

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

MIRANDA DE EBRO

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por «Compañía General de Sondeos, S. A.», bajo normas, dirección y supervisión del IGME, utilizando un equipo de su Departamento de Geología compuesto por los geólogos: José Ramírez del Pozo, José Manuel Portero García, Francisco Carreras Suárez, Pedro del Olmo Zamora, Alfonso Olivé Davó, José María Martín Alafont, Mariano Aguilar Tomás y María del Carmen Leal Martín.

La Cartografía ha sido realizada por A. Olivé Davó.

La redacción de la presente Memoria ha sido realizada por A. Olivé Davó y J. Ramírez del Pozo.

Los trabajos de Laboratorio, Sedimentología y Micropaleontología han sido llevados a cabo por M. Aguilar y J. Ramírez del Pozo y M. C. Leal, respectivamente.

La clasificación de macrofauna se ha realizado en el Laboratorio de Paleontología de la E. T. S. de Ingenieros de Minas.

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 - Doctor Fleming, 7 - Madrid-16

Depósito Legal: M - 33.875 - 1979

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

1 INTRODUCCION

La Hoja de Miranda de Ebro se encuentra situada en la parte meridional de la «Cuenca Cantábrica» y comprende parte de las provincias de Burgos y Alava, cuyo límite cruza la Hoja diagonalmente en dirección NO.-SE.

Topográficamente la Hoja puede dividirse en dos regiones de características muy diferentes; el tercio occidental lo constituyen fuertes relieves correspondientes a las estribaciones de los Montes Obarenes, que penetran por el borde Sur, así como por su prolongación hacia el Norte en las zonas de Sobrón y Nograro. En esta zona se encuentran las máximas cotas de la Hoja, que culminan en las alturas próximas al vértice de Buey (X=642.950; Y=898.250) alcanzando los 1.356 m. de altura.

El resto de la Hoja está caracterizado por la existencia de un relieve menos fuerte, sobre todo en la zona sur de la región, que hacia el Norte va elevándose paulatinamente dando lugar a amplios cerros, generalmente de topografía suave, que únicamente en las proximidades de Pobes adquieren cierto relieve.

La red hidrográfica queda definida por la presencia del río Ebro, que atraviesa la zona diagonalmente penetrando a través del angosto desfiladero de Sobrón y abandonando la Hoja por su ángulo SE., tras recibir a sus afluentes Omecillo, Bayas y Zadorra.

El núcleo de población más importante en la Hoja es Miranda de Ebro,

si bien existen gran cantidad de pequeños pueblos distribuidos en todo el ámbito de la Hoja, a excepción de la zona más occidental, donde debido a lo agreste del relieve los núcleos de población son muy escasos.

Desde el punto de vista geológico, la Hoja se halla situada en la Cuenca Cantábrica y la mayor parte de la misma forma parte de la Depresión Terciaria de Miranda-Treviño.

Al margen de los suelos cuaternarios, aluviales, coluviales y terrazas el resto de la zona estudiada está constituido por materiales detrítico-terri-genos y carbonatados del Mesozoico y Terciario.

Los sedimentos más antiguos representados en la Hoja de Miranda de Ebro pertenecen al Keuper, se sitúan al norte de la zona y son arcillas abigarradas, yesos, ofitas y sal, formando parte del diapiro de Salinas de Añana. Se incluyen carniolas del Rethiense.

En la zona de Nograro y al Sur, en la región de Obarenes y Cubilla, afloran sedimentos del Jurásico desde el Lías calizo hasta margas y calizas del Dogger.

Igualmente en la zona de Nograro, en el núcleo del anticlinal de Sobrón y en la región de Cubilla se localizan materiales correspondientes al Cretácico Inferior en facies Utrillas. Hay que resaltar la existencia de sedimen-tos de edad Aptiense en Nograro.

El Cretácico Superior, compuesto fundamentalmente por materiales car-bonatados, calizos y margosos alcanza un amplio desarrollo en todo el ter-cio occidental de la Hoja, así como en el ángulo nor-oriental, estando re-presentados todos sus pisos.

Por último, existen sedimentos terciarios, de carácter continental, que son los que alcanzan mayor extensión en el ámbito de la Hoja, correspon-diendo al sinclinal de Miranda-Treviño, así como al cierre del sinclinal de Villarcayo, que se desarrolla más ampliamente hacia el Oeste, en las Hojas de Oña y Medina de Pomar. Igualmente existen materiales terciarios en el ángulo suroccidental, correspondientes al borde de las facies que alcanzan un mayor desarrollo hacia la Bureba, así como en pequeñas man-chas en el interior de la zona de los Montes Obarenes.

Desde el punto de vista tectónico y estructural pueden diferenciarse varias zonas en el ámbito de la Hoja:

- a) El gran sinclinal terciario de Miranda, que es la estructura más extensa existente y que ocupa las dos terceras partes de la Hoja.
- b) El ángulo suroccidental, que incluye la zona del cabalgamiento de la Sierra de Cantabria y las facies terciarias del Sur.
- c) Los relieves mesozoicos constituidos por el anticlinal cupuliforme de Sobrón y zonas adyacentes.
- d) El cierre del sinclinal terciario de Villarcayo.

El único indicio de explotación minera existente en la Hoja y actual-

mente inactiva corresponde al diapiro de Salinas de Añana, donde se beneficiaron yesos. En cuanto a canteras, excepción hecha de pequeñas sacas en los materiales carbonatados mesozoicos principalmente, solamente hay que resaltar la presencia de unas graveras muy importantes que benefician las terrazas del Ebro al norte de Miranda.

La Hoja de Miranda de Ebro ha sido realizada partiendo de una información estratigráfica y cartográfica inédita perteneciente a CIEPSA y C.G.S., además de los trabajos publicados sobre la región. Destacan entre ellas las siguientes:

RIBA, O. (1956).—«La Cuenca Terciaria de Miranda Treviño».

PFLUG, R. (1958).—«Salinas de Añana».

CASTELLS, S. (1961).—«Estudio geológico-estratigráfico de la zona de Sobrón-Nograro-Lalastra».

RIOS, L. (1967).—«Estudio geológico de campo de las Sierras al sur de la Depresión de Villarcayo».

RAMIREZ DEL POZO, J. (1971).—«Bioestratigrafía y microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España».

2 ESTRATIGRAFIA

Los sedimentos aflorantes en la Hoja de Miranda de Ebro corresponden al Triásico, Jurásico, Cretácico Inferior, Cretácico Superior, Paleoceno, Eoceno, Oligoceno, Mioceno, Plioceno y Cuaternario.

El Triásico se reduce al afloramiento del diapiro de Salinas de Añana, así como a la zona del anticlinal de Cubilla, y en Nograro, donde está ligado a fallas por las que se inyecta.

El Jurásico se reduce a un afloramiento en Nograro, con Lías y Dogger, y otros al Sur, en la zona de los Obarenes.

El Cretácico Inferior está presente con su máximo desarrollo en la región de Nograro, apareciendo también los términos altos correspondientes a la facies Utrillas en las estructuras de Sobrón y Cubilla.

Por lo que se refiere al Cretácico Superior está ampliamente representado en el tercio más occidental de la Hoja, apareciendo todos sus términos. También el Turoniense, Coniaciense y Santoniense afloran en el ángulo nororiental.

El Paleoceno y Eoceno se encuentran también en el tercio occidental y en sucesión con los sedimentos mesozoicos.

Recubriendo a estos sedimentos aparecen los materiales del Terciario continental que forman el sinclinal de Miranda, así como el cierre oriental del de Villarcayo y el borde norte de la Depresión Terciaria del Ebro.

El Cuaternario forma recubrimientos que en forma de aluviales y terra-

zas alcanzan gran desarrollo en la zona sur de la Hoja relacionados con el valle del Ebro y sus afluentes. En el resto de la zona estos materiales cuaternarios no tienen gran importancia.

2.1 TRIASICO

2.1.1 KEUPER (T_{c3}^{ω} ; T_{c3}^y)

Como ya hemos indicado, su principal afloramiento corresponde al diapiro de Salinas de Añana, donde aparece constituido fundamentalmente por arcillas de tonos preferentemente rojos oscuros y violáceos, si bien existen también colores verdosos localmente (T_{c3}). Hay que hacer notar que en la cartografía se han incluido en esta unidad arcillosa afloramientos pequeños, englobados en la masa arcillosa, de carniolas.

Se han diferenciado los abundantes asomos ofíticos existentes en el diapiro (T_{c3}^{ω}), que generalmente constituyen cerros aislados, así como una importante zona yesífera (T_{c3}^y), que incluso ha sido objeto de explotación en mina, si bien en el resto del diapiro son también notables las zonas con intercalaciones yesíferas que han sido igualmente incluidas en la cartografía con las arcillas (T_{c3}).

Las ofitas existentes se han caracterizado como rocas de carácter subvolcánico formadas por piroxenos y plagioclasas con composición basáltica y textura ofítica.

Los afloramientos de Keuper en la zona de Cubilla están compuestos igualmente por arcillas varioladas, así como el de Nograro, donde se han atribuido a esta edad unas arcillas rojas que con extensión centimétrica aparecen bajo el Jurásico y quedan limitadas a muro por la falla allí existente.

2.2 TECHO TRIASICO Y JURASICO

El Jurásico de la Cuenca Cantábrica ha sido estudiado por diferentes autores, entre los que destacan LARRAZET (1896), KARREBERG (1934), DHAM y MENSIK (1957) y RAMIREZ DEL POZO (1971).

Afloran en la Hoja carniolas del Rethiense, Lías calizo comprimido, Lías margoso y Dogger, faltando la totalidad del Malm, debido a la intensa erosión acaecida durante las fases Neokimmérica y Austrica.

Ha sido estudiado en la columna de Nograro (X: 646.725; Y: 913.570).

2.2.1 TECHO TRIASICO Y LIAS INFERIOR. RETHIENSE-HETTANGIENSE Y SINEMURIENSE INFERIOR MEDIO (T_{A33}^2 - J_{12}^2)

A la sedimentación del Keuper arcilloso-evaporítico sigue un tramo calizo-dolomítico, que se conoce en la literatura regional como Infralías.

En la columna de Nograro se han reconocido los tramos inferiores de dolomías vacuolares, cavernosas (carniolas), mal estratificadas, seguidas de calizas microcristalinas (micritas y pelmicritas limosas) que contienen secciones de *Lingulina* gr. *pupa* (TERQ.), Ostrácodos, restos de Moluscos y restos de Crinoides que se datan como Sinemuriense Inferior y Medio. El conjunto tiene una potencia medida de 90 m.

2.2.2 LIAS SUPERIOR Y DOGGER. SINEMURIENSE SUPERIOR- PLIENSBACHIENSE-TOARCIENSE-BAJOCIENSE (J₁₂₋₂³⁻⁰)

Al igual que la unidad anterior, su estudio se ha realizado a partir del corte de Nograro.

Está constituido por una serie margosa en la base, que va teniendo intercalaciones calcáreas hacia el techo y que representa al Pliensbachiense y quizá Sinemuriense Superior. La microfauna, muy abundante, ha permitido determinar: *Lingulina pupa* (TERQ.), *Marginulina prima* D'ORB., *Astaculus radiata* (TERQ.) *Dentalina terquemi* D'ORB., *Frondicularia terquemi* D'ORB., *Frondicularia bicostata* D'ORB., *Hungarella amalthei* (QUENST.), y *Hungarella* cf. *contractula* (TRIEB.).

En esta misma sección de Nograro es también abundante la macrofauna, y ALMELA, RIOS y GARRIDO (1944) citan en este nivel la siguiente: *Balanocrinus subteroides* QUENST., *Rhynchonella amalthei* QUENST., *R. capitulata* TATE, *R. triplicata* QUENST., *Belemnites* sp y *B. Tripartitus?* SCHLOT., habiendo encontrado además *Amaltheus margaritatus* (MONTF.), *Pleuroceras spinatum* (BRUG) y *Arieticeras algovianum* OPP.

El Toarciense está representado por unas margas que contienen *Vaginulina proxima* (TERQ.), *Lenticulina d'orbigny* (ROEMER), *Nodosaria fontinensis* TERQ. y *Procytheridea sermoisensis* APOST.

Por encima de este tramo quedan unos metros de calizas compactas grises (intramicritas arcillosas) con juntas margosas que representan al Dogger, que en este punto está constituido sólo por Bajociense, faltando los términos siguientes posiblemente por erosión. En este tramo se han determinado: *Ammodiscus tenuissimus* (GUMB.), *Lenticulina quenstedti* GUMB. y *Lenticulina subalata* REUSS.

El conjunto de la unidad tiene en Nograro una potencia de unos 75 m.

2.2.3 TECHO TRIASICO A DOGGER (T_{A33}-J₂)

En la zona de Cubilla y Obarenes (ángulo suroccidental de la Hoja), en que no ha sido posible diferenciar los distintos tramos jurásicos, se han representado como una unidad comprensiva de esta edad.

2.3 CRETACICO

Sobre los materiales del Dogger se apoyan tanto en Nograro como en los sondeos de SOBRON 1 bis y ANTEZANA 1 los materiales pertenecientes al Aptiense marino, lo cual implica una laguna estratigráfica que provoca la ausencia de sedimentos atribuibles al Malm, Berriasiense y Valanginiense Inferior y Medio en Facies Purbeck y del Valanginiense Superior, Hauteriviense y Barremiense en Facies Weald.

Esta laguna estratigráfica se debe a las fases Neokimmérica y Austrica.

Sobre este Aptiense e incluso sobre el Jurásico descansan los materiales correspondientes al Albiense y Cenomaniense Inferior en Facies Utrillas, compuesto de sedimentos detrítico-terrígenos, areniscas, arcillas y arenas.

El Cretácico Superior se caracteriza por sus series, en su mayoría carbonatadas, pertenecientes al Cenomaniense, Turoniense, Coniaciense, Santoniense, Campaniense y Maastrichtiense.

En estas series hay dos hiatos o lagunas estratigráficas, una de pequeña intensidad a techo del Cenomaniense, y otra entre Turoniense y Coniaciense que afecta a la parte superior del primero e inferior del segundo.

El Weald de la Cuenca Cantábrica en general ha sido estudiado por GONZALEZ LINARES (1876), MENGAUD (1920), SAENZ GARCIA (1932), LAMARE (1936), CIRY (1940), SCHRIEL (1945), RAMIREZ DEL POZO (1969 y 1971) y AGUILAR y RAMIREZ (1968).

Entre los trabajos sobre el Albiense destacan sobre todos los de RAT (1959) y AGUILAR (1967, 1971 y 1975).

El Cretácico Superior de la Cuenca ha sido tratado por numerosos autores, como CAREZ (1881), LARRAZET (1896), MALLADA (1904), MENGAUD (1920), CIRY (1940), RIOS, ALMELA y GARRIDO (1945), CIRY y MENDIZABAL (1949), FEUILLEE (1961), WIEDMANN (1964) y RAMIREZ DEL POZO (1971).

El Cretácico de la Hoja ha sido estudiado en las columnas de Nograro (X: 646.725; Y: 913.570), Sobrón (X: 648.090; Y: 907.405) y Orbañanos (X: 641.735; Y: 905.295), así como en el sondeo de Sobrón 1 bis (X: 646.625; Y: 906.580).

2.3.1 APTIENSE (C₁₅)

Su estudio se ha realizado a partir de la sección de Nograro (X: 646.725; Y: 913.570) y del sondeo de Sobrón 1 bis (X: 646.625; Y: 906.580).

Está compuesto por 120 m. de sedimentos que en su mitad inferior son arcillas, areniscas y conglomerados, donde se ha determinado *Choffatella decipiens* SCHLUMB., *Sabaudia minuta* (HOFKER), *Dolocytheridea* cf. *intermedia* OERTLI y *Neocythere mertensi* OERTLI.

Los 70 m. finales son calizas arenosas (biomicritas arenosas) grises,

con *Toucasia* y *Polyconites* con intercalaciones de areniscas calcáreas pardas de grano medio. El tramo es muy rico en Orbitolinas y Ostrácodos:

Palorbitolina lenticularis (BLUMENB) (en la base) *Orbitolina* (M) *texana parva* DOUGLAS (en la parte media), *Orbitolina* (M) *lotzei* SCHROEDER (en la parte media), *Praeorbitolina cormyi* (SCHROED.) (en la base), *Orbitolina* (M) *texana texana* (ROEMER) (en la zona superior), *Haplophragmoides greigi* (HENSON), *Neocythere mertensi* OERTLI y *Cythereis büchlerae* OERTLI.

Esta microfauna caracteriza el Bedouliense y parte basal del Gargasiense. Por los niveles arenosos, no fosilíferos, intercalados en las calizas, podemos considerar a este Aptiense como transicional entre las facies marinas y arrecifales del Norte y las arenosas no marinas del Sur. En cualquier caso en esta zona la subsidencia fue pequeña, dado el reducido espesor de la serie e incluso debió ser zona de umbral durante casi todo el Cretácico Inferior.

2.3.2 ALBIENSE A CENOMANIENSE INFERIOR (C₁₆₋₂₁⁰⁻¹)

Aflora esta unidad en los núcleos anticlinales de Nograro, Sobrón y zona de Cubilla-Obarenes.

En esta última zona se apoya sobre sedimentos del Jurásico (T_{A33-J}) por lo que es evidente, como ya se ha indicado, que la importancia de las fases Neokimmérica y Austrica en la región fue notable.

En la zona de Nograro el yacente de la unidad es el Aptiense (C₁₅), mientras que en Sobrón no llega a aflorar la parte inferior de esta unidad.

Su estudio se ha realizado a partir de las secciones de Nograro (X: 646.725; Y: 913.570) y el sondeo de Sobrón 1 bis (X: 646.625; Y: 906.580). En Nograro se han medido unos 800 m. de esta unidad, mientras que en el sondeo citado la potencia alcanza los 1.000 m.

Está constituida por una serie clástico-terrigena 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 estratos lenticulares y otros con estratificación cruzada, habiendo ocasionalmente costras ferruginosas intercaladas en algunos estratos.

El constituyente principal de las arenas es el cuarzo de procedencia generalmente 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).

En el caso concreto de la sección de Nograro tenemos una situación peculiar por encontrarnos en una zona de transición de las facies típicamente continental que se encuentra en la región sur de la Hoja y que ya

ha quedado caracterizada, y las situadas al norte, que aparecen con características marinas.

Así, en la citada sección de Nograro, encontramos 750 m. de serie caracterizados por presentar una regular alternancia de areniscas amarillentas (algún banco es conglomerático, con cantos cuarcíticos dominantes), de grano medio, subanguloso, matriz arcillosa y arcillas gris-amarillentas arenosas o limolíticas con capas de lignito de 1 a 6 cm. de espesor. La facies es generalmente salobre o continental (encontramos coprolitos de gasterópodos), pero presenta cuñas o indentaciones de facies marina con Foraminíferos arenáceos y Ostrácodos como única microfauna: *Ammobaculites parvispira* TEN DAM, *Ammobaculites subcretacea* CUSHM. y ALEXAND., *Pseudochoffatella cuvillieri* DELOFFRE, *Neocythere vanveeni* MERTENS y *Cytherella ovata* (ROEMER).

Localmente se encuentran intercalaciones de calizas de matriz muy recristalizada con Orbitolinas y microfauna abundante: *Orbitolina* (M) *texana texana* (ROEMER), *Neorbitolinopsis conulus* (H. DOUVIL.), *Haplophragmoides greigi* (HENSON), *Coscínophragma cribosum* (REUSS).

En cuanto a las facies continentales que aparecen al sur de la Hoja y que corresponden a la «Formación arenas de Utrillas», su edad debe asignarse a partir de las unidades supra e infrayacentes dada la carencia absoluta de fósiles que permitieran su datación, pudiendo justificar el que llegue al Cenomaniense Inferior por la aparición de areniscas calcáreas y dolomías arenosas marinas, con glauconita, y excepcionalmente con mol-des de Orbitolinas, al techo de la serie.

2.3.3 CENOMANIENSE (C₂₁¹⁻³)

Sobre la unidad anteriormente descrita descansa en toda la Hoja un conjunto, en general poco potente y dolomitizado, con calcarenitas bioclásticas, calizas arenosas y arcillosas e intercalaciones de areniscas calcáreas y arenas.

Su estudio se ha realizado a partir de un corte esquemático levantado en la zona de Cubilla (X: 641.670; Y: 901.940), y en él pueden reconocerse los siguientes niveles: 20 m. de dolomías de tonos gris amarillentos; 30 m. de alternancia de calizas arcillosas grises con calcarenitas gruesas amarillas, de matriz cristalina (biogравel-esparitas) con: *Praealveolina simplex* REICHEL, *Orbitolina conica* (D'ARCH.), *Orbitolina concava concava* (LAMARCK), *Pseudotextulariella* sp y *Marssonella* sp, así como Miliólidos, Algas calcáreas (*Acicularia*, *Hallmeda*, *Boueina*), Briozoos y restos de Ostreidos y Políperos; 6 m. de calizas arenosas con granos de cuarzo finos y algún resto fósil (restos de Equinodermos y secciones de Ostrácodos).

El espesor total del Cenomaniense en esta zona no llega a los 60 m., mientras que en el sondeo de Sobrón 1 bis se cortaron unos 100 m. En la

zona de Sobrón se han medido un total de más de 200 m., de los cuales los 50 m. inferiores corresponden a areniscas y arcillas y el tramo superior a calcarenitas gruesas (intrabiosparruditas y biograevesparitas) y biomicritas localmente arcillosas. El conjunto es muy rico en Orbitolinas, que llegan a formar verdaderas lumaquelas.

2.3.4 TURONIENSE A CONIACIENSE INFERIOR (C⁰⁻¹₂₂₋₂₃)

Su estudio se ha realizado a partir de la sección de Sobrón, donde se han medido solamente 100 m. de serie, si bien la parte inferior está incompleta por causas tectónicas, pudiéndose estimar un espesor total de unos 150 m.

Descansa siempre sobre la unidad anterior y se caracteriza por ser un conjunto margoso gris, estratificado en lechos finos, con intercalaciones de calizas finas, gris-castaño, microcristalinas (biomicritas).

Posiblemente sea el Turoniense Inferior el nivel más fosilífero del Cretácico de la zona y en él se han determinado: *Hedbergella paradubia* (SIGAL), *Globotruncana sigali* REICHEL, *G. renzi* GANDOLFI, *G. imbricata* MORNOD, *G. schneegansi* SIGAL, *Praeglobotruncana stephani* (GANDOLFI), *Gaudryina laevigata* FRANKE, *Pithonella sphaerica* (KAUFFMANN), *Cytherella ovata* (ROEMER), *Cytherella parallela* (REUSS) y *Globotruncana helvetica* BOLLI.

2.3.5 CENOMANIENSE-TURONIENSE MEDIO (C¹⁻²₂₁₋₂₂)

Esta unidad comprensiva aparece exclusivamente en el ángulo sur-occidental de la Hoja, donde el Turoniense y Cenomaniense presentan unas facies más calcáreas y en casi todas las ocasiones una intensa dolomitización que hace prácticamente imposible su diferenciación.

2.3.6 TURONIENSE MEDIO-SUPERIOR. CONIACIENSE INFERIOR (C²⁻¹₂₂₋₂₃)

Solamente aflora en el borde nor-oriental y con escasa potencia; sin embargo, esta unidad alcanza gran desarrollo hacia el Norte, en la vecina Hoja de Orduña (21-07), donde se han medido 520 m., de los cuales sólo afloran en esta Hoja los más superiores, que están constituidos por una alternancia de biomicritas y biopelmicritas con margas y que presentan la siguiente asociación de microfauna: *Globotruncana sigali* REICHEL, *Globotruncana schneegansi* SIGAL, *G. angusticarinata* GANDOLFI, *G. imbricata* MORNOD, *Pithonella sphaerica* (KAUFFMANN), *Verneuilina limbata* CUSHM., *Marssonella trochus* D'ORB., *Spiroplectammina baudoniana* D'ORB., *Dentalina* sp y *Allomorpha* cf. *allomorpha* (HOFKER).

2.3.7 CONIACIENSE MEDIO-SUPERIOR (C₂₃²⁻³)

Reposa sobre la unidad anterior y su afloramiento se limita igualmente al ángulo nor-oriental de la Hoja.

Está 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 ha sido estudiada en la vecina Hoja de Orduña (21-07) en la sección de Angosto-Osma (X: 652.690; Y: 922.185) donde en el techo de la formación que está representado por intrabioparitas y biopelmicritas con: *Spirocyclina choffati* MUN-CHALM, *Cuneolina pavonia* D'ORB. y *Dictyopsella kiliani* MUN-CHALM. El tramo inferior, que se ha reconocido en la sección de Orduña (X: 654.510; Y: 930.090) también en la Hoja 21-07, ha proporcionado *Globotruncana* sp, *Pithonella sphaerica* (KAUFFMANN), *Pithonella ovalis* (KAUFFMANN), *Minouxia* cf. *lobata* GENDROT, *Heterohelix* sp y *Ammobaculites* sp.

La potencia total del conjunto se sitúa entre 180 y 200 m.

2.3.8 CONIACIENSE SUPERIOR-SANTONIENSE INFERIOR (C₂₃₋₂₄³⁻¹)

En el área estudiada esta unidad cartográfica está constituida por calizas arcillosas (biomicritas arcillosas y biopelmicritas) parcialmente dolomitizadas, bien estratificadas, alternando con margas compactas grises, con aspecto apizarrado que se hacen dominantes al techo del tramo. Aflora exclusivamente en el ángulo nor-oriental de la Hoja y su potencia es mucho más reducida que en la vecina Hoja de Orduña (21-07), donde se han medido 1.150 m. en la sección de Angosto-Osma.

La microfauna determinada en la citada sección ha sido, *Globotruncana fornicata* PLUMMER, *G. concavata primitiva* (D'ALBIEZ), *G. tricarinata* QUE-REAU, *G. marginata* REUSS, *G. sigali* REICHEL, *G. coronata* BOLLI y *G. angusticarinata* GANDOLFI.

2.3.9 CONIACIENSE MEDIO A SANTONIENSE INFERIOR (C₂₃₋₂₄²⁻¹)

Se trata de un conjunto cuya potencia rebasa los 200 m., cuya litología es de calizas finas grisáceas (biomicritas) y calcarenitas de grano medio a grueso (intrabioparitas) con intercalaciones de margas, en especial en la parte superior, que pueden ser más o menos importantes según las zonas. Es muy frecuente que una buena parte de la sección caliza se presenta parcial o totalmente dolomitizada.

Los microfósiles determinados con más frecuencia en los niveles calizos son: *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), *Marssonella* cf. *trochus* D'ORB., *Pithonella sphaerica* (KAUFFMANN), y en los margosos: *Globotruncana lapparenti coronata* BOLLI, *G. l. tricarinata* (QUEREAU), *Goupillaudina* cf. *lecointrei* MARIE, *Globigerina?* *cretacea* D'ORB. y *Pseudovalvulineria* sp.

2.3.10 CENOMANIENSE A SANTONIENSE INFERIOR (C₂₁₋₂₄¹⁻¹)

Esta unidad comprensiva aparece exclusivamente en el cuadrante SO. de la Hoja.

La sucesión viene definida de muro a techo por una sucesión de calizas más o menos dolomíticas con *Praealveolina*, a las que siguen calcarenitas con Miliólidos, calizas, calizas arcillosas y microcristalinas, terminando la serie con calcarenitas amarillentas que presentan una superficie limonítica en el techo. El espesor total es de unos 250 m. Se data como Cenomaniense a Santoniense Inferior por la perfecta correlación de esta secuencia caliza con las columnas realizadas en la vecina Hoja de Oña (20-08).

2.3.11 SANTONIENSE INFERIOR A SUPERIOR (C₂₄¹⁻³)

Se ha diferenciado esta unidad en el ángulo NE. de la Hoja como un conjunto de margas amarillentas y gris claro, que presentan alguna intercalación caliza (biopelmicritas).

Su potencia va aumentando en dirección SE., desde unos 100 m. en el borde N. hasta cerca de 200 en el E.

La microfauna determinada ha sido: *Globotruncana lapparenti* BOLLI, *G. fornicata* PLUMM., *G. concavata carinata*, D'ALBIEZ, *G. concavata concavata* (BROTZ), *G. lapparenti lapparenti* BOLLI, *Heterohelix* cf. *tenuicostata* (CUSHM.), *Gyroidinoides nitida* REUSS, *Cibicides excavata* BROTZ, *Pseudovalvulineria* cf. *costata* (BROTZ), *Lituola irregularis* (ROEM.), etc.

2.3.12 SANTONIENSE INFERIOR Y MEDIO (C₂₄¹⁻² y C₂₄²)

Este tramo, en la sección de Sobrón (X: 648.090; Y: 907.405) tiene un espesor aproximado a los 200 m. y varía mucho su potencia, pues en la zona Sur puede quedar reducido a unos 30-40 m.

Se compone de margas nodulares o laminares grises y margas amarillas con un potente banco intermedio de caliza (C₂₄) finamente calcarenítica gris clara, en cuyo techo aparecen las primeras *Lacazinas*. Este banco (C₂₄²) ha sido ocasionalmente diferenciado en la cartografía cuando ello ha sido posible, ya que bien porque la escala del mapa no lo ha permitido o bien porque este banco desaparece hacia el Sur no ha sido posible separarlo en toda la Hoja

En esta unidad se han reconocido (en su parte superior) los siguientes microfósiles: *Lacazina elongata* MUN-CHALM, *Rotalia reicheli* HOTT., *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), *Goupillaudina* cf. *lecointrei* MARIE, *Marssonella trochus* D'ORB., *Cytherella ovata* (ROEMER), *Bairdia* sp y *Pseudovalvulineria* sp.

2.3.13 SANTONIENSE MEDIO-SUPERIOR (C₂₄²⁻³; C₂₄³)

Sobre el conjunto anteriormente descrito se encuentra un tramo calizo compacto, formado por calcarenitas bioclásticas de tonos beige y rojizos, caracterizado por la presencia de *Lacazina elongata* MUN-CHALM.

Se presenta casi siempre muy karstificado y sus espesores varían entre 80 y 150 m.

Su estudio en esta Hoja se ha realizado a partir de la sección de Sobrón (X: 648.090; Y: 907.405) y en una microfacies de biopelmicritas y biointrasparitas se han determinado además de *Lacazina elongata* MUN-CHALM los siguientes microfósiles: *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), *Idalina antiqua* D'ORB., *Spiroplectamina* sp, *Boueina* sp, *Acicularia* sp, *Cuneolina* sp, Miliólidos, Briozoos y Algas calcáreas.

Por encima de este tramo calizo se apoyan de 40 a 80 m. de margas más o menos calcáreas (C₂₄³), que en zonas próximas han proporcionado Ostreidos y Lamelibranquios en general y además *Monolepidorbis sanctae-pelagiae* ASTRE, *Cuneolina pavonia* D'ORB., *Martiguesia cyclamminiformis* MAYNC, *Pseudocyclamina massiliensis* MAYNC, *Gaudryina laevigata* FRANK, *Marssonella trochus* D'ORB., *Cytherelloidea* sp, *Lenticulina* sp. En la zona Sur esta unidad no está presente, apareciendo todo el Santoniense Superior y Campaniense Inferior.

2.3.14 SANTONIENSE SUPERIOR-CAMPANIENSE (C₂₄₋₂₅³)

La potencia de esta unidad medida en la sección de Sobrón está próxima a los 150 m., variando regionalmente hasta poder alcanzar los 250 m.

En la sección de Sobrón (X: 648.090; Y: 907.405) está constituida por una serie de litología variada, en la que aparecen calizas y calcarenitas (biointramicritas y biointrasparitas), calizas arenosas, margas y margas arenosas y arcillas verdes y rojas esporádicamente intercaladas. En la zona Sur esta unidad, al igual que la anterior (C₂₄³) no está presente, estando representada igualmente por facies calcáreas.

La microfauna encontrada ha sido: *Lacazina elongata* MUN-CHALM, *Idalina antiqua* D'ORB., *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), *Goupillaudina* cf. *lecointrei* MARIE, *Rotalia* cf. *reicheli* HOTT, *Pararotalia* cf. *tuberculifera* REUSS, *Quinqueloculina* sp, *Minouxia* sp, *Spiroplectamina* sp, *Pseudovalvulineria* sp.

2.3.15 CAMPANIENSE (C₂₅)

Sólo se ha diferenciado esta unidad en el ángulo SO. de la Hoja, donde alcanza una potencia de unos 40 m.

Constituye una zona blanca y deprimida entre las dolomías arenosas del Santoniense Superior y las series calizo-dolomíticas del suprayacente, ya que generalmente son arenas sueltas blanquecinas y rojizas de facies «utrilloide» con intercalaciones de arcillas más o menos arenosas varioladas y marrones y niveles de areniscas calcáreas. En ocasiones a techo aparecen intercalados hacia el techo pequeños bancos de calizas con fragmentos de Rudistos, que presentan superficies limonitizadas.

En la vecina Hoja de Casalarreina (21-09) son biomicritas, micritas y dismicritas arenosas con *Rotalia cayeuxi* de LAPP., *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), *Montcharmontia appenninica* DE CASTRO, *Cladocoropsis mirabilis* FELIX, *Quinqueloculina* sp, *Ophthalmidium* sp, Ostrácodos, Characeas y restos de Rudistos que definen un posible Campaniense.

2.3.16 CAMPANIENSE-MAASTRICHTIENSE EN FACIES GARUM (C_{G25-26})

Está definida por unos 60 m. de margas de colores verdosos y rojizos que descansa siempre sobre la unidad Santoniense Superior-Campaniense (C₂₄₋₂₅³). Es muy frecuente que existan en este tramo intercalaciones centimétricas de dolomías sacaroideas blancas y grises.

Generalmente estas arcillas son muy pobres en fauna, si bien localmente se han encontrado algunas Characeas y Ostrácodos de habitat continental-lacustre.

2.4 TECHO CRETACICO Y PALEOCENO

2.4.1 MAASTRICHTIENSE Y DANIENSE (C₂₆-T₁₁^A)

Constituido por un conjunto de dolomías y doloesparitas de tonos grises, beige y marrones, ocasionalmente brechoides, de espesor variable pero próximo a los 40 m. En ocasiones puede aparecer en la base una brecha de cemento dolomítico que engloba grandes bloques de calizas microcristalinas.

2.4.2 MAASTRICHTIENSE A THANETIENSE (C₂₆-T₁₃^A)

Esta unidad comprensiva está constituida por un conjunto dolomítico depositado inmediatamente encima de la Facies Garum (C_{G25-26}). En la base del tramo las dolomías son dominantes, mientras que en la parte media son calizas arenosas y calizas dolomíticas. En esta zona suele aparecer

una lumaquela de Hippurites que debe corresponder a parte del Daniense.

En la sección de Orbañanos (X: 641.735; Y: 905.295) se han determinado: *Planorbulina antiqua* MANGIN, *Cuvillierina* cf. *eocenica* DEBOURLE, *Rotalia* cf. *trochidiformis* (LAM.), *Cibicides* sp, *Biloculina* sp, *Quinqueloculina* sp, *Terquemeia* sp y *Lithothammium* sp, que indican una edad Montense, mientras que una muestra tomada a techo de la unidad ha proporcionado *Glomalveolina primaeva* REICHEL, *Distichoplax biserialis* (DIETR), *Cuvillierina* cf. *eocenica* DEBOURLE, *Rotalia* cf. *trochidiformis* (LAM.), *Triloculina* sp, *Lenticulina* sp y Briozoos que señalan una edad Thanetiense para la parte alta de esta unidad.

La potencia de esta unidad puede estimarse entre un mínimo de 12 m. en Orbañanos y un máximo de 40-50 m. en el borde oeste del Sinclinal de Miranda.

2.5 PALEOCENO

2.5.1 MONTIENSE EN FACIES GARUM (T_{612}^A)

Sobre las dolomías descritas en otro apartado anterior ($C_{25}-T_{11}^A$) aflora en el ángulo SO. una serie de arcillas, más o menos calcáreas, de tonos verdosos, azoicas, con intercalaciones de calizas arcillosas y microdolomías blanquecinas que contienen Ataxophragmiidae y Ostrácodos. Las arcillas verdes representan una Facies Garum típica que se data como Montense por la edad de las unidades infra y suprayacentes, observadas estas últimas en la vecina Hoja de Casalarreina (21-09).

La potencia puede estimarse en unos 25 m.

2.6 EOCENO (T_{c22}^{Aa} ; T_{c2-2}^{Ab-Ac} ; T_{c22-2}^{Aa-Ac})

Aflora exclusivamente en la zona de Orbañanos (X: 641.735; Y: 905.295) y a la salida del desfiladero de Sobrón.

2.6.1 EOCENO INFERIOR (T_{c22}^{Aa})

Constituido por areniscas microconglomeráticas silíceas gris blanquecinas y arcillas y arenas rojas con esporádicas intercalaciones lenticulares de conglomerados rojos y arcillas grises.

Los levigados en esta unidad que ha sido estudiada en la sección de Orbañanos (X: 641.735; Y: 905.295) han resultado negativos, excepción hecha de algunos restos de peces.

Su asignación cronológica se ha hecho en base a datos obtenidos regionalmente en las Hojas situadas al NO. (Oña, 20-08; Medina de Pomar, 20-07, y Villarcayo, 19-07). En ellas se ha observado la existencia de una discor-

dancia en la base de esta unidad, que se apoya indistintamente en diferentes términos de la serie estratigráfica, llegando a hacerlo sobre el Ilerdiense, si bien en el ámbito de la Hoja de Miranda sólo llega a hacerlo sobre el Paleoceno.

La potencia de este tramo alcanza los 40 m.

2.6.2 EOCENO MEDIO-SUPERIOR (T_{c2-2}^{Ab-Ac})

Por encima de la unidad anterior aflora un conjunto carbonatado de calizas microcristalinas (dismicritas) beige y blanquecinas con pasadas margosas y arcillosas de aspecto lacustre, que en la sección de Orbañanos (X: 641.735; Y: 905.295) han proporcionado Ostrácodos, restos de Characeas y Gasterópodos que no permiten una datación precisa, habiéndose hecho ésta en base a la de las unidades infra y suprayacente.

La potencia de este tramo es de unos 30 m., si bien faltan los términos más altos debido a la discordancia del Oligoceno sobre esta unidad.

2.6.3 EOCENO INFERIOR MEDIO-SUPERIOR (T_{c22-2}^{Aa-Ac})

Se ha cartografiado esta unidad comprensiva a la salida del desfiladero de Sobrón, donde está representada por un conjunto de margas, margas arenosas y arenas blanquecinas discordantes sobre el Paleoceno.

En ellas se ha determinado: *Rhabdochara stockmansi* GRAMB., *Rhabdochara major* GRAMB. y PAUL, *Tectochara cf. meriani* L. y N. GRAMB., *Raskyella pecki* GRAMB., *Harrisichara lineata* GRAMB., *H. tuberculata* GRAMB., *Gyrogona* sp y Gasterópodos.

La potencia de este tramo es de unos 50 m.

2.7 TERCIARIO CONTINENTAL (OLIGOCENO Y MIOCENO)

Durante el Oligoceno y Mioceno se sedimentan en la región materiales exclusivamente continentales. Para facilitar su estudio hemos dividido este Terciario en función de las tres cuencas existentes en la Hoja:

- Surco Terciario del Ebro-Rioja.
- Depresión Terciaria de Villarcayo.
- Depresión Terciaria de Miranda-Treviño.

2.7.1 SURCO TERCIARIO DEL EBRO-RIOJA

Solamente una pequeña parte de los materiales depositados en esta cuenca están presentes en el ámbito de la Hoja y están situados en el ángulo SO. de la misma, constituyendo la denominada Facies de Pancorbo.

2.7.1.1 Oligoceno a Burdigaliense Inferior (Tc_{Gc3}^A y T_{C3-12}^{4-Ba})

Está formada esta unidad por arcillas margosas rojas con calizas en la base y conglomerados (conglomerados marginales).

Muchas de estas unidades presentan variaciones de facies, sobre todo hacia los bordes de la cubeta (proximidades de la zona tectonizada de los Montes Obarenes) donde se cambian los materiales finos por areniscas y conglomerados.

En estas zonas aparecen unos conglomerados (Tc_{Gc3}^A) de bolos y cantos de calizas mesozoicas, con matriz arenosa y limolítica y cemento calcáreo, que se caracterizan por su marcado color rojizo y se presentan en grandes masas homogéneas, algo discordantes sobre el Mesozoico de los Montes Obarenes e involucrados en el plegamiento general de la Sierra. El espesor de estos conglomerados es muy difícil de medir debido a que nunca afloran completos y a los cambios laterales a los terrígenos finos de más al interior de la Cuenca.

El resto de la unidad de Facies Pancorbo se ha definido en el corte del Barranco de Silanes en la vecina Hoja de Casalarreina (21-09) en donde aflora una serie (muy recubierta) que de muro a techo es como sigue:

— Más de 50 m. de calizas lacustres alternantes con margas y/o arcillas margosas rojas. Las calizas son micritas y biomicritas, con calcificaciones algales, restos de Characeas y Gasterópodos. Los levigados han proporcionado: *Tectochara meriani* L. y N. GRAMB., *Sphaerochara hirmeri* (RASKY), MADLER var. *longiuscula* GRAM. y PAUL, *Rabdochara major* GRAMB. y PAUL, *R. praelangeri* GRAMB., *Chara microcera* GRAMB. y PAUL, *Candona praecox* STRAUB., *Eocytheropteron* sp, *Elkocythereis* sp y *Gasterópodos*.

— Siguen 1.540 metros de arcillas margosas rojas, con algunas capas grises y con arenas y limos hacia la base. En los niveles inferiores se ha reconocido la presencia de *Tectochara meriani* L. y N. GRAMB., *Chara cylindrica* GRAMB., *Rabdochara major* GRAMB. y PAUL, *R. praelangeri* GRAMB., *Eocytheropteron* sp, *Candona* sp y *Elkocythereis* sp.

— 170 m. muy cubiertos de arcillas margosas rojas estratificadas en capas delgadas con algún nivelito calizo y algún lentejón de yesos.

— 240 m. de arcillas margosas azul verdosas y grises con intercalaciones, cada vez más abundantes hacia la base, de arcillas margosas rojas. Las arcillas grises contienen *Sphaerochara* cf. *minutissima* GRAMB., *Tectochara* cf. *meriani* L. y N. GRAMB., *Chara notata* GRAMB., *Ch. cf. cylindrica* GRAMB., *Elkocythereis* aff. *bramletti* DICK y SWAIN, *Cyprideis* aff. *miocenica* LIENENKL, *Candona praecox* STRAUB y dientes de peces.

En las proximidades del cabalgamiento de los Montes Obarenes (bordes de la cubeta) los niveles inferiores pasan a ser más areniscosos y conglom-

meráticos. El espesor total visible de la unidad es del orden de los 2.000 metros.

2.7.2 DEPRESION TERCIARIA DE VILLARCAYO

Solamente el cierre oriental de la gran estructura sinclinal de Villarcayo penetra en la Hoja de Miranda por su borde occidental y en él aparecen facies de Terciario continental correspondientes al Oligoceno y Mioceno.

2.7.2.1 Oligoceno (T_{c3}^A)

Está constituido por conglomerados de matriz arenosa y limolítica con cemento calcáreo que se caracterizan por su marcado color rojizo, alternantes con arcillas preferentemente rojas que localmente pueden presentar tonos blanquecinos.

La potencia de esta unidad, que es discordante sobre las infrayacentes, es difícil de estimar dado que a su vez se encuentra traslapada por la unidad suprayacente (T_{c11-12}^{Ba-Ba}).

De cualquier modo, la potencia en el flanco sur de la estructura, donde este traslapamiento no es tan evidente, debe situarse alrededor de los 70 m.

2.7.2.2 Aquitaniense-Burdigaliense Inferior (T_{c11-12}^{Ba-Ba})

Aflora esta unidad sobre la anterior y en claro dispositivo de traslapamiento llegando a apoyarse, en el flanco norte de la estructura, incluso sobre términos del Cretácico Superior.

Está constituida por arcillas, calizas (dismicritas), margas y areniscas caracterizadas fundamentalmente por sus colores blancos.

En la sección de San Martín de Don (X: 643.500; Y: 907.850) se han determinado los siguientes microfósiles: *Sphaerochara hirmeri* var. *longiuscula* GRAM. y PAUL, *Rhabdochara* cf. *langeri* MADLER, *Cypridopsis* cf. *quinqueleni* LIENNENK, *Eocytherdopteron* sp, *Loxoconcha* sp, *Cerithium* sp, *Candona* sp, *Darwinula* sp y *Moluscos*.

2.7.3 DEPRESION TERCIARIA DE MIRANDA-TREVIÑO

Ocupa la mayor parte de la Hoja y está constituida por sedimentos continentales del Oligoceno y Mioceno.

Estos materiales terciarios son muy pobres en fósiles y hasta el presente no se han encontrado vertebrados. Esta pobreza, unida a la muy variada distribución de las facies litológicas, con sus rápidos pasos latera-

les, ha dado lugar a numerosas atribuciones estratigráficas que brevemente vamos a reseñar.

En las cartografías antiguas el Terciario continental de Miranda-Treviño, al igual que el de la vecina cuenca del Ebro (Rioja) fue atribuido casi enteramente al Mioceno. Así viene figurada esta atribución en las cartografías preparatorias para la confección del mapa a escala 1:400.000: ADAN DE YARZA (1885 y 1906), MALLADA (1907).

El primer trabajo de detalle que se ocupó de la cuenca de Miranda fue la tesis de LARRAZET (1896). Dicho autor refirió, por ciertas analogías de facies, la casi totalidad de los materiales terciarios continentales de la cuenca al Oligoceno, colocando solamente las pudingas del borde Norte de la cuenca en el Eoceno Superior, así como las calizas lacustres de Valdegovia y del borde Sur en el Eoceno Medio.

KARREBERG (1934) data como Oligoceno el Terciario de la cuenca de Medina de Pomar, salvo la base concordante con el Eoceno marino, que data como «Ludiense».

La Memoria y Hoja de la edición anterior de la presente Hoja (MENDIZABAL *et al*, 1946) data como Oligoceno casi todas las formaciones continentales, salvo:

1) El primer tramo rojo suprayacente a las «calizas de Alveolinas» (según ellos Lutecienses) y por debajo del primer banco conglomerático, ya oligocénico. Se trata de una formación de margas, margas calíferas y arenas de poca potencia, que atribuyen al Eoceno Superior.

2) El afloramiento de conglomerados sueltos horizontales y discordantes, conocido por las Tetras de Encío, situado en el borde sur de la cuenca de Miranda.

Además de los trabajos citados, aparecieron algunas rocas que, de modo muy somero aportaron datos de interés, o hicieron algunas críticas o rectificaciones a los trabajos anteriores; entre ellas destacan los de MENDIZABAL y CINCUNEGUI (1941) y RIOS, ALMELA y GARRIDO (1945).

Entre los trabajos consultados para la confección del presente estudio ha sido fundamental el realizado por el Doctor O. RIBA en el año 1956 como informe interno de CIEPSA titulado «La Cuenca Terciaria de Miranda-Treviño», y cuyas líneas generales han constituido la base para la presente interpretación.

La Cuenca del Terciario Continental de Miranda-Treviño forma un extenso sinclinal orientado de E. a O. de 59 km. de largo por 19 km. de ancho, ocupado por una serie terciaria comprensiva del Eoceno al Mioceno Superior. Dicha cuenca se encuentra en su mayor parte enmarcada en la presente Hoja (MIRANDA DE EBRO, 21-08) y su vecina la de PUEBLA DE ARGANZON (22-08), aunque por la parte meridional se extiende por la Hoja de CASALARREINA (21-09) y HARO (22-09) y por la parte norte a la de ORDUÑA (21-07).

Se trata de una cubeta sedimentaria sinclinal que se rellenó en condiciones subaéreas, o con aguas estancadas en las partes más profundas, durante un largo intervalo de tiempo en que se sintieron repetidos impulsos tectónicos. Se trata de un relleno molásico sintectónico. La geometría de la cubeta sinclinal solamente está alterada por la presencia de un diapiro triásico, el diapiro de Salinas de Añana que perfora la serie formando un bonito diapiro en forma de hongo, es decir, ensanchándose hacia arriba y con tendencia a la extravasación hacia el SO., mientras que la «chimenea» es relativamente muy angosta. El eje principal de la cubeta parte del valle de Boveda, pasando por Espejo-Villambrosa-San Miguel-Manzanos y tiene una posición muy asimétrica con respecto a sus dos flancos septentrional y meridional, sobre todo si se tiene en cuenta las desigualdades de potencias y el reparto desigual de las facies. Existe al N. del diapiro de Salinas de Añana un pequeño eje sinclinal muy poco extenso (entre Basquiñuelas y Arbigano) y un pequeño repliegue que pasa por Cerro de Telégrafo (557 m.)-Moriana y el fondo de saco del «Vallejo de las Candilejas» en la zona sur-occidental de la Hoja.

Un mapa de isobatas de la base del Terciario (O. Riba, inf. CIEPSA, 1965), realizado de acuerdo con la sísmica de reflexión, revela la forma de un braquisinclinal muy regular (la base llega a 2.200 m. de profundidad bajo el n.m.) y con el eje del mismo paralelo con el sinclinal superficial, desplazado unos 3,8 km. más al Sur.

La naturaleza rítmica de las series terciarias que rellenan la cubeta de Miranda-Treviño con capas resistentes y blandas a la erosión, en general bastante extensas, y los reducidos recubrimientos del Cuaternario, excepción hecha de la zona Sur, donde éstos son más extensos, hacen de la cuenca un afloramiento casi continuo, lo cual ha facilitado la confección de un mapa fotogeológico de capas y el seguimiento de las mismas sobre el terreno (RIBA, 1956; RIBA, 1976).

Un hecho a resaltar es la fuerte asimetría de la Cuenca, que se pone de manifiesto por la gran diferencia de potencia de las series a un lado y otro del eje de la misma alcanzando valores del orden de los 3.500 m. en el flanco sur, mientras que sólo tiene 1.100 en el norte, siendo por tanto la razón de la disimetría de espesores de aproximadamente 3/1.

Esta característica se justifica por un desplazamiento del eje sinclinal de la cubeta hacia el Norte que ha provocado esta diferencia de espesores, así como la existencia de una discordancia progresiva hacia el Norte y gran cantidad de discordancias locales por acuñamiento de capas.

Por esta circunstancia, y para una mejor descripción de la facies existente en la Depresión, vamos a dividir la misma en tres zonas:

- Flanco sur.
- Flanco norte.
- Zona central.

Las facies en los flancos sur y norte son totalmente distintas y con distinta edad (ver figura) mientras que las de la zona central, que colmatan la sedimentación en la cubeta, se estudiarán en una sola unidad por tener la misma edad.

2.7.3.1 Flanco sur (T_{c3-11}^{A-Ba} ; T_{c3-11}^{A-Bb} y $T_{pc11-11}^{Ba-Bb}$)

La facies basal del Terciario de la Cuenca de Miranda-Treviño es observable en el flanco sur y oeste de la misma, donde descansa en aparente concordancia sobre términos del Paleoceno. Sin embargo, la cartografía pone de manifiesto que las capas inciden en bisel hacia el borde de la cuenca apoyando términos progresivamente más altos conforme nos vamos desplazando hacia el Norte, siendo por tanto la zona sur donde aparecen los tramos más bajos de esta unidad (T_{c3-11}^{A-Ba}).

Litológicamente son margas limolíticas, arcillas y canales fluviales rellenos de conglomerados, areniscas o areniscas conglomeráticas con estratificación tipo «trough» de tonos fuertemente rojizos que pasa lateralmente y hacia arriba a una serie fundamentalmente de colores blanquecinos, constituida por margas y arcillas con intercalaciones de calizas lacustres blancas (T_{c3-11}^{A-Bb}).

En este tramo se han reconocido: *Rhabdochara langeri* MADLER, *Tectochara meriani* L. y N. GRAMB., *Sphaerochara minutissima* GRAMB., *S. hirmeri* var. *longiuscula* GRAM. y PAUL, *Chara cilindrica* GRAMB., *Chara notata* GRAMB., *Candona praecox* STRAUB, *Cypridopsis quinqueleni* LIENNENK, *Elkocythereis* aff. *bramletti* DICK y SWAIN y *Cypris tenuistriata* DOLLE.

Sobre esta unidad y en cambio lateral de ella viene una serie más arenosa ($T_{pc11-11}^{Ba-Bb}$) caracterizada por la presencia de paleocanales de arenisca y por sus tonos pardo-amarillentos.

En esta serie se han reconocido: *Chara* cf. *tornata* MADLER, *Chara notata* GRAMB., *Rhabdochara* cf. *langeri* MADLER, *Tectochara meriani* L. y N. GRAMB. y *Candona praecox* STRAUB.

2.7.3.2 Flanco norte ($T_{cg11-11}^{Ba-Bb}$ y T_{c11-11}^{Ba-Bb})

El Terciario del flanco norte se encuentra claramente discordante sobre terrenos mesozoicos, al contrario de lo que sucede en el flanco sur.

Comienza la serie por un conjunto de conglomerados ($T_{cg11-11}^{Ba-Bb}$) de cantos calizos, redondeados, con cemento calcáreo y matriz arenosa a veces con granos de cuarzo rosa. Otra característica de los mismos es la existencia de pequeñas intercalaciones de arcillas y arcillas arenosas. Su color es claramente rojizo.

Esta unidad, cuya potencia media alcanza los 150 m., cambia lateralmente y hacia arriba a una serie terrígena de margas arcilloso-arenosas rojas con intercalaciones de conglomerados y algunas pasadas de arenas arcillosas y limolitas (T_{c11-11}^{Ba-Bb}).

Este último tramo, hacia el Oeste, pasa lateralmente a la serie descrita en el apartado anterior (Tp_{c11-11}^{Ba-Bb}).

2.7.3.3 Zona central (Tc_{c11}^{Bb} ; Ta_{c11}^{Bb} y T_{c11}^{Bb})

Se han distinguido en esta zona, y a partir de una línea fotogeológica de capa, a la que se ha atribuido valor de isocrona, unos materiales que están constituidos por: unos 100 m. de areniscas de grano medio, anguloso, de tonos ocres y amarillentos, con estratificación cruzada (Ta_{c11}^{Bb}) alternando con margas arenosas, arcillas y limos. Por encima de este tramo viene otro constituido por terrígenos más finos (T_{c11}^{Bb}); arenas limolíticas rojizas, margas arenosas ocres, calizas arenosas, areniscas calcáreas y arcillas en donde se han determinado: *Chara* cf. *cilindrica* GRAMB., *Chara* cf. *tornata* MADLER, *Sphaerochara minutissima* GRAMB., *Candona* cf. *recta* LIENN., *Cypria curvata* LIENN. y *Elkocythereis* aff. *bramletti* DICK y SWAIN.

En las proximidades del diapiro de Salinas de Añana estas dos unidades pasan lateralmente a facies de conglomerados de cantos calcáneos rojos (Tc_{c11}^{Bb}).

2.7.3.4 Mioceno Superior (T_{c1}^{Bc})

Se han atribuido a esta edad un conjunto de margas y calizas lacustres blancas (dismicritas) que reposan discordantemente sobre términos del Mioceno Inferior y Medio en el mismo eje del sinclinal de Miranda en su zona más septentrional.

En ellas se han reconocido: *Rhabdochara* sp, *Tectochara* cf. *meriani* L. y N. GRAMB. y *Cypria* cf. *curvata* LIENN., algunos Ostrácodos, oogonios y restos de Characeas.

2.7.3.5 Plioceno (T_{c21}^B)

En el ángulo sur-occidental y sobre sedimentos atribuidos al Oligoceno aparecen unos materiales discordantes constituidos por conglomerados con cantos y bloques de caliza y cuarzo, subredondeados con matriz arenosa y cemento calcáreo que son el resultado de la erosión de los Montes Obarenes-Sierra de Cantabria a causa de los últimos impulsos de levantamiento, probablemente ocurridos durante el Plioceno.

2.8 CUATERNARIO

El Cuaternario adquiere gran extensión en la parte meridional de la Hoja, en donde existen amplios recubrimientos aluviales y de terrazas del río Ebro.

2.8.1 PLEISTOCENO (Q_1T_1 ; Q_1T_2 ; Q_1T_3 ; Q_1T)

Se han distinguido tres niveles de terrazas, que normalmente están constituidos por cantos y bolos de cuarzo y cuarcita subredondeados, englobados en una matriz arenosa y limolítica de tonos pardos y rojizos.

Excepcionalmente, en el curso alto del Ebro, en el borde occidental de la Hoja, se ha diferenciado una terraza que dada la dificultad de relacionarla con alguna de las tres del curso bajo se ha dejado como terraza alta (Q_1T) en la cartografía.

El resto de las terrazas corresponde a las de los ríos Ebro, Omecillo, Bayas y Zadorra.

2.8.2 HOLOCENO (Q_2A1 y Q_2C)

Se han distinguido:

— *Aluviones y primera terraza* (Q_2A1).—En ellos se incluyen los fondos de valle y aluviones y en ocasiones la primera terraza de bolos y cantos de cuarzo y cuarcita y matriz arenoso-arcillosa excavada por los aluviones actuales. Los depósitos de fondo de valle se caracterizan por la abundancia de la fracción arcillosa que engloba los cantos.

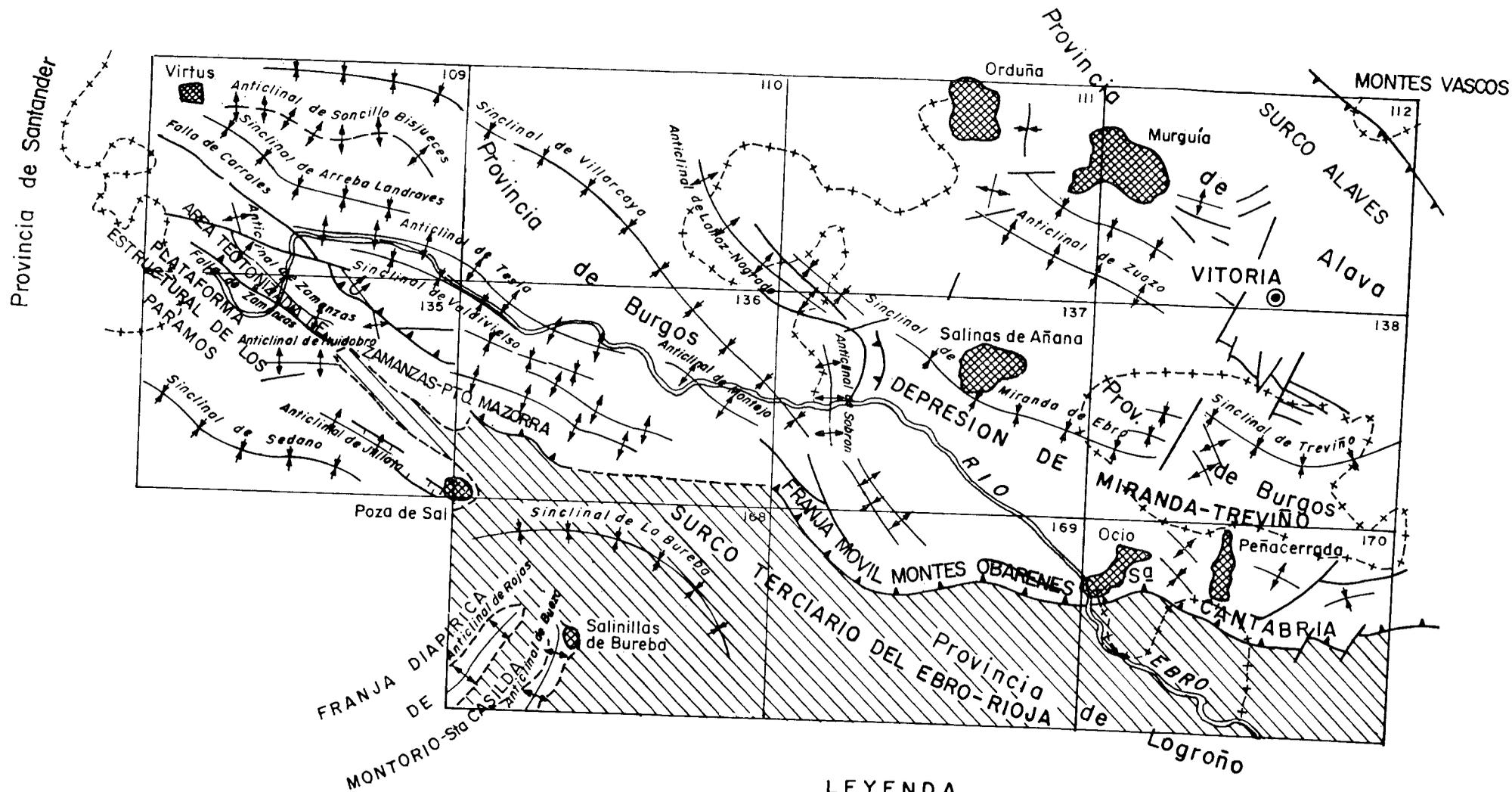
— *Coluviones* (Q_2C).—Se han diferenciado solamente los más potentes, aunque son bastante abundantes dada las fuertes pendientes y la naturaleza incoherente de los materiales en muchos puntos.

3 TECTONICA

3.1 TECTONICA REGIONAL

Desde el punto de vista regional las primeras etapas tectónicas de las que se tiene evidencia son las fases Neokimméricas, que se traducen en movimientos epirogénicos con la correspondiente migración lateral del Keuper, que ya delimitó la formación de umbrales y surcos. Los macizos amergidos (Castellano y del Ebro) sufren una intensa elevación produciéndose una erosión muy activa que da lugar a la sedimentación de las potentes series clástico-terrágenas de las facies Purbeck y Weald en las cubetas subsidentes (Montes Vascos). Las fases Neokimméricas dan origen a lagunas

MAPA ESTRUCTURAL ESQUEMATICO



LEYENDA

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

sedimentarias entre el Jurásico y Cretácico que son muy acusadas en toda la Sierra de Cantabria y Montes Obarenes, en donde han jugado un importante papel los procesos erosivos, todo ello relacionado con la existencia de umbrales y surcos que condicionan la potencia de los sedimentos del Jurásico más alto y Cretácico Inferior.

A continuación viene una etapa de tranquilidad tectónica durante el Aptiense y Albiense Inferior, con disminución de aporte terrígeno a la cuenca, con lo que se vuelve a tener salinidad normal marina coincidente con una etapa biostásica, con desarrollo de facies arrecifales.

La fase Aústrica se traduce en un nuevo rejuvenecimiento de los relieves emergidos, lo que trae consigo una sedimentación terrígena con subsidencia diferencial acusada. En los bordes de la cuenca (Montes Obarenes, Sierra de Cantabria y norte de Burgos) son importantes los fenómenos erosivos, detectándose perfectamente la discordancia Aústrica, mientras que en el interior de la Cuenca (Montes Vascos) se producen pequeñas discordancias (progresivas?) y expansión (traslape) de ciertas unidades más terrígenas sobre sedimentos anteriores. Posiblemente es en estos tiempos cuando empieza a haber una cierta actividad diapírica (intumescencias) en los diapiros de la zona alavesa (Maestu y Murguía).

Las primeras fases alpinas, que se manifiestan durante el Cretácico Superior, Paleoceno y Eoceno, se traducen en la aparición de hiatos más o menos acusados durante el Cretácico Superior (Turoniense y Coniaciense), existencia de intumescencias salinas en las áreas actualmente diapíricas (que dan origen a reducción de las series) y regresión general a fines del Cretácico con aparición de algunos discordancias de tipo cartográfico (Maastrichtiense transgresivo). A finales del Cretácico y durante el Paleoceno se produce la extrusión de la mayor parte de los diapiros. Se ha detectado la existencia de una discordancia entre el Luteciense e Ilerdiense, en la Sierra de Urbasa (Hoja 23-08, Eulate) y en el Sinclinal de Villarcayo (Hojas 20-08, Oña; 20-07, Medina de Pomar, y 19-07, Villarcayo).

De modo general podemos decir que las fases alpinas comienzan a manifestarse durante el Cretácico Superior y Eoceno, pero es a finales del Eoceno (F. Pirenaica) y durante el Oligoceno y Mioceno cuando se produce el plegamiento fundamentalmente. Los impulsos se producen intermitentemente (casi de modo continuo) ya desde el Campaniense y con mayor intensidad y continuidad durante todo el Terciario, originándose los pliegues, cabalgamientos y fallas principales y desarrollándose el diapirismo. La dirección dominante de las estructuras es ONO.-ESE.

La Hoja de Miranda de Ebro se sitúa en el borde meridional de la Cuenca Cantábrica y en ella durante las fases Neokimméricas se produce la erosión de gran parte del Jurásico y la erosión y/o no deposición de la Facies Purbeck (Malm-Berriasiense-Valanginiense Medio). La fase Aústrica se traduce en la erosión y/o no deposición de la Facies Purbeck y Weald,

así como de los sedimentos marinos del Aptiense, reposando la Formación arenas de Utrillas indiferentemente sobre el Jurásico o excepcionalmente en Nograro sobre el Aptiense. Los primeros impulsos alpinos se detectan por la existencia de hiatos en el Turoniense y Coniaciense, regresión durante el Campaniense y aparición de una suave discordancia cartográfica en el Maastrichtiense.

El plegamiento principal comienza a finales del Eoceno (Fase Pirenaica), existiendo una leve discordancia entre los conglomerados Sannoisienses y el Cretácico. El estudio detallado de los sedimentos del Oligoceno y Mioceno de facies continental de la Cuenca de Miranda-Treviño (O. RIBA, 1956 y 1961) (Hojas 21-08, Miranda, y 22-08, La Puebla) revela que, a medida que iba progresando el depósito de materiales, se producía un desplazamiento del eje de máxima sedimentación de la cuenca terciaria (eje sinclinal) hacia el Norte, con elevación e inclinación de las capas del flanco sur y erosión continua de las mismas. El conjunto de la cuenca presenta una gran discordancia progresiva sin que en ningún momento haya habido interrupción de la sedimentación y detención del movimiento tectónico de levantamiento de capas y migración del surco, por lo que no se observan discordancias angulares regionales dentro del Terciario continental. Así pues, el plegamiento post-pirenaico no se debe a la actuación de unas pocas fases de plegamiento sino que se trata de un proceso continuo durante el Oligoceno y Mioceno.

Tan sólo hay que resaltar la existencia de discordancias locales entre Oligoceno y Aquitaniense y Burdigaliense y Aquitaniense debido a una acentuación de los procesos tectónicos durante las fases Sávica y Stafrica.

Durante el Mioceno Superior debió existir un impulso más fuerte, depositándose el Vindoboniense Superior y Pontiense mediante discordancia angular sobre el Oligoceno y Mioceno Inferior y Medio, ya depositados.

De esta manera podemos indicar que el plegamiento fundamental con creación de las principales estructuras (pliegues, fallas, cabalgamientos, etcétera) comienza durante la Fase Pirenaica y prosigue después de modo paulatino durante el Oligoceno y Mioceno. Durante el Plioceno se producen los últimos impulsos de levantamiento con deposición de importantes masas de conglomerados.

3.2 DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES ESTRUCTURAS

De Norte a Sur las estructuras más importantes son:

Anticlinal de Lahoz

Solamente penetra en la Hoja la parte sur de esta estructura, que tiene mayor desarrollo hacia las Hojas situadas más al Norte (20-07, Medina de Pomar, y 21-07, Orduña).

Afecta a materiales del Cretácico, aflorando en su núcleo sedimentos de edad Albiense.

El eje de plegamiento sigue una dirección NO.-SE. con tendencia a situarse E.-O. en esta zona terminal. Se encuentra afectado por una importante falla de dirección E.-O., que lo interrumpe en su flanco sur.

Flanco sur del Anticlinal de Zuazo

Se sitúa en el ángulo nororiental de la Hoja y afecta a materiales del Cretácico Superior. Tiene su mayor desarrollo en las Hojas más septentrionales de Orduña (21-07) y Vitoria (22-07).

Se trata de un pliegue que afecta a los sedimentos con buzamientos suaves, del orden de los 20°-25°.

Sinclinal de Miranda-Treviño

Es con diferencia la estructura más extensa existente en el ámbito de la Hoja, ocupando prácticamente dos terceras partes de la misma. Se extiende además por las vecinas Hojas de La Puebla de Arganzón (22-08), Casalarreina (21-09) y Orduña (21-07).

Se trata de un sinclinal orientado E.-O., de casi 60 km. de largo por 20 de ancho, ocupado por sedimentos terciarios en su totalidad.

Es característico el hecho, ya citado, de la fuerte asimetría que presenta con potencias mucho mayores en su flanco Sur, debido al desplazamiento sufrido por su eje hacia el Norte.

Posiblemente este desplazamiento estaría motivado por la lenta migración de grandes masas de Keuper hacia la enorme intumescencia de la Sierra de Cantabria-Montes Obarenes, que iría provocando una subsidencia mayor hacia el Norte en el espacio abandonado por el Keuper.

Esto justificaría igualmente el hecho de que los efectos de las fases tectónicas terciarias no sean «bruscos», dando lugar en cambio a esas enormes discordancias progresivas que serían el resultado de la atenuación de dichas fases provocada por la lenta migración del Keuper.

Diapiro de Salinas de Añana

Se trata de un bonito diapiro en forma de hongo, es decir, ensanchándose hacia arriba y con tendencia a la extravasación, fenómeno que se pone de manifiesto en el borde situado entre Villambrosa y Basquiñuelas, donde las arcillas del Keuper desbordan cabalgando e invirtiendo incluso al Terciario del borde diapírico.

El hecho de que en las formaciones terciarias que rodean al diapiro hayan aparecido ocasionalmente cantos triásicos indica que la intrusión del

Keuper, por lo menos en sus fases finales, fue simultánea con la sedimentación del Mioceno.

Anticlinal de Sobrón

Se trata de un abombamiento cupuliforme de dirección principal N.-S., cuyo núcleo se encuentra intensamente fracturado.

Afecta exclusivamente a materiales cretácicos.

Posiblemente ya haya constituido desde comienzos del Terciario un alto que independizó las dos cuencas terciarias de Miranda y Villarcayo, situadas al E. y O. respectivamente.

Sinclinal de Villarcayo

Solamente el cierre oriental de esta estructura se encuentra representado en el borde oeste de la Hoja, alcanzando mayor desarrollo en las vecinas Hojas de Oña (20-08), Medina de Pomar (20-07) y Villarcayo (19-07).

Se trata de una cubeta orientada en dirección ONO.-ESE. con flancos de buzamientos suaves y rellena en su totalidad de materiales terciarios.

Zona tectonizada de los Montes Obarenes

Es la representación en esta Hoja de la continuación hacia el N. de la franja móvil de la Sierra de Cantabria-Montes Obarenes definida en la Hoja de Casalarreina (21-09). Es una unidad tectónica estrecha, muy compleja, intensamente plegada y fallada. Las direcciones preferentes de pliegues y fallas son ONO.-ESE. y N.-S.

Surco terciario del Ebro-Rioja

Solamente el borde N. de esta unidad se encuentra representada en la Hoja, en su ángulo suroccidental. Se trata de una cubeta muy subsidente rellena por sedimentos continentales del Oligoceno-Mioceno (la sismica ha revelado la existencia de unos 4.000 m. de sedimentos terciarios) que se desarrolla hacia las Hojas situadas al sur de la de Miranda de Ebro.

Está suavemente plegada, predominando las direcciones ONO.-ESE. y se encuentra limitada al N. por el cabalgamiento de la Sierra de Cantabria-Montes Obarenes, en las proximidades del cual los materiales terciarios están deformados más intensamente, pudiendo presentarse las capas verticales e incluso, localmente, invertidas.

4 HISTORIA GEOLOGICA

Para la redacción de este capítulo y definir los principales rasgos paleogeográficos se tendrán en cuenta los datos obtenidos en esta Hoja,

así como en otras cercanas a ella estudiadas igualmente por el equipo de la División de Geología de Compañía General de Sondeos, S. A.

También se tendrán en cuenta los datos disponibles en la bibliografía regional (RAMIREZ, 1971 y 1973, y AGUILAR, 1971), así como la información suministrada por los sondeos petrolíferos profundos realizados por diferentes compañías investigadoras.

De esta manera procederemos a efectuar una descripción de la historia regional de la Cuenca Cantábrica, particularizando los detalles que afecten 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 ello, 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). La salinidad del medio fue muy elevada y la vida escasa (ausencia de fósiles) dominando una sedimentación epicontinental.

A finales del Triásico se produjo un hundimiento general del fondo de la Cuenca, depositándose la serie calizo-dolomítica del Rethiense y Lías Inferior en facies costera.

Durante todo el Jurásico existió una cuenca uniforme y estable con salinidad normal marina y subsidencia bastante uniforme, aunque había pequeños surcos y umbrales. Se depositó la serie de calizas y margas en un medio nerítico o de plataforma, que puede llegar a ser batial durante el Lías Superior.

A finales del Jurásico (Malm) y durante el Cretácico Inferior (hasta el Barremiense), tienen lugar las fases Neokimméricas durante las que se producen movimientos epirogénicos, y los macizos emergidos (principalmente el Castellano y del Ebro) se erosionan intensamente. Durante esta época se producen las primitivas acumulaciones diapíricas del Keuper, que juegan un importante papel en la delimitación de las principales unidades paleogeográficas (surcos y umbrales).

En el área ocupada por la Hoja de Miranda de Ebro y zonas próximas se produce la regresión general como consecuencia de los movimientos Neokimméricos, levantándose la cuenca por movimientos halocinéticos y produciéndose hiatos en los que no hubo sedimentación, erosionándose el Jurásico marino. Sin embargo, en las zonas centrales de la Cuenca Cantábrica (Anticlinal Vizcaíno) existía una cubeta muy subsidente (más de 2.000 metros de sedimentos), con un ambiente reductor y salobre y alternancias de episodios marinos transicionales. El carácter de la sedimentación fue intermitente y alternante, lo que permitía esporádicas colmatacio-

nes y formación de ambientes continentales (marismas, llanuras aluviales, etcétera).

Al comienzo del Cretácico (Berriasiense y Valanginiense Inferior y Medio) continúa el régimen de aguas salobres, depositándose sedimentos fundamentalmente carbonatados de carácter lacustre-salobre en un medio ambiente reductor.

Es entonces cuando se depositan los conglomerados poligénicos, calizas arriñonadas y arcillas margosas de facies Purbeck en la Hoja de Sedano (19-08).

Termina el Weald de este área con la sedimentación de la potente serie arenoso-arcillosa o grupo superior, que constituye la fase que RAT (1959) llama de sedimentación terrígena activa. En efecto, durante esta época la meseta Castellana y el Macizo Asturiano debieron levantarse activamente, y erosionarse para depositarse en este área la potente serie de sedimentos arcillosos y arenosos en deltas y estuarios. Simultáneamente se debió producir una variación climática en el sentido de hacerse el clima mucho más lluvioso, con lo que los aportes de agua dulce del continente fueron muchísimo más intensos que en el Valanginiense Inferior, y las aguas rebajaron considerablemente la salinidad, lo que explica que la fauna sea tan escasa. Este intenso aporte de agua dulce motivó el desplazamiento hacia el oeste del borde de la cuenca de sedimentación Wealdense, por lo que estas facies son transgresivas sobre el borde oriental del Macizo Asturiano. Hacia la parte superior de la serie (Barremiense) las areniscas son dominantes, la estratificación cruzada es muy frecuente y hay varios niveles de conglomerados cuarcíticos, lo que nos hace pensar que la sedimentación producía colmatación gradual de la cubeta.

Localmente y sobre esta serie terrígena pueden aparecer episodios lacustres que representarían depósitos en cuencas laterales del estuario o delta donde se formarían pequeños lagos en los que sedimentan calizas algales (Pino de Bureba, Barcina de los Montes, en la Hoja de Oña, 20-08).

En la zona de Burgos (Montorio y Montes Obarenes) y Sierra de Cantabria (franja móvil) se extendió durante el Jurásico Superior y Cretácico más inferior otra cuenca de sedimentación, que presentaba algunas diferencias con la Santanderina. Toda la región fue una amplia plataforma con un fondo inestable en el que había zonas elevadas y surcos o depresiones (salientes y entrantes, respectivamente), cuya disposición fue alterada repetidas veces a lo largo de la sedimentación Wealdica.

La presencia de estos entrantes y salientes debe explicarse por movimientos tectónicos, que originaron la acumulación salina según alineamientos paralelos.

En la región se pueden distinguir dos disconformidades o hiatos principales: Uno que tiene lugar al final del Dogger y comienzos del Malm, y que afecta principalmente al Malm y base del Cretácico. La erosión puede

ser tan intensa que en algunos lugares el Valanginiense Inferior de facies marina se depositó directamente sobre el Jurásico marino (Dogger o Lías). Esto explica que los sedimentos de facies Purbeck falten en la mayoría de las series estratigráficas.

La segunda disconformidad se produce antes de la sedimentación de Utrillas (probablemente en el Barremiense), lo que explica que en muchos lugares existiese un alto tan activo que las capas de «facies Utrillas» se sitúen sobre el Jurásico Inferior e incluso el Trías. En todo caso es muy frecuente que falte el Weald Superior (Barremiense) o se presente muy reducido.

Entre los umbrales existieron pequeñas cuencas o surcos durante el Valanginiense Superior y Hauteriviense, que se diferencian de la cuenca santanderina por su escasa subsidencia y por el carácter más salobre de sus aguas.

El Berriasiense de la zona de Burgos presenta facies prácticamente idénticas a las indicadas en la zona santanderina. En el Valanginiense Inferior (Ordejón, Quintanilla de Pedrobarca) alternan sedimentos salobres con otros transicionales a facies marina, siendo la influencia terrígena más intensa que en la zona norte.

En los entrantes o cubetas del Barremiense de la zona de Burgos, que son, como hemos indicado, muy poco frecuentes, se depositaron potentes series de conglomerados de cuarzo de procedencia probablemente deltaica, como es el caso de Madrid de las Caderechas (Hojas de Sedano, 19-08, y Oña, 20-08).

Este régimen de sedimentación de las «facies Weald» puede incluir hasta el Aptiense Inferior.

En el Aptiense y Albiense más inferior del centro y norte de la Cuenca se produce un cambio muy notable en la sedimentación al reducirse considerablemente el aporte terrígeno, instalándose un régimen marino de salinidad normal con disminución de la turbulencia en los agentes de transporte. La cuenca tiene características epicontinentales o de plataforma, siendo favorable el medio para el desarrollo de los organismos constructores. Existió una sedimentación carbonatada con desarrollo de arrecifes o biohermos con zonas biostrómicas circundantes. Estos arrecifes se formaban a escasa profundidad en un mar nerítico; su crecimiento está localizado y no forman una barrera continua debido a los intermitentes aportes de material terrígeno, lo que explica el carácter lenticular de las barras arrecifales. El límite sur de la sedimentación arrecifal debió coincidir con el borde norte de la Sierra de Cantabria-Montes Obarenes.

En el suroeste de la Cuenca, las zonas de sedimentación marina con episodios arrecifales pasan a una sedimentación no marina, clástica terrígena formada por arcillas varvadas, arcillas lignitíferas, calizas arenosas y areniscas microconglomeráticas; Hojas de Villarcayo, Medina de Pomar,

Sedano y Oña, observándose en esta última un islote de calizas recifales con Rudistas. Estos terrígenos, relativamente finos, son los responsables de la interrupción del desarrollo de los organismos constructores, y por tanto de la desaparición de las facies recifales.

Durante el Albiense Medio y en parte durante el Inferior se produce un rejuvenecimiento de los macizos emergidos, principalmente del Castellano, con el consiguiente aumento de la erosión (Fase Aústrica), depositándose en el interior de la cuenca una importante serie terrígena en un mar de plataforma, con una topografía de fondo acusada (crecimiento diferencial de arrecifes) y fondo inestable (20 a 50 metros de profundidad), existiendo en algunas zonas fenómenos de subsidencia muy importantes (4.000 m. de sedimentos en el norte de la provincia de Alava). Durante el Albiense Superior el mar es algo más profundo (aunque siempre nerítico) con sedimentación de facies arcillosas y ocasionalmente facies arrecifales.

En la zona de Burgos, esta sedimentación es muy similar, desarrollándose ampliamente los materiales detrítico-terrígenos en forma de areniscas microconglomeráticas, con mayor desarrollo al norte de la Hoja de Villarcayo (19-07) y disminución de potencia en ellas con aumento de materiales más finos hacia el Sureste, Hojas de Sedano (19-08), Medina de Pomar (20-07) y Oña (20-08).

Durante el Cretácico Superior el régimen es marino en toda la Cuenca Cantábrica, si bien existen notables diferencias paleogeográficas dentro de la misma. En el Surco Alavés, hacia el NE. (Hojas de Vitoria y Salvatierra) se depositan hasta 4.500 metros de sedimentos predominantemente margosos en un mar nerítico a batial (la profundidad osciló entre 100 y más de 500 m.). Al comienzo del Cretácico Superior (Cenomaniense) se inició el levantamiento gradual del Anticlinorio Vizcaíno con el consiguiente aumento de subsidencia en el Surco Alavés. El eje de máxima subsidencia fue desplazándose progresivamente hacia el Sur, al igual que la línea de costa hasta el Santoniense incluido. Los movimientos de la sal (intumescencias) dieron origen a adelgazamientos locales de las series y cambios de facies en los bordes de los diapiros actuales. En el Surco Alavés a partir del Campaniense Superior se produce un levantamiento de la Cuenca (primeras fases Alpinas) que dio lugar al comienzo de la regresión cretácica con sedimentación de arenas y limos de facies costera en el Campaniense Superior y calcarenitas y arenas en el Maastrichtiense.

En la Hoja de Miranda, a partir del Cenomaniense Medio-Superior comienza a instaurarse un régimen marino claro, nerítico a litoral, caracterizado por la presencia de calcarenitas bioclásticas con Orbitolina y Praevalolina.

El hiato del techo del Cenomaniense es característico de los bordes de la Cuenca Cantábrica, y muy probablemente se debe a una interrupción

de la sedimentación, por lo que puede interpretarse como una condensación de capas.

Ya hacia el norte de la Hoja de Villarcayo, en el Cenomaniense Medio-Superior, las condiciones marinas se acentúan, pasándose a un régimen marino abierto de exterior de plataforma y batial a techo que corresponde a la sedimentación del «Flysch de bolas», caracterizado por la presencia de Ammonites y Foraminíferos planctónicos. Esta facies está muy bien desarrollada en la parte oriental de la Hoja de Espinosa de los Monteros, donde alcanza grandes espesores debido a la existencia de una subsidencia importante, mientras que en la región sur-occidental, así como en las inmediaciones del diapiro de Rosío, ésta es menor y se produce el tránsito entre las facies calcareníticas y margosas.

Al sur de Villarcayo, sur de Medina de Pomar, y Hojas de Sedano, Oña y Miranda de Ebro no hay presencia de este tipo de sedimentación.

Parecidas facies se continúan durante todo el Turoniense Inferior, no habiéndose observado, en el ámbito de la Hoja, el característico hiato del techo del Cenomaniense, por corresponder esta zona a la región central de la cuenca, donde dicho hiato se encuentra muy atenuado o no existe, al contrario de lo que sucede con las áreas marginales de la misma.

El carácter micrítico (biomicritas o biopelmicritas) de las microfacies del Turoniense indican un bajo índice de energía deposicional, propio de medios marinos de cierta profundidad.

Las facies del Coniaciense y Santoniense Inferior son neríticas (zona interior de la plataforma) a litorales y la profundidad de la cuenca osciló entre los 20 y 50 m. Son facies relativamente ricas en Equínidos, Gasterópodos y Foraminíferos bentónicos, siendo, en cambio, muy pobre en Foraminíferos planctónicos, que adquieren más desarrollo hacia las regiones orientales. En líneas generales, es en el Coniaciense Medio-Superior cuando la cuenca tiene menos profundidad, al tiempo que se depositan las calizas o calcarenitas con intraclastos que indican también un índice de energía mayor. Las microfacies del Coniaciense Inferior y Santoniense son generalmente biopelmicritas arcillosas con limo en algunos tramos, principalmente en el Santoniense Inferior. Los fenómenos de dolomitización son relativamente frecuentes en las calizas del Coniaciense Medio-Superior.

Durante el Santoniense Superior, las biofacies se caracterizan por no contener formas pelágicas y sí en cambio abundantes Foraminíferos bentónicos.

Este plegamiento tuvo su origen en la acumulación de materiales plásticos por migración salina en el borde de la Cuenca, donde existía menor carga de sedimentos que en el centro de la misma (Surco Alavés).

Durante el Oligoceno y el Mioceno tiene lugar una sedimentación de carácter continental muy subsidente en las cuencas o cubetas antes cita-

das (más de 3.000 metros en la Cuenca del Ebro-Rioja, más de 1.500 m. en la Cuenca de Villarcayo).

Tanto en la cuenca de Villarcayo como en la de Miranda-Treviño se produce un fenómeno de migración del eje sinclinal hacia el Norte, lo que hace que exista una disimetría notable entre los flancos sur y norte en estas estructuras. Esta asimetría alcanza en la cuenca de Miranda un valor importante, puesto que el flanco sur es tres veces más potente que el flanco norte.

Este desplazamiento, posiblemente provocado por la lenta migración de las masas plásticas del Keuper hacia el Sur, que dará lugar a la intumescencia salina de la Sierra de Cantabria-Montes Obarenes, hace que las fases tectónicas que se localizan en el Oligo-Mioceno vean suavizados sus efectos transformándolos en grandes discordancias progresivas en las cubetas terciarias.

En la Hoja de Miranda se inicia el Oligoceno con un depósito de conglomerados lenticulares, con estratificación cruzada, en potentes paleocanales y areniscas microconglomeráticas, con un marcado carácter fluvial, pasando hacia el techo a materiales más finos formados por areniscas más o menos calcáreas y arcillas ocres.

En el Mioceno existe una sedimentación de tipo lacustre, traslapante sobre los materiales detríticos inferiores, que culmina con términos más terrígenos.

En esta época se van produciendo los últimos impulsos del levantamiento de los Montes Obarenes y Sierra de Cantabria, dando lugar a la deposición inicial de conglomerados calcáreos con episodios más finos, para pasar durante el Mioceno Superior a potentes masas conglomeráticas con cantos provenientes de los macizos mesozoicos.

En líneas generales, ya en el Plioceno se producen los últimos impulsos del levantamiento de la Sierra de Cantabria y Montes Obarenes, para tener lugar el encajamiento final de la red fluvial perfilando la actual fisonomía morfológica actual.

5 GEOLOGIA ECONOMICA

5.1 MINERIA Y CANTERAS

Desde el punto de vista minero la Hoja carece de importancia en la actualidad, no habiendo sido señalada la existencia de ninguna explotación activa de interés, excepción hecha de las salinas existentes en el término de Salinas de Añana (X: 657.550; Y: 910.840) en las que se aprovechan mediante evaporación las sales contenidas en las aguas de los manantiales salinos del Triásico.

Igualmente en la zona del diapiro de Salinas de Añana existe una mina, abandonada actualmente, que explotaba yeso y anhídrido de una importante masa incluida en las arcillas del Keuper.

En cuanto a canteras, aparte de pequeñas sacas para cubrir necesidades locales de materiales calizos del Cretácico, hay que resaltar la existencia de una importantísima gravera que explota las terrazas del Ebro al norte de Miranda.

5.2 HIDROGEOLOGIA

En el ámbito de la zona pueden diferenciarse claramente dos regiones distintas en relación con sus características hidrogeológicas.

Por una parte consideramos el tercio occidental de la Hoja, constituido por relieves mesozoicos entre los cuales y en orden a la posibilidad de captación de aguas subterráneas destaca la estructura cupuliforme de Sobrón, donde la permeabilidad de los materiales calizos del Cretácico facilita la percolación del agua meteórica que se infiltra hasta los niveles arcillosos de la Facies Utrillas. Este hecho unido a la intensa fracturación existente en el núcleo de la estructura provoca que existan manantiales importantes o hechos tan demostrativos como que el sondeo petrolífero Sobrón I tuviera que abandonar la perforación y cambiar su emplazamiento debido a una surgencia a los 590 m. de profundidad, que proporcionó un caudal de unos 600 m³/hora y que aún hoy día, diez años después de la perforación, sigue vertiendo al pantano situado en el desfiladero de Sobrón.

La otra unidad a considerar es el sinclinal terciario de Miranda que, considerado de forma general, constituye una alternancia de niveles permeables e impermeables que provocan la existencia de pequeños acuíferos que descargan en la mayoría de los casos por medio de fuentes y manantiales poco importantes. Sin embargo, el hecho de que la cuenca terciaria se encuentre rodeada de relieves mesozoicos con abundancia de términos calcáreos permeables hace pensar que exista una importante circulación subterránea de aguas que tienda a concentrarse bajo el sinclinal terciario, pero que dadas las potencias de sedimentos existentes en éste hacen poco aconsejable cualquier intento de captación.

5.3 PROSPECCIONES PETROLIFERAS

Existen en el ámbito de la Hoja dos sondeos profundos perforados y las series atravesadas son:

ANTEZANA - 1: (X: 665.985; Y: 908.960).

0- 580 m.—Arcillas, areniscas, calizas y margas. Algún conglomerado hacia la base (Aquitaniense-Vindoboniense Inferior).

- 580- 877 m.—Conglomerados y arcillas (Aquitaniense-Vindoboniense Inferior).
- 877-1.365 m.—Calizas, margas y areniscas (Santoniense y Campaniense?).
- 1.365-2.225 m.—Calizas y margas (Coniaciense Medio-Santoniense Inferior).
- 2.225-2.945 m.—Margas y calizas (Coniaciense).
- 2.945-3.310 m.—Calizas y margas (Turonense Medio-Coniaciense Inferior).
- 3.310-3.576 m.—Margas y calizas (Turonense Inferior).
- 3.576-4.108 m.—Areniscas, arcillas, margas y calizas (Cenomaniense).

SOBRON-1-Bis: (X: 646.625; Y: 906.580).

- 0- 98 m.—Calizas (Turonense-Cenomaniense).
- 98- 884 m.—Areniscas y arcillas (Cenomaniense-Albiense).
- 884-1.050 m.—Conglomerados, areniscas, arcillas y calizas (Albiense-Aptiense).
- 1.050-1.160 m.—Calizas, conglomerados, areniscas, arcillas (Aptiense).
- 1.160-1.210 m.—Calizas y margas (Dogger).
- 1.210-1.280 m.—Margas y calizas (Lías margoso).
- 1.280-1.360 m.—Calizas y dolomías (Lías calizo).
- 1.360-1.516 m.—Calizas, dolomías, margas y carniolas (Rethiense).

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*, vol. 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.; LIZAU, 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*, t. 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.*, núm. 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)*, t. 12, pp. 504-515.
- CALDERON, S. (1885).—«Note sur le terrain wealdien du nord de L'Espagne». *Bull. Soc. Geol. France*, t. 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 (Cabuerniga)». *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*, t. 2, pp. 19-36.
- (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 Cenomanien et du Turonien des confins septentrionaux des provinces de Burgos, d'Alava et Navarra». *Ann. Hébert et Haug (livre Jub. Charles Jacob)*, t. 7, pp. 61-79.
- CIRY, R., y RAT, P. (1950).—«Sur la présence d'une microfauna Maestrich-tiense près de Vitoriano (Alava)». *Munibe*, fasc. 2, pp. 66-79, 4 figs., 1 pl., San Sebastián.
- CIRY, R.; RAT, P.; MANEIN, J. Ph.; FEUILLE, P.; AMIOT, M.; COLCHEN, M., y DELANCE, J. H. (1967).—«Reunion 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 for-maciones del Secundario de España». *Bol. Inst. Geol. Min. Esp.*, t. LXIV, pp. 257-344, Madrid.
- CRUSAFONT, M.; TRUYOLS, J., y RIBA, O. (1966).—«Contribución al conoci-miento 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 Cán-tabro-Astúrico». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, t. 47, núm. 2, pp. 9-109.
- DAHM, H. (1966).—«Stratigraphie und palaeogeographie in Kantabrischen Jura (Spanien)». *Tesis Univ. Bonn. Beih. Geol. JB.*, vol. 44, pp. 13-54.
- FEUILLE, P. (1963).—«Ammonites du Cénomanien supérieur et du Turonien dans la province de Santander (Espagne)». *C. R. des Seances de l'Acad. des Sciences Paris*, t. 256, núm. 4, pp. 974-976.
- (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 Cenomaniense 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'ana-lyse stratigraphique». *Mem. Soc. Geol. France. Nouvelle Serie*, t. 46, vol. 108, pp. 1-343.
- FEUILLE, P., y NEUMANN, M. (1963).—«Les facies à Alveolinidés du Cénoma-nien 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" (Cé-nomanien 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, t. 2, vol. 1, pp. 48.
- FEUILLE, P., y SIGAL, J. (1964).—«Presence d'un niveau a *Globotruncana hel-vetica* BOLLÍ 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 permios 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*, t. 3, pp. 235-241.
- GREKOFF, N. (1953).—«Sur l'utilisation 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 tab., 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. Cinet.*, t. 7.
- HOFKER, J., Jr. (1965).—«Some Foraminifera from the Aptian-Albian passage of northern Spain». *Leidse Geol. Meded.*, vol. 23, pp. 183-189.
- HUTTNER, H. (1955).—«Geologische Untersuchungen 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), Reinos». *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*, t. 83, Madrid.
- KARRENBERG, H. (1934).—«Die postvarische entwicklung des Cantabro-Asturischen 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 südöstlichen 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*, t. 4, vol. 23, pp. 185-192.
- (1936).—«Recherches Geologiques dans les Pyrénées Basques d'Espagne». *Mem. Soc. Geol. France*, t. 12, vol. 27, núm. 6, pp. 1-465.
- LAMOLDA, M. A. (1975).—«Bioestratigrafía del Turoniense de Arceniega (Alava)». *ENADIMSA, Primer 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*, t. 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*, t. II, pp. 1-160, láms. 1-11, Madrid.
- (1893).—«Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, t. 18, pp. 1-253.
- (1902).—«Explicación del mapa geológico de España. Sistemas Permiano, Triásico, Liásico y Jurásico». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, t. 4.
- (1904).—«Explicación del Mapa Geológico de España. Sistemas Infracretácico y Cretáceo». *Mem. Com. Mapa Geol. de España*, t. 5.
- (1907).—«Explicación del Mapa Geológico de España, Sistemas Eoceno, Oligoceno y Mioceno». *Mem. Com. Mapa Geol. de España*, t. VI, Madrid.
- MANGIN, Ph. (1959).—«Le Nummulitique sud-pyrénéen a l'ouest de l'Aragon». *Pirineos*, núm. 51, pp. 1-631.
- MANGIN, Ph., y RAT, P. (1962).—«L'évolution post-hercynienne entre Asturies et Aragon (Espagne)». *Mem. Soc. France (Livre a la Mem. du prof. P. Falot)*, t. 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 Besançon (Geologie)*, t. 3, vol. 17, pp. 39-45.
- MENDIZABAL, J. (1923).—«Deslinde del Eoceno en la provincia de Guipúzcoa». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, t. 44, pp. 449-453, Madrid.
- MENDIZABAL, J., y CINCUNEGUI, M. (1941).—«Estudio de la cuenca hidrologica del condado de Treviño». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, t. 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*, pp. 94.
- (1913).—«Contribution a l'étude du Wealdien de la province de Santander». *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 156, p. 1279.
- (1913).—«Sur l'Aptien inférieur marneux de la province de Santander». *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 157, pp. 15-19.
- (1920).—«Recherches geologiques dans la region Cantabrique». *Liv. Sc. J. Hermann*, 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. 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, Paris.
- PFLUG, R. (1960).—«Tektonik der Sierra de Cantabria». *Ciepsa (inédito)*.
- PUJALTE, V. (1974).—«Litoestratigrafía de la facies Weald (Valánginiense Superior-Barremiense) en la provincia de Santander». *Bol. Geol. y Min., IGME*, t. 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*, t. 4, núm. 3, pp. 49-59.
- (1969).—«Síntesis estratigráfica y micropaleontológica de la facies Purbeckiense y Wealdense del Norte de España». *Ediciones Ciepsa, 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 Paleogeograf. 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*, t. 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 saumâtres et marins de la base du Wealdien dans l'Est de la province de Santander (Espagne)». *C. R. Scanc. Acad. Scienc.*, t. 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} congrès internat. d'étud. Pyrénéennes*, t. 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 (7^e. serie)*, t. 1, pp. 378-384.
- (1960).—«Le milieu et le developpement des Orbitolines (Foraminifères)». *Bull. Soc. Geol. France*, Ser. 7, t. 1, pp. 651-657, Paris.
- (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).—«Contribution à l'étude stratigraphique du Purbeckien-Wealdien de la region de Santander (Espagne)». *Bull. Soc. Geol. France*, t. 7, núm. 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 nouvelles 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)*.

- (1964).—«Nuevas observaciones sobre el Terciario continental del Valle del Ebro». *Ciepsa (Inédito)*.
- (1976).—«Tectogenese et sedimentation: deux modeles de discordances syntectoniques pyrénéés». *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*, t. 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*, t. 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*, t. 58, pp. 45-228.
- RIOS, J. M.; ALMELA, A., y MUÑOZ, 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 MUÑOZ, C. (1953).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 111 (Orduña)». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- RIOS, L. 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. Exp. 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*, t. LXV, Madrid.
- SAENZ GARCIA, C. (1932).—«Notas para el estudio de la 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*, t. 5, núm. 1, pp. 53-67.
- (1943).—«Notas y datos de estratigrafía española-8 del Wealdense del alto Ebro». *Bol. Real Soc. Española Hist. Natural*, t. 41, pp. 115.
- SALOMON, J. (1970).—«Essai de division litostratigraphique 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 Sáinz y J. G. Larena.)
- 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 1:50.000». *Inst. Geol. Min. de España*, Madrid.
- VERNEUIL, E. (1852).—«El terreno Cretáceo en España». *Revista Minera*, t. 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 superieur de l'Espagne et du Portugal et ses Cephalopodes». *Estudios Geológicos*, vol. 20, pp. 107-148.