



IGME

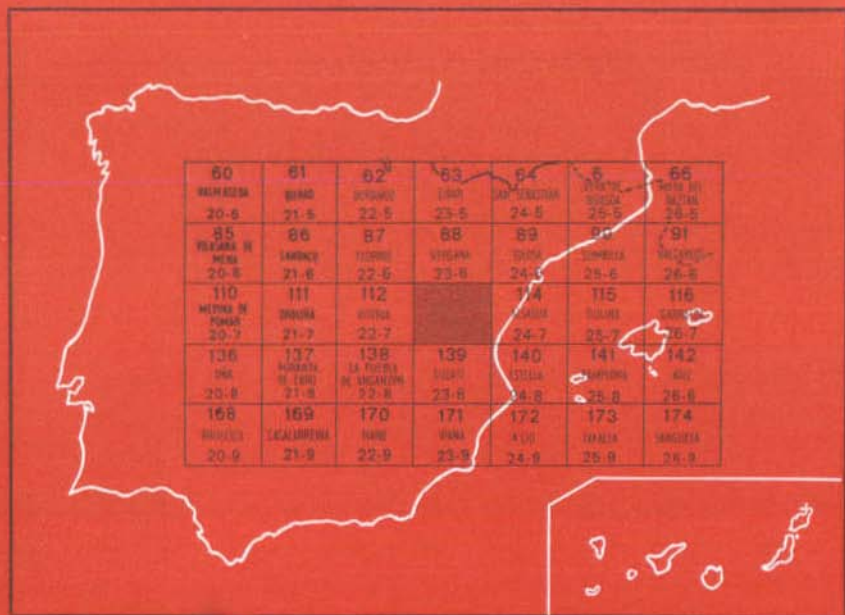
113**23-7**

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

SALVATIERRA

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

SALVATIERRA

Segunda serie - Primera edición

**SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA**

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

La cartografía y trabajos de campo se deben a P. del Olmo Zamora, J. M. Portero García y F. Carreras Suárez.

La redacción de la presente Memoria ha sido realizada por J. M. Portero García, F. Carreras Suárez, P. del Olmo Zamora y J. Ramírez del Pozo.

Los trabajos de laboratorio, sedimentología y micropaleontología han sido llevados a cabo por M. Aguilar, J. Ramírez del Pozo y M. C. Leal, respectivamente.

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

Supervisión del IGME: T. Olaverri Capdevila.

INFORMACION COMPLEMENTARIA

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

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

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

Depósito Legal: M - 25.477 - 1978

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

1 INTRODUCCION

Se sitúa la Hoja de Salvatierra dentro de las provincias de Alava, Navarra y Guipúzcoa, coincidiendo los límites de las tres en la cima denominada Tres Mugas, a 1.110 m. de altura. Geológicamente está enclavada en la parte centro-oriental de la Cuenca Cantábrica.

Desde el punto de vista morfológico se pueden destacar tres zonas claramente diferenciables, que geográficamente corresponden a los «Montes Vascos», en la zona centro-septentrional; la «Llanada Alavesa», en la mayor parte de la zona centro-meridional, y la «Sierra de Urbasa», en el sector sur-oriental.

Los «Montes Vascos» ocupan la región más elevada dentro de la Hoja, con una cota máxima de 1.544 m., correspondiente al Aitzgorri. Litológicamente están formados por materiales pertenecientes al Cretácico Inferior, dominando los materiales detrítico-terrágenos, margosos y calizos, dando estos últimos los relieves más acusados por la competencia de las calizas recifales del Aptiense y Albiense Inferior.

La «Llanada Alavesa» comprende la zona más deprimida de la Hoja, formando un pasillo entre los «Montes Vascos» y la «Sierra de Urbasa». Está compuesta litológicamente por sedimentos margosos del Cretácico Superior, y rellena por materiales solapantes del Cuaternario depositados en las cuencas hidrográficas del Zadorra, en el sector occidental, y del Araquil, en el oriental, alimentadas ambas por arroyos, en su mayor parte intermitentes.

Por último, la «Sierra de Urbasa», en el sector sur-oriental, comprende la estribación septentrional del amplio sinclinal de Urbasa, que cruza, más al Sur, las Hojas de Estella, Eulate y La Puebla de Arganzón. Morfológicamente forma una extensa mesa, compuesta litológicamente por sedimentos carbonatados del Maastrichtiense y Terciario marino. Las calcarenitas y dolomías de base respectivas destacan topográficamente, dando crestones que dibujan el contorno de dicha sierra, cuya altura máxima raramente supera los 1.000 m.

En resumen, en la Hoja están representados sedimentos del Cretácico Inferior, Cretácico Superior, Paleoceno, Eoceno y Cuaternario, correspondiendo la mayor superficie de afloramiento al Cretácico Inferior y Superior.

Desde el punto de vista tectónico y estructural se pueden diferenciar dos áreas distintas en la Hoja, una al Norte, formada por el «Anticlinal Vizcaíno» y estribaciones septentrionales, y otra al Sur, en la que se enclavan el «Surco Alavés» y el «Sinclinal de Urbasa».

El «Anticlinal Vizcaíno» es una amplia estructura de dirección general NO.-SE. vergente al Norte, constituida por materiales del Cretácico Inferior de facies Weald, y del Aptiense marino, cabalgantes sobre sedimentos del Albiense Medio-Superior.

El «Surco Alavés» lo compone un potente paquete de sedimentos, en su mayor parte margosos, localizados entre el flanco sur del «Anticlinal Vizcaíno» y el borde norte del «Sinclinal de Urbasa-Treviño». Es un área de máxima subsidencia durante el Cretácico Superior, facilitado por el levantamiento gradual del «Anticlinal Vizcaíno» (Montes Vascos) y el «Macizo del Ebro». En líneas generales es un amplio monoclinal afectado por pliegues secundarios de poco desarrollo.

Por último, el «Sinclinal de Urbasa» consiste en un extenso sinclinal de suave configuración, de dirección ENE.-OSO., compuesto por sedimentos carbonatados del Maastrichtiense y del Terciario marino.

Las explotaciones mineras son prácticamente nulas en toda la Hoja. Es conocida únicamente una labor en el sector nor-oriental, en donde se beneficiaban calamina, galena y blenda.

Se conocen varias canteras que explotan las calizas recifales del Albiense Superior y margas del Cenomaniense Inferior y Cretácico Superior, bien como áridos o aplicables a la industria del cemento.

Desde el punto de vista hidrogeológico, en general la Hoja tiene poco interés al estar formada en su mayor parte por materiales impermeables, o con porosidad intersticial restringida, destacando únicamente el flanco sur del «Anticlinal Vizcaíno», formado por calizas arrecifales del Aptiense-Albiense Inferior, y el pequeño sector del Terciario marino del ángulo sur-oriental, que sirve como área de recarga al «Sinclinal de Urbasa».

Las investigaciones petrolíferas se reducen al sondeo de Aitzgorri-1, realizado por la compañía ENPENSA, con resultados negativos.

La Hoja de Salvatierra ha sido realizada partiendo de una información estratigráfica y cartográfica pertenecientes a CIEPSA y C.G.S., constituida por una serie de informes y mapas inéditos que han servido de gran ayuda para la realización de este trabajo.

Destacamos, entre otros, los siguientes:

- R. REY, J. SANCHEZ-RIVAS y J. RICART (1964).—«Informe geológico sobre la región de Salvatierra-Alsasua». CIEPSA (inédito).
- O. SCHMIDT (1965).—«Recopilación cartográfica de diferentes geólogos de CIEPSA» (inédito).
- F. CARRERAS (1968).—«Informe geológico área de Aitzgorri-Tres Mugas». CIEPSA (inédito).
- F. CARRERAS (1971).—«Estudio hidrogeológico de Salvatierra». C.G.S. (inédito).
- F. CARRERAS (1973).—«Informe geológico de la unidad hidrogeológica Urbasa-Montes de Vitoria». C.G.S. (inédito).

La Hoja de Salvatierra, así como las de Landaco (21-06), Elorrio (22-06), Vitoria (22-07), La Puebla de Arganzón (22-08), Eulate (23-08) y Casalarreina (21-09), pertenecientes a los bloques 5-6, 5-7 y 5-8, han sido realizadas por la Compañía General de Sondeos, S. A., utilizando un equipo de su Departamento de Geología constituido por los geólogos J. Ramírez del Pozo, F. Carreras, J. M. Portero, P. del Olmo, A. Olivé, M. Aguilar, J. M. Martín-Alafont y M. C. Leal Martín.

2 ESTRATIGRAFIA

Los sedimentos aflorantes en la Hoja de Salvatierra corresponden al Cretácico Inferior, Cretácico Superior, Paleoceno, Eoceno y Cuaternario.

En el Cretácico Inferior, en facies Purbeck y Weald, se sitúa en el núcleo del «Anticlinal Vizcaíno», estando en contacto normal con los sedimentos suprayacentes del Aptiense marino o bien en contacto tectónico, por medio de falla inversa, con materiales del Albiense.

El resto del Cretácico Inferior se dispone en ambos flancos del «Anticlinal Vizcaíno» y en sus estribaciones septentrionales (Anticlinorio de Eche-gárate), con sedimentos carbonatados y terrígenos.

El Cretácico Superior está ampliamente representado en la mitad meridional de la Hoja, formando un potente monoclinall levemente estructurado, constituyendo parte del flanco sur del «Anticlinal Vizcaíno» y del borde norte del «Sinclinal de Urbasa». También existe un pequeño retazo en un sinclinal fallado que limita al Norte con la terminación periclinall del Anticlinal Vizcaíno.

Los sedimentos del Cretácico Superior son totalmente margosos, excepción hecha del Cenomaniense Inferior, que se compone de limolitas y margas arenosas.

El Paleoceno y Eoceno representan al Terciario marino aflorante en el extremo sur-oriental de la Hoja, entrando a formar parte de un pequeño sector correspondiente al amplio «Sinclinal de Urbasa», con materiales compuestos en un alto porcentaje por calcarenitas bioclásticas y dolomías, y con una limitada representación de conglomerados calcáreos y arcillas rojas.

Dentro del Cuaternario, los aluviones tienen escasa importancia, teniendo un mayor carácter representativo los coluviones provenientes de las areniscas del Albiense Medio, así como de las calcarenitas y dolomías del Maastrichtiense y Daniense que forman las cornisas de la mesa morfológica de la Sierra de Urbasa.

2.1 MALM Y CRETACICO INFERIOR NO MARINOS

2.1.1 MALM-BARREMIENSE EN FACIES PURBECK Y WEALD (Jp33-C_{w14})

Han tenido que agruparse en esta unidad comprensiva los sedimentos aflorantes en el ángulo noroccidental de la Hoja, así como los que forman el núcleo del «Anticlinal Vizcaíno» en la parte central del área estudiada, debido a la tectónica compleja con que aparecen afectados, ya que se encuentran en contacto por falla con los sedimentos terrígenos del Albiense, no pudiendo diferenciarse las facies Purbeck y Weald. Esta formación tiene continuidad en la Hoja núm. 22-06, Elorrio, y ha sido estudiada por el mismo equipo de geólogos que la presente. En la Hoja de Elorrio esta unidad está compuesta por unos 500 m. de arcillas grises, negras muy apizarradas, entre las que se intercalan calizas tableadas oscuras, con laminación paralela (micritas arcillosas). Es muy probable que en el ámbito de la Hoja no afloren los niveles inferiores correspondientes al Portlandiense, aunque se le incluye en la sigla a este piso, con el fin de que quede unificada con otras Hojas.

En este tramo se han reconocido (RAMIREZ DEL POZO, 1971) una serie de Lamelibranchios que en determinaciones de QUINTERO corresponden a *Cyrena angulosa* ROEMER, *Cyrena nuculaeformis* DUNKER, *Cyrena lato-ovata* DUNKER, *Cyrena sublaevis* ROEMER y *Cyrena purbeckiensis* STRUCK. Nosotros hemos encontrado también en estos niveles inferiores algunos Ostrácodos en malas condiciones de conservación, entre los que se han podido reconocer *Darwinula leguminella* (FORBES) y *Cypridea* sp, que no permiten hacer asignaciones estratigráficas precisas, dada la amplia dispersión vertical de ambos microfósiles.

Los términos superiores están constituidos por arcillas grises y ocreas y areniscas amarillentas de grano fino a medio (subarcosas con feldespatos

calcosódicos y cuarzarenitas). La potencia media de este tramo es de unos 400 m. y se atribuye a la facies Weald por su posición estratigráfica.

2.2 CRETACICO INFERIOR

2.2.1 APTIENSE INFERIOR (C_{15}^1)

Por encima de la unidad anteriormente descrita y en el ángulo nororiental de la Hoja, aflora una serie compuesta por areniscas calcáreas y arcillas, con calcarenitas con Ostreidos a techo de la formación (C_{15}^1). El afloramiento es relativamente pequeño dentro de la Hoja, pero tiene continuidad lateral en la colindante Hoja de Vitoria (22-07). Debido a la posición estratigráfica de esta unidad, la atribuimos al Aptiense Inferior.

2.2.2 APTIENSE A ALBIENSE INFERIOR (Cc_{15-16}^{0-1} y C_{15-16}^{0-1})

Aflora en la mitad septentrional de la Hoja estudiada, formando parte de los flancos del «Anticlinal Vizcaíno», así como en el sector nor-oriental del «Anticlinorio de Echegárate». Las calizas arrecifales masivas (Cc_{15-16}^{0-1}) destacan morfológicamente en el flanco sur de dicho anticlinal, dando lugar a los relieves más fuertes de la región (Sierra del Aitzgorri).

Su estudio se ha realizado en las secciones estratigráficas de Goronaeta-Hermua (X: 698.750; Y: 933.600; Z: 540) y de Aitzgorri SE. (X: 711.350; Y: 925.700; Z: 1.060).

La unidad cartográfica (Cc_{15-16}^{0-1}) es un episodio de construcción arrecifal, constituido fundamentalmente por calizas de aspecto masivo, aunque localmente se observen zonas bien estratificadas.

Las litologías corresponden a biomicritas, biosparitas y biopelsparitas con Rudistos, Lamelibranquios y Orbitolinas.

A techo de la formación y en las secciones antes citadas aparece la siguiente asociación de microfauna: *Simplorbitolina manasi* (CIRY y RAT), *Orbitolina (M) texana texana* (ROEMER), *Orbitolinopsis* cf. *couvillieri* MOULADE, *Sabaudia minuta* (HOFKER), *Baccinella irregularis* (RADIOICIC), *Solenopora* sp, *Tritaxia* sp, *Quinqueloculina* sp.

La potencia de la formación sobrepasa los 500 m. en el centro de la Hoja. Esta unidad de calizas arrecifales cambia lateralmente de facies a la unidad (C_{15-16}^{0-1}), constituida fundamentalmente por calizas arcillosas y margas con intercalaciones de arcillas y areniscas, presentándose con esta facies en el ángulo nororiental (zona de Echegárate).

A estas dos unidades cartográficas (Cc_{15-16}^{0-1} y C_{15-16}^{0-1}) corresponde una edad comprendida entre el Bedouliense y el Albiense Inferior.

2.2.3 APTIENSE SUPERIOR A ALBIENSE INFERIOR (C_{15-16}^{3-1} y C_{15-16}^{3-1})

La unidad cartográfica (C_{15-16}^{3-1}) aflora en el extremo nororiental de la Hoja y está constituida por margas hojosas con intercalaciones de calizas arcillosas (biomicritas) muy ricas en microfauna.

La unidad se estudia en la sección de Goronaeta-Hermua, donde tiene 250 m. de potencia, y en ella aparece la siguiente asociación de microfauna: *Orbitolina (M) texana texana* (ROEMER), *Eoguttulina anglica* (CUSHM. y OZAWA), *Globorotalites bartensteine* BETT., *Tritaxia pyramidata* REUSS, *Lenticulina* sp., *Ammobaculites* sp.

Constituye un cambio lateral de facies de la formación (C_{15-16}^{0-1}) de calizas arrecifales en esta parte de la Hoja y su edad corresponde al Clansayense y base del Albiense.

Dentro de la unidad (C_{15-16}^{3-1}) se ha cartografiado un conjunto de sedimentos constituido por arcillas apizarradas, de tonos grises oscuros, con intercalaciones de delgados niveles de areniscas de grano fino a medio. Esta formación aflora en la mitad norte de la Hoja, y ha sido estudiada en la sección Goronaeta-Hermua, donde tiene una potencia superior a los 400 m., disminuyendo paulatinamente su espesor en las direcciones Este y Oeste hasta llegar a desaparecer, como puede observarse en la sección Aitzgorri SE.

2.2.4 ALBIENSE INFERIOR-MEDIO (C_{16}^{1-2})

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

Esta unidad se apoya sobre la unidad anteriormente descrita, así como sobre las calizas arrecifales (C_{15-16}^{0-1}) y sobre la unidad (C_{15-16}^{0-1}) de margas y calizas arcillosas descritas en el apartado 2.2.2.

Este hecho da lugar a la existencia de una discordancia cartográfica que puede justificarse como una sedimentación en un dispositivo «traslapante» con una dinámica del medio muy superior a la anterior en la cuenca.

En cualquier caso, esto debe aceptarse con las debidas reservas a causa de la influencia que ha podido tener la configuración topográfica del fondo de la cuenca originada por el crecimiento de los arrecifes, fundamentalmente. De todos modos esta discordancia cartográfica no implica la existencia de hiatos erosivos o de no sedimentación, y muy probablemente tiene carácter local.

La potencia de esta formación es muy variable y está en función de la posición paleogeográfica.

En la sección de Goronaeta-Hermua tiene una potencia aproximada de 950 m., que disminuye hacia la zona oriental, donde se han medido 680 m. en la sección Aitzgorri SE. y 500 m. en la de Ilarduya (X: 714.750; Y: 920.450; Z: 605).

En esta última sección la formación se apoya directamente sobre la unidad (C₁₅₋₁₆⁰⁻¹) de calizas arrecifales, faltando, por tanto, la unidad (C₁₅₋₁₆³⁻¹). Fundamentalmente está constituida por bancos de areniscas lenticulares con estratificación cruzada, de grano medio a grueso, y color blanco-amarillento que, ocasionalmente, pasan a ser microconglomeráticas; dentro de estos bancos son frecuentes pequeños cantos blandos arcillosos y nódulos de materia carbonosa.

La edad de esta formación es Albiense Medio, aunque su base, en algunos puntos, llegue al Albiense Inferior.

2.2.5 ALBIENSE SUPERIOR (C₁₆³)

Aflora en forma casi continua en el flanco sur del Anticlinal Vizcaino, excepción hecha a la altura de la localidad de Eguino, y en el área formada por el Anticlinorio de Echegarate, estando compuesto fundamentalmente por arcillas arenosas apizarradas, con pequeñas concreciones ferruginosas, e intercalaciones de areniscas de grano fino a medio.

Esta unidad se ha estudiado en las secciones de Goronaeta-Hermua y Aitzgorri SE., ya citadas anteriormente, así como en la de Ciordia (X: 719.350; Y: 920.350; Z: 620).

En la primera, el espesor es del orden de 400 m., aproximadamente, presentando en las arcillas *Trochammina oblicua* TAPPAN, *Trochammina inflata* (MONTALGU), *Haplopragmoides platus* LOEBLICH, *Bathysiphon* sp.

En la de Aitzgorri SE. se estudian únicamente los 150 m. de base de esta unidad, conteniendo abundante microfauna, entre la que destacamos la siguiente: *Eoguttulina anglica* CUSH. y OZAWA, *Ammobaculites parvispira* TEN DAM, *Ammobaculites subcretacea* CUSH. y ALEX, *Spiroplectammina* cf. *elongata* BAR. y BAN., *Trochammina oblicua* TAPPAN, *Pattellina subcretacea* CUSH. y ALEX, *Hedbergella amabilis* LOEBL. y TAPP., *Nodosarella bulbosa* TEN DAM, etc.

Por último, en la sección de Ciordia el Albiense Superior está compuesto por 120 m. de arcillas limolíticas grises, arenosas, micáceas, con finas intercalaciones de areniscas en capas de 10 a 40 cm.

Contienen escasa microfauna, compuesta por: *Cytherella ovata* (ROEMER), *Ammobaculites subcretacea* CUSH. y ALEX, y *Dolocytheridea intermedia* OERTLI.

2.2.6 ALBIENSE SUPERIOR A CENOMANIENSE INFERIOR (C_{16-21}^{3-1} , Cc_{16-21}^{3-1} y Cm_{16-21}^{3-1})

El Albiense Superior y Cenomaniense Inferior están caracterizados en esta Hoja por sus continuos cambios laterales de facies.

En efecto, todo el tramo formado por las calizas arrecifales, que tiene un fiel exponente en la localidad de Eguino, pasa lateralmente a calcarenitas bioclásticas arenosas, biostrómicas, y éstas, a su vez, a arenas a veces microconglomeráticas y areniscas calcáreas. Hacia el techo, pasan a arcillas arenosas con grandes concreciones ferruginosas.

La unidad (Cm_{16-21}^{3-1}) se estudia en detalle en la sección de Ciordia, ya citada anteriormente, componiéndose de 100 m. de calcarenitas recristalizadas y calizas arcillosas (biomicritas) y margas. Las calizas tienen aspecto brechoide noduloso, con estratificación a veces difusa, otras tableadas con tonalidades pardas y grises. Se observan silicificaciones.

Contienen abundante microfauna, entre la que se destaca, en la base: *Patellina subcretacea* CUSH. y ALEX, *Eoguttulina anglica* CUSHM. y OZAWA, *Epistomina spinulifera* (REUSS), *Gavelinella intermedia* (BERTH.), *Cytherella parallela* (REUSS). A techo se observan, entre otros: *Hedbergella washitensis* (CARSEY), *Patellina subcretacea* CUSH. y ALEX, *Eoguttulina anglica* CUSHM. y OZAWA, *Pseudotextulariella cretosa* CUSH., *Arenobulimina conoidea* PERN., *Tritaxia pyramidata* REUSS y *Rotalipora appenninica* (O. RENZ).

La edad de esta unidad está datada según esta microfauna como Albiense Superior-Cenomaniense Inferior.

Como ya se ha dicho, esta unidad constituye el biostromo de la unidad (C_{16-21}^{3-1}), que se ha estudiado en la sección de Ilarduya (X: 714.750; Y: 920.450; Z: 605), en donde presenta una potencia de 600 m. aproximadamente, de calizas (biomicritas) gris blanquecinas, de aspecto masivo, reconociéndose la estratificación en algunos puntos. Destaca la profusión de organismos constructores, principalmente Corales y Rudistas. Se encuentran intercalaciones de calcarenitas gruesas muy recristalizadas. En la base de la formación se datan *Orbitolina (M) texana texana* (ROEMER), *Agardhiellopsis cretacea* LENDINE, *Lithotamnium* sp, *Archeolithothamnium* sp.

A techo de la formación se encuentra la *Orbitolina* gr. *concava* (LAMARK), *Paratrocholina lenticularis* (PAALZOW), *Lithophylum* sp y Algas calcáreas.

La edad de esta unidad va del Albiense Superior al Cenomaniense Medio, estando el tramo más completo en esta localidad ya descrita. Existen isleos de estas calizas, más o menos grandes, en toda la banda septentrional de la Hoja.

En cuanto a la unidad cartográfica (C_{16-21}^{3-1}), que constituye asimismo un cambio lateral de facies de las calizas arrecifales, aflora en forma de es-

trecha banda que, con dirección NO.-SE., recorre la Hoja de Salvatierra, teniendo continuación a lo largo de toda la Hoja de Vitoria (22-07), situada más al Oeste.

Está compuesta fundamentalmente por arcillas calcáreas, de tonalidades oscuras, con grandes concreciones ferruginosas, y margas con intercalaciones de calizas (biomicritas) y areniscas finas muy micáceas.

Esta unidad ha sido estudiada en las secciones de Goronaeta-Hermua y Ciordia, ya citadas anteriormente, estando la mayoría de los afloramientos cubiertos por suelos cuaternarios. También, en la colindante Hoja de Vitoria, se ha estudiado con detalle presentando una potencia de 350 m., aproximadamente. En ella se ha reconocido la siguiente microfauna: *Hedbergella washitensis* (CARSEY), *Rotalipora appenninica* (O. RENZ), *Praeglobotruncana delrioensis* (PLUMMER), *Marginulina aequivoca* REUSS, *Praeglobotruncana stephani* (GANDOLFI), *Cytherella ovata* (ROEMER), *Cythereis reticulata* (JONES e HINDE), *Pseudotextulariella cretosa* CUSHMAN, *Marssonella oxycona* (REUSS) y *Orbitolina* gr. *concava* (LAMARCK).

La potencia de la unidad en el extremo occidental (Goronaeta-Hermua) llega a sobrepasar los 800 m., lo que hace pensar en la existencia de un accidente tectónico importante enmascarado por los abundantes suelos cuaternarios. Hacia el Este la potencia se reduce considerablemente.

2.2.7 CENOMANIENSE MEDIO-SUPERIOR (C₂₁²³)

Se trata de un conjunto de carácter esencialmente margoso, en el que se intercalan niveles de calizas arcillosas que, en algunos casos, son nodulosas y dan lugar a una disyunción bolar que describieron CIRY y MENDI-ZABAL (1959) bajo el nombre de «flysch de bolas». Estas intercalaciones de calizas son normalmente biopelmicritas arcillosas y limolíticas, presentando la disyunción bolar principalmente en la parte alta de la unidad. Se extiende por una franja que con dirección NO.-SE. cruza la Hoja en su parte central, y su afloramiento, junto con el de los materiales que constituyen la unidad anteriormente descrita (C₁₆₋₂₁³⁻¹), originan un pequeño valle.

Esta unidad ha sido parcialmente estudiada en las secciones de Olazagutia (fuera de zona) y Galarreta (X: 708.495; Y: 923.850; Z: 680).

En la primera se estudian 50 m. del techo, que presentan *Rotalipora cushmani* MORROW, *Rotalipora greenhornensis* (MORROW), *Rotalipora turonica thomei* (BROTZ), *Praeglobotruncana stephani* (GANDOLFI).

En la de Galarreta se han estudiado 200 m. del techo de la unidad, con la misma microfauna anteriormente descrita, y además *Praeglobotruncana stephani turbinata* REICHEL, *Pseudovalvulineria cenomanica* BROTZ, *Arenobulimina conoidea* RERN y *Rotalipora globotruncanoides* SIGAL.

La mayor potencia de esta unidad se encuentra en el borde occidental de la Hoja, donde sobrepasa los 400 m. de espesor, reduciéndose considera-

blemente hacia el borde oriental de la misma, en donde afloran poco más de 150 m.

2.2.8 TURONIENSE (C_{22}^1) (C_{22})

En el tercio occidental de la Hoja la unidad cartográfica (C_{22}^1) aflora en forma de estrecha franja, situándose sobre la unidad anteriormente descrita (C_{21}^{33}), y acuñándose en las proximidades de la localidad de Zuazola.

Su potencia no sobrepasa los 15 m. en ningún punto de la zona estudiada, estando representada por un banco de calizas arcillosas (biomicritas limolíticas), con tramos calcareníticos que dan lugar a un resalte morfológico a lo largo del afloramiento.

Esta unidad, de edad Turoniense Inferior, contiene *Hedbergella* cf. *paradubia* (SIGAL), *Globotruncana* sp., *Pithonella sphaerica* (KAUFMANN), *Pithonella ovalis* (KAUFMANN), *Heterohelix* sp y *Marssonella* sp.

En los dos tercios orientales, la unidad estudiada anteriormente (C_{22}^1) no puede cartografiarse al estar representado todo el Turoniense por margas compactas, con intercalaciones de calizas arcillosas.

La unidad cartográfica (C_{22}) Turoniense ha sido estudiada en las secciones de Gordoia (X: 707.450; Y: 924.230; Z: 690) y Galarreta (X: 708.495; Y: 923.850; Z: 680).

En la de Gordoia se presentan 35 m. de calizas arcillosas (biomicritas y biopelmicritas) con intercalaciones de margas compactas, con *Globotruncana helvetica* BOLLI, *Globotruncana sigali* REICHEL, *Globotruncana coronata* BOLLI, *Globotruncana* cf. *fornicata* PLUMM., *Praeglobotruncana stephani* (GANDOLFI) y *Praeglobotruncana stephani turbinata* REICHEL.

En la sección de Galarreta la potencia de esta formación llega a ser de 150 m. aproximadamente. Esta potencia es anómala, al estar afectada por una falla normal, que repite parte de la serie. La microfauna es idéntica a la mencionada en Gordoia.

2.2.9 TURONIENSE MEDIO A SANTONIENSE INFERIOR (C_{22-24}^{2-1})

Está representado en el tercio centro-oriental de la Hoja, y la edad comprensiva de dicha unidad se debe a la inexistencia de diferenciaciones litológicas que permitan delimitaciones más finas.

La potencia media de la formación es superior a los 1.000 m., representados por una alternancia irregular de calizas arcillosas (biomicritas arcillosas y limolíticas, y pelmicritas recristalizadas), y margas compactas muy lajeadas con estratificación muy difusa.

En la base se distingue la siguiente microfauna: *Pithonella sphaerica* (KAUFMANN), *Pithonella ovalis* (KAUFMANN), *Globotruncana* sp, *Tritaxia* sp,

Pseudovalvulineria sp, *Ataxophragmiidae* sp, Ostrácodos y restos de Equinodermos.

En el techo de la formación aparece la siguiente microfauna: *Globotruncana concavata primitiva* DALB, *Globotruncana lapparenti tricarinata* QUE-REAU, *Globotruncana fornicata* PLUMMER, *Globotruncana lapparenti coronata* BOLLI, *Globotruncana angusticarinata* GANDOLFI, *Tritaxia tricarinata* REUSS, *Valvulina bullata* BROTZ, *Verneulina limbata* CUSHMAN, *Spiroplectammina longa* LALICK, *Lenticulina* sp, *Ammobaculites* sp, *Allomorphina* cf. *allomorphinoides* (BROTZEN), *Bathysiphon* sp, *Spiroplectammina baudouiana* D'ORB. y *Pseudovalvulineria* cf. *costata* (BROTZ).

2.2.10 CONIACIENSE A SANTONIENSE INFERIOR (C₂₃₋₂₄⁰⁻¹)

Esta unidad cartográfica aflora en los dos tercios centro-orientales de la Hoja, y ha sido estudiada en las secciones de Gordoia-N y Olazagutia, ya citadas anteriormente, y parcialmente en la de Galarreta.

Está representada por una alternancia irregular de calizas arcillosas (biomicritas arcillosas o limolíticas) y margas compactas lajeadas con carácter difuso.

En la sección de Gordoia-N tiene una potencia de 730 m. aproximadamente, mientras que en la de Olazagutia tiene alrededor de 600 m.

La asociación microfaunística es, entre otros, la siguiente: en la base, *Globotruncana coronata* BOLLI, *Globotruncana sigali* REICHEL, *Globotruncana* cf. *fornicata* PLUMM., *Globotruncana schneegansi* SIGAL, *Gaudryina rugosa* D'ORB., *Gyroidinoides nitida* REUSS, etc.

A techo se presentan *Globotruncana lapparenti* BOLLI, *Globotruncana fornicata* PLUMMER, *Vernuillina limbata* CUSHMAN, *Marssonella trochus* D'ORB., *Dorothia bullata* REUSS, *Allomorphina* cf. *allomorphinoides* (BROTZEN), *Bairdia* sp y *Lenticulina* sp.

2.2.11 SANTONIENSE MEDIO-SUPERIOR (C₂₄²³)

Esta unidad, junto con la que se describirá a continuación, es la que da lugar morfológicamente a la «Llanada Alavesa», que ocupa la mitad sur-occidental de la Hoja de Salvatierra.

Está formada por una alternancia irregular de calizas arcillosas (biomicritas arcillosas y micritas fosilíferas) bien estratificadas y margas poco compactas de color gris claro, más abundantes en el muro y en el techo de la formación.

Esta formación se ha estudiado en las secciones de Gordoia y Olazagutia, ya citadas anteriormente.

En la sección de Gordoia tiene una potencia aproximada de 500 m. y en

su base aparecen gran cantidad de Equinodermos (*Micraster coranguinum*), así como ejemplares de Lamelibranquios de gran tamaño.

En la base de esta unidad se encuentran: *Globotruncana concavata* BROTZ, *Globotruncana lapparenti lapparenti* BOLLI, *Globotruncana fornicata* PLUMMER, *Globotruncana lapparenti tricarinata* QUEREAU, *Clavulinoides aspera* CUSHM., *Gaudryna rugosa* D'ORB., *Marginulina trilobata* REUSS, *Tritaxia tricarinata* REUSS, *Verneulina limbata* CUSHM., *Fronicularia* sp, *Lenticulina* sp.

En el techo se han determinado: *Globotruncana* aff. *carinata* DALB., *Globotruncana* aff. *marginata* REUSS, *Globotruncana* aff. *tricarinata* QUEREAU, *Heterohelix*.

En la sección de Olazagutia la potencia de la formación es de 380 m. aproximadamente y la asociación de microfauna es similar a la de la sección de Gordoia, descrita anteriormente.

2.2.12 CAMPANIENSE INFERIOR-MEDIO (C₂₅¹²)

Aflora en el borde meridional de la Hoja y, como en todo el Surco Alavés, está representado por margas grises con alguna intercalación de calizas arcillosas nodulosas (biomicritas). Las margas tienen una gran riqueza faunística, tanto microfósiles, *Micraster coranguinum* (LESKE), *Echinocorys vulgaris* (BREINIUS), como microfósiles, entre los que destacamos los siguientes microforaminíferos planctónicos: *Globotruncana elevata elevata* BROTZ, *Globotruncana ventricosa* (sensu BROTZ), *Globotruncana lapparenti lapparenti* BOLLI, *Bolivinoidea strigillata* CHAPM., en la base, y entre los bentónicos: *Lituola irregularis* (ROEM.), *Gaudryna rugosa* D'ORB., *Tritaxia tricarinata* REUSS, *Marginulina trilobata* D'ORB., *Cibicides excavata* BROTZ y *Goupillaidina lecointrei* MARIE.

2.2.13 CENOMANIENSE MEDIO A CAMPANIENSE (C₂₁₋₂₅³⁻²)

En la parte centro-oriental de la Hoja aflora un conjunto de sedimentos de naturaleza margosa situados entre fallas cuya edad va desde el Cenomaniense Medio al Campaniense, que, debido a las reducidas dimensiones de sus afloramientos, se han agrupado en esta unidad cartográfica, ante la imposibilidad de cartografiarles separadamente.

2.2.14 MAASTRICHTIENSE (C₂₆)

Se encuentra formando el borde septentrional de la Sierra de Urbasa, y está constituido por calizas más o menos arenosas y por calizas dolomíticas, a techo.

Se ha estudiado en la sección de Olazagutia, anteriormente mencionada,

donde alcanza una potencia de 140 m., reduciéndose hacia el Oeste, a la altura de Andoín, en donde no sobrepasa los 50 m.

La microfauna determinada en esta unidad es la siguiente: *Globotruncana* cf. *contusa* CUSHM., *Orbitoides media* (D'ARCH), *Lepiderbitoides socialis* LEYM, *Siderolites calcitrapoides* LAM, *Siderolites olaztiensis* R. GAONA y *Pithonella sphaerica* (KAUFMANN).

2.3 Terciario Marino

2.3.1 PALEOCENO INFERIOR (DANIENSE-MONTIENSE) (T_{11-12}^A)

Se encuentra el Paleoceno Inferior en el ángulo sur-oriental de la Hoja, constituyendo las estribaciones septentrionales de la Sierra de Urbasa.

Se ha estudiado en detalle en la sección de Olazagutia, ya mencionada con anterioridad, así como al sur de la localidad de Andoín.

Comienza con unas dolomías gris blanquecinas, masivas, sacaroideas, con un espesor de 110 m., sobre las que descansan 115 m. de calcarenitas bioclásticas gris crema, con estratificación oscura, localmente laminares. Hacia el techo se encuentran mejor estratificadas, en capas de 30 a 40 cm., o en bancos de 1 a 2 m.

En estas calcarenitas se distingue la siguiente microfauna: Miliólidos (*Quinqueloculina* sp, *Idalina* sp, *Biloculina* sp), «*Microcodium*» sp, *Pseudoclavulina* sp, *Glomospira* sp, *Tubitextularia* sp y *Rotalia* cf. *Trochidiformis* LAM.

2.3.2 PALEOCENO SUPERIOR (THANETIENSE) (T_{13}^A)

Se compone de un tramo esencialmente calizo, aflorante en el ángulo sur-oriental, e igualmente estudiado en la sección de Olazagutia.

Comienza en la base por unas margas grises hojosas, sobre las que descansan 142 m. de calcarenitas bioclásticas y calcirruditas, masivas y lajeadas, de tonos gris claro en general. Son biopelmicritas y biomicritas, en ocasiones con gravelos, que contienen abundante microfauna, entre las que se destaca en la base: *Rotalia* cf. *trochidiformis* LAM, *Globigerina* cf. *triloculinoides* PLUMM., *Globorotalia angulata* (WHITE) y *Marginulina* sp.

Hacia arriba contienen *Glomoalveolina* cf. *laevis* REICH, *Glomoalveolina primaeva* REICHEL, *Distichoplax biserialis* (DIETRICH), *Discocyclina seunesi* DOUV, *Quinqueloculina* sp y *Lithothammium* sp.

2.3.3 EOCENO (LUTECIENSE) (T_{c9}^{Ab}) (T_{21}^{Ab})

En clara discordancia sobre los sedimentos del Paleoceno, anteriormente descrito, se dispone un tramo perteneciente al Luteciense, formado por arcillas rojas discontinuas y conglomerados calcáreos bien cementados, que

lateralmente pasan a calcarenitas bioclásticas con Nummulites y Alveolinas. Sus afloramientos se limitan al extremo sur-oriental de la Hoja.

En la sección de Olazagutia se han medido parcialmente 364 m., comenzando, en la base, por arcillas grises oscuras, con Gasterópodos. Estas arcillas pasan lateralmente, hacia el Oeste, a las arcillas rojas y conglomerados calcáreos anteriormente mencionados (Tcg^{Ab}₂₁).

Por encima se depositan 217 m. de calcarenitas bioclásticas (biogravelmicritas con matriz recristalizada y biopelmicritas), pertenecientes al Luteciense Inferior, conteniendo *Fabianiaca* OPENH, *Orbitolites complanatus* LAM., *Quinqueloculina* sp, *Triloculina* sp, *Europertia magna* LE CALVEZ, *Alveolina levantina* HOTT, *Alveolina gigantea* CHECH-RISP, *Alveolina* cf. *stipes* HOTT, *Alveolina teneis* HOTT, *Lithothamnium* sp, etc.

El Luteciense Superior sobrepasa los 250 m., estando constituido por calcarenitas gruesas arenosas, calcarenitas arcillosas (biomicritas y biomicritas arcillosas). Son generalmente masivas, lajeadas, casi siempre de tonos gris claro, entre las que se destaca la siguiente microfauna (de base a techo): *Europertia magna* LE CALU, *Assilina* cf. *esponens* SOW, *Asterodiscus* cf. *stellatus* (D'ARCH.), *Nummulites* cf. *aturicus* JOLY y LEYM, *Quinqueloculina* sp, *Discocyclina nummulitica* GÜMB, *Discocyclina sella* D'ARCH. y *Triloculina vulvulina nummulina* GÜMB, entre otros.

2.4 CUATERNARIO

Se encuentra representado el Holoceno mediante suelos aluviales, coluviales y conos de deyección.

Aluviales (Q₂Al)

Están constituidos por gravas muy heterométricas y heterogéneas, con abundante matriz areno-arcillosa; localmente aparecen lentejones de arenas. Dentro de la Hoja de Salvatierra estos suelos no sobrepasan los 3 m. de potencia.

Coluviales (Q₂C)

Son frecuentes dentro de la Hoja estudiada, dadas las fuertes pendientes y la naturaleza dominante incoherente de los materiales, sobre todo en la parte centro-occidental de la misma.

Solamente se han reflejado dentro de la cartografía los más potentes, así como aquellos que hacen imposible la interpretación de la geología subyacente.

Conos de deyección (Q₂Cd)

Están formados por depósitos más o menos caóticos de cantos, bolos y bloques de areniscas, muy heterométricos, heterogéneos y subangulosos, englobados en una matriz arenosa.

3 TECTONICA

3.1 TECTONICA REGIONAL

La Hoja de Salvatierra queda comprendida entre dos unidades paleogeográficas y tectónicas regionales importantes: el Surco Alavés, al Sur, y los Montes Vascos (Anticlinorio Vizcaíno), al Norte.

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

Los Montes Vascos (Anticlinorio Vizcaíno) corresponderían a un gran anticlinorio de dirección NO.-SE., vergente hacia el N. y con cabalgamiento general hacia el NE. El plegamiento principal se inició al final del Cretácico, durante las primeras fases de la Orogenia Alpina, aunque ya desde el Cenomaniense presentaba un ligero abombamiento, culminándose durante el Terciario.

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

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

Estos movimientos son, regionalmente, los responsables de la aparición de discordancias erosivas entre la Facies Purbeck y el Jurásico marino y, en algunos puntos de la región, entre las Facies Weald y Purbeck.

A partir del Albiense Inferior y, sobre todo en el Albiense Medio, debido a una nueva fase de movimientos epirogénicos, tiene lugar un rejuvenecimiento de los relieves emergidos y, como consecuencia, una intensa sedimentación detrítico-terrágena, que origina una subsidencia diferencial acusada. Es muy posible que en el Albiense sea cuando comienza la actividad diapírica (diapíros de Maeztu, Murguía, Orduña, etc.).

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

Durante el Cretácico Superior se detectan algunos movimientos que originan variaciones de las facies y condensaciones en las capas. Estos movimientos, así como las diferentes estructuras que crean, parecen estar ligados a deformaciones de las masas plásticas del Keuper.

Los esfuerzos de compresión de la Orogenia Alpina se repiten intermitentemente desde el Campaniense, aunque su mayor intensidad tiene lugar en el Terciario, creándose las principales estructuras de la región.

Estos esfuerzos de compresión producidos durante la fase Pirenaica y también en las fases Sálica y Stairica dan lugar a estructuras que, en el área ocupada por la Hoja, tienen direcciones fundamentales NO.-SE.

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

3.2 DESCRIPCION DE LAS PRINCIPALES ESTRUCTURAS

Desde el punto de vista estructural, la Hoja de Salvatierra puede dividirse en dos grandes áreas:

1. La mitad septentrional está ocupada por materiales correspondientes al Cretácico Inferior, afectados por fuertes estructuras de plegamiento y fallas, dirección fundamental NO.-SE. y vergencia NE.

2. La mitad meridional, ocupada por sedimentos margosos del Cretácico Superior y del Terciario, afectados por estructuras de plegamiento suaves, de dirección NO.-SE. y fallas de pequeño salto, con la misma dirección.

Dentro de la Hoja, y para su mejor estudio, se han distinguido las siguientes unidades tectónicas:

3.2.1 Anticlinorio Vizcaíno.

3.2.2 Llanada Alavesa.

3.2.3 Sinclinal de Vicuña (Sinclinal de Urbasa).

3.2.1 ANTICLINORIO VIZCAINO

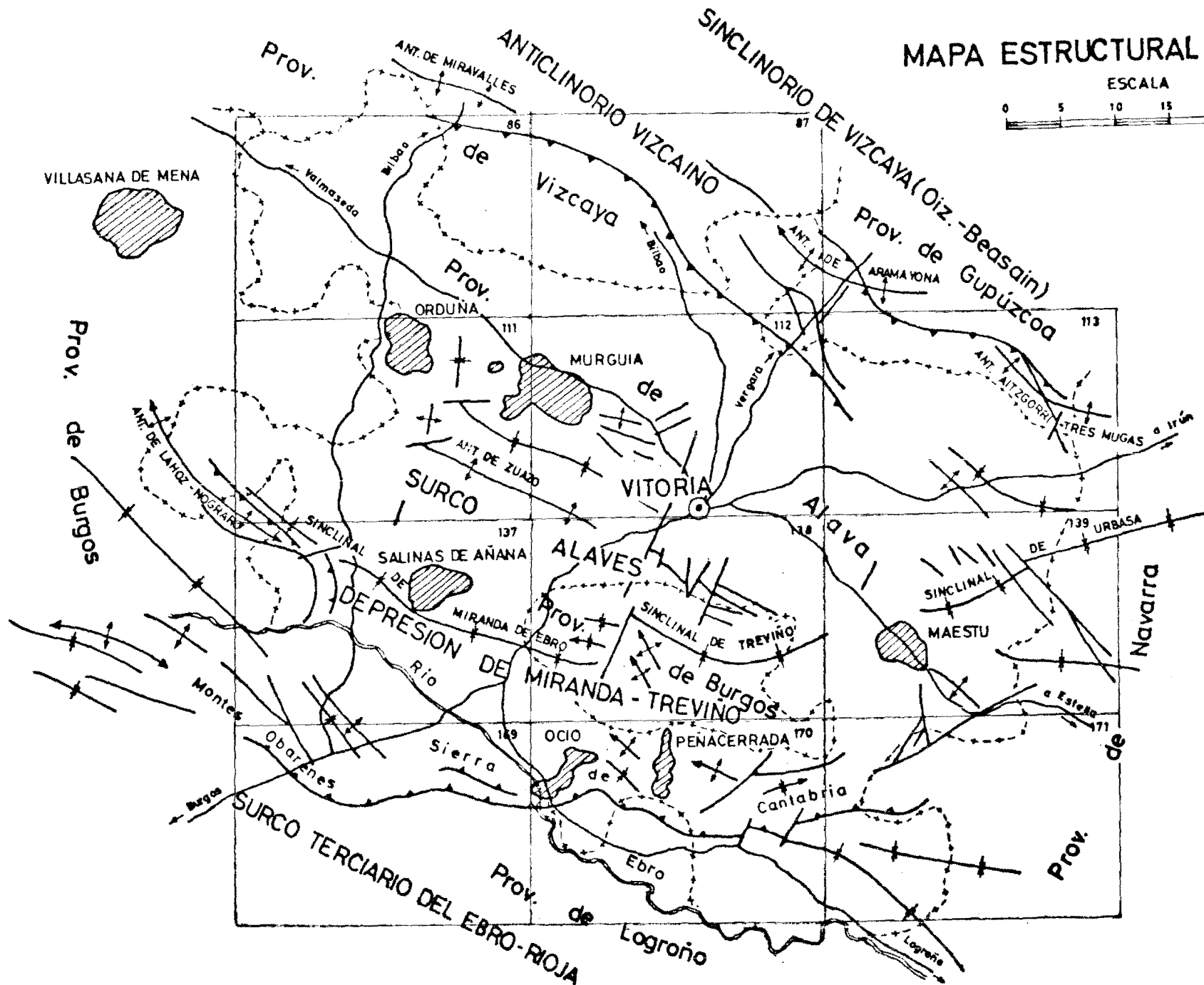
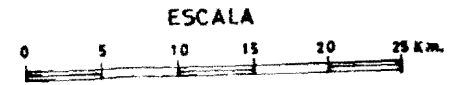
Ocupa la mitad septentrional de la Hoja, dando lugar a una estructura muy complicada, que puede dividirse en tres: Anticlinorio de Cegama-Echegárate, Anticlinal de Otzaurte y Anticlinal de Aitzgorri.

Anticlinorio de Cegama-Echegárate

Ocupa el ángulo nororiental de la Hoja, afectando a sedimentos del Aptiense en facies margosas (C_{15-16}^{0-1}) en el núcleo y al Albiense terrígeno en ambos flancos.

Se trata de una zona muy replegada que, en conjunto, constituye un anti-

MAPA ESTRUCTURAL ESQUEMATICO



LEYENDA

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

clinorio de dirección NO.-SE. Los buzamientos son fuertes en ambos flancos, con valores de 40° de media, presentando una esquistosidad muy acusada.

Las fallas que afectan a la estructura son de escaso salto y de direcciones fundamentales NO.-SE. y NE.-SO.

Anticlinal de Otzaurte

Se sitúa en la parte centro-oriental de la Hoja y se trata de una estructura cerrada de forma elipsoidal de dirección NO.-SE.

Dadas las características de la serie estratigráfica que componen esta estructura, con un despegue hipotético a nivel del Trías y una cobertera superficial susceptible de deformarse independientemente de su sustrato, estimamos encontrarnos ante una estructura del tipo de pliegue disarmónico favorecido por la distinta plasticidad y competencia de sus capas, que da lugar a un adelgazamiento de las series en los flancos y engrosamiento de las charnelas.

Superficialmente es una estructura apretada con vergencia al NE. El flanco sur de la misma se encuentra muy replegado, mientras que su flanco norte se encuentra afectado por fallas de dirección NO.-SE., que ponen en contacto los materiales del Albiense, que constituyen dicho flanco, con sedimentos margosos del Cretácico Superior, que se hallan alojados en una estrecha fosa tectónica entre el Anticlinorio de Cegama-Echegárate y el Anticlinal de Otzaurte.

Anticlinal de Aitzgorri

Las características generales que presenta el Anticlinorio Vizcaíno dentro de la Hoja, definidas por un fuerte plegamiento con vergencia hacia el NE., se hacen aún más patentes en esta estructura.

Se trata de un pliegue volcado y cabalgante de dirección NO.-SE.

El cabalgamiento aparece bien identificado como un elemento posterior al pliegue acostado que llega a poner la parte basal del Aptiense sobre los sedimentos pertenecientes al Albiense Superior. La intensidad del cabalgamiento se atenúa en dirección SE., para acabar en las proximidades de la terminación periclinal del pliegue.

El núcleo de la estructura aparece afectado por una falla inversa de dirección NO.-SE., y ocupado por sedimentos de Facies Weald; el flanco sur destaca por la potencia de las calizas arrecifales que cambian de facies, en el flanco norte, a elementos calizos con intercalaciones terrígenas en un conjunto de poco espesor. La competencia y espesor de las calizas arrecifales en el flanco sur del anticlinal, unido a la plasticidad de la serie Aptiense en el norte, supone una zona de debilidad que permite la génesis del cabalgamiento durante la Orogenia Alpina. El cabalgamiento a su vez es

favorecido por la probable intumescencia de sal triásica puesta de manifiesto por el sondeo Aitzgorri-1.

La estructura se encuentra afectada por fallas de desgarre de dirección NE-SO.

3.2.2 LLANADA ALAVESA

Ocupa la mitad suroriental de la Hoja, y se caracteriza como una zona afectada de un suave plegamiento de dirección NO-SE. y buzamiento general al SO. Las fallas, que aparecen en esta parte de la Hoja, son de pequeño salto y escasa importancia.

3.2.3 SINCLINAL DE VICUÑA (SINCLINAL DE URBASA)

Se sitúa en el ángulo suroriental de la Hoja, afectando a los sedimentos del Cretácico Superior y Terciario, que constituyen el amplio sinclinal de la Sierra de Urbasa. Los ejes de los pliegues siguen la dirección NO-SE. y se caracterizan por los suaves buzamientos, que no sobrepasan los 20°.

4 HISTORIA GEOLOGICA

Para la redacción de este capítulo y definir los principales rasgos paleogeográficos se tendrán en cuenta los datos obtenidos en todas las Hojas incluidas en los bloques 5-1 y 5-2 (12 en total), realizadas por Compañía General de Sondeos, S. A., durante los años 1974 y 1975, así como los obtenidos en las Hojas: 21-06, Landaco; 22-06, Elorrio; 22-07, Vitoria; 22-08, La Puebla de Arganzón, del bloque 5-6; 23-07, Salvatierra; 23-08, Eulate, del bloque 5-7, y 21-09, Casalarreina, del bloque 5-8, realizadas también por la misma compañía durante el año 1976. También se tendrán en cuenta los datos de la bibliografía regional, principalmente los de J. RAMIREZ DEL POZO (1971), así como la información suministrada por los sondeos petrolíferos profundos perforados por diferentes compañías investigadoras.

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

Desde el final de la tectónica hercínica hasta la transgresión triásica, el área de la Cuenca Mesozoica, que se iba formando, se vio afectada por un relieve morfológico o estructural que no alcanzó completa peneplanización. Por tanto, la sedimentación paleozoica posthercínica (Pérmico) y, en parte, la del Buntsandstein, se depositó en zonas deprimidas, rellenándolas, siendo posteriormente solapada por la transgresión del Keuper arcilloso evaporí-

tico, cuya deposición fue simultánea con la efusión de materiales volcánicos de magmatismo básico (ofitas).

La invasión del mar, al final de la sedimentación triásica, da lugar, durante el Jurásico, a una cuenca uniforme y estable de salinidad normal en donde la subsidencia fue bastante uniforme (entre 300 y 400 m.), y con una sedimentación muy regular de calizas y margas. Son siempre sedimentos neríticos o de plataforma que pueden llegar a ser batiales en el Lías Superior. Al final del Dogger debió producirse un rejuvenecimiento del relieve y una emersión general, que da lugar a aportes detríticos dentro de aguas someras.

Durante el Malm continúa el régimen de inestabilidad provocado por los movimientos neokimméricos, que dan lugar al hecho de que, como en otras regiones, el paso del Calloviense al Oxfordiense se realice por medio de un hiato o condensación de capas debido a la falta de sedimentación.

Como consecuencia de estos movimientos, el mar Jurásico se retira, delimitándose varias cuencas de sedimentación con diferentes características y subsidencia, separadas por umbrales en los que no existe apenas sedimentación y sí una erosión muy activa; en estas cuencas de sedimentación, muy salobres, se depositan principalmente arcillas y calizas lacustres, que dan lugar a la Facies Purbeck.

En esta época se individualiza el golfo Vasco-Cantábrico, posiblemente por movimientos de subsidencia diferencial, provocados por una zona de debilidad del zócalo hercínico, recibiendo gran cantidad de aportes suministrados por el desmantelamiento del Macizo Asturiano-Castellano. Se origina una sedimentación tipo delta, que se instaura durante el Cretácico más inferior, dando lugar a la Facies Weald.

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

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

La topografía submarina era la de una plataforma favorable para el desarrollo de los organismos constructores. Así comienza una sedimentación predominantemente carbonatada, con desarrollo local de arrecifes o biohermos y de sus correspondientes biostromos circundantes. Estos arrecifes, desarrollados a escasa profundidad por debajo de la superficie del agua en un mar nerítico, no formaban una barrera continua, estando su desarrollo interrumpido por aportes terrígenos; por ello se puede explicar el carácter lenticular de las barras arrecifales.

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

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

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, depositándose, entonces, una serie de areniscas y arcillas de facies costera a nerítica. La cuenca continúa siendo un mar de plataforma con fondo inestable, pero con profundidad relativamente constante (entre 20-50 m. aproximadamente).

Como se ha indicado, este brusco aumento de los aportes terrígenos fue debido a movimientos tectónicos marginales, de carácter epirogénicos, que produjeron un rejuvenecimiento del relieve continental (Macizo Castellano, principalmente) y, en consecuencia, una reactivación de la erosión y aumento de la turbulencia. Los movimientos marginales citados se correspondían en la cuenca con una renovación de la fuerte subsidencia y un rejuvenecimiento de las zonas de umbral, lo que explica la gran potencia de los sedimentos, el rápido adelgazamiento de los mismos y los cambios de facies.

Es también en este momento de la historia geológica de la región cuando tienen lugar los primeros movimientos ascensionales importantes de las masas plásticas del Keuper.

Durante el Albiense Superior y Cenomaniense más inferior, el mar es algo más profundo, aunque siempre de carácter nerítico, con sedimentación de arcillas y localmente con desarrollo de las facies arrecifales, bien representadas en la Hoja de Salvatierra en las proximidades de la localidad de Equino.

A partir del Cenomaniense Inferior a Medio (según las zonas) se instaura un régimen marino en toda la cuenca, siempre más profundo que en el Cretácico Inferior. En la Llanada Alavesa o Surco Alavés se depositan sedimentos predominantemente margosos en un mar nerítico a batial (la pro-

fundidad osciló entre 100 y 500 m. o más). Un ligero movimiento de basculamiento al Sur, que tuvo lugar al comienzo del Cretácico Superior, dio lugar al levantamiento gradual del anticlinal vizcaíno (Montes Vascos), lo que se tradujo en el Surco Alavés en un aumento de la subsidencia, explicándose así la deposición de las potentes series margosas descritas en el apartado de estratigrafía. Como consecuencia de todo ello, el eje de máxima subsidencia fue desplazándose progresivamente hacia el Sur.

Los movimientos de la sal en las zonas de intumescencias salinas dieron lugar a adelgazamientos locales en las series y a cambios laterales de facies que hoy se observan en las zonas próximas a los diapiros.

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

El levantamiento gradual, durante el Cretácico Superior, del Anticlinal Vizcaíno (Montes Vascos), junto a la formación paulatina de un umbral en un amplio sector de la Sierra de Urbasa (ángulo SE. de la Hoja de Salvatierra y zona nororiental de la de Eulate), provoca que los fuertes espesores del Cretácico Superior del área occidental se vayan condensando hacia el borde oriental, pasando de un total de 4.500 m. a 1.500 m., respectivamente.

A partir del Campaniense, y particularmente en el Campaniense Superior, comienzan a manifestarse las primeras fases de la Orogenia Alpina, prosiguiendo los movimientos verticales, con un movimiento general de la elevación de la cuenca, desarrollado, principalmente, en dos etapas: una primera, que afecta al Campaniense Superior y Maastrichtiense más inferior, en la cual se producen elevaciones de áreas que pueden encontrarse parcialmente emergidas, como son el Macizo del Ebro y el Vizcaíno (Montes Vascos), provocando un aporte de gran cantidad de material detrítico-terrágeno. Entre ambos macizos se forman zonas de umbrales con erosión y/o no sedimentación del Campaniense Superior, tal como ocurre en el borde meridional de esta Hoja, o incluso del Campaniense Inferior-Medio, según se observa en la limítrofe Hoja de Eulate.

En la segunda etapa, que ya comprende al Maastrichtiense Superior, se produce un paulatino hundimiento del área de la cuenca marina, con un descenso relativo de los bloques emergidos, produciéndose de este modo una transgresión marina, al tiempo que disminuyen los aportes terrígenos.

Como consecuencia de nuevas fases regresivas, el Paleoceno comienza generalmente por facies no marinas, frecuentemente salobres o transicionales, con sedimentación de dolomías, pasando en el Montienso a facies marinas francas.

Al final del Thanetiense tiene lugar una nueva fase regresiva, dando

lugar a depósitos arenosos de considerable extensión regional y uniforme espesor, no aflorantes en Salvatierra, aunque patentes en la limitrofe Hoja de Eulate.

En cualquier caso, las facies marinas del Paleoceno son siempre neríticas, con una profundidad no superior a los 40 ó 50 m.

En el Eoceno Inferior tiene lugar una importante fase regresiva, no encontrándose sedimentos de esta edad, al menos en los límites de esta Hoja.

Más adelante la transgresión Luteciense queda limitada a partir del extremo nororiental de la Sierra de Urbasa, descansando sus sedimentos discordantemente sobre diferentes niveles del Paleoceno. Las calcarenitas del Eoceno Medio, con Nummulites, Alveolinas y Discocyclinas, indican un régimen marino de plataforma o nerítico, semejante a los episodios marinos del Ilardiense.

La sedimentación del Paleoceno y Eoceno marinos por efecto de las fases Alpinas, sólo se produce en los ejes de algunas cubetas más o menos aisladas.

Al fin del Eoceno comienzan a actuar las fuerzas tangenciales de compresión, que, ligadas a la evolución tectónica del zócalo, provocará el intenso plegamiento de la Sierra de Cantabria, el cabalgamiento de la misma hacia el Sur y la separación de la depresión Oligo-Miocena del Valle del Ebro, de la Cubeta Miranda-Treviño. En ambas cuencas se produce una sedimentación de carácter continental, destacando la gran subsidencia de la Depresión del Ebro, con depósito de más de 4.000 m. de materiales.

5 GEOLOGIA ECONOMICA

5.1 MINERIA Y CANTERAS

Desde el punto de vista minero y considerando al margen las investigaciones petrolíferas, la actividad minera es completamente nula en la Hoja, existiendo únicamente una mina inactiva en el sector noroccidental.

Estas labores, pertenecientes a la Real Compañía Asturiana de Minas, beneficiaron Calamina, Galena y Blenda, con rendimientos poco importantes.

En cuanto a las canteras existentes, destacan, entre todas, la explotación de calizas arrecifales del Albiense Superior y margas del Campaniense Inferior para la industria del cemento, ubicadas al norte y sur, respectivamente, de Olazagutia.

Existen otras canteras en las calizas del Albiense Superior y Cenomaniense más inferior, que se explotan como áridos.

5.2 HIDROGEOLOGIA

Las características hidrogeológicas de la Hoja de Salvatierra pueden delimitarse siguiendo las unidades estructurales anteriormente definidas.

En las estribaciones septentrionales del «Anticlinal Vizcaíno» dominan materiales en su mayor parte impermeables, o con porosidad intersticial restringida, lo que limita las posibilidades de la zona.

El «Anticlinal Vizcaíno» es la unidad de mayor interés hidrogeológico de todo el área. El núcleo y flanco norte de la estructura lo forman, respectivamente, arcillas y areniscas cuarcíticas y margas con nivelillos de calizas. El flanco sur está dominado por un amplio afloramiento de calizas arrecifales del Aptiense-Albiense Inferior, sobre las que reposan, con buzamientos pronunciados, areniscas y arcillas apizarradas del Albiense Inferior, areniscas y areniscas microconglomeráticas del Albiense Medio, y calizas arrecifales y calcarenitas, que lateralmente pasan a arenas, arcillas y margas limolíticas, ya pertenecientes al Albiense Superior y Cenomaniense más Inferior.

Este conjunto del flanco sur proporciona una amplia área de recarga, originando al mismo tiempo los dos acuíferos más interesantes de la Hoja, es decir, el tramo de calizas inferiores, con porosidad por fisuración, y el tramo de areniscas con intercalaciones arcillosas, con porosidad intersticial.

La circulación de agua subterránea se la supone hacia el SO., alimentando en buena parte el tramo inferior al superior y drenando naturalmente el sistema hacia la terminación periclinal del «Anticlinal Vizcaíno», en donde se localiza una importante surgencia de 100 l/sg., cercana a la localidad de Araya.

6 BIBLIOGRAFIA

- ADAN DE YARZA, R. (1884).—«Descripción física y geológica de la provincia de Guipúzcoa». *Mem. Com. Mapa Geol. de España*, 176 pp. Madrid.
- (1885).—«Descripción física y geológica de la provincia de Alava». *Mem. Com. Mapa Geol. de España*. Madrid.
- (1892).—«Descripción física y geológica de la provincia de Vizcaya». *Mem. Com. Mapa Geol. España*, pp. 1-193.
- (1906).—«El país vasco en las edades geológicas». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, tomo 8.
- AGUILAR, M. J. (1967).—«Estudio petrográfico del Albense de la Cuenca Cantábrica». *Ciepsa* (inédito).
- (1970).—«Sedimentología y Paleogeografía del Albense de la Cuenca Cantábrica». *Tesis Doctoral Fac. Cienc. Univ. Barcelona*.

- (1971).—«Correlaciones por ciclos de aporte en el Albense de la Cuenca Cantábrica». *Acta Geológica Hispánica*, tomo 6, núm. 4, pp. 92-96.
- (1971).—«Consideraciones generales sobre la sedimentación y paleogeografía del Albense de la Cuenca Cantábrica». *Estudios Geológicos*, vol. 27, número 2, pp. 325-334.
- (1971).—«Estudio petrográfico del Wealdico de la Cuenca Cantábrica (Paleogeografía, sedimentación y posibilidades de almacén)». *Ciepsa CV-324* (inédito).
- AGUILAR, M. J., y RAMIREZ DEL POZO, J. (1968).—«Observaciones Estratigráficas del paso del Jurásico marino a facies Purbeckiense en la región de Santander». *Acta Geológica Hispánica*, tomo 3, núm. 2, pp. 35-55.
- ALLEN, P. (1955).—«Age of the Wealden in Northwestern Europe». *Geol. Magazine*, vol. 92, pp. 265-281. Hetford.
- ALMELA, A.; LIZAUR, J., y MUÑOZ, C. (1952).—«Reserva Petrolífera de Burgos». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 64, pp. 205-257.
- ALMELA, A.; RIOS, J. M., y GARRIDO, J. (1945).—«Estudio de parte de las provincias de Burgos, Alava, Vizcaya y Santander». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 58, pp. 45-228, Madrid.
- ALMELA, A.; RIOS, J. M., y MUÑOZ CABEZON, C. (1953).—«Memoria explicativa de la Hoja núm. 86 (Orozco), Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000». *Inst. Geol. Min. de España*, Madrid.
- ARANEGUI, P. (1936).—«Geología y Geografía del País Vasco». *Com. Inv. Geogr. Geol. y Prehist.*, Mem. núm. 2, 141 pp., 52 figs., 4 láms., Madrid.
- AUBERT, J.; COUSTAU, D., y GENDROT, C. (1963).—«*Montsechiana nov. ge.* Un nouveau genre de Foraminifère du Crétacé Supérieur à faciès récifal de l'Espagne et des Martigues (France)». *Rev. de Micropal.*, vol. 6, número 3, pp. 169-174, París.
- AZPEITIA MOROS, F. (1933).—«Datos para el estudio de flysch de la Costa Cantábrica y de algunos otros puntos de España». *Bol. Inst. Geol. España*, tomo 53, pp. 1-65, Madrid.
- BATALLER, J. R. (1945).—«Bibliografía del Cretácico de España». *Est. Geol.*, número 1, pp. 7-10, Madrid.
- BLANCHET, F. (1917).—«Etude Micrographique des calcaires urgoniens». *Ann. Université Grenoble*, tomo 29, pp. 335-392, 14 figs., 2 pl.
- CALDERON, S. (1885).—«Note sur le terrain wealdien du nord de L'Espagne». *Bull. Soc. Geol. France*, tomo 14, pp. 405-407.
- CAMPSA (1955).—«Prospecciones petrolíferas realizadas por Campsa». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. de España*, núm. 35, pp. 35-38.
- CAREZ, L. (1881).—«Etude des terrains cretaces et tertiaires du Nord de L'Espagne». *Fac. Sciences Paris (Tesis Doctoral)*, pp. 1-323.
- CARRERAS SUAREZ, F. J. (1967).—«Informe geológico de campo de la estructura de Hornillos-Atauri». *Ciepsa* (inédito).

- [1968].—«Informe geológico Aitzgorri Tres Mugas». *Ciepsa* (inédito).
- [1971].—«Estudio hidrogeológico de Salvatierra». *C. G. S.* (inédito).
- [1973].—«Informe geológico de la Unidad hidrogeológica de Urbasa-Montes de Vitoria». *C. G. S.* (inédito).
- CIRY, R. (1951).—«L'Evolution paleogeographique de l'Espagne septentrionale au 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, Cellorigo), provincia de Burgos». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. España*, núm. 69, pp. 259-262, Madrid.
- [1963].—«Sur l'extension et les facies du Cénomanien dans la 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 a *Globotruncana helvetica* BOLLI dans la region Bas-Cantabrique». *C. R. Somm. Geol. France*, núm. 5, pp. 201-203.
- GIANNINI, G. (1965).—«Geología y posibilidades petrolíferas de la Cuenca Cantábrica». *Ciepsa* (inédito).
- (1967).—«Sierra de Cantabria-Treviño-Aramayona. Corte geológico y nota explicativa». *Ciepsa* (inédito).
- (1968).—«Parte central de los permisos de Vitoria: Cortes geológicos evolutivos». *Ciepsa* (inédito).
- (1968).—«Evaluación del Surco Terciario del Ebro en relación con la posible presencia del Mesozoico». *Ciepsa* (inédito).
- 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'utilitacion des microfaunes d'Ostracodes dans la stratigraphie précise du passage Jurassique-Crétacé (faciès continen-taux). *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. 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». *Leidse Geol. Meded.*, vol. 23, pp. 183-189.
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1971).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Explicación de la Hoja núm. 12, Bilbao». *Inst. Geol. y Min. de España*, pp. 1-27.
- (1973).—«Estudio geológico de la provincia de Alava». *Mem. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 83, Madrid.
- (1971).—«Mapa geológico de España. Escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Explicación de la Hoja núm. 21, Logroño». *Inst. Geol. y Min. de España*, pp. 1-30.
- JEREZ, L.; ESNAOLA, J. M., y RUBIO, V. (1971).—«Estudio geológico de la provincia de Guipúzcoa». *Mem. IGME*, tomo 79.
- KARREBERG, H. (1934).—«Die postvariscische Entwicklung des Kantabro-asturischen Gebirges (Nordwest Spanien)». *Beit. Geol. Westl. Mediterr.*, Berlín (traducción de J. Gómez de Llanera en *Publ. Extr. Geol. Esp.*, volumen 3, pp. 103-225, Madrid).
- KIND, H. D. (1967).—«Diapire und Alttertiär im 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-Struktur». *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 Infracretácico y Cretácico». *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 hidrográfica del condado de Treviño». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 55.
- MENGAUD, L. (1920).—«Recherches geologiques dans la region Cantabrique». *Livr. Sc. J. Herman.*, pp. 1-374.
- MOULLADE, M. (1963).—«Etat actuel des connaissances sur les Orbitolinidae (Foraminifères) du Crétacé 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 sedimentation dans les regions du littoral basco-cantabrique au Crétacé». *Actes du 2^{eme} congr. intern. d'etud. Pyrénéennes*, 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 developpement des Orbitolines (Foraminifères)». *Bull. Soc. Geol. France*, Ser. 7, tome 1, pp. 651-657, Paris.
- (1963).—«Problemas del Crétacé inferior en las Pirineas y el norte de España». *Sonderd. Geol. Rudschau*, núm. 53, pp. 205-220.
- (1969).—«Données nouvelles sur la Stratigraphie et les variations sédimentaires de la serie 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 sedimentation du Tertiaire continental de la partie ouest du bassin de l'Ebre». *Souderd. Geol. Rudschau*.
- (1956).—«La cuenca Terciaria de Miranda-Treviño». *Ciepsa* (inédito).
- (1961).—«Sobre el Terciario de Treviño». *Ciepsa* (inédito).
- (1964).—«Nuevas observaciones sobre el Terciario continental del Valle del Ebro». *Ciepsa* (inédito).
- RIOS, J. M. (1947).—«Diapirismo». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 60, pp. 152-232.
- (1949).—«Nota acerca de la geología Cantábrica en parte de las provincias de Vizcaya y Santander». *Not. y Com. del Inst. Geol. Min. de España*, núm. 19, pp. 95-111.
- (1952).—«El diapiro de Murguía (Alava) y comentarios al "flysch de bolas". Cenomanense de la misma región». *Notas y Com. Inst. Geol. Min. España*, número 28, pp. 49-87, Madrid.
- (1954).—«Bosquejo geológico de parte del País Vasco-Cantábrico (de Laredo a Durango, Vitoria y la Barranca)». *Pirineos*, núm. 31, pp. 7-32.
- (1956).—«El sistema Cretáceo en los Pirineos de España». *Mem. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 57, pp. 1-128.
- RIOS, J. M.: ALMELA, A., y GARRIDO, J. (1945).—«Contribución al conocimiento de la geología Cantábrica (un estudio de parte de las provincias de Burgos, Alava y Vizcaya)». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 58, pp. 45-228.
- RIOS, J. M., y ALMELA, S. (1962).—«Dos cortes geológicos a través del sistema Cantábrico». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. de España*, núm. 27, pp. 278-279.
- RIOS, L. (1967).—«Estudio geológico de campo de las Sierras al Sur de la Depresión de Villarcayo». *Ciepsa* (inédito).
- (1967).—«Reconocimiento de la estructura de Miravalles». *Ciepsa* (inédito).
- ROMERO, J. (1942).—«Nuevas notas acerca de las ofitas y monografía de la de Viloria (Alava)». *Not. y Com. IGME*, núm. 10.
- RUIZ DE GAONA, M. (1948).—«Los Orbitoides de las Sierras de Urbasa y Andía». *Bol. Real. Soc. 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. Llarena.)
- SOLER, R. (1971).—«Estudio geológico de la Sierra de Aralar, cuenca cantábrica oriental». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 82, pp. 406-428.
- STACKELBERG, U. (1960).—«Der diapir von Murguía (Nordspanien)». *Tesis Univ. Bonn* (inédito).
- VALLE, A. DEL; MENDIZABAL, J., y CINCUNEGUI, M. (1933).—«Memoria explicativa de la Hoja núm. 139 (Eulate). Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000». *Inst. Geol. Min. de España*, Madrid.
- (1938).—«Memoria explicativa de la Hoja núm. 112 (Vitoria). Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000». *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