

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

EULATE

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por la Compañía General de Sondeos, S. A., utilizando un equipo de su Departamento de Geología, bajo normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido los siguientes técnicos superiores: José Ramírez del Pozo, Francisco Carreras Suárez, José M. Portero García, Pedro del Olmo Zamora, Alfonso Olivé, M. Aguilar Tomás, M. C. Leal Martín y J. M. Martín-Alafont.

La cartografía y trabajos de campo se deben a Francisco Carreras Suárez. Los trabajos de laboratorio (Sedimentología y Micropaleontología) han sido llevados a cabo por Mariano Aguilar, y José Ramírez del Pozo y M. C. Leal Martín, respectivamente.

La redacción de la Memoria ha sido realizada por F. Carreras Suárez y J. Ramírez del Pozo.

La coordinación y dirección de los trabajos ha correspondido a José 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 - 23.417 - 1978

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

1 INTRODUCCION

La Hoja de Eulate se sitúa geográficamente entre las provincias de Alava y Navarra, formando parte del dominio de la Cuenca Cantábrica.

Las formas de relieve incluidas dentro de los límites de la Hoja, presentan unas características geológicas claramente diferenciables. La parte noroccidental es una zona deprimida que forma parte de la Llanada Alavesa, y está constituida por sedimentos margosos del Cretácico Superior.

En contraste con ella destaca morfológicamente una amplia mesa de dirección ENE.-OSO. que, formada por los estratos más competentes del Maastrichtiense y Terciario marino estructurados en suave sinclinal, cruza toda la Hoja según la dirección anteriormente dicha, constituyendo la es-tribación occidental de la Sierra de Urbasa. La altura máxima es del orden de los 1.100 m., descendiendo suavemente hacia el Oeste hasta cotas próximas a los 850 m. Esta forma estructural y morfológica está separada de la Sierra de Loquiz, en el extremo sur-oriental, por un pasillo de sedimentos incompetentes del Cretácico Superior que constituyen el Valle de Arana y la Depresión de Santa Cruz de Campezo, ocupados por materiales del Terciario continental. Las alturas mínimas están por encima de los 600 m.

Por último, la Sierra de Loquiz está formada en su totalidad por materiales calizos del Cretácico Superior, cada vez con mayor contenido detrítico a medida que se va hacia zonas más meridionales con sedimentos en facies más costeras, ya cercanas al dominio de la Sierra de Cantabria.

Los núcleos de población son poco importantes, siendo los principales Santa Cruz de Campezo, Eulate y Maestu.

Geológicamente la Hoja pertenece a la Cuenca Cantábrica, situándose hacia la zona meridional de la misma, haciéndose patente en ella las variaciones de facies y espesores en la totalidad de las series, así como la existencia de hiatus estratigráficos en el techo del Cretácico y en el Terciario marino.

Los materiales aflorantes corresponden al Triásico, Cretácico Superior y Terciario marino y continental con algunos recubrimientos cuaternarios.

En el Triásico la mayor representación se tiene en el diapiro de Maestu, constituido por arcillas, yesos y sal, donde «flotan» bloques más o menos caóticos del Buntsandstein y Muschelkalk, con algún vestigio de material ofítico. En la zona sur-oriental hay un pequeño afloramiento de ofitas alteradas pinzadas, que asoman a la superficie por medio de una falla, probablemente ligada a la estructura de Dos Hermanas, limitante con la Hoja de Eulate.

El Cretácico Superior está representado completamente desde el Cenomaniense hasta el Maastrichtiense, si bien hay zonas donde existen localmente, hiatus estratigráficos faltando parcial o totalmente el Campaniense.

El Terciario aflora prácticamente en todo el sinclinal de Urbasa, estando representados sedimentos marinos y continentales, desde el Daniense al Biarritziense, y desde el Burdigaliense al Vindoboniense, respectivamente.

El Cuaternario se presenta en recubrimientos de reducida extensión.

La tectónica y estructuración general es sencilla, con suaves anticlinales y sinclinales, con fallas normales de poco desplazamiento.

El hecho tectónico más evidente es la presencia del diapiro de Maestu, perforando series hasta límites visibles del Burdigaliense-Vindoboniense.

La única representación minera de la Hoja, la constituye las minas de asfalto de Maestu, localizadas en el borde Sur del diapiro.

Al margen de algunas canteras poco numerosas de calizas, hay un nivel en el Thanetiense superior constituido generalmente por arenas mal clasificadas, que son objeto de importante explotación.

Las investigaciones petrolíferas llevadas a cabo por CIEPSA en esta zona se resumen en un total de ocho sondeos, destacando por su mayor profundidad el de Urbasa-2 con 5.842 m.

La información previa, en cuanto a cartografía geológica se refiere, se reduce a los siguientes trabajos:

- IGME. Mapa geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 139. Eulate (1933).
- Mapa de CIEPSA, 1:50.000 (inédito).
- F. CARRERAS y J. RAMIREZ DEL POZO. «Informe geológico de la estructura Hornillos-Atauri». Escala 1:25.000. Informe de CIEPSA (inédito) (1967).

— F. CARRERAS. «Informe geológico de la Unidad hidrogeológica de Urbasa-Montes de Vitoria». Escala 1:50.000. C.G.S. (1973).

2 ESTRATIGRAFIA

Los sedimentos aflorantes en esta Hoja corresponden al Triásico, Cretácico, Terciario y Cuaternario.

El Triásico está representado por los materiales en facies Keuper del diapiro de Maestu, entre los cuales flotan bloques caóticos pertenecientes al Buntsandstein y Muschelkalk, con algunas manifestaciones ofíticas en fragmentos diseminados.

Las investigaciones gravimétricas han puesto de manifiesto la existencia de otro diapiro enterrado en Santa Cruz de Campezo.

El Cretácico Superior consta de materiales predominantemente margosos en la zona septentrional, que pasan, hacia el Sur, a sedimentos calizos con mayor contenido detrítico, y de facies más costeras, cuanto mayor es su proximidad a la Sierra de Cantabria (fuera de la Hoja y limitando en todo el borde meridional con ella).

El Terciario se localiza en una amplia banda que corta diagonalmente a la Hoja, formando parte de un sinclinal de suave configuración, con sedimentos de facies marina y continental. Aisladamente, se presentan materiales del Terciario continental al sur de la Hoja, en la Depresión de Santa Cruz de Campezo.

Los depósitos cuaternarios recubren todos los anteriores materiales en forma de pequeñas manchas irregularmente distribuidas tanto en aluviones como en coluviones.

2.1 TRIASICO

2.1.1 FACIES BUNTSANDSTEIN (T_{01})

Materiales representativos de esta facies se encuentran exclusivamente en un pequeño afloramiento dentro de un bloque caótico del diapiro de Maestu, en la parte más oriental, y concretamente al borde de la carretera Vitoria-Estella, en las cercanías de la piscina municipal de Maestu.

El afloramiento consiste en unos 30 m. visibles de limolitas rojas con intercalaciones de arcillas y finos niveles de areniscas de grano medio de iguales tonalidades, dispuestas por debajo de calizas tableadas y dolomías del Muschelkalk.

2.1.2 FACIES MUSCHELKALK (T_{02})

En el interior del diapiro de Maestu se disponen anárquicamente una se-

rie de bloques «flotantes» de facies Muschelkalk, cartografiados en su mayoría, compuestos por calizas tableadas con Lamelibranquios y dolomías querosas intercaladas de aspecto carniolítico.

Las calizas tableadas con Lamelibranquios ya han sido datadas anteriormente (Mapa geológico de España, Memoria explicativa de la Hoja núm. 139, Eulate, 1933), en las cercanías de la ermita Virgen del Campo, junto a la carretera de Maestu a Apellániz.

Se ha identificado la siguiente macrofauna: *Gervilleia mytiloides* (SCHLOT), *Gervilleia elegans*, *Gervilleia fraasi* (PHILIPPI), *Gervilleia subcontata*, *Schirolepis braussi* (SCHENK), *Hoernesia socialis*, *Natica gregaria*, *Modiola* sp., *Nalicipsis* sp., *Criptonerita* sp. y *Mytilus* sp.

Parte de estos fósiles son fácilmente visibles en la carretera de Vitoria a Estella, en el talud a la entrada del pueblo de Maestu.

2.1.3 FACIES KEUPER (T_{c3} ; T_{c3}^w)

El conjunto de materiales de esta edad presentes en la Hoja están limitados al diapiro de Maestu. En superficie son difícilmente visibles, salvo algunos asomos ofíticos y arcillosos de poca consideración. El sondeo Atauri-1 de CIEPSA atravesó en los primeros 400 m. perforados un conjunto de yesos y arcillas rojas. Por debajo de los 400 m. y hasta la profundidad final de 1.923 m., perforó una masa fundamentalmente salina con algunas intercalaciones esporádicas yesíferas.

Es conocido el diapiro de Santa Cruz de Campezo, aunque no aflore en superficie por estar recubierto por sedimentos del Terciario Continental.

En el extremo sur-oriental de la Hoja existe un pequeño asomo de ofitas (T_{c3}^w) muy alteradas, pinzadas a través de una falla normal, muy probablemente ligada a la estructura de Dos Hermanas, fuera de la zona de estudio.

2.2 CRETACICO SUPERIOR

Aflora, al Norte, en la Llanada Alavesa, en la parte central en el Valle de Arana, en la planicie de Corres, y al Sur, en la Sierra de Loquiz.

El Cretácico Superior de esta Hoja ha sido ampliamente estudiado por CIEPSA, y concretamente por RAMIREZ DEL POZO en sus monografías «Estratigrafía y Microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España» (1971) y «Síntesis geológica de la provincia de Alava» (1973).

En la Hoja aflora el Cretácico Superior completo, desde el Cenomaniense hasta el Maastrichtiense, con falta total o parcial, localmente, del Campaniense.

El Cretácico Superior en esta zona constituye el paso de las facies más profundas margosas, que imperan en el centro de la Cuenca Cantábrica, a las facies de borde, con calizas arenosas, propias de la Sierra de Cantabria.

El Cretácico Superior ha sido estudiado en las columnas de Atauri (4) (X=706.090; Y=898.040), San Vicente de Arana (5) (X=709.040; Y=900.045), Vitoria (6) (X=720.060; Y=902.045) y Zudaire (7) (fuera de Hoja).

2.2.1 CENOMANIENSE (C₂₁)

Su presencia se reduce al núcleo del anticlinal de Gastiaín. Se compone de margas limolíticas verdoso-amarillentas que contienen *Rotalipora reicheli* MORNOD, *Rotalipora turonica thomei* HAGN y ZEIL, *Rotalipora cushmani* MORROW, *Rotalipora globotruncanoides* SIGAL, *Pseudovalvulineria cenomanica* BROTZEN y *Tritaxia pyramidata* REUSS.

La potencia total del Cenomaniense se desconoce en superficie, pero puede estimarse a partir del sondeo de Gastiaín, que atravesó un espesor de 950 m. El Cenomaniense aflorante corresponde a los tramos superiores del mismo.

2.2.2 TURONIENSE (C₂₂)

Lo mismo que el Cenomaniense, el Turoniense aflora en los alrededores del núcleo del anticlinal de Gastiaín.

Está constituido por un conjunto monótono de margas más o menos calcáreas hojosas, azuladas, con tonos amarillentos de limonitización, con un espesor de 100-150 m. En ellas se han determinado: *Globotruncana helvetica* BOLLI, *Globotruncana imbricata* MORNOD, *Gaudryina laevigata* FRANKE, *Marssonella trochus* D'ORB., *Globotruncana schneegansi* SIGAL y *Haplophragmium* nov. sp., entre otros.

2.2.3 CONIACIENSE-SANTONIENSE INFERIOR-MEDIO (C₂₃₋₂₄⁰⁻²)

Constituye la mayor parte de la configuración estructural del anticlinal de Gastiaín, formando la abrupta Sierra de Santiago de Lóquiz, con materiales eminentemente calizos. Son calizas margosas en el flanco norte de la estructura, y calcarenitas bioclásticas y calizas arenosas e incluso microconglomeráticas en el flanco sur, en el extremo más meridional.

En la columna de Vitoria hay cerca de 1.500 m. visibles en los que, de base a techo, se encuentra un tramo de cerca de 500 m. formado principalmente por margas calcáreas azuladas, hojosas, conteniendo Equínidos, y la siguiente microfauna: *Globotruncana lapparenti coronata* BOLLI, *Globotruncana sigali* REICHEL, *Globotruncana schneegansi* SIGAL, *Marssonella trochus* D'ORB., *Globotruncana* cf. *fornicata* PLUMMER., *Haplophragmium* nov. sp., *Cytherella* sp. y *Lenticulina* sp.

Por encima viene un potente paquete de 620 m., en su mayoría biopelmíticas, caracterizado por calizas margosas, calizas microcristalinas masivas,

localmente lajeadas y calcarenitas gris crema, bioclásticas, masivas, sacaroides. A techo termina el tramo con calizas margosas gris verdosas con algunos Ostreidos y Equínidos. En este conjunto se ha determinado *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB), *Marssonella* sp., *Idalina antiqua* D'ORBIGNY, *Ophtalmidium* sp., *Lenticulina* sp., *Vidalina hispánica* SCHLUMB, *Quinquiloculina* sp., *Pseudovalvulineria* sp., *Miliolidae*, además de secciones de Rudistas, Briozoos, Ostreidos, Algas, etc.

Termina la columna con unos 300 m. de margas calcáreas, hacia arriba finamente arenosas, con indicios asfálticos, de tonos gris crema, brechoides, mal estratificadas, en las que se han datado, entre otros, *Idalina antiqua* D'ORBIGNY, *Pithonella sphaerica* (KAUFMANN), *Globotruncana* sp., *Marssonella* sp., Ostrácodos, Moluscos, etc.

2.2.4 SANTONIENSE MEDIO-SUPERIOR (Cc₂₄²⁻³ ; Ccm₂₄²⁻³ ; Cm₂₄²⁻³)

La serie del Santoniense Medio-Superior aflora prácticamente en todo el Valle de Arana hasta el borde sur del diapiro de Maestu. Esta serie ha sido cortada de O. a E. por las columnas de Atauri, San Vicente de Arana y Zudaire, esta última fuera de zona, en el extremo más oriental.

Dentro de esta unidad, los cambios de facies son patentes, pasando de materiales calizos, en el sector más occidental, a sedimentos cada vez más margosos hacia la parte oriental.

En Atauri hay un tramo formado principalmente por calcarenitas bioclásticas, con clastos de distinto tamaño, hasta el punto que en la base del paquete su aspecto llega a ser el de una caliza microconglomerática, con otros niveles que son casi calizas microcristalinas. Sus tonalidades suelen ser gris crema, y su estratificación varía de finas capas a otras masivas. Suelen ser fétidas, y con indicios asfálticos en la base.

La microfauna es menos uniforme que en el Coniaciense-Santoniense Inferior, pues mientras los niveles margosos tienen microfauna abundante, los compactos son menos fosilíferos. El espesor es de 280 m.

La siguiente asociación faunística caracteriza el Santoniense Superior: *Lacazina elongata* MUN-CHALM., *Globotruncana lapparenti* BOLLI, *Globotruncana concavata* BROTZ, *Marginulina trilobata* D'ORB., *Pseudovalvulineria* cf. *costata* (BROTZ), *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), *Idalina antiqua* D'ORB., *Cuneolina* cf. *pavonia* D'ORB., *Goupillaudina* cf. *lecointrei* MARIE, *Vidalina hispánica* SCHLUMB., así como Miliólidos, Briozoos, Ostreidos, Equinodermos, etc.

Más hacia el Este, en la zona central (San Vicente de Arana), el Santoniense Medio-Superior llega a alcanzar un espesor de 510 m.

De base a techo hay un primer tramo de unos 190 m. de calcarenitas bioclásticas generalmente arenosas, en ocasiones recristalizadas y sacaroides, de tonos gris amarillentos y cremas, con estratificación brechoide en bancos

de 1 a 2 m. Tienen en ocasiones glauconita. Suelen ser fétidas y con indicios asfálticos.

Sigue a continuación un tramo más margoso (320 m.) compuesto por calizas margosas duras, bien estratificadas y margas grises oscuras a grises violáceas, hojosas, que, levigadas, dan la siguiente microfauna: *Globotruncana fornicata* PLUMMER, *Globotruncana cf. lapparenti* BOLLI, *Marginulina trilobata* D'ORB., *Gyroidinoides nitida* REUSS, *Pithonella sphaerica* (KAUFMANN), *Gouppillaudina cf. lecointrei* MARIE.

El techo de la serie es una alternancia de calizas arcillosas o calcarenitas arcillosas brechoides, con juntas margosas y margas arenoso-arcillosas hojosas.

En el extremo oriental, el Santoniense Superior viene definido por una serie monótona de 600 m. de espesor, compuesta por una alternancia de margas gris oscuro a gris verdoso, más o menos calcáreas, nodulosas en algunos niveles y hojosas en otros, y de calizas arcillosas estratificadas en bancos de 10 a 40 cm. En general la parte superior suele estar muy recubierta por coluviones y grandes bloques procedentes del Maastrichtiense y Paleoceno Inferior.

La macrofauna es muy abundante, consistiendo esencialmente en Equínidos, Coralarios y Ammonites: *Placosmilia vidali* MALL, *Cyclolites elliptica* LAMARCK, *Micraster coranguinum* (LESKE), *Micraster cortestudinarium* GOLDF., *Orbignya heberti* MUN.-CHALM., *Mortonicerias (Texanites) texanum* ROEM.

Las muestras de constitución blanda, levigadas, presentan una riquísima microfauna de Foraminíferos, entre los que citaremos como más frecuentes: *Globotruncana concavata carinata* DALBIEZ (en parte superior), *Globotruncana concavata concavata* (BROTZ) (en parte inferior), *Globotruncana ventricosa* (sensu BROTZEN), *Globotruncana lapparenti lapparenti* BOLLI, *Globotruncana cf. fornicata* PLUMMER, *Lituola irregularis* (ROEMER), *Triplasia cf. acutocarinata* ALEX. y SMITH, *Verneuilina limbata* CUSHM., *Marssonella trochus* D'ORB., *Marginulina trilobata* D'ORB., *Neoflabellina buticula* HILTERM., *Tritaxia tricarinata* REUSS, *Heterohelix cf. globulosa* EHRENB., *Gaudryina rugosa* D'ORB., *Gublerina decoratissima* (de KLASZ) y *Arenobulimina d'orbignyi* (REUSS).

2.2.5 CAMPANIENSE INFERIOR-MEDIO (C₂₅¹²)

Aflora en el flanco norte y sur del sinclinal de Urbasa, evidenciándose en este último un acuñaamiento de la serie hacia la zona más oriental, en donde llega a desaparecer apoyándose el Maastrichtiense directamente sobre el Santoniense Superior, a la altura de Contrasta.

El Campaniense Inferior-Medio ha sido estudio en detalle en las columnas de Atauri y San Vicente de Arana. En ambas secciones, esta unidad tiene una litología similar compuesta por margas gris azuladas, nodulosas

y laminares, entre las que se intercalan calizas arcillosas nodulosas en capas de 0,30 m. a 1 m. de espesor (Biomicrofitas). La única diferencia entre ambos perfiles es que la base de esta formación es más calcárea en la sección de San Vicente de Arana que en la de Aauri.

La microfaua de este tramo es la más abundante del Cretácico Superior, pudiéndose destacar la siguiente: *Globotruncana ventricosa* (sensu BROTZ.), *Globotruncana lapparenti lapparenti* BOLLI, *Globotruncana elevata* BROTZ., *Lituola irregularis* (ROEMER), *Marginulina trilobata* D'ORB., *Verneulina limbata* CUSHM.; *Cibicidoides eriksdalensis* BROTZ., *Cibicidoides voltzianus* (D'ORB.), *Pseudovalvulinera clementiana* (D'ORB.), *Tritaxia tricarinata* REUSS, *Globorotalites michelinianus* D'ORB., *Goupillaudina cf. daguini* MARIE; *Bolivinoidea cf. laevigata* (MARIE) y *Bolivinoidea draco miliaris* HILT. y KOCH.

2.2.6 CAMPANIENSE MEDIO-SUPERIOR (C₂₃²⁵)

En la sección de Aauri, y limitando al Sur con el diapiro de Maestu, se ha diferenciado un paquete de cerca de 400 m. de espesor de calizas y calcarenitas que pasan lateralmente hacia los extremos oriental y occidental a sedimentos margosos en la base, y a sedimentos detrítico-terrágenos del Campaniense Superior, al techo.

Pueden distinguirse tres paquetes calizos que, de base a techo, tienen las siguientes características: un primer nivel con calcarenitas bioclásticas gruesas, de aspecto externo arenoso, gris crema, bastante recristalizadas, estratificadas en capas brechoides de 20 a 50 cm., identificándose en ellas la siguiente microfaua: *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), *Sulcoperculina* aff. *cubensis* (PALMER), *Marssonella trochus* D'ORB., *Vidalina hispanica* SCHLUMB., Algas calcáreas (*Halimeda*, *Acicularia*, *Bouenia*), *Lithothamnium* sp., *Goupillaudina* cf. *daguini* MARIE y *Quinqueloculina* sp.

El segundo nivel calizo (Biomicrofitas arenosas) es menos fosilífero que el anterior, aunque la asociación microfauística es muy parecida y en ninguna muestra se han encontrado microfósiles diferentes.

Por último, el tercer nivel calizo, el más potente, compuesto por calizas margosas, a veces arenosas, gris oscuras a gris ocreas, y calcarenitas gris claro a gris crema, tiene la particularidad por comenzar en su base por un conglomerado brechoide poligénico, englobados los cantos en una matriz arenoso-calcárea y cemento carbonatado, con algunos cantos de areniscas rojo-vinosas que probablemente pertenezcan a areniscas triásicas del Buntsandstein provenientes de una de las emersiones salinas del diapiro de Maestu, sincrónicas con la sedimentación carbonatada del Campaniense Medio-Superior. Este tercer nivel calizo es mucho más fosilífero que los anteriores, determinándose en él la siguiente microfaua: *Orbitoides tissoti* (SCHLUMB.), *Monolepidorhis sanctae pelagiae* ASTRE, *Siderolites vidali* SCHLUMB., algas calcáreas (*Halimeda*, *Bouenia* y *Acicularia*), *Sulcoperculi-*

na aff. *cubensis* (PALMER), *Pararotalia schaubi* HOTT, *Vidalina hispanica* SCHLUMB., *Marssonella trochus* D'ORB., *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.) y *Lithothammlum* sp.

Al mismo tiempo se encuentran Briozoarios, Gasterópodos y algunos fragmentos de Rudistas.

2.2.7 CAMPANIENSE SUPERIOR (C₂₅³)

Está definido litológicamente por una serie detrítico-terrigena, típica en toda la Hoja, en la que sus espesores varían ostensiblemente desde 650 m., visibles en la zona de San Vicente de Arana-Sabando, hasta llegar a desaparecer en los alrededores del Puerto de Opacua (norte del sinclinal de Urbasa) y en las cercanías de Contrasta (sur del sinclinal de Urbasa).

Esta serie, generalmente azoica, se compone de arenas muy finas, casi limosas, amarillentas, con indentaciones de lentejones de areniscas arcillosas mal cementadas.

Hacia los tramos más altos se observan secuencias rítmicas de conglomerados, microconglomerados, areniscas y arcillas. Los conglomerados son silíceos, de matriz arenosa con cantos de tamaño medio de 1/2 a 1 cm., ligeramente achatados y débilmente cementados. Se encuentran mal estratificados, acuíñándose entre otras capas del mismo material o bien de microconglomerados o areniscas. Las areniscas y arenas son generalmente arcillosas, amarillentas, de grano subredondeado y regular clasificado.

2.2.8 MAASTRICHTIENSE (C₂₆)

Aflora en ambos flancos del sinclinal de Urbasa, dibujando, junto a las dolomías del Daniense, la mesa morfológica de la Sierra de Urbasa. Igualmente aflora al sur del diapiro de Maestu.

En el flanco sur de dicho sinclinal, el Maastrichtiense se ha estudiado en las ya citadas columnas de Atauri, San Vicente de Arana y Zudaire, desde el extremo occidental al oriental, respectivamente. En el flanco norte se ha detallado en la columna de Laminoria (3) (X=700.005; Y=913.050).

En los dos cortes primeramente mencionados, el espesor es de 80 metros. En esta zona está constituido por calizas arenosas, frecuentemente dolomitizadas, areniscas calcáreas y conglomerados calcáreos y silíceos.

Los tramos calizos, cuando no están afectados por dolomitización secundaria, son muy ricos en Orbitoídidos. Así ocurre precisamente que en la sección de San Vicente (muy dolomitizada), no son observables los fósiles encontrados en la de Atauri, que son los siguientes: *Orbitoides media* (D'ARCH.), *Lepiderbitoides socialis* (LEYM), *Omphalocyclus macropous* (LAMARCK), *Siderolites calcitrapoides* (LAMARCK) y *Lithothammlum* sp., junto a algunos Briozoarios, Gasterópodos, etc.

En Zudaire se han reconocido 60 m., en los que alternan calcarenitas gruesas de matriz cristalina, ocasionalmente arenosas, con margas arcilloso-arenosas, oscuras y laminares. En ambos casos contienen la siguiente microfauna: *Orbitoides media* (D'ARCH.), *Siderolites calcitrapoides* (LAMARCK) *Lepidorbitoides socialis* (LEYM), *Omphalocyclus macroporus* (LAMARCK), *Siderolites olaxtiensis* R. GAONA, *Bolivina incrassata* REUSS, *Ossangularia* sp., *Lithothammium* sp., junto con algunos Briozoarios y Moluscos.

En el borde norte del sinclinal, en la sección de Laminoria, con un espesor de 130 m., el Maastrichtiense se inicia con calcarenitas bioclásticas gris crema, bien estratificadas, con juntas margo-arenosas decalcificadas, y termina, en el techo, con 45 m. de calcarenitas bioclásticas algo arenosas conteniendo Orbitoídidos. Son de tonos beige rojizos. Suelen ser ferruginosas, con juntas margosas y pasadas de dolomías margosas grises. Se distingue en el tramo la siguiente microfauna: *Orbitoides media* (D'ARCH.), *Lepidorbitoides socialis* (LEYM), *Clypeorbis mamillata* (SCHLUMB.), *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), *Bolivina* cf. *incrassata* REUSS, *Cibicidoides voltziana* (D'ORB.), *Pseudovalvulinaria monterelensis* (MARIE), *Anomalina lorneiiana* D'ORB., *Racemigumbellina* sp., *Globotruncana* sp.

En líneas generales, las facies del Maastrichtiense son más calcáreas en las zonas septentrionales y orientales, y con mayor contenido detrítico-terrágeno hacia las meridionales y occidentales.

2.3 Terciario

Como ya se ha comentado anteriormente, el Terciario se presenta en facies marina y continental, correspondiendo la mayor superficie aflorante a materiales del primer tipo, que se localizan en toda la banda central del sinclinal de Urbasa, interrumpiéndose su afloramiento en el extremo occidental por la emersión salina del diapiro de Maestu.

Las características litológicas del Terciario marino, así como sus espesores son, en líneas generales, bastante homogéneos, salvo en las inmediaciones del diapiro de Maestu, en donde se ha hecho notar el efecto de la ascensión salina en la deposición de los sedimentos circundantes.

El Terciario continental se presenta en núcleos regularmente desarrollados, con dominio de conglomerados, de arcillas, o de margas en el centro del sinclinal, o con dominio de arcillas margosas en la Depresión de Santa Cruz de Campezo.

2.3.1 PALEOCENO INFERIOR (DANIENSE-MONTIENSE) (T₁₁₋₁₂^A)

En toda la región estudiada, y Hojas limítrofes con ésta, el Paleoceno Inferior (Daniense) comienza con unas dolomías masivas de aspecto gris blanquecino, formando crestones que dibujan el entorno de la Sierra de Urbasa

y sus estribaciones occidentales, crestones que dan gran número de bloques caídos y coluviones que recubren buena parte de los sedimentos cretácicos que circundan las zonas más deprimidas.

El Paleoceno Inferior ha sido estudiado en detalle en la zona meridional, en las columnas de San Román de Campezo (2) (X=702.030; Y=897.010), Corres (1) (X=703.005; Y=899.050), y en las ya citadas de Atauri, San Vicente de Arana y Zudaire, desde el extremo occidental al oriental, respectivamente. En la zona septentrional se ha realizado un corte completo del Paleoceno Inferior en Laminoria, en donde se han medido 280 m. de serie.

En el borde meridional, los espesores del Daniense-Montiense varían entre 80 m. en Corres hasta algo más de 250 m. al norte de Sabando (sección de San Vicente de Arana). En el extremo oriental el espesor del Paleoceno Inferior está reducido por efecto de la discordancia existente entre el Eoceno y Paleoceno, estando directamente el Luteciense apoyado sobre los niveles más inferiores del Montiense.

Comienza el Paleoceno Inferior por dolomías masivas gris blanquecinas, cuyos espesores oscilan entre 50 m. y 200 m., a veces muy alteradas en superficie, adquiriendo un aspecto margoso. Se han podido diferenciar en ellas niveles de dolomías oolíticas y otros con Gasterópodos. La microfauna es indeterminable, observándose algunos Valvulinidos y Miliólidos. Siguen a continuación calcareníticas, o calizas micríticas en vías de dolomitización, con lo que el paso del Daniense al Montiense se hace de una forma gradual. En las calcarenitas se distinguen numerosas Algas Rodofíceas entre las que destacamos *Lithothammium*, *Archaeolithothammium*, *Distichoplax biserialis* (DIETRICH), así como Algas Solenoporáceas, Políperos, Briozoos y algunos Foraminíferos, como *Planorbulina antiqua* MANGIN, *Operculina pseudoheberti* MANGIN (en algunos niveles formando una caliza lumaquélica), *Discocyclina seunesi* DOUV., así como algunos Valvulinidos de gran tamaño y *Rotalia* cf. *trochidiformis* LAM.

Dentro de la relativa homogeneidad litológica del Paleoceno Inferior, es en el Montiense donde se observan algunas variaciones con cambios laterales de facies. Ya se ha dicho que, normalmente, está formado por calizas dolomíticas, calizas de algas y calcarenitas finamente gravelosas o micríticas, con pequeños Gasterópodos diseminados. Entre ellas se intercalan anárquicamente, con diferentes espesores, paquetes de margas calcáreas gris blanquecinas, de fractura concoidea.

2.3.2 PALEOCENO SUPERIOR (THANETIENSE) (Tc₁₃^A; Ts₁₃^A)

Se trata de un tramo esencialmente calizo (Tc₁₃^A) observado en detalle en la sección de Corres, en el sur del sinclinal de Urbasa, y en la de Laminoria, en el borde norte.

En la de Corres, el Paleoceno Superior está muy reducido por efecto del levantamiento del diapiro de Maestu.

La parte inferior la forman 40 m. de calcarenitas bioclásticas con abundantes Miliólidos en la base, pasando a areniscas calcáreas ferruginosas, de grano fino a medio de tonos beige amarillentos con pasadas de calcarenitas conteniendo *Fallotella alavensis* MANGIN, *Glomalveolina levis* HOTT., *Glomalveolina primaeva* REICHEL y *Asterodiscus taramelii* SCHLUMB.

En el borde norte, y en general en toda la Hoja, el Paleoceno Superior es un excelente nivel guía por la constancia de su microfauna, fácilmente visible «in situ».

En la zona de Laminoria el Thanetiense calizo tiene un espesor de alrededor de 140 m., comenzando por calizas microcristalinas beige blanquecinas. Vienen a continuación 70 m. de margas calcáreas de color gris verdoso, con fractura concoidea, entre las que se intercalan calizas margosas y calizas dolomíticas, con pasadas de calizas de Algas con Gasterópodos. Termina el tramo con 60 m. de calcarenitas y dolomías arenosas, presentándose en las primeras una asociación microfaunística muy similar a la descrita en el perfil de Corres.

Inmediatamente encima de las calcarenitas con *Fallotella* sp. y *Glomalveolina* sp., y de un modo casi general en la Hoja de Eulate, se encuentra un nivel de arenas mal clasificadas, limosas a microconglomeráticas (T_{13}^A), de espesor muy variable, objeto de importante explotación en el área de Laminoria y Arenaza. Es igualmente un nivel cartográfico, constante, que se mantiene también en la zona occidental dentro de los límites de la Hoja de La Puebla de Arganzón.

2.3.3 EOCENO

Sedimentos correspondientes al Eoceno afloran en la zona occidental (Ilerdiense), y en el extremo nor-oriental (Luteciense), donde este último está en clara discordancia sobre sedimentos del Paleoceno Inferior y Superior.

2.3.3.1 Eoceno Inferior (Ilerdiense) (T_{21}^{Aa})

Al igual que en el caso del Paleoceno Superior, el Ilerdiense ha sido estudiado en los perfiles de Corres y de Laminoria.

En la sección de Corres se han observado 35 m. de calcarenitas bioclásticas con abundantes Alveolinas. Las calcarenitas suelen ser masivas, beige rojizas a beige amarillentas con pasadas de dolomías arenosas y arenas limosas calcáreas. Son biointrasparitas y biointramicritas con la siguiente microfauna: *Alveolina ilerdensis* HOTT, *Alveolina leupoldi* HOTT, *Alveolina* cf. *rotundata* HOTT, *Glomalveolina lepidula* (SCHWAG), *Alveolina decipiens*

SCHWAG, *Alveolina aragonensis* NUTT, *Alveolina corbarica* HOTT, *Orbitoides ibericus* LEHM y *Quinqueloculina* sp.

Todo el tramo es muy fosilífero, intercalándose en el área meridional unas calizas pisolíticas junto a calcarenitas con: *Alveolina corbarica* HOTT, *Alveolina* cf. *avellana* HOTT, *Glomoalveolina lepidula* (SCHWAG), *Lithoporella melobesioides* ELLIOT, *Stromatopora* sp., *Cuvillierina* cf. *eocaenica* DEBOURLE y *Quinqueloculina* sp., así como una serie de Ostrácodos y Equinodermos.

2.3.3.2 Eoceno Medio (Luteciense-Biarritziense) ($T_{c_{21}}^{Ab}$; $T_{c_{21}}^{Ab}$; T_{21-22}^{Ab})

Los sedimentos marinos del Terciario pertenecientes al Eoceno Medio (faltan los del techo del Eoceno Inferior (Cuisiense)), se encuentran restringidos al borde nor-oriental de la Hoja, donde se apoyan en clara discordancia sobre sedimentos del Paleoceno Inferior y Superior.

El Luteciense viene definido por un conglomerado monogénico, heterométrico, con cantos subredondeados, en su mayor parte provenientes de las calizas de Alveolinas del llerdiense, muy cementados, que, hacia el Norte, pasan a arcillas rojas. Este nivel tiene escasa potencia, de 10 a 20 m. visibles, pasando al mismo tiempo a las calizas y calcarenitas que más adelante se describen.

El Luteciense se ha estudiado fuera de la zona de estudio, pero cerca de sus límites, en la sección de Zudaire. Es un tramo de más de 300 m. constituido por calcarenitas bioclásticas, circunstancialmente con glauconita, niveles de calcirruditas, y hacia el techo en su paso al Biarritziense, por calizas de Algas.

La asociación microfaunística estudiada en lámina delgada es, para el Luteciense Inferior-Medio ($T_{c_{21}}^{Ab}$) la siguiente: *Orbitolites complanatus* (LAMARCK), *Nummulites* aff. *millecaput* (BUBEE), *Alveolina* cf. *frumentiformis* SCHWAG, *Alveolina* cf. *stipes* HOTT, *Nummulites uronensis* (HELM), *Fabiania cassi* (SILV), *Europertia magna* (LE CALV), *Alveolina levantina* HOTT, *Alveolina gigantea* CHEC-RISP, *Asterodiscus stellaris* (BRUNN).

En la parte más alta del Luteciense y por debajo de las calizas de Algas del Luteciense-Biarritziense, las calcarenitas contienen *Nummulites aturicus* (JOLY-LEYM), *Alveolina* cf. *prorrecta* HOTT, *Asterodiscus stella* (GUMB), *Discocyclina nummulitica* (GUMB), etc. Estos niveles corresponden a la parte inferior del tramo Luteciense-Biarritziense (T_{21-22}^{Ab}). Los niveles más altos de esta unidad, ubicados en el eje del sinclinal de Urbasa, se han asignado al Biarritziense por contener *Chapmanina gassinensis* SILV., «*Periloculina*» cf. *raincourtii* HOTT y *Orbitolites* cf. *reicheli* LEHM.

El Terciario marino de esta Hoja ya ha sido suficientemente estudiado con anterioridad, desde el punto de vista micropaleontológico por RAMIREZ DEL POZO, en su «Síntesis geológica de la provincia de Alava» (1973).

En este trabajo se describe toda la asociación microfaunística referida con anterioridad.

2.3.4 Terciario Continental-Mioceno (Tc_{C12-11}^{Ba-Bc} ; Ta_{C12-11}^{Ba-Bc} ; Tcm_{C12-11}^{Ba-Bc})

El Terciario continental, Mioceno, se encuentra localizado en tres afloramientos aislados, dos de ellos en el eje del sinclinal de Urbasa, en Iturrieta y en Laminoria, en la parte norte del diapiro de Maestu, y el tercero en la Depresión de Santa Cruz de Campezo.

En este Terciario se han distinguido tres unidades según el dominio del material existente: (Tc_{C12-11}^{Ba-Bc}) formada principalmente por conglomerados calcáreos, regular a bien cementados, con matriz arcilloso-arenosa; (Ta_{C12-11}^{Ba-Bc}) con predominio de arcillas margosas azoicas, pardo rojizas, entre las que se intercalan niveles de areniscas y conglomerados, y (Tcm_{C12-11}^{Ba-Bc}) en que predominan las margas calcáreas y calizas margosas lacustres, que han podido datarse como Burdigaliense-Vindoboniense en las cercanías de la localidad de Onraitia, en la parte central del sinclinal de Urbasa. Se han reconocido los Ostrácodos de habitat lacustre: *Candona praecox* STRAUB, *Candona recta* LIEN y *Cypria curvata* (LIEN). En esta zona, el Terciario Continental tiene escasa potencia, solapando discordantemente los sedimentos infrayacentes del Terciario marino y Cretácico Superior, desde las calcarenitas de Alveolinas del Ilerdiense hasta el Maastrichtiense (Pto. de Opacua). Este Terciario, en la zona occidental, está asimismo atravesado por el diapiro de Maestu.

En la parte centro-meridional de la Hoja, el Terciario se encuentra rellenando la Depresión de Santa Cruz de Campezo, recubriendo un diapiro que no ha llegado a perforarlo y disponiéndose discordantemente sobre materiales carbonatados del Cretácico Superior.

2.4 CUATERNARIO

Tiene escasa importancia, limitándose a pequeños recubrimientos, entre los que destacan los bloques caídos y coluviones originados por la erosión diferencial de las calizas y dolomías del Maastrichtiense y Daniense en los bordes de la Sierra de Urbasa.

2.4.1 PLEISTOCENO (Q₁T)

Del Pleistoceno aparecen en la Hoja sedimentos de terrazas fluviales constituidos por cantos redondeados y subredondeados de calizas y areniscas cuarcíticas, englobados en una matriz arenoso-arcillosa. Las terrazas se encuentran a 20 m. de altura sobre el nivel actual, localizándose una serie de ellas dentro del diapiro de Maestu, y otras en la Depresión de Santa Cruz

de Campezo. Las primeras son en su mayoría objeto de explotación, principalmente la terraza situada al SO. de Maestu.

2.4.2 HOLOCENO (Q₂Al, Q₂L, Q₂C, Q₂Cd, Q₂t)

Aluviones (Q₂Al)

Son poco abundantes los depósitos de aluviones por estar la mayor parte de los ríos encajados entre rocas competentes. Están constituidos por depósitos de gravas, arenas y limos.

Además de los aluviones cartografiados, no se han representado totalmente otros que recubren las formaciones infrayacentes, para facilitar la expresión cartográfica de éstas, o por su escasa potencia considerándolos como un eluvial. Como ejemplo del primer caso, las arcillas y yesos del Triás del diapiro de Maestu están enmascaradas por un suelo Cuaternario de poca potencia. El segundo caso es el de las zonas más deprimidas del norte de la Hoja, que están rellenas por un material arcilloso, con gravillas subangulosas de no más de 30 cm. de potencia, formando un suelo prácticamente eluvial, por erosión de los sedimentos margosos del Cretácico Superior.

Bloques caídos (Q₂L)

Se ha destacado un grupo alineado en el borde sur del sinclinal de Urbasa, compuesto por grandes bloques desprendidos de las cornisas de dolomías del Maastrichtiense y Daniense.

Coluviones (Q₂C)

Los derrubios de ladera más importantes están formados por bolos y cantos del Maastrichtiense y Terciario marino de ambos bordes de la Sierra de Urbasa, así como de los de las calcarenitas y calizas del Coniaciense-Santoniense Inferior en la Sierra de Lóquiz.

Conos de deyección (Q₂Cd)

Se desarrollan, con pequeñas proporciones, en el núcleo del anticlinal de Gastiaín.

Turberas (Q₂t)

Se ha podido constatar la existencia de dos turberas poco desarrolladas en el extremo nor-oriental de la Hoja, en la Sierra de Urbasa.

3 TECTONICA

3.1 TECTONICA REGIONAL

La Hoja investigada, desde el punto de vista tectónico-estructural, está comprendida en un área relativamente sencilla, poco replegada, en la que destaca principalmente el amplio sinclinal de Urbasa, de suave configuración, con su eje orientado ENE.-OSO., que se extiende hacia el Este en la provincia de Navarra (Hoja de Estella), y hacia el Oeste, en las de Alava-Burgos (Hojas de Eulate y La Puebla de Arganzón).

Este sinclinal está perturbado localmente por la extrusión diapírica de Maestu, que, en su ascensión salina, provoca el levantamiento de las capas circundantes, formando, al mismo tiempo, suaves pliegues de poco desarrollo.

En el ángulo sur-oriental de la Hoja se localiza el anticlinal de Gastiáin, estructura cerrada, poco apretada y fallada, que ha sido objeto de prospecciones petrolíferas.

En resumen, los pliegues son suaves, con ejes de dirección ENE.-OSO., y las fallas, todas ellas normales, se desarrollan según direcciones NO.-SE. y NE.-SO. Es una tectónica simple a nivel local pero que requiere, para su mejor conocimiento, estudiar su evolución dentro del ámbito regional de la Cuenca Cantábrica.

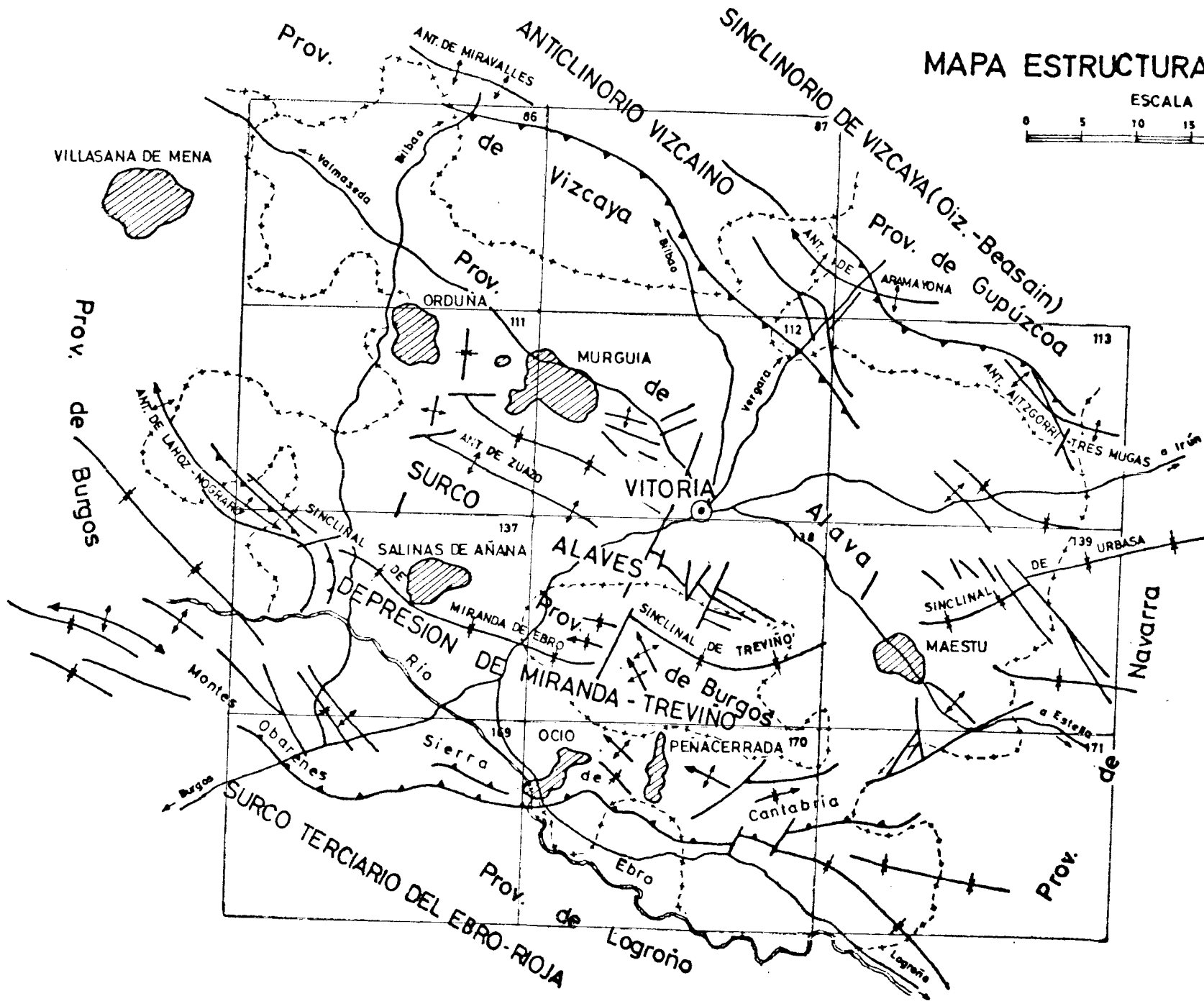
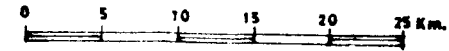
Otro rasgo tectónico-estructural importante en el ámbito de la Hoja estudiada lo constituye la inyección diapírica de materiales del Keuper haciendo extrusión en sedimentos mesozoicos y terciarios, modificando localmente como ya se ha mencionado la configuración del sinclinal de Urbasa.

Como consecuencia de las fases tectónicas Neociméricas, se producen las primeras acumulaciones salinas de facies Keuper, dando lugar a altos con repercusiones paleogeográficas más que estructuras de plegamiento. Estos umbrales, dispuestos a lo largo de alineaciones de debilidad, tienen su manifestación superficial y reflejo regional en la línea diapírica que une los diapiros de Murguía al de Estella, por hablar de los más cercanos, entre los que se intercalan los de Maestu, el no aflorante de Santa Cruz de Campezo y el afloramiento ofítico, pinzado a través de una falla, en el extremo suroriental, en la Hoja de Eulate.







La emersión salina debió producirse paulatinamente a lo largo de la sedimentación del Mesozoico, extruyendo superficialmente durante la sedimentación de materiales del Campaniense Medio-Superior, como lo demuestra el nivel base del paquete calizo de la sección de Atauri, formado por un microconglomerado poligénico, con pequeños cantos de diferentes características genéticas entre las que destacan los de areniscas rojo vinosas pertenecien-

MAPA ESTRUCTURAL ESQUEMATICO

ESCALA



LEYENDA

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

tes probablemente al Buntsandstein. La extrusión diapírica final es posterior al Burdigaliense-Vindoboniense.

Durante el Cretácico se produce una amplia transgresión con paulatino hundimiento de la cuenca de sedimentación.

Las fases subhercínicas de la Orogenia Alpina, que se inician al final del Santoniense, produjeron una paulatina elevación del borde de la Cuenca que se traduce en el acuñamiento del Campaniense hacia el extremo oriental de la Hoja, desapareciendo el Campaniense Inferior en el borde sur del sinclinal de Urbasa, y el superior en ambos bordes, según el meridiano de San Vicente de Arana.

Esta fase tectónica se inicia con un cuadro de condiciones de compresión, que en su momento álgido darán lugar al modelamiento tectónico final de la Orogenia Alpina. Al final del Santoniense, la cuenca comienza a alterarse por el Norte, dando lugar a la elevación del Macizo Vizcaíno, que se convierte en un gran umbral (Hoja de Salvatierra), sufriendo igualmente un levantamiento el Macizo del Ebro, provocando un aumento en el material detrítico terrígeno, que es transportado a la cuenca de sedimentación, excepto en las zonas más elevadas, como es el borde nor-oriental de la Hoja de Eulate.

Entre la fase Subhercínica y la Pirenaica, que provoca el plegamiento general de la Cuenca Cantábrica, se suceden una serie de pulsaciones previas que originan hiatos estratigráficos durante el Cuisiense, y parte del Ilerdiense, hasta el Luteciense.

Con el modelado de la cuenca se produce la sedimentación de la serie post-origénica continental, equivalente al Mioceno (Burdigaliense-Vindoboniense) de esta Hoja.

A pesar de que las directrices generales de plegamiento de la Cuenca Cantábrica se dan según direcciones ONO.-SSE., en esta Hoja se producen direcciones anómalas muy próximas a E.-O. En este caso las estructuras se amoldan a la dirección general del cabalgamiento de la Sierra de Cantabria.

El cabalgamiento de la Sierra de Cantabria tiene su «raíz» varios kilómetros al Norte de su manifestación en superficie, según puede observarse en la Hoja de Eulate en el Sondeo de Corres-1, en el que existe un Mesozoico alóctono hasta los 4.400 m. de profundidad, deslizado a través del Keuper sobre un probable Cretácico Inferior autóctono.

3.2 DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES ESTRUCTURAS

Desde el punto de vista estructural ya se ha comentado la sencillez de los pliegues existentes en esta Hoja.

En cuanto a la fracturación, llama la atención en primer lugar la relacionada con los diapiros de Maestu, y el de Santa Cruz de Campezo (aunque éste no aflora en superficie). Las fallas son de poco desplazamiento, y todas

ellas normales. Es bien visible, en los materiales competentes del Terciario marino, un desarrollado diaclasamiento.

Sinclinal de Urbasa

La Sierra de Urbasa y sus estribaciones oriental y occidental está formada por un amplio sinclinal, de suave configuración, dibujada en sus bordes por las cornisas de dolomías y calizas arenosas del Daniense y Maastrichtiense, que descansan sobre los sedimentos blandos del Santoniense y/o Campaniense. Las capas buzan suavemente con valores de alrededor de los 10°. excepción hecha en las cercanías del diapiro de Maestu, en donde son levantadas bruscamente.

El eje del sinclinal se flexiona a la altura de la Granja Iturrieta aproximadamente, descendiendo a partir de esta zona hacia el Oeste, hasta el Condado de Treviño, y hacia el Este adentrándose en la provincia de Navarra. Dicho eje tiene una dirección general OSO.-ENE.

Anticlinal Hornillos-Atauri

Se trata de una «nariz» anticlinal probablemente ligada a la influencia salina de los diapiros de Maestu y Santa Cruz de Campezo.

Es una estructura de dirección NO.-SE., hundiéndose su eje hacia el NO. para levantarse a la altura del kilómetro 30 de la carretera Vitoria-Estella, hacia el diapiro de Maestu.

Esta «nariz» está cortada en Hornillos, límite con la Depresión de Santa Cruz de Campezo, por una falla normal supuesta, no visible en superficie, que hunde el bloque Sur.

Las capas buzan suavemente con valores comprendidos en general entre los 10° y 20°.

Anticlinal de Gastián

Es una estructura cerrada, ligeramente vergente al Norte, con suaves buzamientos, cortada por una serie de fallas normales de poco desplazamiento, destacando la que corta parcialmente el núcleo, uniéndose con la de Hornillos por debajo del Terciario Continental.

El núcleo de la estructura lo constituyen las margas limolíticas del Cenomaniense. Este núcleo, en profundidad y con arreglo a los datos de sísmica de CIEPSA, se desplaza hacia el Norte, estando a nivel del Triásico a la altura del sondeo Alda-1.

Diapiro de Maestu

Se trata de una extrusión salina de tipo chimenea, con probable exten-

sión de la sal en profundidad hacia el SE., hecho que se demuestra con el sondeo Atauri-1 de CIEPSA, y que se intuye por la estructura Hornillos-Atauri, así como por la posible comunicación con el diapiro enterrado de Santa Cruz de Campezo.

La primera emergencia salina en superficie es probable que ocurriese durante la sedimentación del Campaniense Medio-Superior con arreglo a las hipótesis expuestas anteriormente, aflorando totalmente en superficie después de la sedimentación del Burdigaliense-Vindoboniense.

Diapiro de Santa Cruz de Campezo

Es un diapiro no aflorante en superficie, cubierto por los materiales del Terciario Continental, y deducido por la investigación gravimétrica llevada a cabo por CIEPSA. Su entorno viene dibujado con arreglo a las anomalías de Bouguer, ocupando la mitad oriental de la Depresión de Santa Cruz.

Falla de Contrasta

No tiene mayor importancia que la de resaltar su interés hidrogeológico, al provocar el contacto tectónico entre el paquete calizo dolomítico de Maastrichtiense y Terciario marino con los sedimentos margosos del Santoniense Superior, dando lugar a la surgencia de agua más importante de toda la Hoja de Eulate.

4 HISTORIA GEOLOGICA

Siendo el área estudiada en la Hoja de Eulate una pequeña parte de la Cuenca Cantábrica, el conocimiento de su evolución geológica se hace a partir de los datos regionales, además de los deducidos en el estudio efectuado dentro de los límites geográficos de la misma.

Aunque en esta Hoja no afloran materiales paleozoicos pre y post hercínicos, las observaciones realizadas en la región demuestran que han sido depositados, constituyendo el sustrato de los sedimentos mesozoicos. El vestigio más cercano que se tiene de este hecho se localiza en la Hoja de Estella, colindante con la de Eulate. En el diapiro de Estella «flotan» bloques de granito y gneis dentro de la sal migrada del Keuper.

Es conocido que después de la tectónica hercínica hasta que llega la transgresión triásica, la Cuenca Mesozoica, que empieza a formarse, no se encuentra completamente peneplanizada, depositándose los materiales paleozoicos post-hercínicos e incluso del Buntsandstein en las zonas más deprimidas para ser, posteriormente, solapados por los sedimentos del Keuper.

Durante el Triásico Superior la Cuenca se presenta muy uniforme y esta-

ble, depositándose una potente serie de evaporitas con escasa vida orgánica. Esta deposición fue simultánea con la efusión de materiales volcánicos de magmatismo básico (ofitas).

La regresión general marina que se produce a lo largo del Trías Medio y Superior, junto con la subsidencia general de la cuenca durante el Trías Superior, se pueden integrar en un fenómeno tectónico como es el de los movimientos epirogenéticos.

Después de la sedimentación triásica, continúa el hundimiento del fondo de la cuenca, invadiendo el mar ampliamente la región. Las condiciones de sedimentación permiten el depósito de litofacies marina propia de zonas de biofacies costera en una cuenca carbonatada, con dolomías y calizas del Lías Inferior y Rethiense.

Se forman tres surcos o cubetas, Sur de Santander-Norte de Burgos, Cameros y Vizcaya-Navarra.

La existencia del Rethiense y Lías Inferior en la Hoja de Eulate se confirma con el sondeo de Alda-1, con un paquete de dolomías y calizas entre los 5.250 m. y 5.322 m. de profundidad.

A partir del Sinemuriense Superior la cubeta de Santander se ensanchaba al tiempo que se hundía, quedando en comunicación con la de Cameros, desarrollándose una amplia cuenca con sedimentación de calizas arcillosas y margas en régimen de sedimentación tranquila y de facies nerítica correspondiente a la zona exterior de la plataforma. El medio ambiente, localmente, es altamente reductor, con sedimentación de arcillas margosas negras bituminosas, siendo el fondo de la cuenca en general bastante estable, con una subsidencia muy parecida en todos los puntos de la misma.

Durante el Dogger, y especialmente a partir del Bathoniense, la cuenca entra en una fase regresiva, empezando a manifestarse las fases neokimméricas, produciéndose las primeras acumulaciones salinas de los materiales del Keuper, dando lugar a altos con repercusiones paleogeográficas.

La fase regresiva se traduce en la deposición de sedimentos neríticos a litorales. Se acentúa la inestabilidad del fondo de la cuenca y comienza la formación del umbral del Ebro, o de La Rioja.

Las biofacies observadas en la zona de Navarra, así como en otros cortes de Guipúzcoa, son siempre costeras a neríticas. En toda esta región, el Dogger se caracteriza por presentar alternancia de biomicrocristas y biopelmicrocristas, con algunas intercalaciones de biopelsparitas, con un contenido en microplancton y Ammonites, menor que en la zona de Santander y Burgos. El medio fue relativamente tranquilo, aunque en determinados niveles la agitación de las aguas fue más pronunciada, con menor profundidad.

El hecho es que en la Hoja de Eulate, y considerando el único sondeo que corta Jurásico, el Dogger falta totalmente, apoyándose las facies wealdicas directamente sobre el Lías Inferior.

Durante el Malm, prosigue la regresión hasta tal punto que en el Oxfor-

diense las litofacies indican un medio sedimentario marino muy restringido y de poca profundidad. La microfauna es escasa lo mismo que la macrofauna, con elevado contenido de elementos terrígenos.

Durante el Malm Superior se produce un cambio importante en el régimen de sedimentación. Con las fases neokimméricas se produce la retirada brusca del mar, y la cuenca se colmata, preparándose un cuadro de condiciones que darán lugar al establecimiento de las facies weáldicas.

Se delimitan o independizan varias cuencas de sedimentación, separadas por umbrales en las que apenas existe sedimentación, que en su mayoría producen importantes fenómenos erosivos de las series depositadas anteriormente.

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

En la parte más meridional de la Hoja, Sierra de Cantabria, quedan pequeñas cuencas de agua dulce o salobre, aunque la mayor parte de ella es un umbral en el que se erosionaba el Jurásico. En los Montes Vascos (cubeta Vizcaya) al final del Jurásico y durante el Cretácico Inferior, existía una cuenca muy subsidente, con más de 2.000 m. de sedimentos en el centro de ella, con ambiente reductor y salobre (Gasterópodos, Ostrácodos), y alternancia de episodios marinos y transicionales.

En esta cubeta el carácter de sedimentación parece que fue intermitente y alternante, lo que permitía periódicas colmataciones de la cubeta y formación de ambientes continentales, como marismas, llanuras aluviales, etc. Al sur de los Montes Vascos, la potencia de esta cubeta de facies weáldica se reduce muy bruscamente, no sobrepasando el área de sedimentación los Montes de Vitoria, zona occidental de la Hoja de Eulate, donde existía un alto, o umbral, que quedaría comprendido en líneas generales entre la actual Sierra de Cantabria y la directriz Urbasa-Gorbea (Hoja de Eulate, 23-08, y Elorrio, 22-06). Al sur de este umbral, en la Sierra de Cantabria, los sedimentos alcanzan una potencia máxima conocida de 850 m. (Sondeo de Lagrán-1).

Durante el Aptiense, e incluso en el Albiense Inferior, en los Montes Vascos, se produce una disminución del aporte terrígeno, con instauración de un régimen de sedimentación de facies marina que culmina en el Cretácico Superior, reduciéndose el gradiente y la pendiente regional. La subsidencia disminuyó con relación a la de la cubeta weáldica, teniendo la cuenca características epicontinentales o mar de plataforma, con condiciones favorables para un desarrollo de vida orgánica y formación de arrecifes. De una forma intermitente se debían producir importantes aportes de materiales terrígenos, que interrumpían el desarrollo y crecimiento de arrecifes, provocando cambios de facies de consideración bien visibles en la Hoja de Salvatierra.

A partir del Albiense Medio y parte del Inferior, tuvo lugar un brusco aumento de los aportes terrígenos, de una forma casi general en toda la Cuenca Cantábrica, lo que impidió el desarrollo de los organismos constructores de arrecifes. Estos aportes se depositan en un mar de plataforma, con fondo inestable, aunque con profundidad relativamente constante (de 20 a 50 m. de profundidad).

Este intenso aporte terrígeno es debido probablemente a movimientos tectónicos de los bordes de la cuenca que dan lugar al rejuvenecimiento del relieve continental, principalmente del Macizo Castellano, lo que origina un aumento en la intensidad de los agentes erosivos. Como consecuencia de ello, se produce una subsidencia muy importante, del orden de los 4.000 m. de sedimentos, especialmente al NO. de la zona de Eulate. Los ejes de máxima subsidencia se desplazan ligeramente hacia el Sur con relación a los existentes en el Aptiense.

Durante esta época, en la zona Sur (Sierra de Cantabria) se extendía una amplia plataforma muy poco profunda (5-15 m.), donde se depositaban las facies de «Utrillas» de tipo marismas con el desarrollo de ríos, canales y esporádicamente llanuras aluviales.

Ya en el Albiense Superior y Cenomaniense más inferior el mar es algo más profundo, aunque siempre de carácter nerítico, con sedimentación de arcillas, arenas y localmente con desarrollo de facies arrecifales, bien representadas en la Hoja de Salvatierra, al norte de la de Eulate.

En el sondeo Corres-1, en el sector sur-occidental de la Hoja de Eulate, se cortan calizas y dolomías con carácter paraarrecifal, dentro del conjunto detrítico.

Ya en el Cretácico Superior tenemos un régimen marino en toda la cuenca siempre más profundo que en el Cretácico Inferior. Así, en la Llanada Alavesa, o Surco Alavés (extremo nor-occidental de la Hoja de Eulate), llegan a depositarse hasta 4.500 m. de sedimentos predominantemente margosos, en un mar nerítico o batial. Mediante un basculamiento al Sur, al comienzo del Cretácico Superior, se produjo un levantamiento gradual del Anticlinal Vizcaíno (Montes Vascos), así como en el Macizo del Ebro, lo que dio lugar a un aumento de la subsidencia del Surco Alavés. Como consecuencia de todo ello, el eje de máxima subsidencia fue desplazándose progresivamente hacia el Sur, produciéndose una divisoria en la Hoja de Eulate, en las facies más profundas del Surco Alavés, y las costeras que imperan en la Sierra de Cantabria.

Los movimientos de la sal en las zonas de intumescencias salinas dieron lugar a adelgazamientos locales de las series, así como a cambios laterales de facies.

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 elevación

de la cuenca, creando umbrales que se manifiestan en la zona centro-oriental de la Hoja de Eulate con la erosión y/o no sedimentación del Campaniense Superior (ambos bordes del sinclinal de Urbasa), e incluso del Campaniense Inferior (borde sur del sinclinal de Urbasa). La elevación general de la cuenca comportaría dos fases: 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.

La segunda fase, que ya comprende al Maastrichtiense Superior, en la que se produciría un ligero hundimiento paulatino 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 fases regresivas, el Paleoceno comienza generalmente por facies no marinas, frecuentemente salobres o transicionales, con sedimentación de dolomías, pasando en el Montiense 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.

A esta fase le sigue otra transgresiva en el Ilerdiense, depositándose las calizas de Alveolinas.

En cualquier caso, las facies marinas del Paleoceno son siempre neríticas, con una profundidad no superior a los 40 ó 50 m. Unicamente al sur de la Hoja, en la Sierra de Cantabria, pueden observarse depósitos menos profundos, con episodios lacustres, o no marinos, con dolomías arenosas y microconglomeráticas, y calizas de Algas con sílex.

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 nor-oriental 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 Ilerdiense.

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 final del Eoceno comienzan a actuar las fuerzas tangenciales de compresión, que ligadas a la evolución tectónica del zócalo provocarán el intenso plegamiento de la Sierra de Cantabria, y 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 sedi-

mentación de carácter continental, destacando la gran subsidencia de la Depresión del Ebro, con depósito de más de 4.000 m. de materiales.

Los depósitos de conglomerados, areniscas y arcillas tienen un carácter fluvial, con desarrollo de paleocauces, mientras que los sedimentos calizos son de facies lacustre.

Estos depósitos cicatrizan el Terciario marino en la Sierra de Urbasa, encontrando mayor potencia de sedimentos en la Depresión de Santa Cruz de Campezo.

Así pues, en el Mioceno se producen las principales fases de la Orogenia Alpina, responsables del plegamiento, estructuración actual y la erosión de gran parte de los materiales preorogénicos.

El encajamiento de la red fluvial, con la formación de terrazas durante el Pleistoceno, dio lugar a la fisonomía morfológica actual.

5 GEOLOGIA ECONOMICA

5.1 MINERIA Y CANTERAS

Desde el punto de vista minero, considerando al margen el interés petrolífero, la actividad es y ha sido de muy poca importancia, destacando exclusivamente la explotación en galería de los asfaltos de la localidad de Atauri («Asfaltos de Maestu»).

La explotación se lleva a cabo en las calcarenitas arenosas del Campañense Medio-Superior, estando éstas impregnadas por asfalto muy irregularmente, con una impregnación media del 9 al 15 por 100. Hasta el momento la explotación se ha llevado a cabo en tres plantas, acometiéndose en el año actual la tarea de iniciar labores en una cuarta, a 36 m. de profundidad.

Se han observado indicios asfálticos en la mayor parte del borde meridional del diapiro de Maestu.

En cuanto a las canteras existentes, destaca entre todas la explotación de arenas del Thanetiense Superior en las inmediaciones de la antigua estación de Laminoria. Son arenas aplicables en fundición.

Existen otras canteras en calizas de distintas edades desde el Muschelkalk hasta el Maastrichtiense, todas ellas de escasa importancia.

Por último, son objeto de explotación las graveras en las terrazas fluviales del diapiro de Maestu, al SO. de dicha localidad.

5.2 INVESTIGACIONES PETROLIFERAS

Las investigaciones petrolíferas llevadas a cabo en esta Hoja han sido importantes, como lo demuestra el hecho de los numerosos perfiles sísmi-

cos realizados por CIEPSA, así como por el número de sondeos perforados por esta Compañía con indicios de gas y petróleo en la mayoría de ellos.

La relación de sondeos es la siguiente:

Denominación	Profundidad	Litología final	Edad
Alda-1	5.322 m.	Yesos	Triásico
Atauri-1	1.923 m.	Sal	Triásico
Corres-1	4.458 m.	Areniscas cuarcít.	Cretácico Inf.?
Gastiaín-1	3.438 m.	Margas y calizas	Aptiense
Urbasa-1	3.835 m.	Areniscas cuarcít.	Aptiense
Urbasa-2	5.842 m.	Arcillas, areniscas	Valanginiense
Urbasa-3	2.832 m.	Areniscas, arcillas	Albiense
Zúñiga-1	3.128 m.	Areniscas, arcillas	Albiense

Los sondeos de Urbasa 1, 2 y 3 perforan una estructura anticlinal cerrada a nivel del Albiense, si bien en superficie y debidos a los hiatos y cambios de espesores del Cretácico Superior y Terciario se corresponden con el eje de un sinclinal.

El sondeo de Atauri-1 investiga el borde del diapiro de Maestu en el eje de la «nariz» anticlinal de Hornillos Atauri.

Los sondeos de Gastiaín-1 y Zúñiga-1 se ubican cercanos al núcleo del anticlinal de Gastiaín. En profundidad este núcleo se desplaza hacia el Norte, situándose algo más al Sur del sondeo Alda-1.

5.3 HIDROGEOLOGIA

La Hoja de Eulate presenta una serie de características hidrogeológicas óptimas para la captación de aguas subterráneas.

Entre los acuíferos más interesantes destaca el sinclinal de Urbasa, que se extiende hasta el Condado de Treviño, y que ya ha sido estudiado en un trabajo precedente por CARRERAS SUAREZ: «Informe geológico de la Unidad hidrogeológica Urbasa-Montes de Vitoria» (1973).

Litológicamente, dicho sinclinal está formado a grandes rasgos por un conjunto de materiales permeables del Maastrichtiense, Paleoceno y Eoceno, teniendo como base los niveles impermeables del Campaniense Inferior, o en su defecto, los limos y areniscas del Campaniense Superior. Hacia el SO., y ya dentro de la Hoja de La Puebla de Arganzón, en el extremo sur-occidental de ella, este substrato impermeable al cambiar de facies a calizas arenosas da lugar a que todos los sedimentos del Cretácico Superior sean permeables.

El área de recarga es extensa, la pluviometría es alta, del orden de los 800 mm., y la infiltración elevada.

El acuífero se descarga hacia el río Ebro, existiendo en esta Hoja pequeños manantiales provenientes de reducidos acuíferos colgados muy locales, excepción hecha del manantial de Contrasta.

Se han venido realizando una serie de sondeos de reconocimiento por parte de la Diputación Foral de Alava e Instituto Geológico y Minero de España, con resultados positivos económicamente.

Otra zona destacable, aunque teóricamente de menor interés que la anterior, es el sector sur-oriental de la Sierra de Lóquiz, en la que se encaja el anticlinal de Gastiain. El mayor interés estriba en el flanco sur de esta estructura, que sirve de recarga y contribuye a la alimentación del sistema de la Sierra de Cantabria. En efecto, el núcleo del anticlinal está formado por sedimentos margosos del Cenomaniense y Turoniense, por encima de los cuales se tienen calizas margosas y calcarenitas bioclásticas, fracturadas, más arenosas cuanto más al Sur, extendiéndose ampliamente hacia las zonas meridionales, y enlazando, por medio de fallas y pliegues, con las estribaciones orientales de la Sierra de Cantabria. No se conocen manantiales destacables en esta zona sur-oriental de la Hoja de Eulate.

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*. Publicado en *Est. Geol.*, vol. XXXI, núms. 1 y 2 (1975).
- (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 Weáldico de la Cuenca Cantábrica (Pa-

- leogeografía, 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 Cénomanién et du Turonién 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 Maestrichtiense 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 Cénomanién dans la region de Mena (Espagne)». *C. R. Somm. Geol. France Paris*, núm. 3, pp. 97-98.
- (1967).—«Le Cénomanién 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 Cénomanién dans le Nord de l'Espagne». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, 7, pp. 221-223, París.
- FEUILLEE, P., y RAT, P. (1962).—«Les foraminifères du "Flysch à Boules" (Cénomanién 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 geológicas 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 Cretáceo Nummulítico de Guipúzcoa». *I. Monogr., Ins. «Lucas Mallada»*, núm. 13, C. S. I. C., Madrid.
- (1956).—«Observaciones geológicas en el flysch Cretáceo 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 continentaux). *Rev. Inst. Franc. du Pétr.*, vol. 8, núm. 7, pp. 362-379, 1 fig., 10 tab., París.
- HENTSCHEL, H. (1964).—«Reinvestigation of the Eastern part of the Sierra de Cantabria and adjacent areas». *Ciepsa* (inédito).
- HERNANDEZ-PACHECO, E. (1912).—«Ensayo de síntesis geológica del Norte de la Península Ibérica». *Junta Ampl. Est. e Inv. 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 car-

- tografía 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. Westfl. Mediterr.*, Berlín (traducción de J. Gómez de Llanera en *Publ. Extr. Geol. Esp.*, volumen 3, pp. 103-225, Madrid).
- KIND, H. D. (1967).—«Diapire und Alttertiär im südostlichen Baskenland (Nordspanien)». *Beich. Geol. J. B.*, 5, 66. Hannover.
- LAMARE, P. (1923).—«Sur quelques particularites de la structure du pays Basque Espagnol». *Bull. Soc. Geol. France*, tomo 4, vol. 23, pp. 185-192.
- (1936).—«Recherches Geologiques dans les Pyrénées Basques d'Espagne». *Mem. Soc. Geol. France*, tomo 12, vol. 27, núm. 6, pp. 1-465.
- LARRAZET, M. (1895).—«Notas estratigráficas y paleontológicas acerca de la provincia de Burgos». *Bol. Com. Map. Geol. España*, tomo 22, pp. 121-143.
- (1896).—«Recherches geologiques en la region orientale de la province de Burgos et sur quelques points des prov. de Alava et Logroño». *These Fac. Sciences de Paris*, pp. 1-310.
- 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 ophi-

- tes de la cote septentrional Espagnole». *Annales scientifiques de l'université de Besançon (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 sedimentation dans les regions du litoral basco-cantabrique au Crétacé». *Actes du 2 eme. congr. intern. d'etud. Pyrénéenes*, 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. 523-53.
- (1959).—«Les milieux Urgoniens Cantabriques». *Bull. Soc. Geol. France (7è serie)*, tomo 1, pp. 378-384.
- (1959).—«Les pays Crétacés Basque-Cantabriques (Espagne)». *Publ. Univ. Dijon*, núm. 18, pp. 1-525.
- (1960).—«Le milieu et le developpement des Orbitolines (Foraminifères)». *Bull. Soc. Geol. France, Ser. 7*, tome 1, pp. 651-657, Paris.
- (1963).—«Problemes du Crétacé inferieur dans les Pyrénées et le nord de l'Espagne». *Sonderd. Geol. Rudschau*, núm. 53, pp. 205-220.
- (1969).—«Donnes nouvelles sur la Stratigraphie et les variations sedimentaires de la serie Purbeckiense-Wealdienne au 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 provin-

- cias 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. M. (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. 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 Murgía (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.