



IGME

87

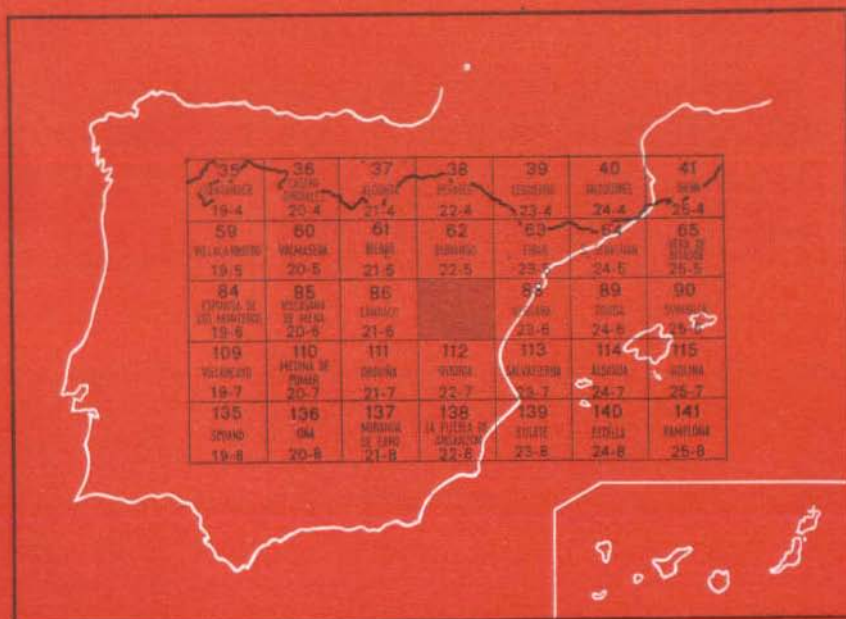
22-6

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

ELORRIO

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

ELORRIO

Segunda serie - Primera edición

**SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA**

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas con normas, dirección y supervisión del IGME por la COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS, S. A., utilizando un equipo de su Departamento de Geología integrado por J. Ramírez del Pozo, A. Olivé Davó, J. M. Portero García, P. del Olmo Zamora, F. Carreras Suárez, J. M. Martín Alafont, M. J. Aguilar Tomás y M. C. Leal Martín.

La *cartografía y trabajos de campo* han sido realizados por A. Olivé Davó, y los estudios de laboratorio han corrido a cargo de M. J. Aguilar Tomás (Sedimentología) y J. Ramírez del Pozo y M. C. Leal Martín (Micropaleontología).

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

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

Supervisión del IGME: T. Olaverri Capdevila.

INFORMACION COMPLEMENTARIA

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

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

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

Depósito Legal: M. 28.336 - 1978

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

1 INTRODUCCION

La Hoja de Elorrio se encuentra situada en el extremo sur de la provincia de Vizcaya y norte de la de Alava, incluyendo también una pequeña parte de la provincia de Guipúzcoa, en su borde oriental.

La zona estudiada se caracteriza por la existencia de un relieve fuerte, con alturas máximas entre los 1.200 y los 1.500 m. (Amboto, Lecanda, Gorbea) y mínimas alrededor de los 100 m. (Valle de Durango). El conjunto puede describirse como una casi constante sucesión de montes y valles, cubiertos por una muy densa vegetación que, en su mayor parte, está constituida por inmensos pinares que significan la mayor riqueza económica de la región. Esta vegetación, unida a lo accidentado del terreno, hacen muy dificultoso el estudio, por lo que, en muchos casos, las observaciones se han tenido que limitar a pistas y caminos por ser los únicos puntos en que, al menos parcialmente, era visible la litología.

La red fluvial tiene escasa importancia debido a que la Hoja está atravesada por la divisoria de aguas Cantábrico-Mediterráneo (coincidente aproximadamente con la alineación Gorbea-Urquiola-Amboto-Aranguio), que hace que los ríos existentes se encuentran todos en zonas de cabecera.

Los núcleos de población más importantes son: Elorrio, Escoriaza, Villaro, Yurre y Ochandiano.

Geológicamente, la Hoja pertenece a la Cuenca Cantábrica, encontrándose atravesada en dirección ONO-ESE. por la continuación meridional del Anticlinorio Vizcaíno.

Aparecen en ella materiales que van desde el Cretácico Inferior al Eoceno, existiendo además algunos recubrimientos cuaternarios.

Desde el punto de vista estructural, cabe destacar, sobre todo, la existencia de la falla de Villaro-Ubidea, que atraviesa totalmente la Hoja, así como las estructuras anticlinales de Dima y Aramayona y la falla del Amboto.

No existen en la actualidad explotaciones mineras, habiendo, sin embargo, gran número de canteras, algunas muy importantes, que en su totalidad se dedican a explotar la caliza arrecifal.

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

RAT, P. (1959).—«Les pays Crétacés Basque-Cantabriques (Espagne)». 1:200.000.

OECHSLE, E. (1963).—«Geologische Studien im Raume Bilbao-Llodio-Durango». 1:50.000 (Informe interno de CIEPSA. Inédito).

IGME (1971).—«Mapa geológico de España. Síntesis de la cartografía existente». 1:200.000.

2 ESTRATIGRAFIA

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

El Cretácico está representado por sedimentos que comprenden desde los términos más inferiores en facies Purbeck hasta el Maastrichtiense, y ocupa la casi totalidad de la extensión de la Hoja.

El Cretácico Inferior aflora ampliamente en toda la zona estudiada y consta de materiales en facies Purbeck (Berriasiense-Valanginiense Medio) y Weald (Valanginiense Superior-Barremiense), así como de diferentes litologías de edad Aptiense y Albiense.

El Cretácico Superior queda restringido a los afloramientos existentes en el borde nor-oriental, donde se localizan igualmente los pequeños tramos de serie correspondiente al Paleoceno y Eoceno.

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

2.1 CRETACICO

2.1.1 BERRIASIENSE-VALANGINIENSE INFERIOR Y MEDIO

EN FACIES PURBECK (Cp⁰⁻²₁₁₋₁₂)

Han sido atribuidos a esta edad un conjunto de materiales cuya parte basal falta por estar limitada por una falla y que tienen una potencia aflo-

rante de unos 600 m., observables en la base de la serie de Villaro (X: 672.596; Y: 947.988; Z: 175) constituidos por arcillas hojosas negras con materia orgánica, en ocasiones micáceas, con intercalaciones de calizas arcillosas y dolomías en pequeños bancos de 10 a 30 cm. de potencia. Las calizas son biomicritas y micritas arcillosas y el conjunto del tramo contiene escasa fauna que no permite una datación precisa, si bien, por la presencia de moldes de Ostrácodos de habitat salobre, así como por sus características litológicas, ha sido atribuido a sedimentos en facies Purbeck. No ha sido posible precisar sus límites inferior y superior aunque, dada la potencia de serie aflorante, estimamos que su límite inferior no debe llegar en ningún caso al Portlandiense.

La fauna existente corresponde a: *Glaucania strombiformis* VERN., *Glaucania lujani* VERN., *Glaucania helvetica* VERN., *Glaucania* sp., *Darwinula* cf. *leguminella* (FORBES), *Cypridea* sp. y moldes indeterminables de Ostrácodos.

2.1.2 VALANGINIENSE SUPERIOR-HAUTERIVIENSE-BARREMIENSE EN FACIES WEALD (C_{w12-14}³⁻⁰ y Cl_{w14})

Aflora ampliamente en el tercio occidental de la Hoja y se encuentra siempre limitado en su parte inferior por la gran falla de Ubidea, pudiendo solamente estudiarse completo en la serie de Villaro (X: 672.596; Y: 947.989; Z: 175), donde descansa sobre los materiales atribuidos a la facies Purbeck.

Viene definido por un conjunto de sedimentos de facies transicional a marina, si bien en su base es salobre con algún episodio marino intercalado.

Se han medido un total de 1.400 m. de arcillas, generalmente hojosas y oscuras, aunque en ocasiones tienen tonos ocre y vinosos, frecuentemente micáceas, que alternan con areniscas de grano fino a medio (subarcosas con feldespatos calcosódicos) en bancos de 20 a 50 cm., que predominan sobre todo en la parte central del conjunto, donde contienen «Ripple-marks». Son de tonos generalmente pardo-grisáceos y amarillentos. En ocasiones hay esporádicas pasadas calcáreas correspondientes a biosparitas y calizas arcillosas y dolomías.

La microfauna encontrada corresponde a: *Darwinula* cf. *leguminella* (FORBES), *Fabanella* sp., *Cypridea* sp., *Majungaella nematis* GREK., *Cytheroptheron* sp. (*Neocythere*), *Trochammina* sp., *Haplophragmoides* sp., oogonios de Charáceas y secciones de Ostrácodos.

En cuanto a macrofauna ha sido señalada en este tramo (RAMIREZ DEL POZO, 1971) la presencia de *Leda scapha* D'ORB., *Mytilus lineatus* D'ORB. y *M. fittoni* D'ORB., todos ellos correspondientes a una formación semi-lacustre o deltaica de edad Neocomiense. En especial parece que *M. fittoni* D'ORB. es característico del Valanginiense.

En el tramo más alto se indica la presencia de *Pirazus valeriae* VERN., *Glauconia strombiformis* VERN., *Glauconia lujani?* VERN., *Cerithium* sp. y *Venus* sp., que caracterizan una formación de estuario con episodios marinos muy litorales.

El límite superior de esta unidad (C_{w12-14}^{3-0}) se ha podido establecer en la cartografía gracias a la presencia de unos niveles (C_{w14}^1) constituidos por lumaquelas de Ostreidos que, aunque debido a su relativa continuidad, ocasionalmente sus límites han tenido que ser interpolados, han permitido un criterio de diferenciación en la serie. Estos niveles, que atribuimos por comparación con otras series wealdicas de la región al Barremiense, están formados por arcillas grises en superficies rojizas, que localmente pueden cargarse en carbonatos, llegando incluso a ser verdaderas calizas y que contienen numerosos fragmentos de Ostreidos, que han sido determinados por RAT (1959) como pertenecientes a *Exogira tuberculifera* KOCH y CAM-PICHE.

2.1.3 BARREMIENSE-APTIENSE SUPERIOR (C_{14-15}^{0-3} y C_{15}^{12})

Aflora, igual que la unidad anterior, en el tercio occidental de la Hoja y siempre reposa directamente sobre aquella. Su límite superior se ha establecido coincidiendo con la aparición de las calizas arrecifales que constituyen los grandes relieves del Gorbea, Amboto, etc., de edad Aptiense Medio a Albiense Inferior.

El límite superior de esta unidad no es, en absoluto, isócrono, puesto que dependió de las condiciones paleogeográficas el que en algunos puntos comenzara antes que en otros la implantación de los grandes edificios urgonianos que, como hemos dicho, utilizamos como criterio de techo de la unidad y cuyo inicio varía en función de condiciones particulares de la cuenca, como profundidad de la misma, subsidencia, temperatura, salinidad, etcétera.

En la base de este tramo se ha incluido, a efectos cartográficos, unos materiales todavía atribuibles al Barremiense, ya que, dada la similitud de litofacies, solamente pueden ser diferenciados en función de la presencia de las primeras Orbitolinas, que marcan ya el comienzo del Aptiense.

Litológicamente la unidad está constituida por unos 1.000 m. de arcillas grises, en ocasiones calcáreas, areniscas amarillentas de grano fino en capas de 0,2 a 0,5 m. y algún banco de caliza intercalado. Estas intercalaciones calcáreas adquieren gran importancia en el tramo alto de la serie, donde alcanzan potencias de hasta 80 m., y son calizas arrecifales típicas cuajadas de Rudistos, Corales, etc. Las areniscas son subarcosas con feldespatos calcosódicos y cuarzarenitas.

El tramo calizo más importante de los intercalados en la parte superior

(C₁₅¹²) se puede observar en Peña Zamburu, donde hay una buena sección, y está constituido por la siguiente sucesión de muro a techo:

1. Margas arenosas grises con intercalaciones de bancos calizos con Orbitolinas. La microfauna está representada por *Cytherella parallela* (REUSS), *Cytherella ovata* (ROEMER), *Coptocampylodon lineolatus* ELLIOTT, *Palorbitolina lenticularis* (BLUMENB) y *Spiroplectammina* sp.
2. Diez metros de calizas arcillosas grises con *Orbitolina* (M) *texana parva* DOUGLAS, *Everticyclammina greigi* (HENSON) y *Lenticulina* sp.
3. Diez metros de alternancia de margas y calizas grises oscuras con alguna pasada de caliza arrecifal con Rudistos. Las margas contienen *Cytherella ovata* (ROEMER) y *Cythereis* sp.
4. Más de 40 m. de caliza arrecifal gris oscura en fractura, con abundantes Rudistos, Corales, *Orbitolina* (M) *texana parva* DOUGLAS, *Everticyclammina greigi* (HENSON), *Bacinella irregularis* RADOICIC, *Tritaxia pyramidata* REUSS y *Pseudotextulariella* cf. *cretosa* CUSHMAN.

El conjunto Barremiense-Aptiense Superior (C₁₄₋₁₅³⁻⁰) ha sido estudiado en la sección de Villaro (X: 672.596; Y: 947.989) y en la base de la de Gorbea II (X: 673.808; Y: 942.209), donde se han encontrado: *Palorbitolina lenticularis* (BLUMENB), *Praeorbitolina cormyi* SCHROED., *Orbitolina* (M) gr. *texana* (ROEM.), *Choffatella decipiens* SCHLUMB., *Everticyclammina greigi* (HENSON), *Sabaudia minuta* (HOFKER), *Nautiloculina* sp., *Tritaxia pyramidata* REUSS, *Ophthalmidium* sp., *Ataxophragmium* sp., *Protocythere derooi* OERTLI, *Neocythere mertensi* OERTLI, *Paracypris* cf. *jonesi* BONN., «*Clithrocytheridea*» aff. *brevis* (CORN.), *Doloccytheridea* cf. *intermedia* OERTLI, *Acicularia* sp.

Igualmente en la sección de Ubidea (X: 679.940; Y: 935.516; Z: 735) se ha estudiado la parte superior del tramo, constituido por:

1. Ciento cincuenta metros de arcillas grises, calcáreas, algo arenosas, con algunos bancos intercalados de areniscas de grano fino, bien cementadas, en bancos de 0,40 a 0,80 m. de espesor, con pasadas de calizas grisáceas, arenosas, de 0,10 m. de potencia. Hemos encontrado en este nivel Ostrácodos de hábitat marino: *Cytherella ovata* (ROEMER), *Cytherella parallela* (REUSS), «*Clithrocytheridea*» aff. *brevis* (CORNUEL), *Macrocypris* sp. y *Cytheropteron* sp. En alguna muestra se ha observado también *Choffatella decipiens* SCHLUMB. Bedouliense Inferior.
2. Cien metros de calcarenitas finas (biomicritas) con pirita, bioclásticas, estratificadas en capas de 0,40 a 1 m., que en ocasiones se presentan de modo masivo. Contienen *Toucasia*, *Lamelibranchios*, *Placopsilina*, *Everticyclammina greigi* (HENSON), *Sabaudia minuta* (HOFKER) y *Conorotalites* sp. Hay una intercalación de unos 20 m. de espesor de

- arcillas apizarradas, amarillentas y arenosas, con: *Palorbitolina lenticularis* (BLUMENB) y *Choffatella decipiens* SCHLUMB. Bedouliense.
3. Ciento setenta metros de arcillas calcáreas, gris-oscuro, apizarradas, algo arenosas, con pequeñas intercalaciones de calizas arcillosas, de tonos oscuros. Todo el tramo se presenta muy cubierto, habiéndose encontrado, en las muestras estudiadas, algunos Ostrácodos y *Everticyclammina greigi* (HENSON). Contiene también algunos Lamelibranquios y Equinodermos.

2.1.4 BERRIASIENSE-APTIENSE SUPERIOR (C_{p11-12}^{0-2} , C_{15}^3 y C_{15}^{12})

Han tenido que agruparse en esta unidad compresiva los sedimentos aflorantes en el núcleo de los anticlinales de Dima y Aramayona, así como los situados entre la alineación del Amboto y la falla de Urquiola, la cual no permite observar los términos inferiores de la serie en ese punto.

El estudio de esta unidad se ha efectuado a partir de las secciones de Aramayona (X: 691.465; Y: 937.630; Z: 410) y Aranguio (X: 690.750; Y: 938.651; Z: 335).

En la estructura anticlinal de Aramayona es donde afloran los términos más bajos, atribuibles a la Facies Purbeck, que debido al intenso plegamiento y a la escasez de afloramientos no se ha podido en la cartografía diferenciar de los sedimentos correspondientes al tramo superior.

Se trata de unos 500 m. de arcillas grises y negras apizarradas con algunas intercalaciones de calizas tableadas oscuras con laminación paralela (micritas arcillosas).

En este tramo se han reconocido (RAMIREZ DEL POZO, 1971) una serie de Lamelibranquios que, en determinación de I. QUINTERO, corresponden a *Cyrena angulosa* ROEMER, *Cyrena nuculaeformis* DUNKER, *Cyrena latoovata?* DUNKER, *Cyrena sublaevis* ROEMER y *Cyrena purbeckiensis* STRUCK. Esta asociación parece ser similar a la del Wealdense del «Verrucano» del Monte Pisano, descrito por FUCINI, para quien hay cierto paralelismo con el Wealdense de Hannover, datado como Purbeckiense. Se han encontrado también en estos niveles inferiores algunos Ostrácodos en pésimas condiciones de conservación, entre los que se han podido reconocer *Darwinula leguminella* (FORBES) y *Cypridea* sp., que no permiten hacer asignaciones estratigráficas precisas por la amplia dispersión vertical de ambos microfósiles.

Los términos superiores a esta serie, que hemos atribuido a la Facies Purbeck, están constituidos por arcillas grises y ocreas, en ocasiones detriticas, y areniscas amarillentas y grisáceas de grano fino a medio (subarcosas con feldespatos calcosódicos y cuarzarenitas) con alguna zona calcárea intercalada. Debido a que no está presente, o al menos no ha podido ser observado, el nivel de Ostreidos (C_{w14}^1), que permitía en la región de Villaro una

diferenciación en dos tramos de la serie, esa separación no ha sido realizada en esta zona. Los niveles calizos (C_{15}^{12}), que tienen gran importancia y desarrollo en la serie de Villaro y en la situada en el borde NO. de la Hoja (región de Ceberio), van haciéndose más discontinuos en la zona de Dima, donde aparecen como lentejones aislados y dispersos, y en la falda SE. del Amboto, quedando ya reducidos en el anticlinal de Aramayona a pequeños afloramientos aislados de algunos metros, que no han podido ser cartografiados.

La potencia de este tramo ha sido medida en las series de Aranguio y Aramayona, donde se han obtenido espesores del orden de 400 m., lo que implica una clara disminución en comparación con las obtenidas en Villaro.

En estos niveles se han reconocido *Trochammina* sp., *Ammobaculites* sp. *Cypridea* sp. y Coprolitos de Gasterópodos, generalmente piritizados.

2.1.5 APTIENSE MEDIO-SUPERIOR-ALBIENSE INFERIOR (C_{15-16}^{2-1} , Cc_{15-16}^{2-1} , Cm_{15-16}^{2-1} , Ca_{15-16}^{3-1} y C_{15-16}^{3-1})

Hemos reunido en este apartado todas las facies que están relacionadas con el momento de la implantación en la zona de los grandes conjuntos arrecifales, que alcanzan su máximo desarrollo en el Aptiense Superior y Albiense Inferior.

En la región del ángulo noroccidental de la Hoja, posiblemente por condiciones paleogeográficas, el gran arrecife no ha llegado a desarrollarse y directamente sobre las calizas del Aptiense Inferior-Medio (C_{15}^{12}) descansa un conjunto de sedimentos (C_{15-16}^{2-1}) constituidos por margas, calizas arcillosas, areniscas y arcillas con algún lentejón de caliza arrecifal aislado, intercalado en distintos puntos de la serie (Cc_{15-16}^{2-1}), que correspondería a episodios locales en que, temporalmente, sí concurrían en la zona circunstancias favorables para la implantación de arrecifes.

En el resto de la Hoja este episodio de construcción arrecifal (Cc_{15-16}^{2-1}) ha alcanzado gran importancia y es el que da lugar a la existencia de las potentes series que forman los relieves más fuertes (Lecanda, Campotorroto, Amboto, Aranguio, etc.).

Su estudio se ha realizado a partir de las secciones de Gorbea II (X: 673.808; Y: 941.219; Z: 800), Amboto (X: 687.605; Y: 943.496; Z: 820), Aranguio (X: 690.750; Y: 938.651; Z: 335) y Durango (X: 679.702; Y: 950.774; Z: 340).

La máxima potencia medida corresponde a la serie de Gorbea II, donde alcanza los 700 m., disminuyendo hacia el Este, donde en la sección de Amboto se han medido 500 m., y más fuertemente hacia el Sur (en Aranguio y Ubidea tiene 120 m.) donde llega incluso a desaparecer, si bien puede, en parte, ser debido a estar cubierto por sedimentos posteriores.

La litología corresponde a biomicritas, biosparitas y biopelsparitas con zonas muy recrystalizadas. Su aspecto es masivo, si bien localmente pueden observarse zonas estratificadas.

En algunos puntos estas calizas presentan episodios intercalados de facies terrígenas (Ca_{15-16}^{3-1}), que deben corresponder a una interrupción local en la construcción arrecifal y que están constituidas por arcillas con algunas areniscas en delgadas capas de 0,10 a 0,30 m. de colores pardos.

Aparte de la existencia de Rudistos, Corales y algunas zonas con grandes Ostreidos, ha podido ser determinada la siguiente microfauna en el corte de Gorbea II: *Orbitolina (M) texana parva* DOUGLASS, *Orbitolina (M) texana texana* (ROEMER), *Simplorbitolina manasi* (CIRY y RAT) (a unos 140 m. de la base), *Tritaxia pyramidata* REUSS, *Pseudotextulariella cretosa* CUSHMAN, *Everticyclammina greigi* (HENSON), *Sabaudia minuta* (HOFKER), *Cytherella parallela* (REUSS), *Cytherella ovata* (ROEMER) y *Bacinella irregularis* RADOICIC.

Esta asociación define una edad Bedouliense Superior a Gargasiense Inferior para la base del tramo y Albiense Inferior para el techo.

En la sección de Durango, que no incluye completo a este tramo arrecifal, se han medido 450 m. de calizas grises, generalmente masivas (biomicritas, biosparitas y biosparitas con pellets), alternando con calizas biohermales con *Toucasia*. En lámina delgada se han determinado: *Bacinella irregularis* RADOICIC, *Coscinophragma cribosum* (REUSS), *Everticyclammina greigi* (HENSON), *Sabaudia minuta* (HOFKER), *Quinqueloculina* sp., *Spiroplectamina* sp., *Gaudryina* cf., *alisana* HOFKER, *Orbitolina (M) texana texana* (ROEMER), *Orbitolinopsis simplex* (HENSON) (en la parte inferior), *Simplorbitolina manasi* CIRY y RAT (hacia la zona superior), *Cuneolina* cf. *camposaurii* SARTONI y CRESCENTI, *Coskinolinella daguini* DELMAS y DELOFFRE (en la parte superior del tramo), *Nummuloculina* sp., Algas calcáreas, Políperos, Gasterópodos, Rudistos y Ostrácodos.

La sección de Amboto presenta la particularidad de encontrarse muy recrystalizada, por lo que no se han podido realizar determinaciones precisas.

La sección de Aranguio tiene 130 m. de calizas microcristalinas, bioclásticas, arenosas o limolíticas en la parte inferior y generalmente con fósiles de tipo «alóctono» o bioclastos, junto a otros de naturaleza «autóctona» o incrustantes. En la parte inferior del tramo las calizas son arenosas y contienen frecuentemente organismos incrustantes (*Bacinella irregularis* RADOICIC) junto a restos de Moluscos y Rudistos, así como *Coskinolina*. Hacia la mitad del banco continúan predominando los organismos de hábitat colonial: *Coscinophragma cribosum* (REUSS), *Bacinella irregularis* RADOICIC, junto a Algas Solenoporáceas, *Everticyclammina greigi* (HENSON), Miliólidos y *Orbitolina (M) lotzei* SCHROEDER. En la parte superior las calizas son bioclásticas, microcristalinas y también contienen organismos incrustantes junto a bioclastos: *Orbitolina (M) texana texana* (ROEMER), *Simplorbitolina manasi*

CIRY y RAT, *Cuneolina* cf. *scarcelai* SARTONI y CRESCENTI, *Glomospira* sp., *Spiropectamina* sp., Miliólidos, Políperos y *Bacinella irregularis* RADOICIC.

Tanto en la vertiente oeste del arrecife del Gorbea como en la prolongación sur del Amboto, se ha observado la existencia de un cambio lateral de facies de las calizas arrecifales (Cc_{15-16}^{2-1}) que puede afectar a la totalidad (Amboto) o parte (Gorbea) de la masa caliza, que pasa a estar constituida por calizas arcillosas y margas finamente arenosas hojosas, de color azul negruzco (Cm_{15-16}^{2-1}).

Sobre las formaciones arrecifales y, en parte, siendo cambio lateral de ellas, se encuentra un tramo (C_{15-16}^{3-1}) que ha sido estudiado en la sección de Durango y que está constituido por 325 m. de arcillas gris oscuro a negras, limolíticas y micáceas, con nódulos limolíticos y fenómenos de «bolas concéntricas» (1) desarrolladas desigualmente a lo largo del tramo.

Pueden presentar intercalaciones de calizas organógenas biohermales (ocasionalmente calcareníticas). Los niveles calizos son de biomicritas con Políperos, Gasterópodos, Rudistos, Briozoos y Espongiarios. Los microfósiles determinados son: *Coskinolina deguini* DELMAS y DELOFFRE, *Orbitolina* (M) *texana texana* (ROEMER), *Trochammina* sp., *Coscinophragma cribosum* (REUSS), *Bacinella irregularis* RADOICIC, *Dorothia* sp., Algas calcáreas [*Acicularia* sp., *Halimeda* sp.] y Algas Rodofíceas [*Lithophyllum amphiroaeforme* (ROTHPL), *L. rude* LEMOINE y *Agardhiellopsis cretacea* LEMOINE].

Las arcillas contienen pequeños clastos calcáreos del mismo tipo que las calizas de las intercalaciones, así como productos detríticos silíceos, parte de limo terrígeno y parte de fragmentos de organismos epigenizados (espículas de esponjas y radiolas de Equinodermos). La microfauna determinada es la siguiente: *Eogutulina anglica* CUSHMAN y OZAWA, *Trochammina oblicua* TAPPAN, *Haplophragmoides* cf. *latidorstaum* BORN, *Haplophragmoides concavus* (CHAPMAN), *Tritaxia pyramidata* REUSS, *Marginulina* cf. *aequivoca* REUSS, *Orbitolina* (M) *texana texana* (ROEMER), *Ammobaculites* cf. *subcretacea* CUSHMAN y ALEXANDER, *Patellina subcretacea* CUSHMAN y ALEXANDER, *Anomalina complanata* BERTHELIN y *Cytherella* cf. *ovata* (ROEMER).

Las arcillas de este nivel pueden pasar lateralmente a calizas organógenas biohermales, microcristalinas, masivas, con Rudistos y Briozoos (biomicritas) con: *Orbitolina* (M) *texana texana* (ROEMER), *Trochammina* sp., *Gaudryina* cf. *alisana* HOFKER, Algas calcáreas (*Acicularia* sp. y *Halimeda* sp.)

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

y Algas Rodófitas [*Lithophyllum rude* LEMOINE, *Lithophyllum amphiroaeforme* (ROTHPL) y *Agardhiellopsis cretacea* LEMOINE]. Todo este nivel corresponde al Albiense Inferior.

2.1.6 ALBIENSE (C_{16}^{13} , C_{16}^{23} y $C\beta_{16}^{23}$)

Se ha cartografiado en esta unidad (C_{16}^{13}) un conjunto de sedimentos estudiados en los cortes de Durango (X: 679.702; Y: 950.774; Z: 340), Urquiola (X: 685.822; Y: 943.530) y Gorbea II (X: 673.808; Y: 941.219; Z: 800).

Como constante en este tramo se establece la existencia de un paquete basal de areniscas blanquecinas grisáceas o amarillentas de grano medio a fino que, en ocasiones, contienen en su base pequeños cantos de cuarzo que llegan a formar localmente zonas conglomeráticas, o bien fragmentos constituidos por arcillas negras limolíticas similares a las de la serie infra-yacente (C_{15-16}^{3-1}).

Estas areniscas normalmente se apoyan sobre la unidad anterior (C_{15-16}^{3-1}), si bien lo hacen, en ocasiones, sobre las calizas arrecifales (Cc_{15-16}^{2-1}) e incluso sobre términos más bajos cuando estas últimas no se encuentran desarrolladas (zona de Aramayona). Esto da lugar a la existencia de una discordancia cartográfica que puede tener una justificación interpretando la sedimentación de estos materiales (C_{16}^{13}) en un dispositivo «translapante» con una dinámica de medio muy superior a la anterior cuenca, lo que vendría apoyado por la presencia de esos cantos antes citados.

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

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

La potencia de este tramo basal de areniscas varía mucho en función de su situación paleogeográfica, ya que en las zonas situadas al sur de los grandes arrecifes, es decir, en dirección a la fuente de esos aportes, las potencias son mucho mayores (100-200 m. en la zona de Urquiola), mientras que hacia el norte, posiblemente por un efecto de barrera de los arrecifes, que represarían los sedimentos procedentes del continente de modo que sólo una parte de ellos conseguiría rebasarlos, la potencia disminuye fuertemente, reduciéndose a unos 10-15 m. o incluso menos.

Por encima de este primer paquete de areniscas se han estudiado, en el corte de Durango, unos 1.300 m. de arcillas limolíticas arenosas, muy micáceas y ricas en materia orgánica, negras, laminares, con intercalaciones delgadas o nodulares de limonita.

En ocasiones hay una alternancia muy fina de arenas arcillosas claras, con arcillas negras muy micáceas y carbonosas. En la sucesión de arcillas se intercalan, con frecuencia muy variable, bancos de areniscas de distintos grados de compacidad y potencia no superior a los 50 m. Generalmente son areniscas homogéneas, de grano medio, y no presentan estructuras sedimentarias. El estudio petrográfico de estas areniscas, realizado por AGUILAR (1967), pone de manifiesto que la proporción de cuarzo varía entre el 50 y 70 por 100 del total de la roca. Feldespatos plagioclasas en proporciones variables, pero constantes en ciertos intervalos. Matriz arcillosa formada por illita y caolinita, y cemento de sílice con distintos grados de cristalinidad. Como minerales pesados: turmalina, circón, rutilo y opacos. Los granos están comprendidos entre valores de 125 a 250 micras para el tamaño medio y entre 250 a 500 micras para el tamaño máximo. La textura es en mosaico de granos con contactos saturados por efecto de los procesos de presión-solución que, junto con la cementación silíceas, impide apreciar con facilidad la morfoscopía de los granos. No obstante, se puede estimar que la mayor parte de ellos son subangulosos-subredondeados. Por el contenido en feldespatos, este tramo puede subdividirse, de abajo arriba, en las siguientes partes:

- a) Areniscas con un contenido medio en feldespatos próximo al 15 por 100 del total de la roca.
- b) Areniscas con un contenido medio en feldespatos del 15 por 100 del total de la roca.
- c) Areniscas con feldespatos entre 5 y 10 por 100 del total de la roca.
- d) Areniscas con feldespatos en proporción mayor al 15 por 100 del total de la roca.

Las arcillas intercaladas entre los niveles arenosos contienen la siguiente microfauna: *Trochammina oblicua* TAPPAN, *Trochammina* aff. *longiuscula* ALEX. y SMITH, *Haplophragmoides* cf. *latidorsatum* BORN., *Haplophragmoides globosus* LOZO, *Haplophragmoides platus* LOEBLICH, *Haplophragmoides cushmani* LOEBLICH y TAPPAN (en la parte superior), *Bathysiphon* sp., *Pseudotextulariella cretosa* CUSHMAN, *Patellina subcretacea* CUSHMAN y ALEXANDER, *Gaudryina bosquensis* LOEBLICH y TAPPAN (en la base), *Orbitolina* (*Mesorbitolina*) *texana texana* (ROEMER), *Ammobaculites parvispira* TEM DAM y *Eoguttulina anglica* CUSHMAN y OZAWA.

Algunos niveles arenosos contienen coprolitos de Gasterópodos. Albiense Inferior y Medio.

Por encima se encuentran todavía margas gris oscuras, con lentejones de areniscas de cemento calcáreo y alguna caliza negra. Hacia arriba, arcillas grises oscuras con sedimentación en «bolas» y areniscas grises de grano medio micáceas.

En la sección de Gorbea II, que es incompleta, por no abarcar el techo

de la unidad y con una litología similar de arcillas y areniscas, se ha reconocido *Orbitolina (M) texana texana* (ROEMER).

En la zona nororiental hay que hacer constar la existencia de unas coladas volcánicas interestratificadas en la serie consistentes en basaltos ($C\beta_{16}^{23}$) con un grado de alteración muy elevado.

2.1.7 ALBIENSE SUPERIOR A CAMPANIENSE MEDIO (C_{16-25}^{3-2} y $C\beta_{22-23}$)

El estudio de esta unidad se ha realizado en la sección de Elorrio (X: 692.993; Y: 948.600; Z: 190).

Dada la monotonía litológica que presenta la serie, hemos tenido que hacer esta unidad comprensiva a efectos cartográficos, si bien la sección se han podido, micropaleontológicamente, reconocer los distintos pisos.

La potencia total media en este tramo es de 1.350 m., pero ha de considerarse esta cifra con las debidas reservas, dado que la serie se encuentra muy verticalizada y puede, como de hecho se ha comprobado en algún punto, estar replegada en anticlinales y sinclinales de radio decamétrico que motivan la repetición de algunos tramos.

Está constituido por una monótona alternancia de margas grises y calizas (biomicritas arcillosas y limolíticas) (C_{16-25}^{3-2}) en capas de hasta 20 cm., entre las que se intercalan coladas volcánicas (basaltos acompañados de cineritas y escorias) que, debido al recubrimiento de la vegetación y su profunda meteorización, no han podido ser cartografiadas con precisión ($C\beta_{22-23}$).

Los primeros 400 m. en la sección se han atribuido al Albiense por la presencia de *Ammobaculites parvispira* TEN DAM, *Eoguttulina anglica* CUSHMAN y OZAWA, *Glomospira charoides* (JONES y PARKER), *Haplophragmoides concavus* (CHAPMAN), *H. cushmani* LOEBL. y TAPP., *H. globosus* LOZO, *H. platus* LOEBLICH, *Trochammina oblicua* TAPPAN, *Ammodiscus gaultinus* BERTH., *Pelosina* sp., *Glomospira* cf. *watersi* LOEBL., *Planomalina buxtorfi* (GANDOLFI), *Ticinella roberti* (GANDOLFI), *Thalmaninella ticinensis* (GANDOLFI), *Hedbergella amabilis* LOEBL. y TAPP., *Bathysiphon* sp., *Lenticulina* sp., *Spiroplectammina* sp., *Tritaxia excavata* REUSS, *Arenobulimina macdfayehi* CUSHMAN y *Gyroidinoides loetterlei* (TAPPAN).

Los 350 m. siguientes corresponden al Cenomaniense y se han reconocido *Rotalipora apenninica* (O. RENZ), *Hedbergella amabilis* LOEBL. y TAPP., *H. washitensis* (CARSEY), *Praeglobotruncana delrioensis* (PLUMMER), *Ammobaculites parvispira* TEN DAM, *Glomospira charoides* (JONES y PARKER), *Haplophragmoides cushmani* LOEBL. y TAPP., *H. concavus* (CHAPMAN), *H. globosus* LOZO, *Arenobulimina macdfayeni* CUSHMAN, *Bathysiphon* sp., *Lenticulina* sp., *Ammobaculites subcretacea* CUSHM. y ALEX., *Tritaxia pyramidata* REUSS y *Marsonella* sp.

A continuación viene un tramo Turoniense-Santoniense reducidísimo de

potencia, pues sólo está representado por unos 175 m. de serie, y donde se han determinado *Globotruncana concavata carinata* BROTZ., *G. elevata* BROTZ., *G. ventricosa* (sensu BROTZ.), *G. fornicata* PLUMM., *G. lapparenti lapparenti* BOLLI, *Allomorphina* cf., *Allomorphinoides* (sensu HOFKER), *Globotruncana lapparenti coronata* BOLLI, *G. schneesansi* SIGAL, *G. sigali* REICHEL, *G. angusticarinata* GANDOLFI, *Gaudryina rugosa* D'ORB., *Marssonella trochus* D'ORB., *Pleurostomella* cf. *nitida* MORROW, *Planoglobulina glabrata* (CUSHM.) y *Spiroplectammina* nov. sp.

Los últimos 425 m. de esta unidad son de edad Campaniense Inferior y Medio y su estudio ha proporcionado *Globotruncana ventricosa* (sensu BROTZ.), *G. fornicata* PLUMM., *G. lapparenti lapparenti* BOLLI, *Heterohelix* cf. *globulosa* EHRENB., *Marssonella trochus* D'ORB. y *Stensionina exculpta* REUSS.

2.1.8 CAMPANIENSE SUPERIOR (C₂₅³)

Se ha incluido en esta unidad un conjunto de sedimentos cuya potencia es difícil de estimar, por presentar repliegues que al estar la serie muy verticalizada son difícilmente observables. De cualquier modo, se ha calculado una potencia de unos 1.200 m., formados por calizas arcillosas, margas arenosas, arcillas, arenas y areniscas. Es un conjunto flyschoides que presenta algunas estructuras tipo sedimentación gradada, laminaciones paralelas y «convoluted beds».

Su diferencia fundamental con el tramo inferior es su más acusado carácter detrítico-terrágeno.

La asignación de este tramo al Campaniense Superior, dada la carencia de microfósiles, se hace por similitud litológica, al ser un tramo eminentemente terrígeno, comparable con el Campaniense Superior arenoso de otras zonas de la cuenca y por su posición bajo el Maastrichtiense.

2.1.9 MAASTRICHTIENSE (C₂₆)

Se trata de un tramo muy cubierto constituido por arcillas y limolitas con esporádicas intercalaciones calcáreas, que pasa rápidamente hacia el techo a margas calcáreas, arcillas y limolitas de tonos verdes y rosados.

En esta unidad se han clasificado: *Navarella* cf. *joaquina* CIRY y RAT, *Bolivina incrassata* REUSS, *Gyroidinoides nitida* REUSS, *Ammodiscus* cf. *incertus* D'ORB., *Pelosina complanata* FRANKE, *Spiroplectammina* cf. *laevis* ROEMER, *Pseudovalvulineria monterelensis* MARIE, *Globotruncana arca* CUSHM., *G. fornicata* PLUMM., *G. stuarti* DE LAPP., *G. contusa* CUSHM., *G. citae* BOLLI, *G. gausseri* BOLLI, *G. gagnebini* TILEV, *Racemigumbellina fruticosa* (EGGER), *Pseudotextularia elegans* (RZEHA), *Heterohelix globu-*

losa EHRENB, *P. carseyae* (PLUMMER), *Dorothia bulletta* LARSEY, *Cibicides succedens* BROTZ., *Bulimina limbata* WHITE, *Gaudryina*, *Lenticulina* sp.

2.2 Terciario

2.2.1 DANIENSE (T_{11}^A)

Sobre los sedimentos maastrichtienses reposan un conjunto de unos 50 m. de calizas con intercalaciones de margas y calizas arcillosas. Las calizas son micritas muy finas, llegando a ser calizas litográficas grises con fractura concoidea. Algún banco presenta zonas calcareníticas, incluso brechoides, con gran abundancia de glaucotina.

Se ha determinado la siguiente microfauna: *Globigerinoides* cf. *daubjergensis* (BRONN.), *Globorotalia* cf. *pseudobulloides* (PLUMM.), *Globigerina* cf. *triloculinoides* PLUMM., *Globorotalia* cf. *compressa* (PLUMM.), *Bulimina* sp., *Lenticulina* sp. y *Gaudryina* sp.

2.2.2 MONTIENSE-THANETIENSE-EOCENO INFERIOR ($T_{12-2}^{A-A_2}$)

Encima de esta unidad caliza continúa la serie con margas y margocalizas, entre las que se intercalan algunos niveles de calizas microcristalinas (biomicritas).

Los niveles más altos de esta unidad incluidos en la Hoja contienen microfauna planctónica del Eoceno Inferior: *Globorotalia wilcoxensis* CUSHM. y PONTON, *Globorotalia* aff. *rex* MARTIN, *Globorotalia* cf. *aequa* CUSHM. y RENZ, *Globigerina* sp. y *Chilogumbellina* sp. La edad de la base del tramo viene definida en función de la obtenida en la unidad descrita anteriormente.

2.3 Cuaternario

2.3.1 HOLOCENO (Q_2t , Q_2Al , Q_2C y Q_2Cu)

Turberas (Q_2t)

Dos son los depósitos de turba cartografiados en la Hoja y ambos situados coincidentes con el antiguo nivel de arrasamiento Pleistoceno o Plioceno y donde debió implantarse posteriormente un régimen pantanoso que dio lugar a la formación de estas turberas.

Aluviales (Q_2Al)

Constituidos por gravas y bolos heterogéneos con abundante matriz areno-arcillosa. Destaca el situado en el Valle de Durango.

Coluviales (Q₂C)

Son frecuentes en la superficie ocupada por la Hoja, dadas las fuertes pendientes existentes en la misma, si bien sólo se ha cartografiado uno en la vertiente este del Gorbea, dada su mayor extensión.

Cubetas de descalcificación (Q₂Cu)

El gran desarrollo alcanzado por los fenómenos de origen kárstico en las «calizas urgonianas» ha dado origen a numerosas «dolomías» y «poljes», en los que existen depósitos de arcillas rojas. Como en el caso anterior, solamente se ha cartografiado una, en el macizo de Gorbea, que destaca por su importancia.

3 TECTONICA

3.1 TECTONICA REGIONAL

La zona estudiada se sitúa en la región oriental de la Cuenca Cantábrica, en la prolongación meridional del Anticlinorio Vizcaíno, y abarcando parte del flanco sur del Sinclinorio Vizcaíno (Oiz-Beasain). Su tercio suroccidental correspondería a la unidad «Escudo Alavés».

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

En la zona que nos ocupa, el reflejo de estas deformaciones de zócalo ha provocado la separación al NE. de un surco que permite la conservación del Cretácico Superior y Eoceno del Sinclinorio de Vizcaya. Más al Sur, una elevación del zócalo explica el levantamiento del Anticlinal Vizcaíno, y en la zona más al SE. debió existir una zona de inflexión en el zócalo que jugó en diversos sentidos según las épocas: en el Cretácico Inferior y Medio, mediante una subsidencia importante en la zona de Valmaseda, y durante la Orogenia Pirenaica, facilitando la existencia, al Sur, de una zona rígida (Escudo Alavés) y al Norte una zona que ha reaccionado mediante ondulaciones y fracturas ante los empujes, que quedan separadas por la falla de Villaro-Ubidea.

Las directrices tectónicas dominantes en la región, así como en la Hoja

estudiada, son las ONO.-ESE., producto de unos fenómenos de compresión de dirección perpendicular a ésta y que han fracturado y plegado los materiales de forma intensa.

Aparte del Cuaternario, los sedimentos más modernos que afloran en la Hoja corresponden al Eoceno Inferior; sin embargo, y dado el conocimiento regional, podemos indicar que las fases principales de plegamiento son la Sálica y la Stálica de la Orogenia Pirenaica, si bien anteriormente se han producido movimientos menos importantes que han tenido su reflejo fundamentalmente en la configuración paleogeográfica y estratigráfica de la cuenca. Los principales que se pueden considerar son:

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

3.2 DESCRIPCION DE LAS PRINCIPALES ESTRUCTURAS

Falla de Villaro-Ubidea

Se trata del accidente tectónico más importante de la Hoja. Atraviesa totalmente la zona estudiada con una dirección preferente NNO.-SSE., si bien en la parte septentrional sufre una paulatina desviación hasta quedar sensiblemente E.-O. Se trata de una falla inversa de escaso ángulo o subvertical, hecho que se hace patente al no haber sido atravesado por el sondeo Ubidea 1 (X: 681.180; Y: 936.550; Z: 569), que, sin embargo, se encuentra emplazado casi junto a su traza en superficie.

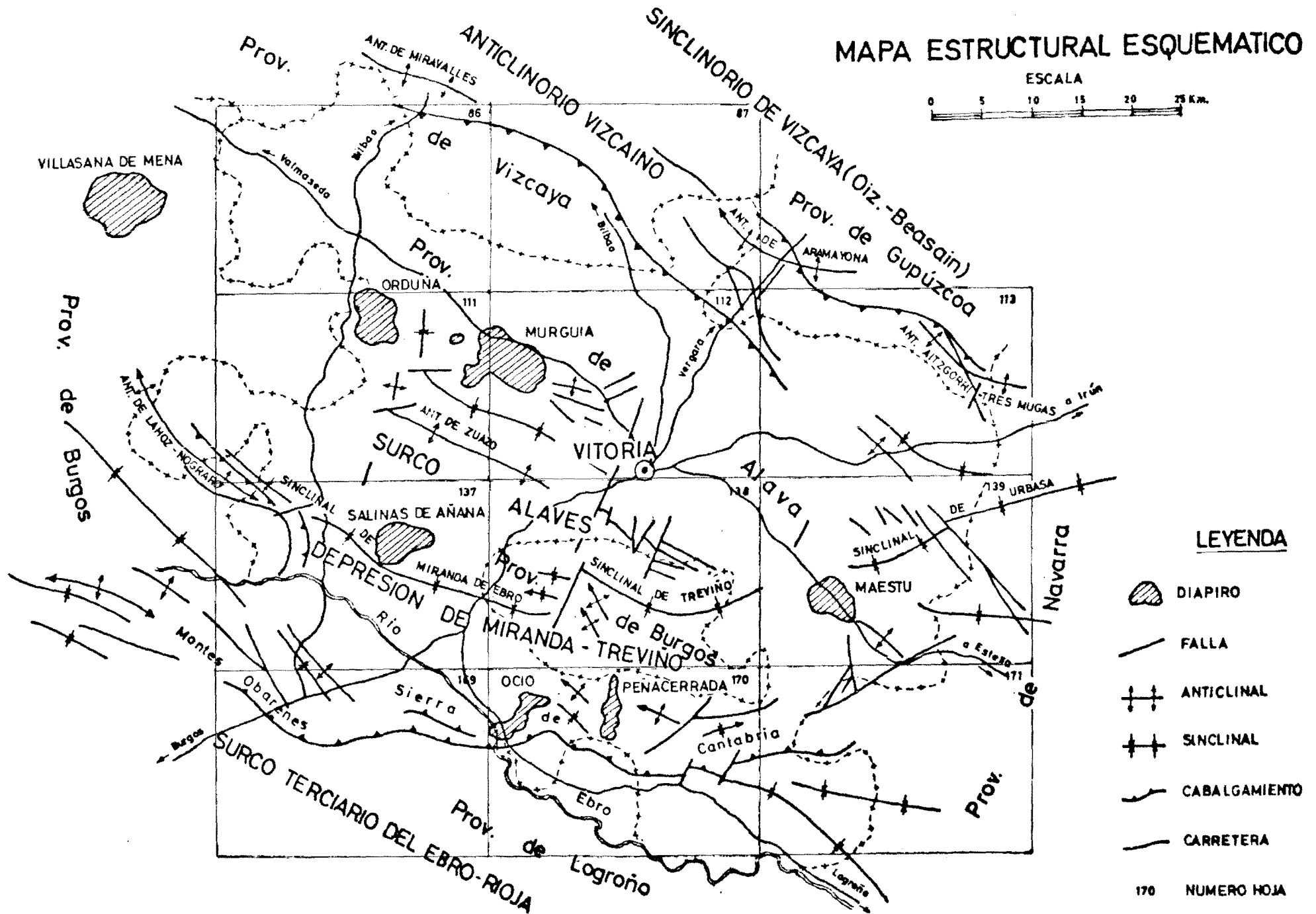
Su salto es muy importante, pudiéndose estimar un máximo en la zona de Villaro, donde quizá supere los 4.000 m. de desplazamiento en la vertical, disminuyendo paulatinamente tanto al sur como al norte de este punto.

En la zona de máximo salto llega a poner en contacto materiales atribuidos a la facies Purbeck (C_{p11-12}^{0-2}) con sedimentos del Albiense (C_{16}^{13}).

Esta gran falla debe, posiblemente, corresponderse con una zona de debilidad del zócalo que ha debido jugar ante los esfuerzos de la Orogenia Alpina provocando el avance del «Escudo Alavés» sobre la gran cubeta vizcaína. Este desplazamiento justifica la tranquilidad tectónica existente en el bloque suroccidental (Zona de Gorbea), en contraste con el replegamiento sufrido por el bloque nororiental.

MAPA ESTRUCTURAL ESQUEMATICO

ESCALA



LEYENDA

- DIAPIRO
- FALLA
- ANTICLINAL
- SINCLINAL
- CABALGAMIENTO
- CARRETERA

Anticlinal de Dima

Se trata de una estructura de amplio radio de dirección NNO.-SSE., que gira en su cierre hasta adoptar casi una dirección E.-O. y que afecta a materiales de las facies «Weáldica», aptienses y albienses. Presenta un desdoblamiento de la charnela en su zona de cierre y tiene inmersión hacia el E.

Se encuentra asociado a una estructura sinclinal, la de Indusi, de menor radio, y cuyo flanco más occidental está interrumpido por una falla relacionada con la de Villaro-Ubidea.

Anticlinal de Aramayona y Zona tectonizada de Santa Agueda-Udala

El anticlinal de Aramayona es una estructura amplia, cuyo eje principal ha sido trazado de forma aproximada debido al intenso replegamiento que presenta, lo que dificulta su localización.

Ambos flancos de la estructura se encuentran afectados por fallas; el correspondiente a la zona Sur está limitado por una fractura de gravedad producida en la etapa de distensión del plegamiento que pone en contacto términos del Barremiense-Aptiense con el Albiense terrígeno.

El flanco Norte presenta una complejidad mayor, pues se combina una tectónica de distensión con fallas de gravedad que compartimentan bloques levantados y hundidos con la existencia de estructuras de compresión. Esto motiva la presencia de un importante replegamiento que afecta tanto a las calizas arrecifales de Udala como a las paraurgonianas de la zona de Te llamendi.

Igualmente hay que destacar la existencia de una falla, que hemos cartografiado como inversa, que quizá corresponda a la prolongación del cabalgamiento del Aitzgorri y que se va amortiguando hacia el Norte hasta desaparecer en las facies terrígenas del Albiense y que habría sido originada, al igual que la de Villaro-Ubidea, en la fase de compresión de la Orogenia Alpina.

Falla de Urquiola

Se trata de una falla de gravedad de dirección típicamente cantábrica (NNO.-SSE.) que va paralela a la alineación de las calizas arrecifales del Amboto, que se genera en la fase de distensión y correspondientes asentamientos de bloques de la orogenia.

Su bloque hundido es el situado al SO. y llegan a ponerse en contacto sedimentos del Albiense Medio con otros correspondientes al Aptiense Inferior y Medio.

Zona plegada de Ochandiano

Corresponde a la región central de la Hoja y está constituida por materiales terrígenos y arcillosos del Albiense, que han respondido a los esfuerzos plegándose en anticlinales y sinclinales cuyos ejes son perpendiculares a la dirección de aquéllos, situándose sensiblemente NNO-SSE.

Zona de Durango

Situada en el borde nororiental de la zona estudiada, se caracteriza por la verticalidad de las capas y la existencia de pliegues locales de pequeño diámetro que tienen dirección NO-SE.

4 HISTORIA GEOLOGICA

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

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

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

De esta manera procederemos a efectuar una descripción regional de la historia geológica de la cuenca y particularizaremos los detalles que afectan exclusivamente a los materiales aflorantes en el ámbito de la Hoja. Para ello será preciso referirse a las zonas de debilidad del zócalo, ya citadas en el capítulo de tectónica, por la gran importancia estratigráfica y paleogeográfica que implican.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Durante el Santoniense y Campaniense se mantienen las mismas condiciones en la cuenca, pero en el Campaniense Superior, y debido a las primeras fases de la Orogenia Alpina, se produce una nueva etapa de elevación de la cuenca, dando lugar a unos depósitos de mayor contenido terrígeno. Estas condiciones se mantienen durante el Maastrichtiense, si bien permiten la sedimentación en aguas alejadas de la costa de margas y cali-

zas. En el Eoceno Inferior se llega en algún momento a la falta de depósito y la erosión (probablemente submarina) fue muy intensa, originándose depósitos de calizas brechoides e intraclásticas, que en algunas zonas de la región Vasco-Cantábrica llegan a ser microconglomerados.

Estos son los materiales más modernos representados en el ámbito de esta Hoja, pero regionalmente continúa la sedimentación marina con fluctuaciones hasta finales de este período e inicios del Oligoceno, en que, con el plegamiento Alpino, los materiales plegados emergen y el mar se retira prácticamente hasta su actual línea de costa, comenzando un ciclo erosivo.

5 GEOLOGIA ECONOMICA

5.1 MINERIA Y CANTERAS

En el ámbito de la Hoja solamente se encuentra una mina localizada al NO. del macizo de Udala (X: 691.300; Y: 943.650). Está abandonada hace años, pero en su día debió tener gran importancia, habida cuenta de la magnitud de sus escombreras y de la existencia incluso de un ferrocarril minero que transportaba el mineral hasta Durango. Explotaba hierro, localizado en el Albiense detrítico, y posiblemente la mineralización estuviera en relación con la falla inversa que limita por el Oeste el macizo de Udala.

Las canteras, en cambio, son abundantes en la Hoja y se dedican, fundamentalmente, a explotar las calizas arrecifales que son utilizadas como áridos de trituración. Destacan por su importancia las ubicadas en la zona de Mañaria (X: 683.640; Y: 948.893). Existen también, aunque en la actualidad están todas abandonadas, otras que, aprovechando que esta caliza arrecifal se encuentra frecuentemente atravesada por venas de calcita, la explotaban como piedra ornamental, habiendo una incluso en la zona de Muguerra (X: 680.100; Y: 950.900) que cortaba bloques de calcita aprovechando una mayor existencia de ésta en una zona de falla.

Existe también otra explotación que beneficia la turbera situada en el puerto de Barázar (X: 678.150; Y: 936.600). Se encuentra actualmente casi en proceso de iniciación y parece ser que su finalidad es obtener tierra vegetal con destino a invernaderos, etc.

5.2 HIDROGEOLOGIA

Del conjunto de materiales existentes en la Hoja sólo presentan interés, desde el punto de vista hidrogeológico, las calizas arrecifales (Cc_{15-16}^{2-1}) en cuanto a su posible karstificación, que posibilitaría la circulación subterránea de aguas en caudales importantes. De todos modos, la intensa recristalización que sufre en algunas zonas reduce las posibilidades de este acuí-

fero potencial, resultando las regiones más favorables y en las que se han observado fenómenos de karstificación importantes las del Gorbea y Dima.

El resto de los sedimentos aflorantes presentan escasas posibilidades debido a las frecuentes intercalaciones arcillosas y margosas que independizan los posibles acuíferos existentes en los niveles arenosos, impidiendo la formación de grandes depósitos subterráneos.

Estructuralmente la zona quizá más interesante para obtener caudales de cierta importancia sería la de Ochandiano, pues existe una mayor proporción de niveles terrígenos que, situados entre las dos terminaciones estructurales de Dima y Aramayona, forman a modo de cubeta sinclinal, que posibilitaría la existencia de un acuífero de cierta importancia en profundidad.

6 BIBLIOGRAFIA

- ADAN DE YARZA, R. (1884).—«Descripción física y geológica de la provincia de Guipúzcoa». *Mem. Com. Mapa Geol. de España*, 176 pp. Madrid.
- (1885).—«Descripción física y geológica de la provincia de Alava». *Mem. Com. Mapa Geol. de España*. Madrid.
- (1892).—«Descripción física y geológica de la provincia de Vizcaya». *Mem. Com. Mapa Geol. España*, pp. 1-193.
- (1906).—«El país vasco en las edades geológicas». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, tomo 8.
- AGUILAR, M. J. (1967).—«Estudio petrográfico del Albense de la Cuenca Cantábrica». *Ciepsa* (inédito).
- (1970).—«Sedimentología y Paleogeografía del Albense de la Cuenca Cantábrica». *Tesis Doctoral Fac. Cienc. Univ. Barcelona*.
- (1971).—«Correlaciones por ciclos de aporte en el Albense de la Cuenca Cantábrica». *Acta Geológica Hispánica*, tomo 6, núm. 4, pp. 92-96.
- (1971).—«Consideraciones generales sobre la sedimentación y paleogeografía del Albense de la Cuenca Cantábrica». *Estudios Geológicos*, vol. 27, número 2, pp. 325-334.
- (1971).—«Estudio petrográfico del Wealdico de la Cuenca Cantábrica (Paleogeografía, sedimentación y posibilidades de almacén)». *Ciepsa CV-324* (inédito).
- AGUILAR, M. J., y RAMIREZ DEL POZO, J. (1968).—«Observaciones Estratigráficas del paso del Jurásico marino a facies Purbeckiense en la región de Santander». *Acta Geológica Hispánica*, tomo 3, núm. 2, pp. 35-55.
- ALLEN, P. (1955).—«Age of the Wealden in Northwestern Europe». *Geol. Magazine*, vol. 92, pp. 265-281. Hetford.
- ALMELA, A.; LIZAUR, J., y MUÑOZ, C. (1952).—«Reserva Petrolífera de Burgos». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 64, pp. 205-257.

- ALMELA, A.; RIOS, J. M., y GARRIDO, J. (1945).—«Estudio de parte de las provincias de Burgos, Alava, Vizcaya y Santander». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 58, pp. 45-228, Madrid.
- ALMELA, A.; RIOS, J. M., y MUÑOZ CABEZON, C. (1953).—«Memoria explicativa de la Hoja núm. 86 (Orozco), Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000». *Inst. Geol. Min. de España*, Madrid.
- ARANEGUI, P. (1936).—«Geología y Geografía del País Vasco». *Com. Inv. Geogr. Geol. y Prehist.*, Mem. núm. 2, 141 pp., 52 figs., 4 láms., Madrid.
- AUBERT, J.; COUSTAU, D., y GENDROT, C. (1963).—«Montsechiana nov. ge. Un nouveau genre de Foraminifère du Crétacé Supérieur à faciès récifal de l'Espagne et des Martiques (France)». *Rev. de Micropal.*, vol. 6, número 3, pp. 169-174, París.
- AZPEITIA MOROS, F. (1933).—«Datos para el estudio de flysch de la Costa Cantábrica y de algunos otros puntos de España». *Bol. Inst. Geol. España*, tomo 53, pp. 1-65, Madrid.
- BATALLER, J. R. (1945).—«Bibliografía del Cretácico de España». *Est. Geol.*, número 1, pp. 7-10, Madrid.
- BLANCHET, F. (1917).—«Etude Micrographique des calcaires urgoniens». *Ann. Université Grenoble*, tomo 29, pp. 335-392, 14 figs., 2 pl.
- CALDERON, S. (1885).—«Note sur le terrain wealdien du nord de L'Espagne». *Bull. Soc. Geol. France*, tomo 14, pp. 405-407.
- CAMPSA (1955).—«Prospecciones petrolíferas realizadas por Campsa». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. de España*, núm. 35, pp. 35-38.
- CAREZ, L. (1881).—«Etude des terrains cretaces et tertiaires du Nord de L'Espagne». *Fac. Sciences Paris (Tesis Doctoral)*, pp. 1-323.
- CARRERAS SUAREZ, F. J. (1967).—«Informe geológico de campo de la estructura de Hornillos-Atauri». *Ciepsa* (inédito).
- (1968).—«Informe geológico Aitzgorri Tres Mugas». *Ciepsa* (inédito).
- (1971).—«Estudio hidrogeológico de Salvatierra». *C. G. S.* (inédito).
- (1973).—«Informe geológico de la Unidad hidrogeológica de Urbasa-Montes de Vitoria». *C. G. S.* (inédito).
- CIRY, R. (1951).—«L'Evolution paleogeographique de l'Espagne septentrionale au cretace inferieur». *Inst. Geol. Min. de España. Libro Jubilar*, tomo 2, pp. 17-51.
- (1967).—«Etude paleogeographique et structurale de la région Basco-Cantabrique». *C. R. Soc. Geol. France*, núm. 9, pp. 391-394.
- CIRY, R., y MENDIZABAL, J. (1949).—«Contribution à l'étude du Cénomanien et du Turonien des confins septentrionaux des provinces de Burgos, d'Alava et Navarra». *Ann. Hébert et Haug. (livre Jub. Charles Jacob)*, tomo 7, pp. 61-79.
- CIRY, R., y RAT, P. (1950).—«Sur la présence d'une microfaune Maestrichtienne près de Vitoriano (Alava)». *Munibe*, fasc. 2, pp. 66-79, 4 figs., 1 pl. San Sebastián.

- CIRY, R.; RAT, P.; MANEIN, J. Ph.; FEUILLEE, P.; AMIOT, M.; COLCHEN, M., y DELANCE, J. H. (1967).—«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 formaciones 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 conocimiento de la Estratigrafía del Terciario Continental de Navarra y Rioja». *Notas y Com. IGME*, núm. 90, pp. 53-76, Madrid.
- CUMINGS, E. R. (1932).—«Reefs or bioherms?». *Geol. Soc. América, Bull.*, volumen 43, núm. 1, pp. 331-352, New York.
- DAHM, M. (1966).—«Stratigraphie und palaeogeographie im Kantabrischen Jura (Spanien)». *Tesis Un. Bonn. Beih. Geol. JB.*, vol. 44, pp. 13-54.
- FEUILLEE, P. (1963).—«Presencia del Cenomanense en la parte sur-este de los Montes Obarenes (Pancorbo, Foncea, Cellórigo), provincia de Burgos». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. España*, núm. 69, pp. 259-262, Madrid.
- (1963).—«Sur l'extension et les facies du Cénomanien dans la region de Mena (Espagne)». *C. R. Somm. Geol. France Paris*, núm. 3, pp. 97-98.
- (1967).—«Le Cénomanien des Pyrénées basques aux Asturies; essai d'analyse stratigraphique». *Mem. Soc. Geol. France. Nouvelle Serie*, tomo 46, vol. 108, pp. 1-343.
- FEUILLEE, P., y NEUMANN, M. (1963).—«Les faciès à Alveolinidés du Cénomanien dans le Nord de l'Espagne». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, 7, pp. 221-223, Paris.
- FEUILLEE, P., y RAT, P. (1962).—«Les foraminifères du "Flysch à Boules" (Cénomanien supérieur) entre Espinosa et Alsasua». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, pp. 172-173.
- (1971).—«Structures et paléogeographies pyrénéo-cantabriques». *Publ. Inst. Fr. du Pet.*, Col. coloc. y sem. núm. 22, tomo 2, vol. 1, p. 48.
- FEUILLEE, P., y SIGAL, J. (1964).—«Presence d'un niveau à *Globotruncana helvetica* BOLLI dans la region Bas-Cantabrique». *C. R. Somm. Geol. France*, núm. 5, pp. 201-203.
- GIANNINI, G. (1965).—«Geología y posibilidades petrolíferas de la Cuenca Cantábrica». *Ciepsa* (inédito).
- (1967).—«Sierra de Cantabria-Treviño-Aramayona. Corte geológico y nota explicativa». *Ciepsa* (inédito).
- (1968).—«Parte central de los permisos de Vitoria: Cortes geológicos evolutivos». *Ciepsa* (inédito).
- (1968).—«Evaluación del Surco Terciario del Ebro en relación con la posible presencia del Mesozoico». *Ciepsa* (inédito).

- GOMEZ DE LLARENA, J. (1946).—«Revisión de algunos datos paleontológicos del Flysch Cretáceo y Nummulítico de Guipúzcoa». *Notas y Comun. Inst. Geol. y Min. de España*, núm. 15, pp. 113-162, Madrid.
- (1954).—«Observaciones geológicas en el flysch Cretácico Nummulítico de Guipúzcoa». *I. Monogr., Ins. «Lucas Mallada»*, núm. 13, C. S. I. C., Madrid.
- (1956).—«Observaciones geológicas en el flysch Cretácico Nummulítico de Guipúzcoa». *II Monogr. Inst. «Lucas Mallada»*, núm. 15, C. S. I. C. Madrid.
- (1958).—«Datos paleontológicos del flysch litoral de Guipúzcoa. El Vraconiense de septarias de Motrico». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. España*, número 50, Madrid.
- GREKOFF, N. (1953).—«Sur l'utilisation des microfaunes d'Ostracodes dans la stratigraphie précise du passage Jurassique-Crétacé (faciès continen-taux)». *Rev. Inst. Franc. du Pétrol.*, vol. 8, núm. 7, pp. 362-379, 1 fig., 10 tab., Paris.
- HENTSCHEL, H. (1964).—«Reinvestigation of the Eastern part of the Sierra de Cantabria and adjacent areas». *Ciepsa* (inédito).
- HERNANDEZ-PACHECO, E. (1912).—«Ensayo de síntesis geológica del Norte de la Península Ibérica». *Junta Ampl. Est. e Inv. Cient., Mem. 7*, 126 pp., 33 figs. Madrid.
- HERNANDEZ PACHECO, F. (1950).—«Esquema geológico del País Vasco en los límites de Guipúzcoa con Navarra, seguido de un ensayo de síntesis de la obra de Pierre Lamare: "Recherches géologiques dans les Pyrénées basques d'Espagne"». *Munibe*, fasc. 3, pp. 121-131, 3 figs., San Sebastián.
- HUTTNER, H. (1955).—«Geologische Untersuchungen in der Sierra de Cantabria zwischen Monts Obarenes und Monte Codes». *Ciepsa* (inédito).
- HOFKER, J. JR. (1965).—«Some Foraminifera from the Aptian-Albian passage of northern Spain». *Leidsche Geol. Meded.*, vol. 23, pp. 183-189.
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1971).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Explicación de la Hoja núm. 12, Bilbao». *Inst. Geol. y Min. de España*, pp. 1-27.
- (1973).—«Estudio geológico de la provincia de Alava». *Mem. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 83, Madrid.
- (1971).—«Mapa geológico de España. Escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Explicación de la Hoja núm. 21, Logroño». *Inst. Geol. y Min. de España*, pp. 1-30.
- JEREZ, L.; ESNAOLA, J. M., y RUBIO, V. (1971).—«Estudio geológico de la provincia de Guipúzcoa». *Mem. IGME*, tomo 79.
- KARRENBERG, H. (1934).—«Die postvariscische Entwicklung des Kantabroasturischen Gebirges (Nordwest Spanien)». *Beit. Geol. Westl. Mediterr.*, Berlín (traducción de J. Gómez de Llanera en *Publ. Extr. Geol. Esp.*, volumen 3, pp. 103-225, Madrid).

- KIND, H. D. (1967).—«Diapire und Alttertiär im südöstlichen Baskenland (Nordspanien)». *Beich. Geol. J. B.*, 5, 66. Hannover.
- LAMARE, P. (1923).—«Sur quelques particularités de la structure du pays Basque Espagnol». *Bull. Soc. Geol. France*, tomo 4, vol. 23, pp. 185-192.
- (1936).—«Recherches Géologiques dans les Pyrénées Basques d'Espagne». *Mem. Soc. Geol. France*, tomo 12, vol. 27, núm. 6, pp. 1-465.
- LARRAZET, M. (1895).—«Notas estratigráficas y paleontológicas acerca de la provincia de Burgos». *Bol. Com. Map. Geol. España*, tomo 22, pp. 121-143.
- (1896).—«Recherches géologiques en la région orientale de la province de Burgos et sur quelques points des prov. de Alava et Logroño». *These Fac. Sciences de Paris*, pp. 1-310.
- LOGTERS, H., y VOORT, H. (1968).—«Die Gastain-Structur». *Souderd. Geol. Ruds chan.*, pp. 455-472.
- LOTZE, F. (1958).—«Geologische karte des Pyrenaisch-Kantabrischen Grenzgebietes».
- (1960).—«Zur Gliederung der Oberkreide in der Baskischen depression (Nordspanien)». *Neves Jhrb. Geol. Paleont. Monatsh.*, núm. 3, pp. 132-144.
- MALLADA, L. (1875).—«Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, tomo II, pp. 1-160, lám. 1-11, Madrid.
- (1893).—«Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, tomo 18, pp. 1-253.
- (1902).—«Explicación del mapa geológico de España. Sistemas Permiano, Triásico, Liásico y Jurásico». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, tomo 4.
- (1904).—«Explicación del Mapa Geológico de España. Sistemas Infracretáceo y Cretáceo». *Mem. Com. Mapa Geol. de España*, tomo 5.
- (1907).—«Explicación del Mapa Geológico de España; Sistemas Eoceno, Oligoceno y Mioceno». *Mem. Com. Mapa Geol. de España*, tomo VI, Madrid.
- MANGIN, PH. (1959).—«Le Nummulitique sud-pyrénéen a l'ouest de l'Aragón». *Pirineos*, núm. 51, pp. 1-631.
- MANGIN, PH., y RAT, P. (1962).—«L'Evolution post-hercynienne entre Asturies et Aragón (Espagne)». *Mem. Soc. France (Livre a la Mem. du prof. P. Fallot)*, tomo 1, pp. 333-349.
- MANGIN, PH., y FEYSOT, CL. (1972).—«Etude Petrologique de quelques ophiolites de la cote septentrional Espagnole». *Annales scientifiques de l'université de Besancon (Geologie)*, tomo 3, vol. 17, pp. 39-45.
- MANIEZ, F. (1972).—«*Spiroplectamminoides* nouveau genre de Foraminifères des formations Paraurgoniennes Cantabriques (Espagne)». *Rev. Esp. de Microp. número extraordinario*, pp. 179-199.
- MENDIZABAL, J. (1923).—«Deslinde del Eoceno en la provincia de Guipúzcoa». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 44, pp. 449-453, Madrid.

- MENDIZABAL, J., y CINCUNEGUI, M. (1941).—«Estudio de la cuenca hidro-lógica del condado de Treviño». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 55.
- MENGAUD, L. (1920).—«Recherches géologiques dans la région Cantabrique». *Livr. Sc. J. Herman.*, pp. 1-374.
- MOULLADE, M. (1963).—«Etat actuel des connaissances sur les Orbitolinidae (Foraminifères) du Crétacé Inférieur mesogéen». *Colloque Crét. Inf. France*, Prétirage. Lyon.
- OECHSLE, E. (1963).—«Geologische Studien im Raume Bilbao-Llodio-Durango. 1:50.000». *Informe interno de CIEPSA* (inédito).
- OLAGUE, I. (1931).—«Datos paleontológicos de la región Vasco-Navarra». *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, vol. 31, pp. 671-672, Madrid.
- PLAZIAT, J. Cl. (1970).—«Le limite crétacé-tertiaire en Alava méridionale (Pays basque espagnol): le Rognacien n'y pas l'équivalent continental du Danien». *C. R. Somm. Soc. Géol. France*, 3, pp. 77-78, Paris.
- PFLUG, R. (1960).—«Tektonik der Sierra de Cantabria». *Ciepsa* (inédito).
- RAMIREZ DEL POZO, J. (1965).—«Conclusiones bioestratigráficas y evolución de biofacies en el Jurásico y Cretácico de la Cuenca Cantábrica». *Ciepsa* (inédito).
- (1967).—«Estratigrafía resumida de los sondeos de CIEPSA». *Ciepsa* (inédito).
- (1967).—«Estudio estratigráfico y micropaleontológico del área de Maestu». *Ciepsa* (inédito).
- (1967).—«Estudio micropaleontológico y estratigráfico de la zona de Tesla-Frías-Oña». *Ciepsa* (inédito).
- (1969).—«Bioestratigrafía y Microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (Resumen)». *Acta Geológica Hispánica*, t. 4, núm. 3, pp. 49-59.
- (1969).—«Síntesis Estratigráfica y Micropaleontológica de la facies Purbeckiense y Wealdense del Norte de España». *Ediciones Cepsa*, S. A., pp. 1-68.
- (1971).—«Algunas observaciones sobre el Jurásico de Alava, Burgos y Santander». *Memoria y Comunic. del I. Coloq. de Estrat. y Paleogeogr. del Jur. España, Cuadernos Geol. Ibr.*, vol. 2, pp. 491-508.
- (1971).—«Bioestratigrafía y Microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (Región Cantábrica)». *Mem. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 78, pp. 1-375, y Ediciones CEPESA, 3 tomos.
- (1973).—«Síntesis geológica de la provincia de Alava». *Institución «Sancho el Sabio»*, Vitoria.
- RAMIREZ DEL POZO, J., y AGUILAR TOMAS, M. J. (1967).—«Estratigrafía del Aptense y Albense de la zona de Durango (Vizcaya) y estudio de la sedimentación de arcillas con formación de figuras «en bolas concéntricas». *Acta Geol. Hispánica*, núm. 5, año II, C. S. I. C., Barcelona.

- (1972).—«Consideraciones sedimentológicas y paleogeográficas de las facies Purbeckiense y Wealdense de la cubeta de Santander-Burgos». *Estudios geológicos*, vol. 28, pp. 173-192.
- RAT, P. (1954).—«Observations sur les facies saumâtres et marins de la base du Wealdien dans l'Est de la province de Santander (Espagne)». *C. R. Seanc. Acad. Scienc.*, tomo 239, pp. 1820-1821.
- (1956).—«Esquisse d'une histoire de la sédimentation dans les régions du litoral basco-cantabrique au Crétacé». *Actes du 2^{eme} congr. intern. d'etud. Pyrénées*, tomo 2, pp. 147-157.
- (1959).—«L'extension vers l'Ouest du Crétacé supérieur à Faciès Basque». *Colloque sur le Crétacé supérieur en France (84 Congr. Soc. Sav. Paris) Dijon*, pp. 523-533.
- (1959).—«Les milieux Urgoniens Cantabriques». *Bull. Soc. Geol. France (7^e série)*, tomo 1, pp. 378-384.
- (1959).—«Les pays Crétacés Basque-Cantabriques (Espagne)». *Publ. Univ. Dijon*, núm. 18, pp. 1-525.
- (1960).—«Le milieu et le développement des Orbitolines (Foraminifères)». *Bull. Soc. Geol. France, Ser. 7*, tome 1, pp. 651-657, Paris.
- (1963).—«Problemes du Crétacé inférieur dans les Pyrénées et le nord de l'Espagne». *Sonderd. Geol. Rudschau*, núm. 53, pp. 205-220.
- (1969).—«Donnes nouvelles sur la Stratigraphie et les variations sédimentaires de la série Purbeckiense-Wealdienne au Sud de Santander (Espagne)». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, núm. 6, pp. 216-217.
- REY, R.; RICART, J., y SANCHEZ PAUS, J. (1964).—«Informe geológico sobre la región de Salvatierra-Alsasua». *Ciepsa* (inédito).
- RIBA, O. (1954).—«El Terciario continental de la Rioja Alta y de la Bureba». *Ciepsa* (inédito).
- (1955).—«Sur le type de sédimentation du Tertiaire continental de la partie ouest du bassin de l'Ebre». *Souderd. Geol. Rudschau*.
- (1956).—«La cuenca Terciaria de Miranda-Treviño». *Ciepsa* (inédito).
- (1961).—«Sobre el Terciario de Treviño». *Ciepsa* (inédito).
- (1964).—«Nuevas observaciones sobre el Terciario continental del Valle del Ebro». *Ciepsa* (inédito).
- RIOS, J. M. (1947).—«Diapirismo». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 60, pp. 152-232.
- (1949).—«Nota acerca de la geología Cantábrica en parte de las provincias de Vizcaya y Santander». *Not. y Com. del Inst. Geol. Min. de España*, núm. 19, pp. 95-111.
- (1952).—«El diapiro de Murguía (Alava) y comentarios al "flysch de bolas". Cenomanense de la misma región». *Notas y Com. Inst. Geol. Min. España*, número 28, pp. 49-87, Madrid.

- (1954).—«Bosquejo geológico de parte del País Vasco-Cantábrico (de Laredo a Durango, Vitoria y la Barranca)». *Pirineos*, núm. 31, pp. 7-32.
- (1956).—«El sistema Cretáceo en los Pirineos de España». *Mem. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 57, pp. 1-128.
- RIOS, J. M.; ALMELA, A., y GARRIDO, J. (1945).—«Contribución al conocimiento de la geología Cantábrica (un estudio de parte de las provincias de Burgos, Alava y Vizcaya)». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 58, pp. 45-228.
- RIOS, J. M., y ALMELA, S. (1962).—«Dos cortes geológicos a través del sistema Cantábrico». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. de España*, núm. 27, pp. 278-279.
- RIOS, L. (1967).—«Estudio geológico de campo de las Sierras al Sur de la Depresión de Villarcayo». *Ciepsa* (inédito).
- (1967).—«Reconocimiento de la estructura de Miravalles». *Ciepsa* (inédito).
- ROMERO, J. (1942).—«Nuevas notas acerca de las ofitas y monografía de la de Vitoria (Alava)». *Not. y Com. IGME*, núm. 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*, tomo LXV, Madrid.
- SAENZ, C. (1932).—«Notas para el estudio de las facies wealdica española». *Asoc. Esp. para el progreso de las Ciencias*.
- (1940).—«Notas acerca de la estratigrafía de la parte occidental del País Vasco y NE. de la provincia de Burgos». *Las Ciencias*, tomo 5, núm. 1, pp. 53-67.
- (1942).—«Notas y datos de estratigrafía española. Acerca de un yacimiento fosilífero alavés». *Bol. Real. Soc. Hist. Nat. Esp.*, tomo 40, pp. 105-106, Madrid.
- (1943).—«Notas y datos de estratigrafía española-8. Del Wealdense del alto Ebro». *Bol. Real Soc. Española Hist. Natural*, tomo 41, p. 115.
- SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1952).—«Las erupciones y las rocas volcánicas de las Vascongadas».
- SCHMIDT, O. (1965).—«Geologic summary and evaluation of CIEPSA Vitoria permits». *Ciepsa* (inédito).
- (1965).—«Mapas geológicos y cortes escala 1:50.000». *Ciepsa* (inédito).
- SCHRIEL, W. (1945).—«La Sierra de la Demanda y los Montes Obarenes». *Inst. Juan Sebastián Elcano, C. S. I. C., Madrid*. (Traduc. del alemán por L. García Sáinz y J. G. Llerena.)
- SOLER, R. (1971).—«Estudio geológico de la Sierra de Aralar, cuenca cantábrica oriental». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 82, pp. 406-428.

- STACKELBERG, U. (1960).—«Der diapir von Murguía (Nordspanien)». *Tesis Univ. Bonn* (inédito).
- VALLE, A. DEL; MENDIZABAL, J., y CINCUNEGUI, M. (1933).—«Memoria explicativa de la Hoja núm. 139 (Eulate). Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000». *Inst. Geol. Min. de España*, Madrid.
- (1938).—«Memoria explicativa de la Hoja núm. 112 (Vitoria). Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000». *Inst. Geol. Min. de España*, Madrid.
- VERNEUIL, E. (1852).—«El terreno Cretáceo en España». *Revista Minera*, tomo 3, pp. 339-471.
- VOORT, H. B. (1964).—«Zum Flyschproblem in frn. Westpirenean». *Geol. Rundsch.*, núm. 53, pp. 220-233.
- WIEDMANN, J. (1964).—«Le Crétacé supérieur de l'Espagne et du Portugal et ses Cephalopodes». *Estudios Geológicos*, vol. 20, pp. 107-148.

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



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA