafont, M. J. Aguilar y M. C. Leal Martín.

En Cartografía, P. del Olmo Zamora.

En la Memoria, José Ramírez del Pozo y P. del Olmo Zamora.

Los trabajos de laboratorio (Sedimentología y Micropaleontología) han sido realizados por M. J. Aguilar, J. Ramírez del Pozo y M. C. Carmen Leal, respectivamente.

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 - 3.384 - 1979

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

1 INTRODUCCION

La Hoja de Orduña está situada en la parte central de la «Cuenca Cantábrica» y comprende parte de las provincias de Alava, Vizcaya y Burgos.

Desde el punto de vista de relieve, dentro de esta Hoja hay tres zonas claramente diferenciables y condicionadas por la naturaleza de los sedimentos que en ella afloran.

En el tercio nororiental la presencia de materiales blandos del Keuper origina dos fuertes depresiones rodeadas por escarpes calizos del Cretácico Superior (Zonas de Orduña y valle del río Bayas).

La mitad central se caracteriza por su topografía suave, condicionada por sedimentos margosos en serie monoclinal con buzamiento al SO.

En el tercio suroccidental la monotonía topográfica se ve interrumpida por la presencia de sedimentos calizos, que dan lugar a fuertes escarpes en esta parte de la Hoja.

Los elementos más importantes de la red hidrográfica son los ríos Bayas y Húmedo, con su afluente Omecillo, por lo que respecta a la Cuenca del Ebro y Nervión, en lo que se refiere a la vertiente cantábrica.

El núcleo de población más importante lo constituye la localidad de Orduña, que se sitúa en la depresión existente al norte del área estudiada; el resto de los núcleos de población se encuentran a lo largo de los valles de los tres ríos antes mencionados y que corresponden a la Cuenca del Ebro.

Aparte de los suelos cuaternarios aluviales y coluviales que se sitúan en los valles de los ríos, el resto de la Hoja aparece ocupado por sedimen-

tos mesozoicos y terciarios, que afloran afectados por estructuras de direcciones fundamentales NO.-SE.

Los sedimentos más antiguos que aparecen corresponden al Keuper; éstos afloran en el tercio nororiental, dando lugar a dos manchas diapíricas (Diapiros de Orduña y Murguía).

No afloran, dentro del área estudiada, sedimentos correspondientes al Jurásico.

El Cretácico Inferior está representado por sedimentos terrígenos, con intercalaciones de calizas arrecifales y ocupan la parte más nororiental de la Hoja (Zona del puerto de Altube), así como dos pequeñas manchas en el ángulo suroccidental, correspondientes al núcleo del «anticlinal de Lahoz-Nograro», afectadas por fallas de dirección E.-O.

En el resto de la Hoja está bien representado el Cretácico Superior, aflorando sedimentos calcáreos margosos y terrígenos de edades comprendidas entre el Cenomaniense Inferior y el Maastrichtiense.

Estos sedimentos aparecen afectados por estructuras de plegamiento de dirección NO.-SE. y por dos sistemas de fallas y fracturas, una de dirección E.-O. y otra NE.-SO. Los sedimentos terciarios están representados por dolomías correspondientes al Paleógeno y conglomerados, arcillas y calizas correspondientes al Neógeno. Ocupan la parte suroccidental y nororiental del área estudiada y aparecen afectados por la misma estructura de plegamiento que el Cretácico.

Los sedimentos cuaternarios de origen fluvial apenas tienen representación en el área estudiada, únicamente en la depresión de Orduña y en los valles de los ríos Omecillo y Bayas.

Los sedimentos de origen coluvial únicamente se han representado en la cartografía en aquellas zonas en que su potencia hace imposible la interpretación del substrato.

La tectónica existente en la región es sencilla, predominando las estructuras de plegamiento de dirección aproximada NO.-SE., cortadas por fallas de dirección E.-O. y NE.-SO.

Los recursos mineros son pobres y únicamente han existido en otro tiempo pequeñas explotaciones en el borde del diapiro de Murguía.

Tampoco existen canteras importantes dentro de la zona estudiada, únicamente merecen citarse las de calizas del Albiense (ángulo NE. de la Hoja) así como las de ofitas y yesos en el área diapírica de Murguía.

Para la realización de la Hoja se ha dispuesto de la siguiente cartografía, publicada por el IGME.

— Mapa geológico, a escala 1:200.000, «Síntesis de la cartografía existente» (Hoja de Bilbao, 1971).

— Mapa geológico de España E. 1:50.000. «Explicación de la Hoja número 111, Orduña» (A. ALMELA y J. M. RIOS, 1953).

Además se ha puesto a nuestra disposición varios mapas geológicos a distintas escalas, todos ellos inéditos, realizados por las compañías de investigación petrolífera que tienen o han tenido sus permisos de exploración en la Cuenca Cantábrica. De entre ellos merece la pena destacar la tesis doctoral del Dr. Stackelberg (1960), que describe la evolución estratigráfica y tectónica en la región del diapiro de Murguía y que comprende una detallada cartografía de dicha región a escala 1:12.500.

2 ESTRATIGRAFIA

Dentro de la Hoja afloran materiales pertenecientes al Triásico y Cretácico, existiendo también algunos retazos de sedimentos terciarios y recubrimientos cuaternarios.

El Triásico aflora en la parte noroccidental de la Hoja, formando parte de las áreas diapíricas de Murguía y Orduña, que se continúan en las Hojas colindantes de Vitoria (22-07) y Landaco (21-06), respectivamente. Los sedimentos que afloran pertenecen al Keuper, constituido por arcillas y yesos. Son muy frecuentes los afloramientos de rocas ofíticas en la zona de Murguía y se han representado en la cartografía los más importantes. En la zona de Orduña, estos afloramientos no han sido cartografiados debido a la poca extensión que presentan.

No afloran dentro del área estudiada sedimentos pertenecientes al Jurásico marino ni al Jurásico y Cretácico Inferior en «facies Purbeck».

Lo mismo ocurre con el Aptiense marino, que aunque no aflora ha sido cortado en el sondeo de petróleo de Marinda, que se describe en el capítulo de Geología económica.

El Cretácico Inferior está constituido por series terrígenas con intercalaciones de calizas arrecifales y está representado en el ángulo nororiental de la Hoja. En el ángulo suroccidental de la misma está constituido por arenas y areniscas sin intercalaciones de calizas.

El Cretácico Superior está representado por el Cenomaniense, Turoniense, Coniaciense, Santoniense, Campaniense y Maastrichtiense que afloran ampliamente en el resto de la zona estudiada.

El Terciario está constituido por el Paleoceno y el Mioceno y aflora en el tercio suroccidental de la Hoja.

Dentro del área diapírica de Murguía aparecen algunos retazos de sedimentos terrígenos, que descansan sobre el Keuper y el Cretácico Superior y que se han atribuido al Neógeno.

Los recubrimientos cuaternarios solamente tienen amplia representación en el área diapírica de Orduña y aunque no tienen mucha potencia sí tienen amplia extensión.

2.1 TRIASICO

2.1.1 KEUPER (T_{G3} y T^{w}_{G3})

Está constituido por la típica serie de arcillas abigarradas dominando los tonos rojos vinosos y violetas, entre las que se intercalan bancos más o menos potentes de yesos variolados. Las arcillas contienen pequeños cristales de cuarzo bipiramidados incoloros o rojos, típicos del Trías salino de toda España.

La potencia de la formación no puede estimarse debido al carácter diapírico de la misma.

Dentro de este conjunto de arcillas abigarradas con yesos (T_{G3}) afloran masas más o menos extensas de ofitas (T^{w}_{G3}). Se trata de rocas piroxénicas verdes, cristalinas y compactas de composición basáltica y estructura ofítica. Son muy numerosos dentro del diapiro de Murguía los afloramientos de este tipo de rocas.

2.2 ALBIENSE Y CENOMANIENSE INFERIOR

2.2.1 ALBIENSE-CENOMANIENSE INFERIOR. ARENISCAS (Cs^{0-1}_{16-21} y c)

Se han cartografiado en la unidad (Cs^{0-1}_{16-21}) un conjunto de sedimentos terrígenos, entre los que se intercalan episodios de calizas arrecifales (c).

Como constante de este tramo se establece la existencia de un paquete basal de areniscas grises y blanquecinas, de grano medio a grueso, que en ocasiones presentan cantos de cuarzo de hasta 2 cm. de diámetro, que dan lugar a zonas conglomeráticas.

En el ámbito de la Hoja de Vitoria, situada al Este, estas areniscas se apoyan sobre las calizas arrecifales de edad Aptiense, mientras que en la Hoja 22-06, Elorrio, situada al Noroeste, las areniscas se depositan sobre términos más bajos cuando las calizas arrecifales no se encuentran desarrolladas. Este hecho da lugar a la existencia de una discordancia cartográfica, que puede justificarse como una sedimentación en un dispositivo «traslapante», con una dinámica de medio muy superior a la anterior en la cuenca.

En cualquier caso esto debe aceptarse con las debidas reservas, a causa de la influencia que ha podido tener la configuración topográfica del fondo de la cuenca, originada por el crecimiento de los arrecifes, fundamentalmente. Esta discordancia cartográfica no implica la existencia de hiatos erosivos o de no sedimentación.

La potencia de este tramo basal, compuesto fundamentalmente por areniscas, es muy variable en función de la posición paleogeográfica.

Dentro de la Hoja de Orduña solamente afloran los términos más altos

de la serie, siendo muy difícil identificar la serie estratigráfica debido a la proximidad del «Diapiro de Murguía».

Por encima de este primer tramo se reconoce una serie, compuesta fundamentalmente por una alternancia de arcillas, limolitas y areniscas. El conjunto de limolitas y arcillas aparece muy apizarrado y con tonalidad gris oscura; las areniscas son muy micáceas, de grano fino a medio y de color gris blanquecino a blanco amarillento.

Hacia la base de este tramo, se intercalan niveles de calizas arrecifales (biomicritas) que se han distinguido en la cartografía dentro del conjunto detrítico.

2.2.2 ALBIENSE-CENOMANIENSE INFERIOR (C_{16-21}^{0-1})

Aflora esta unidad en el núcleo anticlinal de «Lahoz» (SO. de la Hoja) donde solamente pueden reconocerse los términos superiores de la serie.

Está constituida por una serie clástico-terrígena de naturaleza arcósica, en la que predominan fundamentalmente las arenas, a veces conglomeráticas, con cantos de cuarzo lácteo y cuarcitas, con escasas intercalaciones arcillosas y algunas areniscas a techo que pueden contener glauconita.

Destacan los niveles lenticulares y otros con estratificación cruzada, existiendo ocasionalmente costras ferruginosas intercaladas en algunos estratos.

El constituyente principal de las arenas en el cuarzo de procedencia plutónica, pudiendo existir fracciones de cuarzo metamórfico granítico, de cuarcitas y sílex. También abundan los feldespatos exclusivamente potásicos, que se encuentran desigualmente meteorizados (AGUILAR, 1971).

2.3 CRETACICO SUPERIOR. ZONA NORTE

Se caracteriza por su gran espesor y una sedimentación fundamentalmente margosa, en contraste con los reducidos espesores y series esencialmente calizas de las zonas de Burgos y Sierra de Cantabria, qeu estudiaremos en el siguiente apartado.

2.3.1 CENOMANIENSE (C_{21})

Dentro de esta unidad existen dos tramos claramente diferenciables. Un tramo inferior, compuesto fundamentalmente por arcillas de tonos oscuros, calcáreas, con nódulos ferruginosos, y margas con intercalaciones de calizas (biomicritas) y areniscas finas muy micáceas. Por encima aparece otro tramo de carácter esencialmente margoso, en el que se intercalan niveles de calizas arcillosas, que en algunos casos son nodulosas y dan lugar a una disyunción bolar. Estas intercalaciones de calizas son normalmente biopelmicritas arcillosas y limolíticas, presentando la disyunción bolar principalmente en la parte alta de la unidad.

Ambos tramos se han estudiado a partir de la sección de Arroyo de Oyardo (X=664.875; Y=933.185), que describe el tramo inferior, y la sección de Gujuli (X=664.160; Y=931.200), que describe el tramo superior.

La unidad cenomaniense aflora en el ángulo NE. de la Hoja, entre la carretera comarcal de Vitoria a Ramales y la línea de Ferrocarril de Castejón a Bilbao, que es donde tiene su máxima representación dentro de la zona estudiada. Aflora también en los bordes de las dos zonas diapíricas de Orduña y Murguía, en donde queda muy reducida.

Comienza la serie con unos 50 m. de alternancia de arcillas arenosas rojizas, con areniscas bien estratificadas, en bancos poco potentes con *Orbitolina* gr. *concava* LAM. A continuación se sitúan unos 300 m. de alternancias de limolitas arenosas y areniscas calcáreas con nódulos limoníticos, con intercalaciones de biomicritas recristalizadas y biomicritas limolíticas y arenosas, en bancos de 0,30 cm.

En esta unidad se ha determinado la siguiente microfauna: *Rotalipora appenninica* (O. RENZ), *Hedbergella washitensis* (CARSEY), *Eoguttulina* cf *anglica* CUSHMAN y OZAWA, *Praeglobotruncana stephani* (GANDOLFI), *Praeglobotruncana delrioensis* (PLUMMER), *Pseudotextulariella cretosa* CUSHM., *Marssonella oxycona* (REUSS), *Orbitolina* gr *concava* LAM., *Marginulina aequivoca* REUSS, *Tritaxia* sp., *Cytherella ovata* (ROEMER), *Cythereis reticulata* (JONES e HINDE), *Orbitolina texana aperta* (HERMAN.).

Por encima, ya dentro de la unidad superior, afloran 200 m. de margas con intercalaciones de biopelmicritas arcillosas con disyunción bolar, que describieron CIRY y MENDIZABAL (1959) bajo el nombre de «flysch de bolas».

En la sección de Gujuli se destaca la presencia de: *Rotalipora cushmani* MORROW, *Rotalipora globotruncanoides* SIGAL, *Rotalipora greenhornensis* (MORROW), *Rotalipora reicheli* MORNOD, *Rotalipora turonica* BROTZ, *Praeglobotruncana stephani* (GANDOLFI), *Tritaxia piramidata* REUSS, *Dorothia gradatta* BERTH., *Pseudovalvulineria cenomana* BROTZ.

2.3.2 TURONIENSE INFERIOR (C_{22}^{1})

Aflora en forma de estrecha franja, que desde el borde nororiental de la Hoja sigue la línea de ferrocarril Castejón-Bilbao hasta la localidad de Gujuli (X=663.650; Y=930.940) volviendo a aflorar en el borde oriental del «diapiro de Orduña» y al sur del «diapiro de Murguía».

Esta unidad está representada por un banco de calizas arcillosas (Biomicritas limolíticas) con tramos calcareníticos, que origina un resalte topográfico a lo largo de su afloramiento.

En la sección de Gujuli tiene una potencia de 10 m. y está representada por un banco de biomicritas limolíticas con: *Hedbergella* cf. *paradubia* (SIGAL), *Globotruncana* sp., *Pseudoglobotruncana* sp., *Heterohelix* sp., *Pitho-*

nella sphaerica (KAUFMANN), *Pithonella ovalis* (KAUFMANN), *Lenticulina* sp., *Pseudoclavulina* sp. y *Marssonella* sp.

Aparecen también restos mal conservados de ammonites (Acantoceras).

2.3.3 TURONIENSE MEDIO-CONIACIENSE INFERIOR (C_{22-23}^{2-1})

Esta unidad se define por un conjunto de margas grises y compactas con intercalaciones de biopelmicritas, biomicritas arcillosas y micritas fosilíferas. El conjunto aflora siempre con estratificación muy difusa debido al intenso lajeado que presenta.

Se ha estudiado en la sección «Puerto de Orduña», donde aflora con una potencia de 520 m. y está compuesta de un tramo basal de 100 m. de margas con intercalaciones de biomicritas atribuibles al Turoniense, que presentan: *Globotruncana coronata* BOLLI, *Globotruncana sigali* REICHEL, *Globotruncana schneegansi* SIGAL.

Por encima afloran 420 m. de alternancia de biomicritas y biopelmicritas con margas atribuibles al Coniaciense Inferior, y presentan la siguiente asociación de microfauna: *Globotruncana sigali* REICHEL, *Globotruncana schneegansi* SIGAL, *Globotruncana angusticarinata* GANDOLFI, *Globotruncana imbricata* MORNOD, *Pithonella sphaerica* (KAUFMANN), *Verneuilina limbata* CUSHM., *Marssonella trochus* D'ORB., *Spiroplectammina baudouiana* D'ORB., *Dentalina* sp., y *Allomorphina* cf. *allomorphinoides* (HOFKER).

2.3.4 CONIACIENSE MEDIO-SUPERIOR (C_{23}^{2-3})

Su afloramiento ocupa la parte central de la Hoja, representado por un conjunto calizo que destaca morfológicamente en el paisaje, dando lugar a una cresta o «cejo» por encima de las margas del Turoniense y Coniaciense Inferior descritas en el apartado anterior. Al techo de la formación se intercalan algunos niveles de margas hojosas, siendo el resto calizas masivas que presentan todos los pasos entre biopelmicritas e intrabiomicritas.

Esta unidad cartográfica se ha estudiado en las secciones de Puerto de Orduña (X=654.510; Y=930.090) y Angosto-Osma (X=652.690; Y=922.185).

En el Puerto de Orduña tiene una potencia entre 180 y 200 m. y está constituida por biopelmicritas con intercalaciones de biopelsparitas a techo, en donde se reconoce la siguiente asociación de microfauna.

En el techo: *Pithonella sphaerica* (KAUFMANN), *Pseudovalvulineria* sp., *Marssonella* sp., *Tritaxia* sp., *Spiroplectammina* sp.

En la base aparece: *Globotruncana* sp., *Pithonella sphaerica* (KAUFMANN), *Pithonella ovalis* (KAUFMANN), *Minnouxia* cf *lobata* GENDROT, *Heterohelix*, sp., *Ammobaculites* sp.

En la sección de Angosto-Osma, solamente se han muestreado los

60 m. del techo de la formación, estando representados por intrabiosparitas y biopelmicritas con: *Spirocyclina choffati* (MUNCHALM), *Cuneolina pavonia* D'ORB., y *Dictyopsella kiliani* (MUNCHALM), además de la asociación citada a techo de la sección del Puerto de Orduña.

2.3.5 CONIACIENSE SUPERIOR-SANTONIENSE INFERIOR (C_{23-24}^{3-1})

Dentro del área estudiada, esta unidad cartográfica está constituida por calizas arcillosas (biomicritas arcillosas y biopelmicritas) bien estratificadas, alternando con margas compactas gris oscuro, muy lajeadas y con aspecto apizarrado.

Su afloramiento queda reducido a una banda que, con dirección NO.-SE., pasa por la parte central de la Hoja.

En la sección de Angosto-Osma este tramo presenta una potencia de unos 1.150 m. Se caracteriza por la presencia de: *Globotruncana fornicata* PLUMMER, *Globotruncana concavata primitiva* (DALBIEZ), *Globotruncana tricarinata* QUEREAU, *Globotruncana marginata* REUSS, *Globotruncana sigali* REICHEL, *Globotruncana coronata*, BOLLI, *Globotruncana angusticarinata* GANDOLFI.

Esta formación va ganando potencia en la dirección NO., así como la pierde en dirección SE. dentro del área estudiada.

2.3.6 SANTONIENSE INFERIOR-MEDIO (C_{24}^{1-2})

Se ha diferenciado esta unidad como un conjunto de margas amarillentas y gris claro, que a techo presentan alguna intercalación caliza (Biopelmicritas).

Aflora dentro de la zona estudiada como una estrecha banda que, con dirección NO.-SE., atraviesa la Hoja.

En la sección de Angosto-Osma tiene unos 100 m. de potencia, aumentando ésta en dirección NO. En dicha sección se reconoce la siguiente asociación de microfauna: *Globotruncana lapparenti* BOLLI, *Globotruncana fornicata* PLUMMER, *Goupillaudina lecointrei* MARIE.

En la sección de Cárcamo (X=653.645; Y=916.785) la potencia de esta unidad sigue siendo de 100 m. y presenta la siguiente asociación de microfauna: *Globotruncana concavata* (BROTZ.), *Globotruncana* cf *fornicata* PLUMMER, *Globotruncana* gr. *lapparenti* BOLLI y *Globotruncana angusticarinata* GANDOLFI.

La potencia de esta formación aumenta hacia el NO. Es muy frecuente que a este tramo se le designe en la literatura regional bajo la denominación de «margas de *Micraster*».

2.3.7 SANTONIENSE MEDIO-SUPERIOR (C_{24}^{2-3})

Esta unidad cartográfica aflora en el tercio suroccidental de la zona estudiada, en forma de estrecha banda que, desde el borde oeste de la Hoja, sigue la dirección sureste hasta las proximidades de la localidad de Cárcamo (X=653.000; Y=917.680) en donde desaparece debajo de los sedimentos del Terciario discordante, descansando éstos, a partir de este punto, sobre las margas del Santoniense (C_{24}^{1-2}) citadas en el apartado anterior.

Ha sido estudiada en las secciones de: «Angosto-Osma» (X=652.690; Y=922.185) y «Zona de Cárcamo» (X=653.645; Y=916.785).

En la sección de Angosto, comienza por un tramo de 45 m. de calizas y calcarenitas (intramicritas a biopelmicritas) bien estratificadas en bancos de 1,5 a 8 m., entre las que se intercalan delgadas juntas margosas. Este tramo presenta: *Lacazina elongata* MUN-CHALM, *Idalina antiqua* D'ORB., *Dictyopsella kiliani* MUN-CHALM.

Por encima se sitúan 40 m. de biopelmicritas en bancos poco potentes (0,30 a 0,50 m.) con intercalaciones de margas blanco-amarillentas muy lajeadas y apizarradas. En esta unidad se ha datado la presencia de: *Lacazina elongata* MUN-CHALM, *Globotruncana* cf *lapparenti* BOLLI, *Globotruncana* cf *fornicata* PLUM., *Globotruncana angusticarinata* GANDOLFI, *Goupillaudina lecointrei* MARIE, *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.).

La potencia de esta unidad cartográfica aumenta a medida que nos alejamos en la dirección NO., mientras que disminuye en la dirección SE. Así vemos que en la sección de «Zona de Cárcamo» la serie comienza por 30 m. de calcarenitas (biopelmicritas) masivas con *Lacazina elongata* MUN-CHALM, sobre las que se sitúan unos 25 m. de alternancia de biomicritas y biopelmicritas con juntas margosas con la misma asociación de fauna que en la sección de «Angosto-Osma». Sobre esta unidad descansan en discordancia los conglomerados terciarios que describiremos más adelante en la presente Memoria.

2.3.8 CAMPANIENSE INFERIOR-MEDIO (C_{25}^{1-2})

Es un conjunto formado por una alternancia de margas grises y blanco-amarillentas con intercalaciones de calizas arcillosas (biomicritas y biopelmicritas) en bancos de 0,10 a 0,30 m. muy arriñonados y con estratificación difusa debido al intenso lajeado de las margas.

En la sección de Angosto-Osma esta unidad cartográfica tiene unos 60 m. de potencia, aumentando la misma en dirección NO. y disminuyendo en la SE., hasta desaparecer bajo los conglomerados terciarios discordantes sobre la serie de sedimentos mesozoicos.

En ella ha podido reconocerse: *Globotruncana* cf *tricarinata* (QUEREAU),

Globotruncana cf *fornicata* PLUM., *Goupillaudina lecointrei* MARIE, *Rotalia reicheli* HOTT., *Sulcoperculina* aff *cubensis* (PALM.), *Pseudovalvulinera costata* (BROTZ.), y *Gaudryina rugosa* D'ORB.

2.3.9 CAMPANIENSE SUPERIOR (C^3_{25})

Aflora en el tercio suroccidental de la Hoja en forma de franja con dirección NO.-SE., desapareciendo bajo la discordancia de los sedimentos terciarios, 300 m. al E. del Km. 91 de la carretera nacional Burgos-Bilbao.

La unidad cartográfica ha sido estudiada en la sección de «Angosto-Osma», donde tiene una potencia de unos 100 m., aumentando la misma en la dirección NO

Está constituida por una alternancia de arenas y areniscas poco cementadas de tonos grisáceos, amarillentos y rojizos, calcáreas y constituidas por cuarzo y feldespato potásico. Se intercalan algunos paquetes margosos y calizos (biomicritas) donde se han podido identificar: *Orbitoides tissoti* SCHLUMB., *Vidalina hispanica* SCHLUMB., *Sulcoperculina* aff *cubensis* (PALM.) y *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB).

2.3.10 MAASTRICHTIENSE (C_{26})

Son calizas y calcarenitas arenosas (biomicritas), de tonos blanco amarillentos y rojizos, con juntas margosas de los mismos colores. En la base de la unidad son más frecuentes las juntas margosas, haciéndose el conjunto masivo a techo.

En la sección de Angosto-Osma se han medido 30 m. de serie y se caracteriza por contener Orbitoídidos, entre los que se han reconocido: *Orbitoides media* (D'ARCH.), *Lepidorbitoides socialis* (LEYN) y *Siderolites calcitrapoides* LAMARCK.

La potencia de la formación aumenta en la dirección NO., quedando cubierta por los sedimentos conglomeráticos terciarios a la altura del kilómetro 91 de la carretera Burgos-Bilbao.

2.4 CRETACICO SUPERIOR. ZONA SUROESTE

En el ángulo SO. de la Hoja el Cretácico Superior aflora con facies y potencias distintas que en el resto del área estudiada. Los sedimentos aflorantes están comprendidos entre el Albiense Inferior y el Santoniense Inferior, estando afectados por la estructura «anticlinal de Lahoz».

2.4.1 CENOMANIENSE (C^c_{21})

Por encima de las arenas blancas con intercalaciones de areniscas del Albiense, Cenomaniense Inferior (C^{0-1}_{16-21}) descrito en el apartado 2.2.2 de

la presente Memoria, se sitúa una serie de calcarenitas (biomicritas) gris claro y marrón con intercalaciones de biomicritas de aspecto margoso, bien estratificadas, en bancos de 1 a 5 m., con juntas margosas blanco amarillentas.

Esta unidad presenta la siguiente asociación de microfauna:

En la base: *Orbitolina concava concava* (LAM.), *Orbitolina conica* (DARCH), *Praealveolina cretacea* REICHEL y *Nezzazzata simplex* OMARA.

A techo se reconocen: *Praeglobotruncana* cf. *stephani* (GANDOLFI), *Rotalipora* sp., *Pithonella sphaerica* (KAUFMANN). Son frecuentes los restos de pectínidos y rudistos indeterminables. Esta unidad, de edad cenomaniense, así como el resto del Cretácico Superior de esta zona suroeste, no ha sido muestreada dentro de la Hoja debido a las malas condiciones de afloramiento de las series, pero puede estudiarse por comparación con las secciones hechas en las Hojas números 20-07 (Medina de Pomar) y 21-08 (Miranda de Ebro), Hojas situadas al E. y S., respectivamente.

Dentro de la Hoja que nos ocupa la potencia de esta formación oscila entre los 150 y 180 m.

2.4.2 TURONIENSE-CONIACIENSE INFERIOR (C^{0-1}_{22-23})

Esta unidad cartográfica presenta, dentro del área estudiada, una potencia que oscila entre los 300 y los 350 m., aumentando considerablemente hacia el NO. dentro de la Hoja 20-07 (Medina de Pomar).

Se compone fundamentalmente de margas grises muy lajeadas con algunas intercalaciones de calizas arcillosas (biopelmicritas) apizarradas y en ocasiones nodulosas.

En la formación se reconocen: *Globotruncana helvetica* BOLLI, *Globotruncana imbricata* MORNOD, *Globotruncana renzi* GANDOLFI, *Globotruncana marianosi* PESS. y *Clavulinoides aspera* CUSHM.

2.4.3 CONIACIENSE MEDIO-SANTONIENSE INFERIOR (C^{2-1}_{23-24})

Está constituido por calizas arcillosas y calcarenitas (intrabiomicritas y biopelmicritas) masivas con estratificación difusa, que en esta parte de la Hoja llegan a alcanzar entre 80 y 100 m. de potencia.

En la base de la serie se reconoce: *Globotruncana* sp., *Spirocyclina choffati* MUN-CHALM y *Marssonella* cf. *trochus* D'ORB.

A techo de la misma: *Globotruncana lapparenti tricarinata* (QUEREAU), *Globotruncana lapparenti lapparenti* BOLLI y *Globotruncana* cf. *fornicata* PLUMM.

2.5 PALEOGENO

2.5.1 PALEOCENO (T^{A-A}_{11-13})

Aflora en la parte suroccidental de la Hoja en forma de estrecha franja que, con dirección O.-E., llega a desaparecer bajo los conglomerados miocenos discordantes en las proximidades del Convento de Angosto (X=650.500; Y=916.000).

Esta unidad ha sido estudiada en las secciones de «Angosto-Osma» y «Villanueva de Valdegovia» (X=647.550; Y=917.685).

En la sección de «Angosto-Osma» se han medido 25 m. de calizas dolomíticas y dolomías alteradas de aspecto margoso con *Cibicides* sp., *Rotalia* sp., *Valvulina* sp. y *Ataxophragmiidae*.

La potencia de la serie aumenta ligeramente en dirección Oeste; así, en la sección de «Villanueva de Valdegovia» se han medido 30 m. de alternancias de microdolomías, en bancos de 0,5 a 3 m. y dolomías blancas muy alteradas con aspecto margoso que presentan Ataxophragmiidae de gran tamaño.

2.6 NEOGENO

2.6.1 MIOCENO INFERIOR-MEDIO (T^{Ba-Bb}_{c11-11} y Ta^{Ba-Bb}_{c11-11})

A lo largo del valle del río Omecillo, en el extremo suroccidental de la Hoja, aflora una serie de sedimentos detríticos gruesos que en franca discordancia reposan sobre los sedimentos del Paleógeno y del Cretácico.

Estos sedimentos se han estudiado en la sección de Villanueva de Valdegovia, donde por encima de las dolomías paleocenas (T^{A-A}_{11-13}), descritas en el apartado anterior, se sitúan 70 m. de paleocanales de conglomerados de cantos fundamentalmente calizos y de hasta 20 cm. de diámetro muy cementados, entre los que se intercalan lechos de limolitas y arcillas arenosas de tonalidades rojas y amarillentas. Esta unidad (T^{Ba-Bb}_{c11-11}) tiene a techo unas delgadas intercalaciones de calizas de aspecto lacustre con nódulos algales y restos de Charáceas.

Por encima aparece un tramo cubierto por los sedimentos aluviales del río Omecillo y a continuación otra serie terrígena (Ta^{Ba-Bb}_{c11-11}) en donde se han medido 140 a 150 m. de arcillas arenosas rojizas con intercalaciones limolíticas, entre las que aparecen algunos paleocanales de conglomerados semejantes a los del tramo inferior.

La separación de ambas unidades en la cartografía se hace por el mayor contenido en niveles conglomeráticos que la inferior presenta.

2.6.2 MIOCENO SUPERIOR (T_{c11}^{Bc})

Está representado en el borde suroccidental de la Hoja por un pequeño afloramiento que se continúa en la Hoja 21-08 (Miranda de Ebro), donde aflora ampliamente.

Esta unidad se estudia en la sección de Villanueva de Valdegovia, donde por encima de la unidad descrita en el apartado anterior afloran unas calizas arcillosas (dismicritas) en bancos de 0,50 m. con intercalaciones de margas blanquecinas.

En estas calizas y margas se reconocen: *Rhabdochara* sp., *Tectochara* cf *meriani* L. y N. GRAMB. y *Cypria* cf. *curvata* LIEN.

2.6.3 NEOGENO INDIFERENCIADO (T_c^B)

En la zona del Diapiro de Murguía afloran sedimentos correspondientes al Terciario continental, que se sitúan en discordancia sobre los sedimentos del Keuper y del Cretácico.

Esta unidad se ha estudiado en la sección de Guillerna (X=668.300; Y=928.010), situada en la Hoja 22-07 (Vitoria), que queda al E., donde sobre los sedimentos del Keuper se sitúan 10 m. de conglomerados de cantos calizos de hasta 10 cm. de diámetro. Por encima aparece una serie detrítica compuesta por margas arcillosas y arcillas arenosas, de tonalidades rojizas, con intercalaciones de niveles de conglomerados y algunos bancos de calizas brechoides. Los microfósiles que aparecen en esta unidad son todos resedimentados del Cretácico Superior.

Por encima se sitúa una serie predominante de arcillas arenosas y arenas muy micáceas, de unos 50 m. de potencia, con intercalaciones de bancos de areniscas y microconglomerados y delgados niveles de calizas arcillosas varvadas. En esta unidad aparecen fósiles resedimentados de diferentes niveles del Cretácico.

Aproximadamente a 1 Km. al sur de la localidad de Vitoriano (Hoja 22-07, Vitoria) ha existido una explotación de lignitos, en un filón intercalado entre los sedimentos terciarios, en donde STACKELBERG (1960) cita la existencia de *Lymnaea boviletti* MICH., *Planorbis* cf *rouxi* NOULET, Ancyclus sp., Hydrobia sp., y Oogonios de Chara. Los fósiles citados no permiten definir la edad exacta de estos depósitos continentales, por lo que ha sido necesario asignarlos de un modo muy amplio al Neógeno en general. De todos modos, por su disposición y litologías parece probable que correspondan a términos superiores del Neógeno.

Son frecuentes los restos de hojas bien fosilizadas, así como troncos de plantas en los niveles más altos de esta unidad sedimentaria. Se han clasificado: *Carpinus pyramidalis* GDEP, *Vaccinium bruckmanni* ABRG. y *Podogonium obtusifolium* HEET., que definen un Mioceno alto o Plioceno.

2.7 CUATERNARIO

Se encuentra representado el Holoceno por suelos aluviales y coluviales.

2.7.1 HOLOCENO (Q_2Al y Q_2C)

Aluviales (Q_2Al)

Están constituidos por gravas muy heterométricas y heterogéneas, con abundante matriz areno-arcillosa y localmente con lentejones de arenas. Se extienden ampliamente en la parte N. de la Hoja, dentro de la zona diapírica de Orduña.

Coluviales (Q_2C)

Aunque son frecuentes en el tercio nororiental de la Hoja estudiada, dadas las fuertes pendientes y la naturaleza incoherente de los materiales, solamente se han reflejado en la cartografía los más potentes, así como en aquellos lugares en que hacen imposible la interpretación de la geología subyacente.

3 TECTONICA

3.1 TECTONICA REGIONAL

La Hoja de Orduña queda comprendida entre dos unidades paleogeográficas y tectónicas regionales importantes: el surco Alavés, al Sur, y los Montes Vascos, al Norte.

El surco Alavés es un gran sinclinorio complejo, de dirección dominante E.-O., flanqueado por importantes pliegues, generalmente fallados.

Los montes Vascos (cubeta Vizcaína) son un gran anticlinorio de dirección NO.-SE., cuyas primeras fases del plegamiento tuvieron lugar al final del Cretácico, coincidiendo con los primeros impulsos de la Orogenia Alpina.

Durante el Jurásico y Cretácico Inferior se producen movimientos epirogénicos, con la correspondiente migración de la sal depositada en las cuencas triásicas; migración que tiene por tanto un importante papel en la tectónica del final del Jurásico y principios del Cretácico.

Los movimientos Neokimméricos (final del Jurásico y comienzos del Cretácico Inferior) son los responsables de las lagunas sedimentarias observadas entre el Jurásico y el Cretácico en la región y de modo más acusado en toda la Sierra de Cantabria.

Estos movimientos son, regionalmente, los responsables de la aparición de discordancias erosivas entre la Facies Purbeck y el Jurásico marino.

A partir del Albiense Inferior y sobre todo en el Albiense Medio, debido a una nueva fase de movimientos epirogénicos, tiene lugar un rejuvenecimiento de los relieves emergidos y como consecuencia una intensa sedimentación detrítico-terrígena que origina una subsidencia diferencial acusada.

Es muy posible que en el Albiense sea cuando comienza la actividad diapírica (Diapiros de Maestu, Murguía, Orduña, etc.).

Como consecuencia de la fase Aústrica, durante el Albiense Medio aproximadamente, se producen pequeñas discordancias y transgresión de los sedimentos sobre el borde de la cuenca.

Durante el Cretácico Superior existe una actividad volcánica submarina, principalmente en el norte de la Cuenca (región Vizcaína).

A partir de los datos regionales de que se dispone, debemos señalar que el plegamiento principal debe corresponder a las fases Pirenaica, Sávica y Staírica de la orogenia Alpina, sin que pueda precisarse la importancia relativa de cada una de ellas.

3.2 DESCRIPCION DE LAS PRINCIPALES ESTRUCTURAS

Desde el punto de vista estructural, la Hoja de Orduña puede dividirse en tres grandes áreas.

1.—El tercio nororiental, afectado por las áreas diapíricas de Orduña y Murguía.
2.—La parte centrooccidental, ocupada por sedimentos margosos y calizos del Cretácico Superior, con una disposición monoclinal de buzamiento general SO., y afectados por fallas y fracturas de poca importancia.
3.—El tercio suroccidental, ocupado por sedimentos terrígenos del Terciario y materiales del Cretácico Superior afectados por estructuras de plegamiento de dirección NO.-SE.

Dentro de la Hoja y para su mejor estudio se distinguen las siguientes unidades tectónicas:

— Diapiro de Murguía.
— Diapiro de Orduña.
— Sinclinorio de Vitoria.
— Anticlinal de Zuazo.
— Zona monoclinal de «Las Lastras».
— Sinclinal de Miranda de Ebro.
— Anticlinal de Lahoz.

Diapiro de Murguía

En la Hoja de Orduña solamente está representada la mitad occidental de este diapiro, quedando su mitad oriental comprendida en la Hoja 22-07

(Vitoria), en donde se sitúa la localidad de Murguía, que da nombre a este diapiro en la bibliografía tradicional.

Se trata de un diapiro muy complejo, que ha sido objeto de atención por varios autores, principalmente por RIOS (1952), quien cartografía su contorno, y posteriormente por STACKELBERG (1960), cuyo estudio constituyó su tesis doctoral. Este autor estudia muy detalladamente el área ocupada por el diapiro y las formaciones encajantes del mismo, realizando una serie de cortes seriados en la zona del contacto del Keuper con estas formaciones. Del estudio de la tectónica del contorno, obtiene para el diapiro la forma de un ancho cilindro con una elevación de tipo lacolito.

En general, las formaciones circundantes al diapiro aparecen levantadas y en casi todo el borde oriental del mismo están invertidas, mientras que en el borde sur el Cretácico aparece imbricado en escamas con una lengua intercalada de materiales del Keuper.

En las zonas de contacto del diapiro no son raras las mineralizaciones, especialmente de galena, blenda, pirita y baritina. Estas mineralizaciones parecen ser de tipo hidrotermal.

Las fases del movimiento del diapiro se inician en el Albiense con movimientos epirogénicos, para continuarse en el Cenomaniense y sobre todo en el Turoniense (con un hiato estratigráfico en la región). En el Campaniense Superior comienza el ascenso del diapiro, llegando a aflorar en esta época. En el Eoceno y Oligoceno, y como consecuencia de la Orogenia Alpina, la chimenea o lacolito se tumba hacia el SO., deformándose y ondulándose. En el centro del diapiro quedan flotando dos bloques de Cretácico Superior, que se desligaron de los flancos y se hundieron a favor de la disolución de los materiales salinos del Keuper, con lo que quedaron preservados de la erosión.

En relación con los movimientos durante el Terciario deben estar las mineralizaciones anteriormente indicadas. Los materiales que constituyen el Neógeno se encuentran sobre un diapiro intensamente erosionado o denudado por el lavado continuo de los materiales salinos, constituyendo una cuenca local en cuyo centro se depositaron arcillas arenosas varvadas, mientras que en las zonas marginales se depositaron turbas y calizas, caracterizando los bordes las masas de conglomerados.

Diapiro de Orduña

La mitad sur de este diapiro queda representada en la Hoja estudiada situándose en el borde norte de la misma.

Se trata de una estructura diapírica sencilla, posiblemente correspondiente a la zona de chimenea salina que afecta a los sedimentos del Cretácico.

Esta zona diapírica tiene continuación en la Hoja núm. 21-06 (Landaco)

que se sitúa al Norte. En esta Hoja y en la zona de La Sima (X=656.190; Y=933.970), existe un pequeño bloque de edad Cenomaniense englobado en las arcillas del Keuper.

En el borde oriental del diapiro afloran sedimentos de edad Cenomaniense y Albiense Superior; también se reconocen en este borde, y flotando en las arcillas del Keuper, algunos pequeños bloques de carniolas que no se han representado en la cartografía.

Sinclinorio de Vitoria

Se sitúa en la parte centro-oriental de la Hoja, continuándose por la de Vitoria.

Se trata de un pliegue muy suave con buzamientos entre 5° y 10°, que afecta a las margas y calizas del Turoniense y del Coniaciense (C_{22-23}^{2-1}) y (C_{23}^{2-3}) descritos en el capítulo de estratigrafía.

Tiene dirección NO.-SE. y buzamiento axial SE., desapareciendo dentro de la Hoja de Vitoria, donde da lugar a una serie monoclinal con buzamiento general al SE.

Anticlinal de Zuazo

Se sitúa en el ángulo suroriental de la Hoja, afectando a los sedimentos del Turoniense y Coniaciense; tiene continuidad en la Hoja de Vitoria donde cierra, pasando muy atenuado a la Hoja núm. 22-08 (La Puebla de Arganzón), situada al sur de la de Vitoria.

Como en el caso anterior, se trata de un pliegue que afecta a los sedimentos con suaves buzamientos que no sobrepasan los 10°.

Zona monoclinal de Las Lastras

Esta unidad corresponde a la continuidad de las dos unidades anteriormente descritas, hacia la parte occidental de la Hoja, en donde los sedimentos del Cretácico Superior afloran formando una suave estructura monoclinal con dirección NO.-SE. y buzamientos que oscilan entre los 5° y los 20° al Sur. Las fallas y fracturas que los afectan siguen las direcciones E.-O. y NE.-SO.

Sinclinal de Miranda de Ebro

Se sitúa en el borde SO. de la Hoja y corresponde a la parte del cierre del amplio sinclinal que se desarrolla en la Hoja núm. 21-08, Miranda de Ebro.

Se trata de un pliegue asimétrico que afecta a los materiales terrígenos del Terciario, que en el flanco norte presentan buzamientos inferiores a

los 20°, mientras que en el flanco sur tienen fuertes buzamientos, llegando a estar en posición vertical.

El eje sigue la dirección NO.-SE., afectado por fallas de la misma dirección en su flanco sur.

Anticlinal de Lahoz

Se trata de una estructura muy compleja, que tiene amplia representación en las Hojas núms. 20-07 (Medina de Pomar) y 21-08 (Miranda de Ebro) situadas al Este y al Sur, respectivamente.

En el ángulo suroeste de la Hoja queda situada una pequeña parte de esta estructura anticlinal, que afecta a los sedimentos del Cretácico, con buzamientos fuertes (entre 45° y la verticalidad).

El eje de plegamiento sigue la dirección NO.-SE., muy afectado por fallas y fracturas de dirección E.-O. y NO.-SE.

En el núcleo de pliegue afloran sedimentos de edad Albiense, continuándose el flanco norte con sedimentos comprendidos entre el Cenomaniense y el Santoniense Inferior, sobre los que descansan los sedimentos terrígenos del Terciario.

4 HISTORIA GEOLOGICA

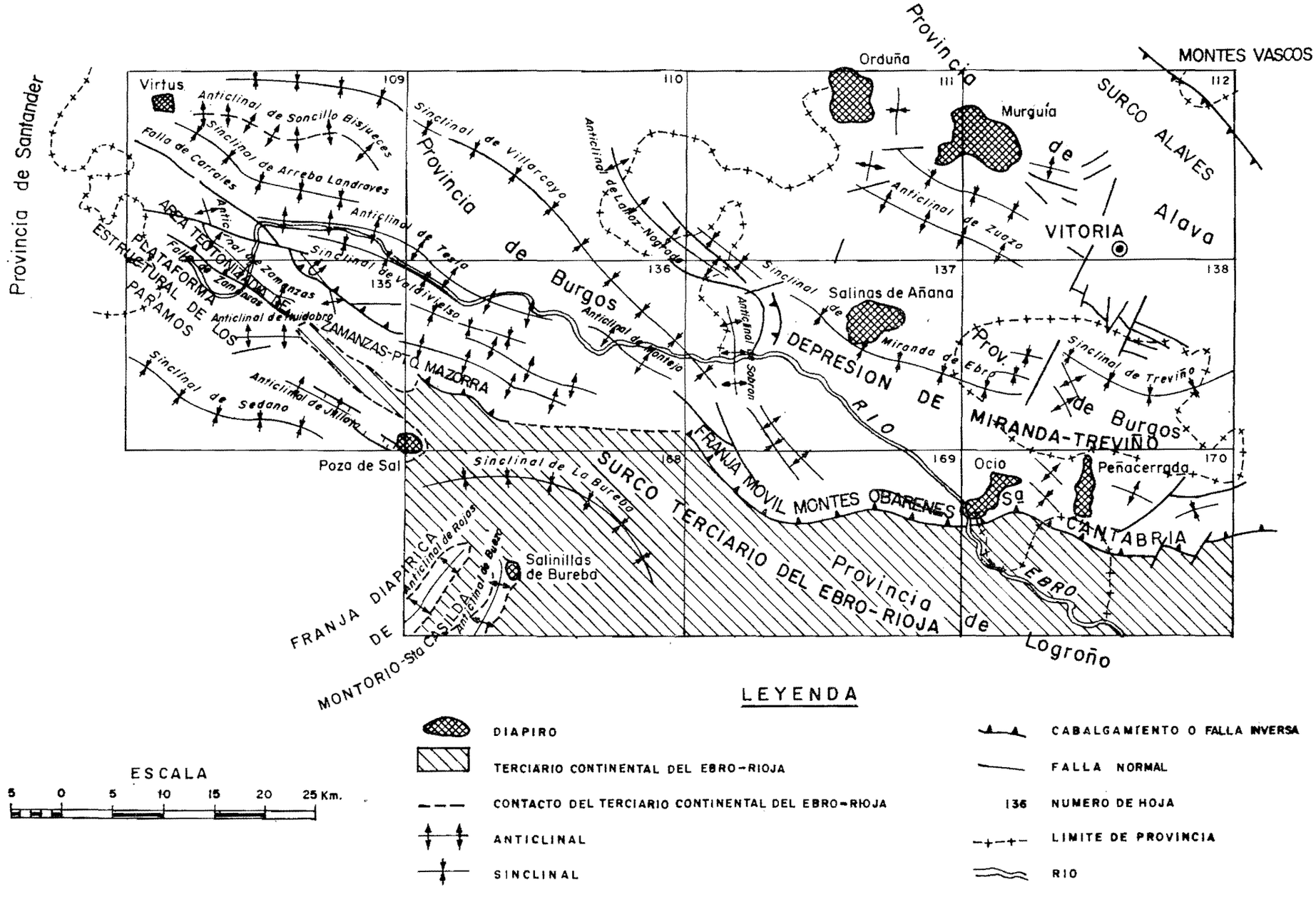
Para la redacción de este capítulo y definir los principales rasgos paleográficos se tendrá en cuenta los datos obtenidos en todas las Hojas, realizadas por Compañía General de Sondeos, S. A., durante los años 1974, 1975, 1976 y 1977 en la Cuenca Cantábrica. También se tendrán en cuenta los datos de bibliografía regional, principalmente los de J. RAMIREZ DEL POZO (1971), así como la información suministrada por los sondeos petrolíferos profundos perforados por diferentes compañías investigadoras.

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

Desde el final de la tectónica hercínica hasta la transgresión triásica, el área de la Cuenca Mesozoica que se iba formando se vio afectada por un relieve morfológico o estructural que no alcanzó completa peneplanización. Por tanto, la sedimentación paleozoica posthercínica (Pérmico) y, en parte, la del Buntsandstein, se depositó en zonas deprimidas, rellenándolas, siendo posteriormente solapada por la transgresión del Keuper arcilloso evaporítico, cuya deposición fue simultánea con la efusión de materiales volcánicos de magmatismo básico (ofitas).

Después de la sedimentación triásica, se produce un pequeño hundi-

MAPA ESTRUCTURAL ESQUEMATICO



LEYENDA

- DIAPIRO
- TERCIARIO CONTINENTAL DEL EBRO-RIOJA
- CONTACTO DEL TERCIARIO CONTINENTAL DEL EBRO-RIOJA
- ANTICLINAL
- SINCLINAL
- CABALGAMIENTO O FALLA INVERSA
- FALLA NORMAL
- 136 NUMERO DE HOJA
- LIMITE DE PROVINCIA
- RIO

ESCALA

5 0 5 10 15 20 25 Km.

miento de la cuenca, que el mar aprovecha para invadir la región y depositar la serie de dolomías y calizas del Rethiense y Lías Inferior.

No aflorar, dentro de la Hoja de Orduña sedimentos de edad Jurásica, aunque por el conocimiento regional es de suponer que aparezcan en profundidad.

La invasión del mar, al final de la sedimentación triásica, da lugar durante el Jurásico a una cuenca uniforme y estable de salinidad normal, en donde la subsidencia fue bastante uniforme (entre 800 y 400 m.) y con sedimentación muy regular de calizas y margas. Son siempre sedimentos neríticos o de plataforma, que pueden llegar a ser batiales en el Lías Superior. Al final del Dogger debió producirse un rejuvenecimiento del relieve y una emersión general, que da lugar a aportes detríticos dentro de aguas someras.

Durante el Malm continúa el régimen de inestabilidad provocado por los movimientos Neokimméricos, que dan lugar al hecho de que, como en otras regiones, el paso del Calloviense al Oxfordiense se realice por medio de un hiato o condensación de capas debido a la falta de sedimentación del Calloviense Superior y Oxfordiense Inferior. Sedimentos marinos del Oxfordiense Superior se cortaron en el sondeo Treviño-4, ubicado en la Hoja situada al Sureste (22-08, La Puebla de Arganzón).

Como consecuencia de estos movimientos, el mar Jurásico se retira, delimitándose varias cuencas de sedimentación con diferentes características y subsidencia, separadas por umbrales en los que no existe apenas sedimentación y sí una erosión muy activa; en estas cuencas de sedimentación muy salobres, se depositan principalmente arcillas y calizas lacustres que dan lugar a la 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, recibiendo gran cantidad de aportes suministrados por el desmantelamiento del Macizo Asturiano-Castellano. Se origina una sedimentación tipo delta, que se instaura durante el Cretácico más inferior dando lugar a la Facies Weald.

En los Montes Vascos (cubeta vizcaína) existía una cuenca muy subsidente, en donde el carácter de sedimentación parece que fue intermitente y alternante, lo que permitía periódicas colmataciones de la cubeta y formación de ambientes continentales. Hacia el Sur, esta cubeta de facies Weald se reduce muy bruscamente, no sobrepasando el borde Sur del «Surco Alavés», donde debía de existir un alto o zona de umbral.

En el Aptiense y Albiense más inferior se produce un cambio muy notable del medio de sedimentación de toda la Cuenca Cantábrica. Se inicia un régimen marino de salinidad normal, con una disminución de los aportes terrígenos y de la turbulencia de los agentes de transporte.

La topografía submarina era la de una plataforma, favorable para el desarrollo de los organismos constructores. Así comienza una sedimentación

predominantemente carbonatada con desarrollo local de arrecifes o biohermos y de sus correspondientes biostromos circundantes. Estos arrecifes, desarrollados a escasa profundidad por debajo de la superficie del agua en un mar nerítico, no formaban una barrera continua, estando su desarrollo interrumpido por aportes terrígenos, lo que explica el carácter lenticular de las barras arrecifales. Entre las masas arrecifales podrían aislarse cuencas semicerradas, con un ambiente reductor y sedimentación de facies lagunar («lagoon») donde se depositaban arcillas, arenas y eventualmente clastos calcáreos finos provenientes de la destrucción de los arrecifes circundantes. Este es el caso del Aptiense y Albiense perforado en el sondeo Apodaca-1 (X=678.400; Y=925.150) en la Hoja núm. 22-07 (Vitoria).

En el Albiense Medio hay importantes aportes de material detrítico-terrígeno (arenas y arcillas), que se depositan en un mar de plataforma, con fondo inestable (de 20 a 50 m. de profundidad aproximada). Este intenso aporte terrígeno se debe a movimientos tectónicos (posiblemente relacionados con la fase Aústrica) de los bordes de la cuenca, 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 cuenca recubriendo a los sedimentos ya depositados en un dispositivo de «traslape», que resulta más evidente por el hecho de que en la cuenca existen ya unos relieves motivados por los edificios urgonianos. El nuevo aporte terrígeno choca contra ellos intentando rebasarlos, haciéndolo en ocasiones, bien porque la altura del arrecife o la intensidad del aporte lo permite o bien porque pasa a través 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 en ambos casos de la disposición paleogeográfica de los obstáculos que constituyen los arrecifes.

Como 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, principalmente) y, en consecuencia, una reactivación de la erosión y aumento de la turbulencia. 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 de los mismos, los cambios de facies, 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.

Durante el Albiense Superior y Cenomaniense más Inferior, el mar es algo más profundo, aunque siempre de carácter nerítico, con sedimentación de arcillas y localmente con desarrollo de facies arrecifales bien represen-

tadas en la Hoja núm. 23-07 (Salvatierra) en las proximidades de la localidad de Eguino.

En la Hoja de Orduña estos arrecifes tienen menor importancia y aparecen dos niveles interestratificados entre los sedimentos terrígenos.

A partir del Cenomaniense Inferior a Medio (según las zonas) se instaura un régimen marino en toda la cuenca, siempre más profundo que en el Cretácico Inferior. En la zona donde se sitúa la Hoja de Orduña se depositan sedimentos predominantemente margosos en un mar nerítico a batial (la profundidad osciló entre 100 y 150 m. o más). Un ligero movimiento de basculamiento al Sur, que tuvo lugar al comienzo del Cretácico Superior, dio lugar al levantamiento gradual del anticlinal vizcaíno (Montes Vascos), lo que se tradujo en el Surco Alavés en un aumento de la subsidencia, que explica la deposición de las potentes series margosas descritas en el apartado de Estratigrafía. Como consecuencia de todo ello, el eje de máxima subsidencia fue desplazándose progresivamente hacia el Sur.

Los movimientos de la sal en las zonas de intumescencias salinas (Diapiros de Murguía y Orduña) dieron lugar a adelgazamientos locales en las series y a cambios laterales de facies, que hoy observamos en las zonas próximas a los diapiros citados.

Dentro de la Hoja de Orduña, a partir del Cenomaniense Medio-Superior, las microfacies de carácter micrítico (biomicritas y biopelmicritas) que presenta todo el conjunto sedimentario, indican un bajo índice de energía deposicional, propio de medios marinos de cierta profundidad; estas facies contienen abundante microfauna de Foraminíferos planctónicos.

El adelgazamiento de todas las unidades del Albiense y Cretácico Superior y la presencia de algunos hiatos estratigráficos en las mismas, en las cercanías de los diapiros, nos reflejan que este área fue un umbral durante la sedimentación Cretácica, por lo que se debió ya comportar como una zona de intumescencias salinas.

A partir del Campaniense y particularmente en el Campaniense Superior comienza a manifestarse la fase subhercínica, produciéndose un levantamiento general de la cuenca, lo que da lugar al comienzo de la regresión cretácica con sedimentación de arenas, limos y calizas arenosas.

En el Maastrichtiense continúa el carácter regresivo, estando ocupada esta zona por un mar costero o nerítico correspondiente a la zona interior de la plataforma continental, en la que se depositaron calizas y calizas arenosas con Orbitoídidos y Ostreidos.

Estas fases regresivas, iniciadas a finales del Cretácico Superior, dan lugar a que en la mayor parte de la cuenca el Paleoceno comience por facies no marinas, salobres o transicionales con sedimentación de dolomías. En la Hoja de Orduña todo el Paleoceno está representado por sedimentos de carácter dolomítico, fundamentalmente.

No existen sedimentos de edad Eoceno y Oligoceno en el ámbito de la

Hoja, depositándose el Mioceno en discordancia sobre los sedimentos del Paleoceno y del Cretácico Superior; pero por el conocimiento regional, podemos indicar que el Ilerdiense es transgresivo sobre los últimos depósitos arenosos del Thanetiense.

Basándose en los datos de zonas próximas, se puede afirmar que el plegamiento debe corresponder a las fases Pirenaica, Sávica y Estaírica, sin que pueda precisarse la importancia relativa de cada una de ellas.

En cuanto al momento de extrusión de los diapiros tuvo lugar en el Campaniense Superior (STACKELBERG, 1960). Los materiales neógenos que se encuentran sobre el diapiro de Murguía se sedimentaron sobre un área en continuo hundimiento por denudación y lavado de los materiales salinos, dando lugar a una cuenca local de tipo lacustre en cuyo centro se depositan arcillas arenosas varvadas y en los bordes conglomerados.

El encajamiento de la red fluvial con la formación de suelos de naturaleza aluvial dio lugar a la fisonomía morfológica actual.

5 GEOLOGIA ECONOMICA

5.1 MINERIA Y CANTERAS

La Hoja estudiada es pobre en recursos mineros, no existiendo ninguna explotación actual.

En la zona del diapiro de Murguía el contacto del Keuper con los sedimentos del Cretácico se caracteriza por una mineralización de plomo-cinc hidrotermal (STACKELBERG, 1960), apareciendo como minerales principales la galena, hidrocincita y pirita, así como algo de calcopirita y barita.

Antiguamente existían numerosas explotaciones en galerías poco importantes; hoy en día estas explotaciones se encuentran abandonadas.

La mineralización sigue el contacto del diapiro en todo el borde oriental del mismo, afectando al Keuper y a los materiales del Cretácico.

Por lo que se refiere a canteras tampoco existen, dentro de la Hoja estudiada, grandes explotaciones.

En otro tiempo se explotaron las calizas arrecifales (c) intercaladas entre los sedimentos terrígenos del Albiense (Cs^{0-1}_{16-21}).

Hoy en día existen numerosas catas y canteras en las calizas arcillosas del Cretácico Superior, empleadas para la construcción de carreteras.

Los yesos intercalados entre las arcillas del Keuper son objeto de explotación en la zona diapírica de Murguía, habiéndolo sido en otro tiempo en la zona de Orduña.

Por último hay que señalar la actual explotación de ofitas, que se sitúa al este de la Hoja, en las proximidades de la localidad de Luquiano (X= =667.750; Y=925.800).

5.2 PROSPECCIONES PETROLIFERAS

El área que comprende la Hoja reúne condiciones, tanto desde el punto de vista estructural como de posibilidades de roca-almacén. En consecuencia, se han realizado sondeos por las distintas compañías petrolíferas:

En el «Diapiro de Orduña» se realizaron nueve sondeos (Aloria-1, Delica-1 y Elvira-1 al 7) buscando la posible trampa en el contacto del Triásico y el Cretácico; todos ellos atravesaron los sedimentos del Keuper y dieron resultados negativos.

En el resto de la Hoja se sitúan otros tres sondeos: Osma (X=650.500; Y=921.000), Zuazo (X=657.425; Y=923.025) y Marinda (X=661.500; Y= =919.175).

Los dos primeros se abandonaron en los sedimentos del Albiense y el tercero atravesó toda la serie Mesozoica, abandonándose en el Trías. La característica común de estos tres sondeos es la presencia de gas en la base del Cenomaniense, así como algunos indicios en la base del Turoniense.

Las series atravesadas por ellos son las siguientes:

Sondeo de Osma:

0 a 150 m.	Margas y calizas arcillosas del Coniaciense Superior y Santoniense Inferior (C^{3-1}_{23-24}).
150 a 553 m.	Calizas del Coniaciense Medio-Superior (C^{2-3}_{23}).
553 a 1.196 m.	Margas y calizas arcillosas del Turoniense Medio y Coniaciense Inferior (C^{2-1}_{22-23}).
1.196 a 1.508 m.	Calizas arcillosas del Turoniense Inferior (C^{1}_{22}).
1.508 a 2.618 m.	Margas, calizas arcillosas y arcillas limolíticas del Cenomaniense (C_{21}).
2.618 a 2.626 m.	Areniscas y arenas del Albiense (Cs^{0-1}_{16-21}).

Sondeo de Zuazo:

0 a 450 m.	Margas y calizas arcillosas del Turoniense Medio y Coniaciense Inferior (C^{2-1}_{22-23}).
450 a 744 m.	Calizas arcillosas del Turoniense Inferior (C^{1}_{22}).
740 a 2.155 m.	Margas, calizas arcillosas y limolitas del Cenomaniense (C_{21}).
2.155 a 3.345 m.	Areniscas y arenas del Albiense (Cs^{0-1}_{16-21}).

Sondeo de Marinda:

0 a 395 m.	Margas y calizas arcillosas del Turoniense Medio y Coniaciense Inferior (C_{22-23}^{2-1}).
395 a 773 m.	Calizas arcillosas del Turoniense Inferior (C_{22}^{1}).
773 a 2.279 m.	Margas, calizas arcillosas y limolitas del Cenomaniense (C_{21}).
2.279 a 4.792 m.	Areniscas, arenas y arcillas limolíticas del Albiense (Cs_{16-21}^{0-1}).
4.792 a 5.118 m.	Calizas, calizas arenosas y areniscas calcáreas del Aptiense.
5.118 a 5.155 m.	Triásico (Rethiense y Keuper).

5.3 HIDROGEOLOGIA

En el área estudiada es importante la abundancia de agua debido a que el índice pluviométrico es elevado.

El tercio norte de la Hoja está ocupado por sedimentos terrígenos del Albiense con intercalaciones calizas. La alternancia da lugar a la formación de pequeños acuíferos colgados de escasa importancia, que originan surgencias intermitentes.

El resto de la Hoja aparece ocupado por sedimentos del Cretácico Superior, alternando margas y calizas arcillosas. De estas unidades únicamente presenta interés hidrogeológico la constituida por las calizas del Coniaciense (C_{23}^{2-3}), que ocupan la parte central de la Hoja, muy carstificadas y fuertemente diaclasadas, lo que les da una alta permeabilidad, originándose una línea de fuentes en el contacto con las margas de la unidad (C_{23-24}^{3-1}).

En la parte suroccidental de la Hoja, los sedimentos miocenos, constituidos por una alternancia de paleocanales de conglomerados con arcillas arenosas de baja permeabilidad, dan lugar a la formación de acuíferos colgados de poca importancia.

6 BIBLIOGRAFIA

ADAN DE YARZA, R. (1885).—«El país vasco en las edades geológicas». *Bol. Com. Mapa Geol. España,* tomo 8.

— (1885).—«Descripción física y geológica de la provincia de Alava». *Mem. Com. Mapa Geol. de España,* Madrid.

AGUILAR, M. J. (1967).—«Estudio petrográfico del Albense de la Cuenca Cantábrica». *Ciepsa (inédito).*

— (1969).—«Estudio petrográfico del Weáldico de la Cuenca Cantábrica

(Paleogeografía, sedimentación y posibilidades de almacén)». *Ciepsa CV-324.* (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,* volumen 27, núm. 2, pp. 325-334.
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. (1955).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 134, Polientes». *Inst. Geol. y Min. de España.*
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, C. (1953).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 110, Medina de Pomar». *Inst. Geol. Min. de España.*
— (1955).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 85, Villasana de Mena». *Inst. Geol. y Min. de España.*
ALVARADO, A.; LOPEZ DE AZCONA, J. M., y BARON, L. (1946).—«Mapa geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 135, Sedano». *Inst. Geol. y Min. de España.*
BATALLER, J. R. (1945).—«Bibliografía del Cretácico de España». *Est. Geol.,* número 1, pp. 7-10, Madrid.
BERTRAND, L., y MENGAUD, L. (1912).—«Sur la structure des Pyrénées Cantabriques entre Santander et Llanes et leurs relations probables avec les Pyrénées». *Bull. Soc. Geol. France (4eme serie),* tomo 12, pp. 504-515.
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).
— (1970).—«Geología y posibilidades de hidrocarburos del área nor-occidental de la Cuenca Cantábrica (Cabuérniga)». *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. (1940).—«Etude geologique d'une partie des provinces de Burgos, Palencia, Leon et Santander». *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse,* núm. 74, pp. 1-513.
— (1951).—«L'Evolution paleogeographique de l'Espagne septentrionale au Cretace inferieur». *Inst. Geol. Min. de España. Libro Jubilar,* tomo 2, pp. 19-36.
— (1967).—«Etude paleographique et structurale de la region Basco-Cantabrique». *C. R. Soc. Geol. France,* núm. 9, pp. 391-394.
CIRY, R., y MENDIZABAL, J. (1949).—«Contribution à l'étude du Cenomanien 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 microfauna Maestrichtiense prés de Vitoriano (Alava)». *Munibe,* fasc. 2, pp. 66-79, 4 figs., 1 pl. San Sebastián.
CIRY, R.; MANEIN, J. Ph.; FEUILLE, P.; AMIOT, M.; COLCHEN, M., y DELANCE, J. H. (1967).—«Reunion extraordinaire de la Societé Geologique 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.,* tomo LXIV, pp. 257-344, Madrid.
CRUSAFONT, 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.
CUETO y RUIZ-DIAZ, E. (1928).—«Orografía y geología tectónica del país Cántabro-Astúrico». *Bol. Inst. Geol. Min. de España,* tomo 47, núm. 2, pp. 9-109.
DAHM, H. (1966).—«Stratigraphie und palaeogeographie in Kantabrischen Jura (Spanien)». *Tesis Un. Bonn. Beih. Geol. JB.,* vol. 44, pp. 13-54.
FEUILLE, P. (1963).—«Ammonites du Cénomanien superieur et du Turonien dans la province de Santander (Espagne)». *C. R. des Seances de l'Acad. des Sciences Paris,* tomo 256, núm. 4, pp. 974-976.
FEUILLE, P. (1963).—«Sur l'extension et les facies du Cénomanien dans la region de Mena (Espagne)». *C. R. Somm. Geol. France Paris,* núm. 3, pp. 97-98.
— (1963).—«Presencia del Cenomanense en la parte sur-este de los Montes

Obarenes (Pancorbo, Foncea, Cellórigo), provincia de Burgos». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. España,* núm. 69, pp. 259-262, Madrid.
— (1967).—«Le Cénomanien des Pyrénées basques aux Asturies; essai d'analyse stratigraphique». *Mem. Soc. Geol. France. Nouvelle Serie,* tomo 46, vol. 108, pp. 1-343.
FEUILLE, 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, París.
FEUILLE, 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.
FEUILLE, P., y SIGAL, J. (1964).—«Presence d'un niveau a *Globotruncana helvetica* BOLLI dans la region 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).
GONZALEZ LASALA, J. (1876).—«Areniscas bituminosas y petrolíferas del puerto del Escudo en los confines de las provincias de Santander y Burgos». *Bol. Com. Mapa Geol. España,* tomo 3, pp. 235-241.
GREKOFF, N. (1953).—«Sur l'utilitation des microfaunes d'Ostracodes dans la stratigraphie précise du passage Jurassique-Crétacé (facies continentaux)». *Rev. Inst. Franc. du Pétr.,* vol. 8, núm. 7, pp. 362-379, 1 fig., 10 tb., París.
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.,* tomo 7.
HOFKER, J. JR. (1965).—«Some Foraminifera from the Aptian-Albian pasage of nothern Spain». *Leidse Geol. Meded.,* vol. 23, pp. 183-189.
HUTTNER, H. (1955).—«Geologische Unterschungen in der Sierra de Cantabria zwischen Monts Obarenes und Monte Codes». *Ciepsa* (inédito).
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. 21, Logroño». *Inst. Geol. y Min. de España,* pp. 1-30.

— (1971).—«Mapa geológico de España. Escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Explicación de la Hoja núm. 4 (5-1), Santander». *Inst. Geol. y Min. de España*, pp. 1-22.
— (1971).—«Mapa geológico de España. Escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Explicación de la Hoja núm. 11 (5-2), Reinosa». *Inst. Geol. y Min. de España*, pp. 1-30.
— (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.
KARRENBERG, H. (1934).—«Die postvarische entwisclung des Cantabro-Asturichen gebirees (Nordwestspanien)». *Publ. Extra. Geol. España (C.S.I.C.)*. (Traducción J. G. Llarena, 1946), vol. 3, pp. 103-225.
KIND, H. D. (1967).—«Diapire und Alttertiär im südostlichen Baskenland (Nord-spanien)». *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.
LAMOLDA, M. A. (1975).—«Bioestratigrafía del Turoniense de Arceniega (Alava)». *ENADIMSA, 1er. Coloquio de Estratigrafía y Paleogeog. Cretácico de España*, pp. 63-71.
— (1977).—«Biozonas de Foraminíferos Planctónicos en el Turoniense Vasco-Cantábrico (Norte de España)». *Rev. Esp. de Microp.*, vol. 9, núm. 2, pp. 221-234.
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 geologiques 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.
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, Sistema Eoceno, Oligoceno y Mioceno». *Mem. Com. Mapa Geol. de España,* tomo VI, Madrid.
MANGIN, PH. (1959).—«Le Nummulitique sud-pyrénéen a 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 a la Mem. du prof. P. Fallot),* tomo 1, pp. 333-349.
MANGIN, PH., y FEYSOT, CL. (1972).—«Etude Petrologique de quelques ophites de la cote septentrional Espagnole». *Annales scientifiques de l'université de Besancon (Geologie),* tomo 3, vol. 17, pp. 39-45.
MENDIZABAL, J. (1923).—«Deslinde del Eoceno 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.
MENDIZABAL, J.; COMBA, A., y RIOS, J. M. (1946).—«Mapa geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 137, Miranda de Ebro». *Inst Geol. y Min. de España.*
MENGAUD, L. (1910).—«Senonien superieur des environs de Santander». *C. R. Somm. Soc. Geol. France,* p. 94.
— (1913).—«Contribution a l'étude du Wealdien de la province de Santander». *C. R. Acad. Sc. Paris,* tomo 156, pp. 1279.
— (1913).—«Sur l'Aptien inférieur marneux de la province de Santander». *C. R. Acad. Sc. Paris,* tomo 157, pp. 15-19.
— (1920).—«Recherches geologiques dans la region Cantabrique». *Livr. Sc. J. Herman.,* pp. 1-374.
MOULLADE, M. (1963).—«Etat actuel des connaissances sur les Orbitolinidae (Foraminifères) du Crétacé Inferieur mesogéen». *Colloque Crét. Inf. France,* Prétirage, Lyon.
PLAZIAT, J. CI. (1970).—«Le limite crétacé-tertiaire en Alava méridionale (Pays basque espagnol): le Rognacien n'y pas l'equivalent continental du Danien». *C. R. Somm. Soc. Géol. France,* 3, pp. 77-78, París.
PFLUG, R. (1960).—«Tektonik der Sierra de Cantabri». *Ciepsa* (inédito).
PUJALTE, V. (1974).—«Litoestratigrafía de la facies Weald (Valanginiense Superior-Barremiense) en la provincia de Santander». *Bol. Geol. y Minero, IGME,* tomo 85, núm. 1, pp. 10-21.
RAMIREZ DEL POZO, J. (1965).—«Conclusiones bioestratigráficas y evolución de biofacies en el Jurásico y Cretácico de la Cuenca Cantábrica». *Ciepsa* (inédito).
— (1967).—«Estudio micropaleontológico y estratigráfico de la zona de Tesla-Frías-Oña». *Ciepsa* (inédito).

— (1967).—«Estratigrafía resumida de los sondeos de CIEPSA». *Ciepsa* (inédito).
— (1967).—«Estudio estratigráfico y micropaleontológico del área de Maestu». *Ciepsa* (inédito).
— (1969).—«Bioestratigrafía y Microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (Resumen)». *Acta Geológica Hispánica,* tomo 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 Paleogeografía 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. 1-357.
— (1972).—«Algunos datos sobre la Estratigrafía y Micropaleontología del Aptense y Albense al Oeste de Santander». *Rev. Esp. de Micropaleontología, número extraordinario,* pp. 59-97.
— (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 saumatres 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 regions du litoral basco-cantabrique au Crétacé». *Actes du 2 eme. congres. internat. d'etud. Pyréneenes,* tomo 2, pp. 147-157.
— (1959).—«Les pays Crétacés Basque-Cantabrique (Espagne)». *Publ. Univ. Dijon,* núm. 18, pp. 1-525.
— (1959).—«L'extension ver L'Ouest du Crétacé superieur à Faciés Basque». *Colloque sur le Crétacé superieur 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.
— (1960).—«Le milieu et le devoloppement des Orbitolines (Foraminifères)». *Bull. Soc. Geol. France,* Ser. 7, tome 1, pp. 651-657, París.

— (1961).—«La edad y naturaleza de las capas de base del Wealdense en la provincia de Santander y sus alrededores (España)». *Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de España,* núm. 61, pp. 181-184.
— (1962).—«Contributión à l'étude stratigraphique du Purbeckien-Wealdien de la región de Santander (Espagne)». *Bull. Soc. Geol. France,* tomo 7, número 4, pp. 2-12.
— (1963).—«Problemes du Crétacé inferieur dans les Pyrénées et le nord de l'Espagne». *Sonderd. Geol. Rudschau,* núm. 53, pp. 205-220.
— (1969).—«Donnes novelles sur la Stratigraphie et les variations sedimentaires de la serie Purbeckiense-Wealdienne au Sur de Santander (Espagne)». *C. R. Somm. Soc. Geol. France,* núm. 6, pp. 216-217.
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 basin de l'Ebre». *Souderd. Geol. Rudschau.*
— (1956).—«La cuenca Terciaria de Miranda-Treviño». *Ciepsa* (inédito).
— (1961).—«Sobre el Terciario de Treviño». *Ciepsa* (inédito).
RIBA, O. (1964).—«Nuevas observaciones sobre el Terciario continental del Valle del Ebro». *Ciepsa* (inédito).
— (1976).—«Tectogenese et sedimentation: deux modeles de discordances syntectoniques pyrénénnes». *Bulletin du Bureau de Recherches géologiques et Minières.* 2ème Série, Sect. I, núm. 4, pp. 383-401.
RIOS, J. M. (1947).—«Diapirismo». *Bol. Inst. Geol. Min. de España,* tomo 60, pp. 155-232.
— (1952).—«El diapiro de Murguía (Alava) y comentarios al «flysch de bolas», Cenomanense de la misma región». *Notas y Com. Inst. Geol. Min. España,* núm. 28, pp. 49-87, Madrid.
— (1954).—«Bosquejo geológico de parte del país Vasco-Cantábrico (de Laredo a Durango, Vitoria y la Barraca)». *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 MULOZ, C. (1953).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 111 (Orduña)». *Inst. Geol. y Min. de España.*
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, J. M. (1967).—«Estudio geológico de campo de las Sierras al Sur de la Depresión de Villarcayo». *Ciepsa* (inédito).

ROMERO, J. (1942).—«Nuevas notas acerca de las ofitas y monografía de la de Vitoriano (Alava)». *Not. y Com. IGME*, H. 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 GARCIA, C. (1932).—«Notas para el estudio de la facies weáldica 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, número 1, pp. 53-67.

SAENZ GARCIA, C. (1943).—«Notas y datos de estratigarfía española-8 del Wealdense del alto Ebro. *Bol. Real Soc. Española Hist. Natural*, tomo 41, p. 115.

SALOMON, J. (1970).—«Essai de division litoestratigraphique dans la formation wealdienne de la bordure nord-est du Massif Asturien (Espagne)». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, núm. 6, pp. 192-193.

— (1970).—«Sur la Stratigraphie des formations Wealdiennes de la bordure sud-est du Massif Asturien». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, núm. 3, pp. 75-77.

SANZ, R. (1950).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 109, Villarcayo». *Inst. Geol. y Min. de España.*

SANZ, R., y ALMELA, A. (1956).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 136, Oña». *Inst. Geol. y Min. de España.*

— (1959).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 84 Espinosa de los Monteros». *Inst. Geol. y Min. de España.*

— (1963).—«Hoja geológica a escala 1:50.000 de Las Rozas (108)». *Inst. Geol. y Min. de España.*

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 Sainz y J. G. Llarena.)

STACKELBERG, U. (1960).—«Der diapir von Murguía (Nordspanien)». *Tésis 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 1:50.000. *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 fram. Westpirenean. *Geol. Rundsch.*, núm. 53, pp. 220-233.

WIEDMANN, J. (1964).—«Le Crétacé superieur de l'Espagne et du Portugal et ses Cephalopodes». *Estudios Geológicos*, vol. 20, pp. 107-148.

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

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA