



IGME

84

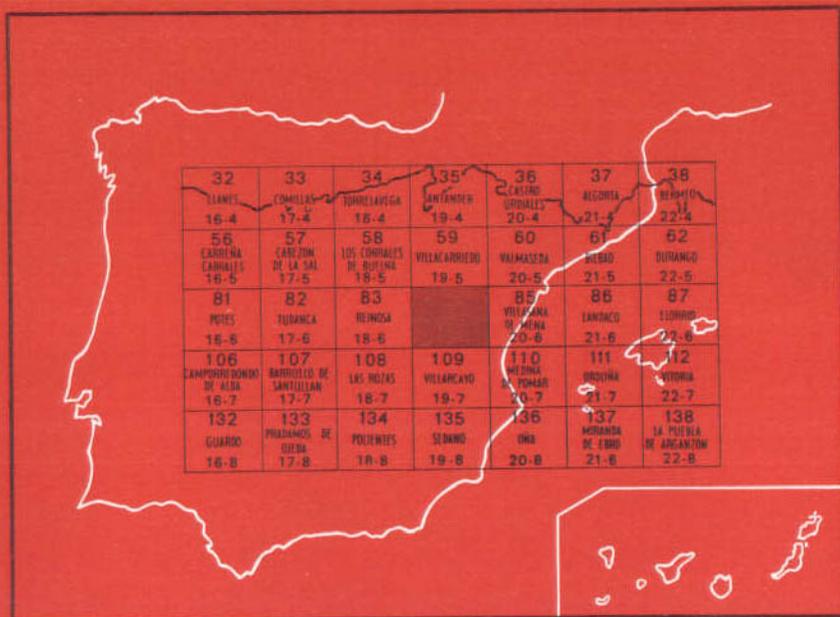
19-6

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

ESPINOSA DE LOS MONTEROS

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

ESPINOSA DE LOS MONTEROS

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por la «Compañía General de Sondeos, S. A.», bajo normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido en las mismas los siguientes geólogos: José Ramírez del Pozo, Pedro del Olmo Zamora, M. J. Aguilar Tomás, J. M. Portero García, A. Olivé Davó. La cartografía ha sido realizada por Pedro del Olmo, J. M. Portero y A. Olivé. Los trabajos de laboratorio (Sedimentología y Micropaleontología) han sido llevados a cabo por M. J. Aguilar y J. Ramírez del Pozo, respectivamente. Las muestras de Macropaleontología han sido determinadas por el Laboratorio de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid.

La presente Memoria ha sido redactada por Pedro del Olmo y José Ramírez del Pozo.

La coordinación y dirección de los trabajos ha sido llevada a cabo por J. Ramírez del Pozo.

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-6.448-1978

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

1 INTRODUCCION

La Hoja de Espinosa de los Monteros está situada en la parte occidental de la «Cuenca Cantábrica», y comprende parte de las provincias de Burgos y Santander, coincidiendo el límite entre ambas con la divisoria de aguas de la Cordillera Cantábrica hacia la cuenca del Ebro y hacia el mar.

Dentro de esta Hoja hay dos zonas que, desde el punto de vista del relieve, son claramente diferenciables y que, geográficamente, corresponden con la «Zona Cantábrica» y la «Zona Castellana».

La «Zona Cantábrica», constituida fundamentalmente por sedimentos de tipo terrígeno, se caracteriza por su abrupta topografía, pasando en pocos kilómetros de los 300 m. de cota a los 1.700 m. mediante fuertes declives y profundos barrancos, separados por agudas y altas lomas.

La «Zona Castellana» está constituida por una amplia mesa, situada en el tercio suroriental de la Hoja, que queda separada del resto de la región por el cejo calizo constituido por los materiales del Coniaciense Medio y Superior, y a la que únicamente puede llegarse por los profundos tajos que han labrado los ríos Trema y Entrambosríos y el Arroyo de la Hoz. Esta «Zona Castellana» también es elevada y sumamente accidentada, pasándose en pocos kilómetros de los 600 a los 1.100 m.

Los elementos más importantes de la red hidrográfica son los ríos Trueba, Trema, Nela y Engaña, por lo que respecta a la cuenca del Ebro. Estos ríos atraviesan la mitad suroriental de la Hoja con dirección NO.-SE.

En el extremo NO. del área estudiada se sitúa la cabecera del río Pas, que vierte al Cantábrico.

Los núcleos de población más importantes se concentran en la parte suroriental de la Hoja estudiada, quedando en el resto de la misma caseríos diseminados, sobre todo en el Valle de Vega de Pas, de la provincia de Santander.

Aparte de los suelos cuaternarios aluviales y coluviales que se sitúan en los valles de los ríos, el resto de la zona estudiada aparece ocupado por sedimentos mesozoicos que afloran afectados por estructuras de dirección fundamental E.-O.

Los sedimentos más antiguos que aparecen corresponden al Keuper; estos afloran en el extremo suroriental de la Hoja y forman parte de la gran mancha diapírica de Rosio (Hoja núm. 20-06. Villasana de Mena). En esta misma parte de la Hoja existe un pequeño afloramiento de carniolas atribuibles al Rethiense.

No afloran, dentro del área estudiada, sedimentos correspondientes al Jurásico marino, y únicamente en el extremo noroccidental de la misma afloran sedimentos terrígenos y calcáreos en facies Purbeck (Valle del río Pas).

La mitad noroccidental de la Hoja está ocupada por sedimentos del Cretácico Inferior, que aparecen formando una serie monoclinial muy monótona con buzamientos de dirección NE. y que pertenecen a la facies Weald, al Aptiense y al Albiense.

El Cretácico Superior está bien representado en la mitad suroriental de la Hoja, donde afloran sedimentos de edades comprendidas entre el Cenomaniense Inferior y el Maastrichtiense.

Los sedimentos cuaternarios de naturaleza aluvial tienen poca representación dentro del área estudiada y se reducen a los cauces de los principales ríos; no ocurre así con los depósitos coluviales, que alcanzan amplio desarrollo, sobre todo en la mitad oriental de la Hoja, y que corresponden a depósitos de morrenas de glaciares posteriormente removilizados, en los que aún puede reconocerse la morfología típica de las formaciones de morrenas laterales.

La tectónica que afecta a la región es relativamente sencilla, predominando las estructuras de plegamiento con dirección aproximada E.-O., afectadas por fallas de dirección NO.-SE. fundamentalmente.

Los recursos mineros son pobres y únicamente han existido en otro tiempo algunos intentos de explotación de los delgados niveles de lignito intercalados entre los sedimentos detríticos del Albiense (extremo suroccidental de la Hoja).

No existen canteras importantes dentro del área estudiada; únicamente merecen citarse las de calizas y areniscas del Albiense próximas al túnel de la Engaña, que se explotaron para la construcción del mismo.

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

- Primera edición del Mapa Geológico de España, a escala 1:50.000, de esta Hoja, por R. Sanz (1959).
- Mapa Geológico, a escala 1:200.000, «Síntesis de la cartografía existente (Hoja de Reinosa)» (1970).

Además, se ha puesto a nuestra disposición varios mapas geológicos a diversas escalas, todos ellos inéditos, realizados por las compañías de investigación petrolífera, que tienen o han tenido sus permisos de exploración en la Cuenca Cantábrica.

2 ESTRATIGRAFIA

Afloran en la Hoja de Espinosa de los Monteros materiales pertenecientes al Triásico y Cretácico, existiendo también algunos recubrimientos cuaternarios.

El Triásico aflora en el ángulo SE. de la Hoja, formando parte del diapiro de Rosío, que tiene amplia representación en la Hoja colindante de Villasana de Mena. Los sedimentos que afloran pertenecen al Keuper y «Carniolas» (Rethiense).

Aunque en el área estudiada no afloran en superficie los sedimentos correspondientes al Jurásico marino, los sondeos realizados para investigación petrolífera han atravesado el Dogger y Lías.

El Malm, junto al Cretácico Inferior (Berriasiense y Valanginiense) está representado en superficie por sedimentos de facies Purbeck en los afloramientos del valle del río Pas (ángulo NO. de la Hoja).

El Cretácico Inferior, en facies Weald, aflora ampliamente en la mitad noroccidental del área estudiada y se presenta adosado a los sedimentos de facies Purbeck.

El Aptiense marino está bien desarrollado en la mitad centro-norte de la Hoja, mientras que en la suroccidental pasa, su parte inferior, a sedimentos continentales incluidos en la facies Weald. El resto del Cretácico Inferior está constituido por series terrígenas, en parte correspondientes a la Fm. «Arenas de Utrillas».

El Cretácico Superior está representado por el Cenomaniense, Turoniense, Coniaciense, Santoniense, Campaniense y Maastrichtiense, que afloran el tercio suroriental de la Hoja.

Los recubrimientos cuaternarios son muy reducidos, presentándose en forma de manchas aisladas, lo que, unido a la disposición estructural de

la serie mesozoica, favorece, en principio, el estudio estratigráfico y levantamiento de columnas de detalle.

2.1 TRIASICO

2.1.1 KEUPER (T_{G2-3})

Está constituido por la típica serie de arcillas abigarradas, dominando los tonos rojo-vinosos con intercalaciones de yesos variolados (negros, blancos o rojos).

La potencia de esta formación no puede estimarse debido a su carácter diapírico.

2.2 TECHO TRIASICO Y JURASICO MARINO

2.2.1 RETHIENSE-HETTANGIENSE (T_{A33}-J₁₁)

Únicamente aflora en el ángulo SE. de la Hoja, en donde aparece un pequeño enclave de carniolas flotando sobre las arcillas yesíferas del Keuper.

Son carniolas masivas oquerosas, con estratificación difusa y niveles brechoides localmente, de carácter azoico. Debido a su aspecto carniólico debe representar al Rethiense, pero se asignan también al Hettangiense para unificar la sigla con la misma unidad separada en Hojas vecinas.

2.2.2 LIAS Y DOGGER (J₁₂₋₁₄ y J₂)

Aunque el Jurásico marino no aflora en el área estudiada, varios de los sondeos profundos para investigación de hidrocarburos, ubicados en la Hoja, han puesto de manifiesto su existencia en el subsuelo de la misma. Así, los sondeos de Rozas-1, La Engaña-1 bis, y Retuerta-1, perforados por la C. I. P. VALDEBRO, atravesaron una serie atribuida al Dogger y constituida por calizas con intercalaciones de margas de 304, 243 y 332 m., respectivamente. El sondeo de Arco Iris-1, también perforado por VALDEBRO, cortó 96 m. de Dogger sin atravesarlo totalmente. Los tres pozos citados en primer lugar cortaron también una serie de margas, calizas y dolomías del Lías de 213, 293 y 237 m., respectivamente, aunque en dichas series se incluye también las dolomías con anhidrita y las dolomías brechoides pertenecientes al Rethiense y Hettangiense.

2.3 MALM Y CRETACICO INFERIOR NO MARINOS

Fue GONZALEZ LINARES (1876) el primer autor que dio a conocer faunas de agua dulce (Unios y Paludinas) en la provincia de Santander,

en sedimentos anteriormente considerados como Jurásicos (MAESTRE, 1864) y como Triásicos (GASCUE, 1874-75). Posteriormente, MENGAUD (1920), CIRY (1940), RAT (1959, 1961 y 1962), RAMIREZ DEL POZO (1969 y 1971), RAMIREZ DEL POZO y AGUILAR (1972) y PUJALTE (1974) han estudiado estas series aportando nuevos datos para el conocimiento de las mismas.

Se trata, pues, de un conjunto de materiales de facies generalmente continental, en el que pueden distinguirse dos grupos de facies que se denominan, siguiendo las ideas de CIRY (1940), RAMIREZ DEL POZO (1969) y PUJALTE (1974), Purbeck y Weald.

Entre las facies Purbeck y Weald no se observa discordancia alguna dentro de la Hoja, aunque en las Hojas de Los Corrales de Buelna, Cabezón de la Sal y Villacarriedo es indudable la existencia de una discordancia situada en la base del Weald, ya que éste reposa indistintamente sobre términos del Purbeck, Dogger o Lías, según las zonas.

2.3.1 MALM-BERRIASIENSE-VALANGINIENSE INFERIOR MEDIO EN FACIES PURBECK ($J_{P33}-C_{P12}^2$)

De estos materiales sólo existe un pequeño afloramiento en el ángulo noroccidental de la Hoja, ubicado en el valle del río Pas que, en cambio, está ampliamente representado en las Hojas colindantes de Los Corrales de Buelna y Villacarriedo.

Es un conjunto que se caracteriza por su variabilidad litológica, aflorando, en la Hoja que nos ocupa, únicamente los términos superiores del mismo, que corresponden ya al Valanginiense, aunque para unificar las siglas se asigna toda la unidad al Malm-Berriasiense y Valanginiense Inferior-Medio, como se ha hecho en las demás Hojas del área. Los afloramientos localizados en la Hoja están representados por areniscas calcáreas, calizas arenosas y arcillas que, en algunos niveles, contienen Briozoarios. La potencia total de la serie de facies Purbeck es, en la zona del Pas, del orden de los 300 m., de los que sólo afloran en la Hoja, como se ha indicado, su parte superior.

2.3.2 VALANGINIENSE SUPERIOR-HAUTERIVIENSE-BARREMIENSE- BEDOULIENSE EN FACIES WEALD (C_{W12-15}^{3-1})

Aflora extensamente en el ángulo NO. de la Hoja, habiéndose estudiado, con bastante detalle, en el corte que desde el río Pas ($X=589.200$; $Y=950.750$) asciende por el Puerto de las Estacas hasta el nacimiento del arroyo de San Miguel ($X=601.050$; $Y=943.700$). Litológicamente pueden distinguirse en esta columna cuatro tramos, como ya ha señalado anteriormente PUJALTE (1974), que de abajo a arriba son:

- 1) Más de 210 m. de areniscas silíceas de grano fino a medio, con

intercalaciones esporádicas de arcillas negruzcas y grises y algunas limolitas rojas. Las areniscas aparecen bien estratificadas en bancos de 8-10 m. de potencia media, y están constituidas por cuarzo, feldespato potásico y fragmentos de rocas metamórficas con una matriz clorítica. Son frecuentes los niveles de microconglomerados de cantos y cemento silíceo, así como los restos carbonosos. Todo el tramo es azoico.

2) 290 m. de arcillas negras, arcillas arenosas y areniscas. Las arcillas presentan estratificación milimétrica, siendo el color negro debido a la materia orgánica que contienen. Aparecen también algunas intercalaciones delgadas de calizas. Las arcillas arenosas tienen estratificación masiva, siendo de tonalidades grises y, esporádicamente, verdes o rojizas, principalmente en el techo de los bancos. Las areniscas aparecen bien estratificadas en bancos de 3 m. de potencia media. Son frecuentes los «ripples» simétricos y grietas de desecación «Mudcrack», así como Gasterópodos y Lamelibranchios (*Unio valdensis* MANT., *Paludina* cf. *fluviorum* SOW. y *Glaucônia* sp.).

3) Unos 1.000 m. de arcillas limolíticas rojas y areniscas de grano fino a medio. Todo el tramo se presenta mal estratificado en potentes bancos de color rojo intenso. Las areniscas intercaladas aparecen en bancos de 5-7 m. de potencia media, con escasa continuidad lateral por acuñamiento. Todo el tramo es azoico.

4) Unos 500 m. de areniscas bien estratificadas en bancos de 5-8 m. de grano medio a grueso, con delgados niveles microconglomeráticos de cantos cuarcíticos. Presentan estratificación cruzada a gran escala, dando lugar a acuñamientos. Entre los bancos de areniscas hay, a veces, delgadas juntas de limolitas rojas y arcillas arenosas grises. Carece también de fósiles.

Hacia el sur y oeste del Puerto de las Estacas no pueden reconocerse los cuatro tramos, como sucede igualmente al norte del citado puerto (Hoja de Villacarriedo), pues presentan escasa continuidad lateral debido a progresivas intercalaciones de limolitas rojas en los tramos 1 y 4, dando lugar a un conjunto de litología bastante monótona.

La edad de la unidad se fija a partir de la de las formaciones infra y suprayacentes. El techo de la misma tiene edades diferentes en las zonas norte y suroccidental de la Hoja, pues mientras en la primera el Bedouliense Inferior marino descansa sobre las areniscas del tramo 4, en las zonas suroccidentales, al desaparecer el Aptiense marino, éste queda parcialmente incluido en la facies Weald y en la unidad superior de facies Albiense.

Hacia las regiones meridionales, al tiempo que cambian las litofacies y el techo de la unidad se hace más moderno, las potencias se reducen considerablemente, como han puesto de manifiesto los sondeos petrolíferos perforados. Así, en el pozo de La Engaña-1 bis, se cortaron 1.193 m., serie

atribuible a esta facies Weald, y en el de Las Rozas-1 (ubicado más al Sur), solamente se atravesaron 595 m.

2.4 CRETACICO INFERIOR MARINO (APTIENSE-ALBIENSE)

Este conjunto incluye lo que en la bibliografía regional se denomina «Complejo Urgoniano» y «Supraurgoniano». Ha sido estudiado por todos los autores que se han ocupado de la geología de la región, destacando los trabajos de MENGAUD (1920), KARREMBERG (1934), RAT (1959) y RAMIREZ DEL POZO (1971).

El «Complejo Urgoniano» se caracteriza por su gran variabilidad de facies. Coexisten una gran variedad de sedimentos propios de los medios arrecifales (biohéricos, biostrómicos, de canales interarrecifales, etc.), así como otros correspondientes a etapas de aportes terrígenos. También aparecen sedimentos de facies «lagoon» durante el Albiense Inferior-Medio, en las zonas comprendidas entre las de desarrollo de arrecifes y las de influencia del Continente.

El Cretácico Inferior marino aflora extensamente en la zona central de la Hoja, extendiéndose en una amplia banda de dirección NE.-SO. Se estudia detalladamente a partir de las columnas estratigráficas de Estacas de Trueba (X = 589.200; Y = 950.750), Espinosa de los Monteros (X = 608.200; Y = 946.200), Río Engaña (X = 596.250; Y = 937.900) y Río Nela (X = 591.100; Y = 938.100).

ZONA CENTRO-NORTE (CASTRO DE VALNERA-PUERTO DE LAS ESTACAS DE TRUEBA-RIO ENGAÑA)

2.4.1 BEDOULIENSE (C₁₅¹ y Cc₁₅¹)

Aflora en forma de estrecha banda, orientada Norte-Sur, que desde la Hoja de Villacarriedo entra en la de Espinosa por su parte centro-norte, pasando por el Puerto de las Estacas hasta el nacimiento del río Engaña, donde se acuña. En la columna de Estacas de Trueba tiene una potencia de unos 140 m. y pueden separarse de abajo a arriba los siguientes tramos:

1) 17 m. de margas arenosas grises, con intercalaciones de calizas arcillosas muy fosilíferas y de arenas y areniscas calcáreas con Gasterópodos y Lamelibranquios. Se caracterizan por contener *Choffatella decipiens* SCHLUMB. y *Palorbitolina lenticularis* (BLUM.).

2) 53 m. de arcillas arenosas negruzcas apizarradas, entre las que se intercalan delgados niveles de areniscas silíceas. Contienen: *Palorbitolina lenticularis* (BLUM.), *Praeorbitolina cormyi* SCHROED., *Choffatella decipiens* SCHLUMB., *Everticyclammina greigi* (HENSON), *Sabadia minuta* (HOFKER), *Neocythere mertensi* OERTLI y *Cytherels büchlerae* OERTLI.

3) 35 m. de areniscas de grano fino a medio, bien estratificadas, en bancos de hasta 2 m. de potencia media. Están constituidas por granos de cuarzo, plagioclasas y fragmentos de rocas metamórficas (sub-arcosas con fragmentos de rocas y feldespatos calco-sódicos).

4) 45 m. de calizas arrecifales con Rudistas, entre las que intercalan 12 m. de alternancia de areniscas rojizas y arenas de grano fino. Las calizas son biomicritas conteniendo *Toucasia* y *Orbitolinopsis praesimplex* SCHROED., *Choffatella decipiens* SCHLUMB., *Nautiloculina oolithica* MOHL., *Cuneolina* cf. *scarcelai* DE CASTRO., *Sabaudia minuta* (HOFKER), *Everticyclammina greigi* (HENSON), *Quinqueloculina*, *Idalina* y *Bacinella irregularis* RADOICIC.

La potencia de la unidad aumenta hacia el Norte, al tiempo que su techo se hace más antiguo, incluyendo sólo a los términos más bajos del Bedouliense.

2.4.2 BEDOULIENSE SUPERIOR (C₁₅₃¹)

Aflora en una estrecha banda adosada a la unidad anterior, que se acuña al norte del Puerto de las Estacas. Hacia las regiones septentrionales, en la Hoja de Villacarriedo, está definida por calizas arrecifales masivas, carácter que se pierde en la Hoja de Espinosa de los Monteros, donde son calizas arcillosas y arenosas con intercalaciones de areniscas, es decir, que adquieren un carácter más terrígeno hacia las regiones meridionales. Contiene *Sabaudia minuta* (HOFKER), *Everticyclammina greigi* (HENSON) y *Toucasia*. La potencia no sobrepasa los 40 m. en el borde norte de la Hoja.

2.4.3 TECHO DEL BEDOULIENSE SUPERIOR (ARENISCAS DEL PUERTO DE LUNADA) (CS₁₅₃¹)

Con las unidades anteriores, se extiende en forma de banda estrecha descansando sobre aquéllas. Son areniscas de grano grueso a microconglomeráticas, silíceas, bien estratificadas, en capas de unos 30-60 cm. de potencia, de tonos amarillentos claros a rojizos. Como es característico de todas las unidades del Aptiense, la potencia se reduce considerablemente hacia el Sur, habiéndose medido en la columna de Estacas de Trueba 35 m. solamente, mientras que en el Puerto de Lunada, situado al norte de la Hoja, sobrepasa los 650 m.

2.4.4 GARGASIENSE-CLANSAYENSE (CALIZAS IURGONIANAS INTERCALADAS ENTRE FORMACIONES TERRIGENAS DEL CASTRO DE VALNERA) (C₁₅²⁻³), (C₁₅²⁻³)

Aflora en una amplia mancha localizada en la parte norte de la Hoja, situada entre el Castro de Valnera y la carretera de Las Machorras al Puerto

de Lunada, quedando limitada por el Sur cerca del valle del río Trueba. La unidad está constituida por una alternancia de bancos terrígenos y potentes niveles de calizas grises, biostrómicadas, masivas, con *Toucasia* y *Pseudotoucasia santanderensis* H. DOUV. Las calizas son arenosas (biomicritas y biopelmicritas) conteniendo *Orbitolina (M.) texana parva* DOUG. (en la parte inferior), y *Orbitolina (M.) texana texana* (ROEMER) y *Simplorbitolina manasi* CIRY y RAT (en la superior), lo que justifica la edad asignada a la unidad. Además, son frecuentes: *Sabaudia minuta* (HOFKER), *Everticyclammina greigi* (HENSON), *Glomospira*, *Haplophragmium*, etc.

Los tramos terrígenos presentan gran variedad de litologías, siendo frecuentes entre las mismas los cambios laterales, pasándose bruscamente de unas a otras. Predominan las areniscas silíceas duras, las calizas arenosas o areniscas calcáreas, las margas arenosas grisáceas y las arcillas.

La potencia total de la unidad es de unos 550 m.

2.4.5 GARGASIENSE (MARGAS DEL RIO TRUEBA) (C₁₅²)

Se trata de una formación que se extiende en la vertiente suoriental del Puerto de las Estacas, a lo largo del valle del río Trueba, y que representa un cambio lateral de facies de la parte inferior de la unidad descrita en el apartado anterior. Se ha estudiado con detalle en la columna de Estacas de Trueba, donde tiene una potencia de 140 m. y está constituida por margas gris-oscuro, con intercalaciones delgadas de calizas arcillosas de los mismos tonos, que se disponen en una alternancia regular de tipo flyschoides. En la parte baja hay intercalaciones de areniscas silíceas bien estratificadas, en capas de 0,20 a 0,40 m., con restos de Ostreidos, mientras que, en la superior, pasan gradualmente a calizas arcillosas negruzcas, en capas de 0,30 a 0,70 m., que quedan coronadas por calizas arenosas y limolíticas (biopelmicritas). La microfauna más representativa de esta unidad está constituida por *Orbitolina (M.) texana texana* (ROEMER), *Sabaudia minuta* (HOFKER), *Neocythere vanveeni* MERTENS, *Cythereis büchlerae* OERTLI, *Protocythere* cf. *derooi* OERTLI, y *Patellina subcretacea* CUSHM. y ALEX. Son frecuentes los Ostreidos, entre los que se destaca la presencia de *Plicatula*.

2.4.6 CLANSAYENSE-ALBIENSE INFERIOR (Ccs₁₅₋₁₆³⁻¹)

Esta unidad, que puede estudiarse con más detalle en la Hoja de Villacarriedo, entra en la de Espinosa en una estrecha y corta franja, representando el cambio lateral de facies de la serie del Castro de Valnera, así como de la que se describirá en el apartado siguiente.

Se define litológicamente como una alternancia de margas hojosas grises, arenosas, calizas arcillosas y arenosas de los mismos tonos, y frecuentes intercalaciones de areniscas silíceas ferruginosas. En realidad presenta

una litología muy semejante a la de la unidad del Castro de Valnera dentro del ámbito de esta Hoja, aunque en la de Villacarriedo la diferenciación se hace más patente, por lo que su separación se hace a fin de que las unidades cartográficas tengan continuidad. La microfauna es la misma que la citada en la parte superior de la unidad del Castro de Valnera, descrita en el apartado 2.4.4. La potencia máxima dentro de la Hoja es de unos 65 m. en la zona norte de la misma.

2.4.7 ALBIENSE INFERIOR-MEDIO (SERIE ARCILLO-ARENOSA LAGUNAR) (C₁₆¹⁻²)

Aflora en el ángulo NE. de la Hoja, y está constituida por una potente serie de arcillas limolíticas y en ocasiones calcáreas, hojosas, gris-oscuras, que alternan con niveles de areniscas síliceas ferruginosas, estratificadas en capas de 1 m. aproximadamente.

En la Hoja solamente está presente la parte superior de la unidad, estando bien representada en las Hojas de Valmaseda y Villacarriedo, donde tienen algunas intercalaciones de calizas con Orbitolinas y Rudistas, que pasan lateralmente a margas con figuras en «bolas concéntricas» y posteriormente a arcillas más o menos calcáreas. Las arcillas contienen *Hedbergella washitensis* (CARSEY), *Ammobaculites parvispira* TEN DAM, *Ammobaculites subcretacea* CUSHM. y ALEX., *Tritaxia pyramidata* REUSS, *Gavelinella intermedia* (BERTH.), *Eoguttulina anglica* CUSHM. y OZAWA y *Orbitolina (M.) texana* (ROEMER).

La potencia no puede estimarse por faltarnos, en el ámbito de la Hoja, los términos inferiores de la unidad.

2.4.8 CLANSAYENSE-ALBIENSE MEDIO (CALIZAS CON INTERCALACIONES TERRIGENAS DE LAS MACHORRAS) (C₁₅₋₁₆³⁻² y Cm₁₅₋₁₆³⁻²)

Se trata de una formación que representa el cambio lateral de facies de las dos unidades descritas anteriormente y que presenta un acusado diacronismo dentro de la Hoja, de tal modo que la edad es más moderna en las regiones septentrionales de la misma que en las centrales. Este diacronismo de las distintas unidades es manifiesto, como puede verse en la leyenda del mapa.

Ha sido estudiada con detalle en la columna de Estacas de Trueba, donde, como en el resto de la Hoja, está constituida por dos tramos de calizas de facies urgoniana, separados por otro de carácter terrígeno y calcáreo. En el mencionado corte se distingue, de abajo a arriba:

- 1) 145 m. de calizas arrecifales masivas con *Toucasia*, *Pseudotoucasia*

santanderensis H. DOUV. y Coralarios. Son biomicritas y biopelmicritas, arenosas o limolíticas en la parte inferior, conteniendo *Simplorbitolina manasi* CIRY y RAT, *Orbitolina (M.) texana texana* (ROEMER), *Orbitolina (M.) texana melendezi* RAMIREZ, *Sabaudia minuta* (HOFKER) y *Bacinella irregularis* RADOICIC. La microfauna caracteriza a los niveles de paso del Aptiense al Albiense (Cm³⁻²₁₅₋₁₆)

2) 125 m. de alternancia de calizas, calizas arenosas, areniscas y conglomerados de cantos cuarcíticos y cemento silíceo. Los niveles calcáreos contienen Rudistas y Orbitolinas. Se ha determinado *Orbitolina (M.) texana texana* (ROEMER), *Coskinolinella daguini* DELMAS y DELOFRE, *Everticyclammina greigi* (HENSON) y *Coskinolina* sp.

3) 60 m. de calizas (biomicritas o biointramicritas), arenosas en algunos niveles, con glauconita en la parte superior. Contienen *Orbitolina (M.) texana texana* (ROEMER), *Neorbitolinopsis conulus* (H. DOUV.) *Cuneolina pavonia parva* HENSON, *Paratrocholina lenticularis* (PAALZ.) *Agardhiellopsis cretacea* LEMOINE y otras algas calcáreas. Por los Orbitolinidos mencionados se data como Albiense Medio a esta unidad.

2.4.9 BEDOULIENSE SUPERIOR-ALBIENSE MEDIO (CALIZAS ARRECIFALES, ARENISCAS Y ARCILLAS DEL NACIMIENTO DEL RIO ENGAÑA) (C¹⁻²₁₅₃₋₁₆)

Esta unidad aflora en la región del nacimiento del río Engaña (zona de Lastrales de Prado) y representa el cambio lateral hacia las facies más de borde de las unidades techo del Bedouliense Superior (areniscas del Puerto de Lunada, Cs¹₃₅₁, y Gargasiense (margas del río Trueba, C²₁₅) y Clansayense-Albiense Medio (calizas con intercalaciones terrígenas de Las Machorras (Cc³⁻²₁₅₋₁₆), separadas en la zona Norte. Se trata, por tanto, de la unidad representativa de la zona central de la Hoja que, hacia el Norte, pasa a facies más marinas, con menos intercalaciones terrígenas, lo que permite establecer divisiones litológicas más finas.

Es, por tanto, una unidad compleja en la que dominan las areniscas y conglomerados junto a terrígenos finos (arcillas), entre los que se intercalan niveles de calizas arrecifales (biostrómicicas) de hasta 15 m. de potencia

Las microfacies de las calizas intercaladas entre la serie terrígena van de biopelmicritas a intrabiomicritas gruesas y las microfaunas determinadas son semejantes a las mencionadas en las unidades de las que representa el cambio lateral y que se mencionan en los apartados correspondientes. Se destaca la presencia de *Orbitolina (M.) texana texana* (ROEMER), *Neorbitolinopsis conulus* (H. DOUV.), *Paratrocholina lenticularis* (PAALZ.) y *Agardhiellopsis cretacea* LEMOINE, en los niveles más altos de la serie, que los

datan como Albiense Medio, es decir, en parte equivalente del tramo 3 o caliza superior de la unidad descrita en el apartado anterior.

Esta unidad fue atravesada en el sondeo de La Engaña-1 bis, donde se cortaron unos 330 m. de serie terrígena con intercalaciones de calizas.

2.4.10 ALBIENSE MEDIO-CENOMANIENSE INFERIOR (ARENISCAS DEL NORTE DE ESPINOSA DE LOS MONTEROS) (C_{16-21}^{2-1})

Se trata de una potente unidad en la que predominan las areniscas, que en algunos niveles son microconglomeráticas y que presentan algunas intercalaciones de limolitas y arcillas de tonos pardos. Se ha estudiado con detalle en la columna de Espinosa de los Monteros ($X=608.200$; $Y=946.200$), donde alcanza un espesor de unos 1.300 m., potencia que aumenta considerablemente hacia las regiones orientales, fuera de la Hoja, llegándose a cifras del orden de los 4.000 m. en la zona de Valmaseda-Barambio. En cambio, hacia las regiones occidentales tiende a reducirse, al tiempo que comienza a tener un carácter continental con aparición de restos carbonosos.

Las areniscas son cuarcíticas a limolíticas, existiendo todos los pasos entre arenitas limosoarcillosas (sublitarenitas o subarcosas con fragmentos de rocas y feldespatos calco-sódicos a argilolitas arenosas (subarcosas). En la parte inferior y media de la unidad, en niveles calcáreos, se ha observado *Orbitolina (M.) texana texana* (ROEMER), junto a restos de Moluscos, mientras que en la parte más alta, también en niveles de areniscas calcáreas, contienen moldes de Orbitolinas referibles a O. gr. *concava* (LAM.) y restos de Ostreidos.

ZONA SUR (RIO ENGAÑA-RIO NELA Y AREA DEL DIAPIRO DE ROSIO)

2.4.11 GARGASIENSE-CENOMANIENSE INFERIOR (C_{15-21}^{2-1} y C_{16}^2)

Representa el cambio lateral de la serie del nacimiento del río Engaña, descrita en el apartado 2.4.9 y de las areniscas del norte de Espinosa de los Monteros, descritas en el apartado anterior. Se trata de una formación de carácter esencialmente terrígeno y que, en los tramos bajos (donde se tiene el cambio lateral de la formación urgoniana), puede presentar intercalaciones ricas en lignito, así como un banco de calizas del Albiense Medio (C_{16}^2), que representa al nivel Urgoniano más alto, que tanto desarrollo alcanza hacia el Norte. En la parte superior, por encima del nivel urgoniano citado, puede presentar también abundante materia orgánica, pudiendo considerarse como equivalente y, en muchos casos, semejante, a la Fm. «Arenas de Utrillas».

Se ha estudiado detalladamente en las columnas de río Engaña ($X=596.250$;

Y=937.900) y río Nela (X=591.100; Y=838.100) en las que tiene una potencia de unos 550 y 430 m., respectivamente.

Toda la unidad carece de fósiles, salvo la intercalación de calizas (biomicritas generalmente y excepcionalmente biosparitas) que también alcanza más desarrollo en la columna de río Engaña (30 m.) que en la del río Nela (unos 13 m.). La datación como Albiense Medio de esta intercalación viene definida por la presencia de *Orbitolina (M.) texana texana* (ROEMER), *Neorbitolinopsis conulus* (H. DOUV.), *Paratrocholina lenicularis* (PAALZ), *Neomeris cf. cretacea* LEM. y *Agardhiellopsis cretacea* LEM.

En las inmediaciones del diapiro de Rosío (ángulo SE. de la Hoja), los niveles correspondientes a la parte superior de esta unidad están definidos por arenas blancas y amarillentas, ricas en costras ferruginosas, que corresponden a la típica Fm. «Arenas de Utrillas».

2.5 CRETACICO SUPERIOR

El Cretácico de la región en general, y de la Hoja en particular, ha sido estudiado con más o menos detalle por todos los autores que se han ocupado de la Geología regional desde el pasado siglo. Se destacan los trabajos de VERNEUIL (1852), MAESTRE (1864), CAREZ (1881), KARREBERG (1934), CIRY (1940), SAENZ GARCIA (1940), ALMELA RIOS y MUÑOZ (1953), RAT (1959), FEUILLEE (1967) y RAMIREZ DEL POZO (1969 y 1971).

Aflora extensamente en el tercio suroriental de la Hoja y están representados todos los pisos desde el Cenomaniense al Maastrichtiense, tratándose de series muy ricas en fósiles, tanto macro como microfauna. La estratigrafía de detalle se establece a partir de las columnas de río Nela (X=591.100; Y=938.100) y Redondo-Linares (X=606.200; Y=940.510).

2.5.1 CENOMANIENSE INFERIOR (C₂₁¹)

Esta unidad cartográfica está representada por areniscas amarillentas y rojizas compactas, con intercalaciones de limolitas y arcillas hojosas, de tonos ocre, rojizos o grisáceos, micáceas. El carácter distintivo de este tramo es su contenido en Orbitolinas, destacando la presencia de ejemplares de gran tamaño. Se han determinado *Orbitolina (M.) aperta* (ERMANN), *Orbitolina concava concava* (LAM.) y *Flabellamina alexanderi* CUSHN.

Hacia la parte superior aparecen calizas arenosas (biomicritas) ricas en macrofósiles, principalmente Lamelibranquios, Gasterópodos, Crinoideos y Braquiópodos, entre los que se han reconocido: *Plesiodiademina insignitum* P. de L., *Pseudodiademina guerangeri* COTT., *Anorthopygus orbicularis* COTT., *Lima clypeiformis* D'ORBIGNY., *Cerithium vibraveanum* D'ORBIGNY., *Terebratula dutemplana* D'ORBIGNY. y *Terebratula buplicata* BROCC.

Este tramo, que desde la Hoja de Villasana de Mena (Montes de Ordun-

te) se extiende hacia el SO., atraviesa la Hoja de Espinosa desapareciendo totalmente muy cerca de su borde SO., donde queda relevado o sustituido por las calcarenitas, que se describirán en el apartado siguiente, en su parte alta, y por la serie del río Engaña-río Nela (Gargasiense-Cenomaniense Inferior) en su parte baja. Las potencias se reducen de Este a Oeste, teniéndose, en el ámbito de la Hoja, una potencia media de unos 60 m. En la columna de Espinosa de los Monteros el espesor es de unos 100 m.

2.5.2 CENOMANIENSE INFERIOR-MEDIO (CALCARENITAS) (C₂₁¹⁻²)

Entre la unidad descrita anteriormente y la que se describirá en el apartado siguiente, en el extremo sur de la Hoja se intercala un tramo de calcarenitas, que adquiere más desarrollo hacia las regiones meridionales, donde llega a desaparecer el Cenomaniense Inferior terrígeno con Orbitolinas. En la columna de río Nela se han medido 20 m. de calcarenitas de tonos crema y amarillento, arenosas (biomicritas) con restos de macrofauna (Gasterópodos, Lamelibranquios, Rudistas y Políperos) y microfauna (*Orbitolina concava concava* (LAM.), *Quinqueloculina Tritaxia* y *Haplophragmium*.)

2.5.3 CENOMANIENSE MEDIO-SUPERIOR (C₂₁²⁻³)

Se trata de un conjunto de carácter esencialmente margoso con intercalaciones de calizas arcillosas que, en algunos tramos, son acusadamente nodulosas y dan lugar a una disyunción bolar que describieron CIRY y MENDIZABAL (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 cruza la Hoja con dirección NE.-SO. En las zonas más orientales alcanza una potencia de unos 200 m., espesor que se reduce hacia las regiones occidentales. Así, en la columna de Redondo-Linares (X=606.200; Y=940.510) tiene un espesor de unos 115 m., mientras que en la de río Nela (X=591.100; Y=938.100) no sobrepasa los 25, si bien en esta columna la parte inferior de este tramo está representada por la calcarenita descrita en el apartado anterior.

La microfauna es muy numerosa tanto en Ostrácodos como en formas bentónicas y planctónicas. Entre estas últimas se destaca la presencia de *Rotalipora appennica* RENZ (en la base), *Rotalipora montsalvensis* MORNOD, *Rotalipora cushmani* MORROW, *Rotalipora turonica* BROTZ., *Rotalipora globotruncanoides* SIGAL, *Rotalipora greenhornensis* (MORROW), *Rotalipora turonica thomei* HAGN y ZEIL, *Rotalipora reicheli* MORNOD, *Praeglobotruncana stephani* (GANDOLFI) y *Praeglobotruncana stephani turbinata* REICHEL. Los Ammonites son también relativamente frecuentes, habiéndose determinado *Acanthoceras rhotomagense* DEFR. y *Calycoceras naviculare* MANT.

Hay algunas delgadas capas calcareníticas, bioclásticas, que contienen abundantes Ostreidos y Orbitolinas y que deben interpretarse como pequeñas oscilaciones del fondo de la Cuenca, que dan lugar a variaciones batimétricas de la misma. En dichas intercalaciones se ha determinado: *Orbitolina concava concava* (LAM.), *Orbitolina conica* (D'ARCH.) y *Charentia cuvillieri* NEUM.

2.5.4 CENOMANIENSE (C₂₁)

Esta unidad se ha separado en la zona suroriental de la Hoja, en los alrededores del diapiro de Rosío, donde todo el Cenomaniense (a excepción de su parte basal, que queda incluida en facies de Utrillas) se ha cartografiado en un tramo. Como es característico de este área próxima al diapiro de Rosío, las potencias se presentan muy reducidas en comparación con las de sus correspondientes unidades de la zona centro-oriental de la Hoja. Así, el Cenomaniense de Rosío (estudiado en la Hoja de Villasana) tiene un espesor de unos 150 m., comenzando por calcarenitas (intramicritas arenosas) y areniscas que contienen *Orbitolina concava concava* (LAMARCK), *Orbitolina (M.) aperta* (ERMANN) y *Flabellamina alexanderi* CUSHM. Sigue un conjunto margoso de unos 130 m. de tonos grisáceos, y arenoso en la parte inferior que contiene microfauna rica en especies entre las que se destacan: *Rotalipora cushmani* MORROW, *Rotalipora greenhornensis* (MORROW), *Rotalipora turonica thomei* HANG y ZEIL, *Praeglobotruncana stephani* GANDOLFI, *Tritaxia pyramidata* REUSS, *Pseudovalvulineria cenomanica* (BROTZ) y *Cythereis reticulata* (JONES e HINDE). El límite superior del Cenomaniense de la zona es difícil de señalar en el campo debido al extraordinario recubrimiento que presenta esta serie margosa, por lo que el contacto se ha marcado en la cartografía como supuesto.

2.5.5 TURONIENSE INFERIOR (C₂₂¹)

Aflora yaciendo sobre el Cenomaniense Medio-Superior en las mismas zonas que éste, es decir, que se extiende en una franja orientada NE.-SO., aunque sólo se ha separado en la región oriental hasta el río Redondo, quedando en el resto de la Hoja incluido en la unidad Turoniense-Coniaciense. En la sección de Redondo-Linares tiene una potencia de unos 65 m., y está representado por una alternancia de calizas arcillosas (biopelmicritas o biomicritas) en capas de 0,40 a 1 m., con margas grises hojosas. En conjunto dominan las calizas en la parte inferior, mientras que hacia arriba los niveles de margas adquieren más importancia. La microfauna determinada es abundante, más en ejemplares que en especies, destacándose *Hedbergella paradubia* (SIGAL) (en la parte inferior de la unidad), *Globotruncana helvetica* (BOLLI) (en la parte superior de la unidad), *Globotruncana scheneee-*

gansi SIGAL, *Globotruncana marianosi* DOUG, *Praeglobotruncana stephani* (GANDOLFI), *Pithonella sphaerica* (KAUFMANN), *Pithonella ovalis* (KAUFMANN) y *Gaudryina laevigata* FRANKE. Se han reconocido también *Paramamites polymorphum* PERV.

La potencia, como en las demás unidades, es mayor en las regiones orientales de la Hoja, reduciéndose hacia el oeste y sur de la misma (zona del río Nela) donde, debido al recubrimiento que presenta, así como a cambios de facies, no puede separarse y se ha tenido que incluir en la siguiente unidad.

2.5.6 TURONIENSE-CONIACIENSE INFERIOR (C₂₂₋₂₃⁰⁻¹)

Esta unidad se define por un conjunto de margas grises, generalmente hojosas, con algunas intercalaciones de calizas arcillosas, que adquieren mayor desarrollo en la parte superior. Los niveles más compactos son de biomicritas a biopelmicritas, existiendo algunos de micritas limolíticas. Salvo en la parte superior, se ha observado en casi todas las muestras la presencia de *Globotruncana helvetica* BOLLI, que define al Turoniense. Además, es muy frecuente la existencia de *Globotruncana lapparenti coronata* BOLLI, *Globotruncana sigali* REICHEL, *Globotruncana schneegansi* SIGAL, *Globotruncana renzi* GANDOLFI, *Globotruncana imbricata* MORNOD, *Globotruncana marianosi*, *Praeglobotruncana stephani* (GANDOLFI), *Heterohelix* cf. *globulosa* EHRENB y *Gaudryina laevigata* FRANKE.

Este conjunto, cuya potencia es del orden de unos 400 m. en las zonas orientales de la Hoja (columna de Redondo-Linares), se reduce hacia las meridionales y occidentales, en las que ha tenido que agruparse en una sola unidad cartográfica debido a la uniformidad litológica que presenta.

En las zonas próximas al río Nela, al oeste de río Redondo, tanto la serie del Turoniense como del Coniaciense Inferior están muy reducidas de potencia, lo que unido al extraordinario recubrimiento que presentan, hace que tengan que agruparse como una sola unidad en la cartografía. En conjunto consiste en una serie de carácter margoso dominante con algunas intercalaciones de calizas arcillosas. La base de esta unidad, en las zonas citadas, incluye también al Turoniense Inferior, pues contiene *Hedbergella paradubia* (SIGAL), por lo que se trata de una serie comprensiva de las dos unidades separadas en las regiones orientales de la Hoja. La potencia de todo el Turoniense y Coniaciense Inferior en la zona del río Nela es de unos 100 m. En esta misma zona (corte del mismo nombre) hacia el techo del Turoniense se intercala un banco de calizas masivas, mal estratificadas (biopelmicritas) de unos 12 m. de espesor que, hacia las regiones suroccidentales (Hojas de Las Rozas y Villarcayo), adquieren más desarrollo. Se trata de un cambio lateral de facies hacia las regiones de

borde de cuenca, pasándose de margas depositadas en cierta profundidad a calizas neríticas con *Quinqueloculina*, *Ophthalmidium*, *Glomospira*, etc.

2.5.7 CONIACIENSE MEDIO-SUPERIOR (C₂₃²⁻³)

Está representado en toda la Hoja por un conjunto calizo-dolomítico que destaca morfológicamente en el paisaje, dando lugar a una cresta o «cejo». Al techo suele presentar delgadas intercalaciones de margas hojosas de tonos amarillentos, que dan un aspecto tableado al conjunto. La parte inferior, en cambio, es más masiva, siendo frecuente que los niveles se presenten dolomitizados, acentuando el carácter masivo del tramo. Las microfacies de las calizas presentan todos los pasos entre biopelmicritas e intra-biomicrocritas y la microfauna más representativa de la unidad es *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), *Vidalina hispanica* SCHLUMB., *Cuneolina pavonia* D'ORBIGNY, *Rotalia reicheli* HOTT., *Idalina antiqua* D'ORBIGNY, *Minouxia lobata* GENDROT, además de secciones de Rudistas, Briozoarios, Ostreidos, etc.

Como es normal en la Hoja, las potencias son mayores en las regiones orientales (unos 130 m. en la columna de Redondo-Linares), reduciéndose hacia las suroccidentales.

2.5.8 SANTONIENSE INFERIOR-MEDIO (C₂₄¹⁻²)

Se ha diferenciado esta unidad como un conjunto de margas amarillentas y grisáceas, con abundante fauna, tanto macro como microfauna. Entre la primera se destaca *Micraster leskei* D'ORB., *Micraster coranguinum* AGAS, *Micraster laxophones* D'ORB., *Texanites texanus* ROEM., *Pleurotomaria espaillaciana* D'ORB., *Pterocera supracretacea* D'ORB., *Isocardia pyrenaica* D'ORB., *Arca maltheronia* D'ORB., *Myoconcha supracretacea* D'ORB., *Natica* cf. *punctata* HARPE y *Nerinea (Ptygmatis) ouremensis* CHOFF. Entre la microfauna se ha reconocido *Globotruncana lapparenti* BOLLI, *Globotruncana fornicata* PLUMM, *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), *Goupillandina lecointrei* MARIE, *Rotalia reicheli* HOTT., *Pararotalia tuberculifera* REUSS, *Pseudovalvulineria costata* (BROTZ), *Heterohelix* cf. *semiscostata* (CUSHM.).

La potencia de esta unidad aumenta hacia el Este, teniéndose en la columna de Redondo-Linares unos 180 m. Es muy frecuente que a este tramo se le designe en la literatura regional bajo la denominación de «margas de *Micraster*».

2.5.9 SANTONIENSE MEDIO-SUPERIOR (C₂₄²⁻³)

En la columna de Redondo-Linares está definido por calcarenitas (normalmente biopelmicritas), arcillosas en la parte inferior y recristalizadas en la

superior. En los tramos bajos son frecuentes las intercalaciones de margas amarillentas con abundante macrofauna, entre la que se destaca *Cyclolites polymorpha* BRONN., *Pycnodonta vesicularis* LAM., *Pleurotomaria spalllaciana* D'ORB., *Natica bulbiformis* SOW., *Rostellaria pyrenaica* D'ORB., *Pterocera supracretacea* D'ORB., *Protexanites bourgeoise* (GROSS) y *Micraster laxoporus* ROEM. La microfauna más representativa de esta unidad está constituida por *Lacazina elongata* MUN.-CHALM., *Cuneolina pavonia* D'ORB., *Martiguesia cyclamminiformis* MAYNC, *Sulcoperculina* aff. *cubensis* (PALM.) *Spirocyclina choffati* MUN.-CHALM., *Idalina antiqua* D'ORB., *Vidalina hispanica* SCHLUMB., *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB) y *Minouxia lobata* GENDROT.

La potencia medida en la columna de Redondo-Linares es de 100 m. Las calizas son de tonos amarillentos y es frecuente que adquieran tonalidades rojizas.

2.5.10 CAMPANIENSE (C₂₅)

Es un conjunto de unos 100 m. de potencia constituido por margas, en la parte baja, y arenas y areniscas poco cementadas, de tonos grisáceos y amarillentos, calcáreas y constituidas por cuarzo y feldespato potásico. Las margas son de tonos grisáceos con manchas verdosas y generalmente arenosas. Contienen *Orbitoides tissoti* SCHLUMB., *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), *Barkerina barkerensis* FRIZZ y SCHW. y *Sulcoperculina* aff. *cubensis* (PALM).

2.5.11 CAMPANIENSE-MAASTRICHTIENSE (C₂₅₋₂₆)

En la columna de Redondo-Linares está definido por 34 m., en los que pueden separarse dos tramos:

a) El inferior, constituido por 20 m. de calizas arenosas gris-claro, que en algunos puntos constituyen una verdadera lumaquela de Gasterópodos (biomicritas). Contienen *Vidalina hispanica* SCHLUMB., *Minouxia conica* GENDROT, *Cuneolina pavonia* D'ORB., y *Rotalia reicheli* HOTT. Este tramo pertenece al Campaniense.

b) El superior, con 14 m. de espesor y constituido por dolomías blanco-amarillentas, poco compactas, con alguna intercalación de margas con frecuentes Ostreidos. Contienen *Cibicidoides voltziana* (D'ORB.), *Pseudovalvulineria monterelensis* (MARIE), *Goupillaudina* sp., *Platychara* sp., *Neocyprideis murciensis*, FOURC y DAMOTTE. Representan al Maastrichtiense en facies de transición al Garumn, como indican las Characeas reconocidas.

2.5.12 MAASTRICHTIENSE (Ca₂₆)

Se cartografía un tramo de arcillas verdes con niveles abigarrados de

tonalidades rojo-vinosos. Tiene 27 m. y es de carácter azoico, viniendo definida su edad por la de las unidades infra y suprayacentes.

2.5.13 MAASTRICHTIENSE (Cc₂₆)

Son calizas y calcarenitas arenosas (biomicritas) de tonos amarillentos con juntas margosas y arenosas de los mismos colores. En la columna de Redondo-Linares se han medido 38 m. de serie, que termina en el eje del sinclinal de Pereda-Bedón. Se caracterizan por contener Orbitolínidos, entre los que se han reconocido *Orbitoides media* (D'ARCH.), *Lepidorbitoides socialis* (LEYM.) *Omphalocyclus macroporus* LAMARCK y *Siderolites calcitrapoides* LAMARCK. Son frecuentes los Briozoarios, Ostreoides y Equinodermos (*Echinocoryx vulgaris* BREYN.).

2.6 CUATERNARIO

Se encuentran representados el Pleistoceno mediante depósitos glaciares y terrazas y el Holoceno por aluviones, cono de deyección y coluviones.

2.6.1 PLEISTOCENO

Depósitos glaciares. Morrenas reelaboradas (Q)

Se han diferenciado, en la cartografía, los depósitos de bloques, bolos, cantos y gravas angulosos, heterométricos y poligénicos, englobados en una matriz arenoso-limolítica, que constituyen auténticos depósitos glaciares. Se ha representado también en el mapa la traza de las principales morrenas laterales y de fondo que se han observado. Todos estos materiales han sufrido recientemente un transporte acusado por las aguas de escorrentía y a favor de las pendientes de las laderas, derramándose, a modo de coluviones (morrenas reelaboradas), por lo que se les asigna la notación comprensiva del cuaternario (Q).

Dentro de la Hoja solamente se reconocen depósitos de morrenas que alcanzan las cotas comprendidas entre los 1.000 y 1.300 m., mientras que en la Hoja de Villacarriedo, situada al N., existen otro tipo de morrenas más antiguas, muy reelaboradas y que se sitúan entre los 550 y 600 m. y que son atribuibles a la glaciación Riss y pertenecen a glaciares de tipo «Alpino». Las que se sitúan dentro de la Hoja que nos ocupa corresponderían a la del Würm y estarían relacionadas con glaciares de tipo «pirenaico» (LOTZE, 1963).

Terrazas (Q₁T)

Adquieren gran extensión y desarrollo en el valle comprendido entre

las localidades de Espinosa de los Monteros y Quintanilla de Sotoscueva, quedando pequeños retazos de estos depósitos en los valles de los ríos Trueba y Pas.

Están constituidas por bolos y cantos subredondeados de areniscas cuarcíticas y algunos de calizas, englobados en una matriz arenosa.

Se trata de unos depósitos híbridos entre acarreos fluviales y rellenos de fondos de valle.

2.6.2 HOLOCENO

Aluviales (Q₂Al)

Están constituidos por gravas y bolos muy heterométricos y heterogéneos con abundante matriz areno-arcillosa y algo de materia orgánica; localmente aparecen lentejones de arenas. Destacan los de los ríos Pas, Trueba, Nela, Engaña y Trema.

Conos de deyección (Q₂Cd)

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

Coluviales (Q₂C)

Son frecuentes dentro de la Hoja estudiada, dadas las fuertes pendientes y la naturaleza predominantemente incoherente de los materiales, sobre todo en la mitad noroccidental.

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

3 TECTONICA

3.1 TECTONICA REGIONAL

Los primeros movimientos de que se tiene evidencia en la región corresponden al subciclo palealpino de la Orogenia Alpina y están representados por los impulsos de las fases neociméricas, que son, regionalmente, los responsables del hiato Calloviense-Oxfordiense, que aparece en las áreas de sedimentación marina del Jurásico Superior, de la implantación de un régimen de sedimentación continental, de la aparición de discordancias erosivas entre la Facies Purbeck y el Jurásico Marino y, en

algunos puntos de la región, entre la F. Weald y la F. Purbeck. Se producen las primeras acumulaciones salinas del Keuper y aparecen hiatos más o menos regionales en las series del Cretácico Superior.

Dentro de la Hoja estudiada no se aprecia la discordancia entre los materiales que constituyen la F. Weald y los de la F. Purbeck, y los sondeos de investigación petrolífera han puesto de manifiesto la existencia en profundidad de F. Purbeck sobre sedimentos del Dogger marino, mientras que en el área que se sitúa al N. de la misma (Hoja de Villacarriedo) la F. Weald puede reposar discordante sobre términos del Lías margoso, debido a que las primeras acumulaciones diapíricas del Keuper originaron altos paleogeográficos y zonas de erosión preferente. Regionalmente, las fases neociméricas no se han manifestado con la creación de estructuras de plegamiento, habiendo tenido únicamente repercusiones de índole paleogeográfica, siendo su única consecuencia dinámica patente la movilización local de las masas plásticas del Keuper. También se detectan movimientos intra-wealdicos, intra-aptienses y Albienses, que quedan reflejados por cambios laterales de facies y variaciones en las potencias de las series sedimentarias. Durante el Cretácico Superior se detectan algunos movimientos que originan ligeras variaciones en las facies y condensaciones en las capas.

Estos movimientos, así como las diferentes estructuras, parecen estar ligadas a deformaciones de las masas plásticas del Keuper, consiguiéndose en la fase Pirenaica y fundamentalmente en la Sávica y Estáirica, la creación de las estructuras principales de la región.

Durante estas fases se producen efectos de compresión con creación de estructuras de plegamiento y fracturas que, en el área ocupada por la Hoja, tienen direcciones fundamentales E.-O. y NO.-SE., respectivamente.

3.2 DESCRIPCION DE LAS PRINCIPALES ESTRUCTURAS

Desde el punto de vista estructural, la Hoja de Espinosa de los Montes puede dividirse en dos grandes áreas.

1) Los dos tercios noroccidentales están ocupados por materiales correspondientes al Cretácico Inferior y se caracteriza por su tranquilidad tectónica; los sedimentos se presentan en una estructura monoclin, con suaves buzamientos de dirección SE.

2) El tercio suroriental aparece ocupado por sedimentos correspondientes al Cretácico Superior, afectados por estructuras de plegamientos y fallas y fracturas importantes.

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

- Zona tectonizada de Castro Valnera.

- Diapiro de Rosío.
- Zona plegada del río Trema.
- Sinclinal de Robledo.

Zona tectonizada de Castro Valnera

Se localiza en la zona centro-norte de la Hoja estudiada y en ella se sitúan sedimentos del Aptiense y Albiense.

Se caracteriza por su compartimentación en bloques a partir de fallas de pequeño salto y dirección fundamental NO.-SE., no faltando las de dirección E.-O., que tienen menor importancia. Se trata de una estructura monoclinclinal con buzamiento general al SE., en la cual son frecuentes los cambios laterales de facies.

Diapiro de Rosío

En el ángulo suroriental de la Hoja aparece una pequeña mancha diapírica del Keuper que, hacia las Hojas colindantes de Villasana de Mena y Medina de Pomar, se extiende ampliamente dando origen al denominado diapiro de Rosío.

La extrusión diapírica se ha producido en el Oligoceno, ya que, fuera de la Hoja estudiada, puede observarse afectando a materiales de esta edad.

Las repercusiones tectónicas de este diapiro, dentro de la Hoja estudiada, es la fracturación de los sedimentos del Cretácico Superior con fallas de dirección NO.-SE. fundamentalmente, así como el cabalgamiento de materiales de edad Coniaciense y Santoniense sobre los de edad Maastrichtiense, en esta zona suroriental.

El movimiento de las masas plásticas del Keuper ha condicionado variaciones en la potencia de sedimentos, creando zonas elevadas donde es evidente la reducción de espesor de los distintos pisos.

Zona plegada del río Trema

Con este nombre denominamos una serie de pliegues que afectan a los materiales del Cretácico Superior en la parte suroriental de la Hoja estudiada. Los pliegues principales son:

- Sinclinal de La Mesa-Pereda.
- Anticlinal de Retuerta.

a) *Sinclinal de La Mesa-Pereda*

En su extremo oriental este sinclinal aparece interrumpido por el cabalgamiento de los materiales del Coniaciense y Santoniense sobre las calizas del Maastrichtiense, que ocupan el núcleo del pliegue entre las localidades

de Pereda y Bedón. Hacia el Oeste, los materiales que aparecen en el eje del pliegue van siendo cada vez más antiguos y, a partir del valle del río Trema, se desarrolla en las margas del Santoniense Inferior y Medio, quedando en el centro del mismo un cerro testigo (La Mesa) constituido por las calizas del Santoniense Superior.

El flanco Norte presenta buzamientos suaves, del orden de los 15°. El flanco Sur se encuentra afectado por la falla que, desde la localidad de Villamartín y con dirección SE., va hasta el ángulo suroriental de la Hoja, desarrollándose en superficie entre las margas del Santoniense Inferior y las margas y calizas del Coniaciense Medio-Superior.

b) *Anticlinal de Retuerta*

Se trata de un suave abombamiento anticlinal que se desarrolla en margas y calizas del Coniaciense Medio-Superior, entre la falla anteriormente descrita y el Sinclinal de Haedo de Linares. Los buzamientos de ambos flancos son del orden de los 15°, desapareciendo en dirección Oeste antes de llegar a la localidad de Villamartín.

Sinclinal de Robledo

Ocupa el borde sur de la Hoja estudiada, aflorando su eje únicamente en el extremo suroccidental de la misma, mientras que se desarrolla ampliamente en la Hoja de Villarcayo, situada al Sur. En dicha Hoja, los materiales que ocupan el núcleo del pliegue son de edad terciaria; en la que nos ocupa son de edad Maastrichtiense los materiales más modernos que afloran y que se sitúan en el borde suroriental de la misma.

En dirección Oeste, y una vez pasado el cauce del río Nela, este pliegue afecta a materiales de edades comprendidas entre el Coniaciense y el Albiense, continuando su eje por la zona actualmente invadida por el Pantano del Ebro.

Este sinclinal presenta buzamientos del orden de los 45° en su flanco septentrional, constituyendo el comienzo de la zona de pliegues que se desarrollará al Sur hasta la Cuenca Terciaria del Ebro.

4 HISTORIA GEOLOGICA

Como el área ocupada por una Hoja es muy reducida para conocer la historia geológica y definir los principales rasgos paleogeográficos, para la redacción de este capítulo se tendrán en cuenta los datos obtenidos en el estudio de todas las Hojas incluidas en los bloques 5-1 y 5-2 (12 en total), que durante los años 1974 y 1975 ha realizado Compañía General de Son-

deos, S. A. También se tendrán en cuenta los datos disponibles en la bibliografía regional, así como la información suministrada por los sondeos petrolíferos perforados por las diferentes compañías investigadoras.

En la región se pueden distinguir dos amplias áreas con evolución paleogeográfica algo diferente y que denominamos «Zona costera» (situada al norte de la «Franja Cabalgante del Escudo de Cabuérniga» y Falla de Ramales) y «Zona Interior» (situada al sur de los accidentes antes mencionados).

Aunque en la Hoja de Espinosa de los Monteros no afloran materiales paleozoicos pre y post-hercínicos, las observaciones realizadas en la región demuestran que fueron depositados y constituyen el sustrato de los sedimentos mesozoicos.

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

La relativa movilidad de la franja mencionada se pone de manifiesto durante el Keuper, por el período volcánico descrito, así como por la reducción de espesores del Keuper en la parte occidental de la misma. La citada franja constituye un elemento tectónico activo durante la sedimentación del Mesozoico, siendo el responsable de los cambios de facies y espesores, así como de la aparición de hiatos y/o erosiones.

Después de la sedimentación triásica, se produce un pequeño hundimiento del fondo de la cuenca, que el mar aprovecha para invadir la región y depositar la serie de calizas y dolomías del Rethiense y Lías Inferior.

En el Lías Superior y Dogger existió en la zona de la Hoja sedimentación marina, posiblemente con espesores menores, así como facies más someras, en relación a las áreas de las Hojas de Reinosa y Las Rozas.

En estas áreas el espesor del Jurásico marino (Lías y Dogger) es de unos 800-900 m., espesor que se reduce hacia la zona Norte (en el área costera), donde la erosión posterior, que tiene un carácter diferencial, lo ha dejado reducido a los tramos basales del Lías en la Hoja de Comillas. El Lías Superior se conserva en las de Torrelavega y Santander y el Dogger en la de Santoña. De todos modos, los sedimentos del Jurásico presentan, en conjunto, facies litorales a neríticas con un máximo de profundidad durante el Lías Superior y parte inferior del Dogger, habiéndose depositado en una cuenca relativamente estable, en la que existían pequeñas subsiden-

cias diferenciales. En el ámbito de esta Hoja, los sondeos perforados han puesto de manifiesto la presencia de una sección del Jurásico marino completa (el techo de la misma corresponde siempre al Calloviense). Solamente algunos pozos localizados en las proximidades de diapiros (Vivanco, en la Hoja de Villasana y cerca del diapiro de Mena) pasaron directamente de la facies Weald al Keuper. Respecto a las potencias del Jurásico atravesado por los sondeos de la Hoja, son menores que las observadas en las columnas de superficie de las Hojas de Reinosa y Las Rozas, oscilando entre 520 m. (Las Rozas-1) y 570 m. (Retuerta-1).

Normalmente, en toda la región faltan los sedimentos correspondientes al Oxfordiense-Kimmeridgiense, como consecuencia de las fases neociméricas. Solamente en los sondeos de Castro Urdiales y Monillo, ubicados en el extremo oriental de la Hoja de Santoña, se han perforado niveles de esta edad. Se trata de una facies nerítica a litoral, parcialmente arrecifal en el Kimmeridgiense.

En cambio, durante el Portlandiense y Cretácico más inferior (facies Purbeck), la región situada al norte de la «Franja Cabalgante del Escudo de Cabuérniga» debió constituir un umbral, posiblemente emergido, por lo que esta franja fue, probablemente, el borde Norte de la cuenca de sedimentación. En dicho umbral, no sólo no debió haber depósito de los sedimentos de la facies Purbeck, sino que, además, se produjo una intensa erosión de los materiales del Jurásico marino. Excepcionalmente, se encuentra Valanginiense Inferior-Medio en los sondeos localizados al este de Santander. La erosión se vio, por otra parte, acentuada localmente por los fenómenos halocinéticos, por lo que tiene, como se ha indicado anteriormente, un carácter diferencial.

En la Hoja de Villasana tampoco afloran sedimentos pertenecientes a la facies Purbeck y los sondeos perforados en la misma tampoco los han cortado, lo que hace suponer que este área oriental de la Hoja de Espinosa de los Monteros se comportó como un umbral durante el Jurásico Superior y Cretácico más inferior, en el que la actividad halocinética era importante (área de los actuales diapiros de Rosío y Mena).

Durante el Malm Superior se produce un importante cambio en el régimen de sedimentación. Debido a las fases neokimméricas (que ya en parte comenzaron a sentirse en el Bathoniense) se produce la retirada brusca del mar y la cuenca se colmata durante el Malm más alto y el Cretácico más inferior. Se delimitan o independizan varias cuencas, cada una de las cuales tiene unas características sedimentarias propias, quedando separadas dichas cuencas o surcos por altos o umbrales en los que no hay casi sedimentación o incluso los fenómenos erosivos son muy importantes. Así se erosionan las calizas del Jurásico marino, dando lugar a los conglomerados de cantos calizos; o los materiales del Macizo Asturiano, que originan los conglomerados silíceos.

En el interior y durante el Portlandiense, los aportes de material detrítico grueso son muy importantes, predominando los conglomerados de cantos silíceos provenientes del cercano macizo Asturiano, así como los de cantos calizos procedentes del Jurásico de los umbrales próximos que localmente se erosionaban. En general, los aportes provenían del SO. al NE., por lo que, por regla general, hacia las zonas más septentrionales y orientales de la cubeta los materiales terrígenos se hacen más finos.

Al comienzo del Cretácico (Berriasiense) continúa el régimen salobre en toda la cubeta, disminuyendo los aportes terrígenos, que tienen una distribución bastante irregular y predominando una sedimentación carbonatada (calizas arenosas, margas calcáreas) depositadas en un ambiente extremadamente reductor, y en un medio localmente lacustre con Gasterópodos, Lamelibranchios y Ostrácodos (*Macrodentina*).

Con la sedimentación del Berriasiense salobre se completa la fase que RAT (1959) llama de emersión o de régimen salobre.

En el Valanginiense Inferior Medio, debido a que en algunos lugares de la cubeta cesan o se reducen considerablemente los aportes de agua dulce, se tiene en ellos una sedimentación en facies transicional a marina. La distribución de los materiales terrígenos dentro del Valanginiense, aunque en detalle es irregular, en conjunto parece que es más importante en las zonas más próximas al Macizo Asturiano y terminación de la Franja Cabalgante del Escudo de Cabuérniga, mientras que hacia el este y sur de la cubeta los materiales son más finos y las intercalaciones de calizas parecen tener un carácter más claramente marino (lumaquelas de Ostreidos, calizas negras oolíticas). La profundidad del medio, durante esta época, fue reducidísima y los niveles con Ostreidos podrían muy bien indicar la proximidad de la línea de la costa.

Los sedimentos de facies Weald tienen, en la zona costera, un espesor pequeño, en especial en su extremo occidental, a la altura anticlinal del río Nansa (Hoja de Comillas), donde no sobrepasan los 50 m., mientras que en las regiones meridionales al sur de «Franja Cabalgante del Escudo de Cabuérniga», alcanzan más de 1.500 m., lo que demuestra, una vez más, la actividad tectónica casi continua de esta franja.

Las facies son terrígenas finas (arcillas y limos dominantes) en las regiones occidentales (Hojas de Comillas y mitad occidental de la de Torrelavega) que se van haciendo más gruesas, con intercalaciones importantes de areniscas, desde el borde oriental de la Hoja de Torrelavega hasta la de Santoña. En esta última Hoja, las litofacies son predominantemente de areniscas, las cuales alcanzan mayor desarrollo que las intercalaciones arcillosas y limolíticas. Esta distribución de facies está en relación con la existencia de un fuerte escarpe en la parte occidental de la ya citada «Franja Cabalgante», que permitiría el depósito de los sedimentos más finos, mientras que los terrígenos gruesos quedarían «represados» y rele-

gados al sur y este de dicha franja. Como consecuencia del mencionado escarpe, las series son más incompletas y menos potentes en las zonas occidentales, mientras que en las orientales, donde incluso hay sedimentos del Valanginiense marino, la sedimentación de la facies Weald ha sido prácticamente continua.

Localmente (zona norte de la Hoja de Torrelavega) se encuentran facies lacustres en la parte baja del Weald, que deben interpretarse como de lagunas internas, separadas del resto de la cuenca donde existía sedimentación activa de materiales provenientes del continente. También es frecuente la existencia de episodios de sedimentación más fina como Lamelibranquios y Gasterópodos, que, posiblemente, representen los pasos a las facies lacustres citadas (corte de Las Estacas de Trueba, tramo 2).

En el ámbito de la Hoja de Espinosa de los Monteros, la facies Weald alcanza hasta cerca de 2.000 m. en la columna de Estacas de Trueba, potencia que hacia las regiones meridionales se reduce considerablemente como demuestran los sondeos de la Engaña-1, que cortó 1.193 m., y el de Las Rozas-1, todavía más al Sur, que solamente perforó 595 m. de sedimentos atribuidos a esta facies. Es en estas regiones meridionales donde precisamente, al desaparecer las facies marinas Urgonianas, el Weald incluye a la parte inferior del Aptiense. En líneas generales, son la parte basal y más alta del Weald las que presentan mayor índice energético, mientras que los tramos 2, con ripples simétricos y fauna lacustre-salobre, y el 3, de carácter limolítico dominante, se han depositado en un medio más tranquilo.

En la Hoja de Villasana, las potencias se reducen todavía más, lo que, muy probablemente, puede atribuirse a la presencia de masas plásticas del Keuper que, posteriormente, dieron lugar a la existencia de los diapiros de Mena y Rosío y que, en el momento de la sedimentación de facies Weald, habrían ya comenzado su movimiento, creando zonas más elevadas que provocaron la menor potencia de sedimentos observada.

El ciclo de sedimentación de la serie arenoso-arcillosa constituye la fase que RAT (1959) llama de sedimentación terrígena activa. Durante esta época el Macizo Asturiano y la Meseta Castellana debieron sufrir un rejuvenecimiento y erosionarse activamente para depositarse la potente serie de sedimentos detrítico-terrágenos, coincidente con una importante variación climática, consistente en hacerse el clima más lluvioso, con el consiguiente aumento de aportes de agua dulce del continente. Todo ello motivó que la salinidad del medio fuera muy baja (se pueden considerar a estos sedimentos de facies Weald como de agua dulce), lo que explica que la fauna sea tan escasa o incluso nula. A medida que se depositaba la serie de facies Weald, se producía la colmatación gradual de la cuenca.

Los tramos de areniscas representan depósitos de canales fluviales, siendo las superficies planas de estriague basal consecuencia de la migra-

ción lateral de los canales, mientras que las superficies cóncavas son el resultado de procesos erosivos dentro del canal. Las lutitas intercaladas corresponderían a depósitos de llanura de inundación.

Después del levantamiento o rejuvenecimiento del Macizo Asturiano y Meseta Castellana, y de la activa erosión de sus materiales, que dieron lugar al depósito de los sedimentos arenosos, limolíticos y arcillosos de facies Weald, al comienzo del Aptiense tiene lugar una disminución gradual del aporte continuo detrítico-terrágeno, permitiendo la entrada del mar en una amplia plataforma en la que pueden desarrollarse los organismos constructores de arrecifes, produciéndose una sedimentación calcárea, que se continúa en muchos casos hasta el Albiense Inferior-Medio, con irregulares interrupciones por aportes terrígenos.

Desde el punto de vista paleogeográfico, durante el Aptiense y Albiense pueden separarse dos áreas con diferente significado, situadas al norte y sur de la alineación definida por la «Franja Cabalgante del Escudo de Cabuérniga» y de la zona de río Asón-Ramales.

La zona de río Asón-Ramales constituye la prolongación hacia el Este de la unidad tectónica móvil constituida por la «Franja Cabalgante», habiéndose comportado, durante la sedimentación de la Fm. Urgoniana, como una zona de bajos fondos con cierta subsistencia y sedimentación de una importante masa de calizas periarrecifales, a modo de «arrecife de barrera», que individualiza, al menos desde el Bedouliense Medio, dos subcuencas o zonas: la Zona Costera, al Norte, y el Area Meridional (zonas de Castro de Valnera y Lanestosa-Valmaseda) al Sur.

La *zona costera* está caracterizada por la frecuencia de áreas diapíricas que, como se ha indicado, fueron ya áreas móviles durante las fases neokiméricas.

En esta zona, durante el Aptiense se desarrollan activamente los arrecifes en una cuenca marina de tipo nerítico o epicontinental, con profundidades de unos 30 a 50 m., y condiciones ambientales favorables para el desarrollo de los organismos constructores (Políperos, Rudistos, Algas, etcétera). El carácter generalmente micrítico de casi todos los tramos calizos del Aptiense nos indica que el índice de energía del medio no fue muy alto, y la frecuencia de Orbitolínidos nos define un mar cálido y templado. Sólo en el Aptiense Inferior los eventuales aportes de material detrítico-terrágeno interrumpieron localmente el desarrollo de las facies arrecifales. Los fenómenos de dolomitización y recristalización en las calizas del Aptiense son muy frecuentes en toda la región, estando en estrecha relación con las mineralizaciones existentes.

Los espesores y las facies, durante la sedimentación del Aptiense, son muy variables, debido a que el depósito tuvo lugar en una cuenca relativamente inestable, con existencia de surcos y umbrales móviles, cuya localización está en estrecha relación con las áreas diapíricas actuales,

coincidiendo aproximadamente con los antiguos umbrales. Existen áreas subsidentes (surcos) en Santillana (Hojas de Comillas y Torrelavega), Escobedo (Hoja de Torrelavega), Solórzano (Hoja de Santander) y Castro Urdiales (Hoja de Santoña). En cambio, se comportaron como umbrales las áreas de río Nansa (Hoja de Comillas), Torrelavega y Bahía de Santander (Hoja del mismo nombre). Las facies son, como se ha indicado anteriormente, muy variables, principalmente entre la zona diapírica de la Bahía de Santander y la falla de Colindres (diapiro de la Bahía de Santoña), donde la distribución de los arrecifes, tanto en sentido horizontal como vertical, cambia bruscamente, principalmente por la llegada de importantes aportes terrígenos, que ha tenido lugar de un modo intermitente e irregular. También las facies arrecifales pueden desarrollarse, excepcionalmente, hasta el Albiense Inferior-Medio en aquellas áreas donde los aportes terrígenos no son importantes durante dicho período. Este es el caso de las Sierras de Villanueva y Gándara (Peña Cabarga), en la parte oriental de la Hoja de Torrelavega y occidental de la de Santander y en toda la extensión de la Hoja de Santoña. En el área de Solórzano-Varas-Alisas (Hojas de Santander y Villacarriedo), intercalados entre las barras de calizas Urganianas, aparecen, tanto en el Aptiense como en el Albiense, tramos de margas y areniscas finas, es decir, terrígenos relativamente finos, que son los responsables de la interrupción del desarrollo de los organismos constructores y, por tanto, de las facies arrecifales. Corresponden a depósitos de facies muy peculiar, difícilmente correlacionables, por litología, con los de áreas próximas, y que quedan localizados entre los umbrales de las actuales zonas diapíricas de la Bahía de Santander y falla de Colindres (diapiro de la Bahía de Santoña). Este área fue relativamente subsidente durante el Aptiense; por el contrario, el Albiense de la misma presenta espesores reducidos (Sinclinal de Alisas), lo que parece indicar que la topografía de la cuenca cambió con relativa brusquedad, dando lugar a inversiones del relieve de aquélla.

Fuera de las áreas antes mencionadas, al comienzo del Albiense se interrumpe el desarrollo de los organismos constructores, y por tanto de las facies arrecifales, debido a que los aportes de material terrígeno se hacen muy intensos. Los ríos transportan enormes cantidades de arena y limo. El depósito tiene un carácter marcadamente molásico, con sedimentación parálisis o ciclotemática y formación de lignitos. A partir del Albiense Medio, en la Hoja de Comillas y gran parte de la de Torrelavega, los aportes terrígenos tienen lugar de un modo intermitente, y sobre todo menos intenso, lo que da lugar a la sedimentación de calcarenitas durante el Albiense Medio y Superior. La cuenca tiene ya un carácter marino normal, aunque la profundidad del medio es pequeña (puede estimarse en unos 20-40 m.), aumentando paulatinamente según se asciende en la serie. En general, las calcarenitas se han depositado en un medio de índice de energía moderado

a alto, como se deduce de la presencia de intraclastos, así como de la matriz cristalina (intrabiosparitas).

En el área donde durante el Albiense Inferior-Medio continuó la sedimentación de calizas arrecifales (Urgoniano), excepto en la cuenca de Colindres, en el Albiense Medio-Superior se depositan una serie de margas con intercalaciones de calizas arcillosas que, en algunos niveles, contienen microfaua planctónica y que por el porcentaje de la misma puede interpretarse como de biofacies nerítica de transición entre las zonas interior y exterior de la plataforma continental, con una profundidad estimada de la cuenca de unos 120 m. o más. Estas regiones se caracterizan al mismo tiempo por ser mucho más subsidentes que aquellas en las que predomina la sedimentación calcarenítica. Otro tipo de litofacies es el que se observa en la zona de Ajo-Beranga-Colindres (entre las Hojas de Santander y Santoña), caracterizada por predominar las arenas y areniscas, posiblemente de facies litoral a nerítica, que se extienden hasta el Cenomaniense Inferior.

De lo anteriormente expuesto se deduce que, durante el Aptiense y Albiense, la cuenca fue relativamente inestable, al estar compartimentada por una serie de surcos y umbrales que son los responsables de los importantes cambios de facies observados, que corresponden a medios de sedimentación diferentes. La configuración de la topografía de la cuenca es debida, por una parte, a la existencia de intumescencias salinas activas que se disponían alineadas según zonas de fracturación preferente, y por otra, al diferente crecimiento de las principales masas urgonianas.

La zona de río Asón-Ramales (Hojas de Valmaseda y Villacarriedo) ya se ha indicado que constituye la prolongación en profundidad de la «Franja Cabalgante» hacia el Este y que durante el Aptiense y Albiense Inferior y Medio se comportó como una zona de bajos fondos, con condiciones favorables para el desarrollo de arrecifes. El área fue relativamente subsidente, lo que permitió el depósito continuado de calizas periarrecifales durante estos tiempos.

El carácter micrítico de las series nos indica que el medio de sedimentación fue relativamente tranquilo. Las condiciones favorables para el desarrollo de arrecifes se interrumpen a la altura del meridiano de Ramales hacia el Este (Hoja de Valmaseda), bien por la fuerte influencia terrígena de los sedimentos del «lagoon» o bien por el atenuamiento del relieve sumergido, que da origen a los bajos fondos. De este modo en la mitad oriental de la Hoja de Valmaseda y, como prolongación de la zona que nos ocupa, sólo se encuentran masas de calizas periarrecifales aisladas entre materiales paraurgonianos (arcillas y margas).

Entre la zona de río Asón-Ramales y el borde occidental de la Hoja de Villacarriedo (terminación de la «Franja Cabalgante») debió existir un área de fuerte influencia terrígena por aportes provinientes del SO. a modo de

canales que comunicarían la zona del Castro de Valnera con la zona costera. Es aquí donde se encuentran las series más subsistentes del Aptiense-Albiense Inferior en facies urgoniana (calizas y materiales terrígenos) debido por una parte al gran aporte y, por otra, a la movilidad de la zona de sedimentación (prolongación de la franja).

En el *área meridional* se encuentran, de Este a Oeste, todos los pasos entre facies lagunares, separadas del mar abierto por áreas de crecimiento de arrecifes, facies arrecifales con influencia terrígena importante y zonas de paso a facies más continentales.

Así, en la zona de Castro de Valnera (Hojas de Espinosa y Villacarriedo) la construcción de los edificios arrecifales durante el Aptiense-Albiense Medio se vio frecuentemente interrumpida por intensos aportes de materiales terrígenos provenientes del continente, como demuestran la profusión de intercalaciones de este carácter. Estos aportes fueron más intensos y continuos durante el Bedouliense, mientras que en el resto del Aptiense y Albiense Inferior-Medio se depositaron calizas urgonianas intercaladas entre formaciones terrígenas. Existieron etapas de construcción arrecifal preferente durante el Albiense Inferior-Medio, como demuestra la continuidad de ciertos horizontes calizos. Durante el Gargasiense-Clansayense y Albiense más inferior, el medio fue, en cambio, más agitado con destrucción penecontemporánea a la sedimentación caliza, como parece indicar el rápido paso lateral a conglomerados y calizas biostrómicadas.

Hacia el SO., en la zona de río Engaña-río Nela (Hoja de Espinosa), el Aptiense se reduce considerablemente, pasando a tener facies litorales de areniscas más o menos calcáreas con Ostreidos, que nos indican la proximidad a la línea de costa. Durante el Albiense Inferior-Medio, la influencia del continente es muy acusada, depositándose facies terrígenas de tránsito a la Fm. Utrillas.

En la zona de Lanestosa-Valmaseda (Hojas de Valmaseda y Villasana de Mena) los aportes terrígenos quedaron represados por el arrecife-barrera de la zona de río Asón-Ramales, observándose un brusco cambio lateral entre las calizas urgonianas de este último y los depósitos de facies «lagoon» de la zona que nos ocupa. La subsidencia fue muy importante, depositándose en un medio nerítico-litoral, aislado del mar abierto, las potentes series de margas paraurgonianas del Aptiense y Albiense Inferior y las arcillas del Albiense Inferior-Medio con un espesor del orden de los 2.000 m.

En las inmediaciones del diapiro de Rosío (borde SO. de la Hoja de Villasana), el Aptiense Inferior está, como en el borde SO. de la Hoja de Espinosa, representado por sedimentos de facies Weald. En la primera zona mencionada el Aptiense se presenta muy reducido de potencia en comparación con las regiones septentrionales (Hojas de Espinosa y Villacarriedo) y ello es atribuible a movimientos halocinéticos que provocan la existencia de una zona más elevada, así como al hecho de encontrarnos en zona de

borde de cuenca, donde los aportes terrígenos son más importantes, lo que, en gran parte, dificulta el desarrollo de los organismos constructores y, por tanto, de las facies arrecifales.

Durante el Albiense Medio-Superior y Cenomaniense más inferior, se depositaron series fundamentalmente arenosas que acentúan su carácter marino hacia el Este, al tiempo se observa un paralelo aumento de potencia en dicha dirección. En la zona de río Engaña se tienen facies de tránsito a Utrillas, de tipo parálico, con lignitos, mientras que al norte de Espinosa, Puerto de los Tornos y Valmaseda la facies es litoral, tratándose de una serie muy subsidente, aumentando las potencias hacia el Este hasta llegar a tener más de 3.000 m. en Valmaseda.

A partir del Cenomaniense Inferior a Medio (según las zonas) se instaura un régimen marino claro, nerítico a litoral, caracterizado en la zona Norte por la presencia de areniscas con abundantes Orbitolinas, y en el Sur, donde se implantaría algo más tarde, puesto que durante el Cenomaniense Inferior persiste la sedimentación arenosa de tipo continental, por la presencia de unas calcarenitas, arenosas en ocasiones, con abundante fauna marina de Orbitolinas, Ostreidos, etc. En esta zona Sur (alrededores del diapiro de Rosío) posiblemente tuvo gran influencia, en la potencia de los sedimentos y en las facies de éstos, el movimiento ascendente de las masas plásticas del Keuper, que crearían así unas condiciones peculiares de sedimentación haciendo que el régimen marino tarde más en implantarse.

En la zona costera, el Cenomaniense Inferior presenta una sedimentación molásica con desarrollo de ciclotemas en los que alternan términos de facies marinas con otros de carácter continental o fluvial. En la zona de Solórzano-Las Varas-Alisas (Hojas de Santander y Villacarriedo) el medio ambiente del Cenomaniense Inferior es siempre marino, de facies litoral a nerítica con predominio de Ostrácodos, Foraminíferos arenáceos y Orbitolinas en algunos niveles, con sedimentación de calizas pararrecifales y biostrómicadas y con intercalaciones terrígenas.

Es a partir de la aparición de *Orbitolina concava concava* (LAMARCK) cuando toda la cuenca presenta un régimen claramente marino en el que los aportes del continente son menos importantes, depositándose en la zona costero-occidental la serie de calcarenias bioclásticas en régimen nerítico. El hiato del techo del Cenomaniense es característico de los bordes de la Cuenca Cantábrica y muy probablemente se debe a una interrupción de la sedimentación, por lo que puede interpretarse como una condensación de capas.

En el Cenomaniense Medio-Superior, las condiciones marinas se acentúan, pasándose a un régimen marino abierto de exterior de plataforma, y batial a techo, que corresponde a la sedimentación del «Flysch de bolas» caracterizado por la presencia de Ammonites y Foraminíferos planctónicos. Esta facies está muy bien desarrollada en la parte oriental de la Hoja de

Espinosa, donde alcanza grandes espesores debido a la existencia de una subsidencia importante, mientras que, en la región suroccidental, así como en las inmediaciones del diapiro de Rosío, ésta es menor, y se produce el tránsito entre las facies calcareníticas y margosas.

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

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

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

En el Santoniense Superior se inicia ya la fase regresiva en esta zona, como consecuencia de las primeras fases de la Orogenia Alpina, y así, en el Campaniense, se depositan arenas sin fauna de facies costera. En el Maastrichtiense continúa el carácter regresivo, estando ocupada esta zona por un mar costero o nerítico correspondiente a la zona interior de la plataforma continental, en el que se depositaron calizas y calizas arenosas con Orbitólidos y Ostreidos y que pueden presentar intercalaciones de arcillas continentales, de facies Garumn, con Characeas.

Aun faltando en la Hoja sedimentos superiores al Maastrichtiense, basándose en datos de zonas próximas se puede afirmar que el plegamiento debe corresponder a las fases Pirenaica, Sávica y Estáirica, sin que pueda precisarse la importancia relativa de cada una de ellas.

En cuanto al momento de extrusión de los diapiros, podemos afirmar que es posterior al Oligoceno, ya que el diapiro de Rosío, en la vecina Hoja de Medina de Pomar, afecta a materiales de esta edad.

El encajamiento de la red fluvial, con la formación de terrazas, durante el Pleistoceno, dio lugar a la fisionomía morfológica actual. Hay que destacar el importante modelado glaciar desarrollado en las Hojas de Villaca-

rriedo y Espinosa de los Monteros. Se trata del glaciario de más baja cota actual de los observados en la Península Ibérica.

5 GEOLOGIA ECONOMICA

5.1 MINERIA Y CANTERAS

La Hoja estudiada es pobre en recursos mineros y no existe dentro de la misma ninguna explotación actual.

Entre los materiales que han sido objeto de intento de explotación en otro tiempo cabe destacar las calicatas y zanjas para investigación de hierro en las areniscas del Albiense en «Facies Utrillas», al oeste de la localidad de Gayangos, y que hoy en día se encuentran abandonadas.

También, y con el mismo fin, aparecen calicatas bajo las calizas intercaladas entre los sedimentos terrígenos del Albiense, en las proximidades de la localidad de Busnela, y que hoy también aparecen abandonadas.

Los lignitos, intercalados entre las areniscas del Albiense, en el extremo suroccidental de la Hoja, son inexplotables debido a la poca potencia y la mala calidad que presentan, aun así se reconocen en algunos puntos pequeñas calicatas de investigación posteriormente abandonada.

En el nacimiento de los ríos Engaña y Nela existen pequeñas turberas, que no se explotan debido a su poca extensión y potencia, así como a la dificultad de acceso que las mismas presentan.

Por lo que se refiere a canteras, tampoco hay, dentro de la zona estudiada, ninguna explotación actual. En otro tiempo se explotaron las calizas intercaladas entre los sedimentos terrígenos del Albiense para la construcción del túnel de Engaña, del abandonado ferrocarril Santander-Mediterráneo.

5.2 HIDROGEOLOGIA

En el área estudiada es importante la abundancia de agua debido a que el índice pluviométrico de la región es alto y a que la mayor parte del año la región central se encuentra cubierta de nieves.

La vertiente santanderina (Parte NO. de la Hoja) está ocupada casi en su totalidad por sedimentos terrígenos del Cretácico Inferior en facies Weald. La alternancia irregular de paquetes arcillosos y areniscas da lugar a la formación de pequeños acuíferos colgados, de escasa importancia, que originan surgencias intermitentes.

Por lo que se refiere a la vertiente suroriental (Cuenca del Ebro), los amplios afloramientos calizos del Cretácico originan una gran zona de recarga.

Se trata de una alternancia de materiales permeables y semipermeables, que forman una serie monoclinal con buzamiento SE.

Los materiales calizos del Aptiense y del Albiense Inferior permeables por diaclasado y carstificación, así como los terrígenos del Albiense Superior semipermeables, constituyen una importante zona de recarga, que en profundidad pueden originar acuíferos de interés, aunque si se tiene en cuenta la potencia de los sedimentos del Cretácico Superior, que se sitúa por encima, hace que sea relativa la importancia de estos acuíferos localizables en el Cretácico Inferior.

Respecto a los materiales calizos y calco-margosos que forman el Cretácico Superior, y que afectado por una estructura sinclinal se sitúa en el ángulo sureste de la Hoja estudiada, el más interesante desde el punto de vista hidrogeológico lo constituyen las calizas y calizas dolomíticas del Coniaciense Medio-Superior, que forman un complejo cárstico en el que se sumergen los ríos Cueva y Entrambosríos, dando lugar al famoso complejo de «Ojo Guareña». Esta carstificación, unida a que los sedimentos del Coniaciense Inferior actúan como impermeables debido a la alternancia de paquetes margosos y calizas arcillosas, da lugar a una importante zona de recarga localizable en esta estructura sinclinal que afecta a los sedimentos.

El resto de los materiales del Cretácico Superior que afloran en la Hoja estudiada y que van desde el Santoniense al Maastrichtiense no son importantes desde el punto de vista hidrogeológico debido a la poca extensión de sus afloramientos.

6 BIBLIOGRAFIA

- ADAN DE YARZA, R. (1885).—«El país vasco en las edades geológicas». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, tomo 8.
- (1892).—«Descripción física y geológica de la provincia de Vizcaya». *Mem. Com. Mapa Geol. España*, pp. 1-193.
- AGUILAR TOMAS, M. J. (1971).—«Correlaciones por ciclos de aporte en el Albense de la Cuenca Cantábrica». *Acta Geológica Hispánica*, tomo 6, núm. 4, pp. 92-96.
- (1971).—«Consideraciones generales sobre la sedimentación y paleogeografía del Albense de la Cuenca Cantábrica». *Estudios Geológicos*, vol. 27, núm. 2, pp. 325-334.
- (1969).—«Estudio petrográfico del Wealdico de la Cuenca Cantábrica (Paleogeografía, sedimentación y posibilidades de almacén)». *Ciepsa CV-324*. Inédito.
- (1970).—«Sedimentología y Paleogeografía del Albense de la Cuenca Cantábrica». *Tesis Doctoral Fac. Cienc. Univ. Barcelona*.

- AGUILAR TOMAS, 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.
- 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 MUÑOZ, C. (1953).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 110, Medina de Pomar». *Inst. Geol. Min. de España*.
- (1955).—«Mapa Geológico de España Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 85, Villasana de Mena». *Inst. Geol. Min. de España*.
- ALMELA, A. (1955).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 134, Polientes». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- BERTRAND, L., y MENGAUD, L. (1912).—«Sur la structure des Pyrénées Cantabriques entre Santander et Llanes et leurs relations probables avec les Pyrénées». *Bull. Soc. Geol. France (4eme serie)*, tomo 12, pp. 504-515.
- BRENNER, P. (1972).—«Levantamiento geológico en los alrededores de Ramales de la Victoria (Santander, Vizcaya)». *Estudios geológicos*, vol. 28, núm. 6, pp. 424-444.
- CALDERON, S. (1876).—«Observaciones sobre la geología de una parte de la provincia de Santander». *Actas Soc. Española Hist. Natural*, tomo 5, pp. 83-84.
- (1877).—«Observaciones sobre la constitución geológica de una parte de la provincia de Santander». *Actas Soc. Española Hist. Natural*, tomo 6, pp. 17-19.
- (1885).—«Note sur le terrain wealdien du nord de L'Espagne». *Bull. Soc. Geol. France*, tomo 14, p. 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. (1970).—«Geología y posibilidades de hidrocarburos del área nor-occidental de la Cuenca Cantábrica (Cabuérniga)». *Ciepsa*. Inédito.
- CARRERAS, F., y RAMIREZ, J. (1971).—«Estratigrafía del Cretácico Superior del borde nor-oriental del Macizo Asturiano (Zona de Bielba-Labarces, provincia de Santander)». *I Congreso Hispano-Luso-Americano de Geología Económica*, tomo 1, vol. 1, pp. 49-72.
- CIEPSA (1965).—«Geología y posibilidades petrolíferas de la Cuenca Cantábrica». *Informe Interno de Ciepsa*.
- CIRY, R. (1940).—«Etude geologique d'une partie des provinces de Burgos, Palencia, León et Santander». *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, núm. 74, pp. 1-513.

- (1951).—«L'Evolution paleogeographique de l'Espagne septentrionale au cretace inferieur». *Inst. Geol. Min. de España Libro Jubilar*, tomo 2, pp. 19-36.
- (1967).—«Etude 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 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.; RAT, P.; MANEIN, J. Ph.; FEUILLEE, P.; AMIOT, M.; COLCHEN, M., y DELANCE, J. H. (1967).—«Reunion extraordinaire de la Societé Geologique de France. Des Pyrénées aux Asturies». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, núm. 9, pp. 389-444.
- CUETO y RUI-DIAZ, E. (1928).—«Orografía y geología tectónica del país Cántabro-Astúrico». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 47, núm. 2, pp. 9-109.
- DAHM, H. (1966).—«Stratigraphie und palaeogeographie im Kantabrischen Jura (Spanien)». *Tesis Un. Bonn. Beih. Geol. JB.*, vol. 44, pp. 13-54.
- DIREC. GRAL. CTRAS. DIVISION DE MATERIALES (1971).—«Estudio previo de terrenos autopista del Cantábrico, tramo Santander-Bilbao». *MOP. Secret. Gral. Técnica. Serv. Publ.*, pp. 1-129.
- (1971).—«Estudio previo de terrenos de autopista del Cantábrico, tramo Unquera-Santander». *MOP. Secret. Gral. Téc. Serv. Publ.*, pp. 1-85.
- DURRICH, K.—«Gliederung Und palaeogeographie des baskischen komplexes in den raumen Montes Claros und Cabuérniga (Nord-Spanien)». *Inaug. Diss. Munster Westf.*, pp. 1-73.
- FERNANDO GUTIERREZ, J. C., y MANTECA, J. I. (1970).—«Observaciones sobre la tectónica de la parte oriental de la provincia de Santander: río Asón y Cabo Clarín». *Bol. Real Soc. Española Hist. Natural (Geol.)*, tomo 68, pp. 284-297.
- FEUILLE, P. (1963).—«Ammonites du Cénomanién supérieur et du Turonien dans la province de Santander (Espagne)». *C. R. des Seances de l'Acad. des Sciences Paris*, tomo 256, núm. 4, pp. 974-976.
- (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.
- FEUILLE, 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.

- FEUILLE, P., y SIGAL, J. (1964).—«Presence d'un niveau a *Globotruncana helvetica* BOLLI dans la region Bas-Cantabrique». *C. R. Somm. Geol. France*, núm. 5, pp. 201-203.
- FLOR, G. (1972).—«Estudio de la microfacies entre Puenteviego y Ontaneda (Santander)». *Acta Geológica Hispánica*, tomo 7, núm. 1, pp. 15-17.
- GASCUE, F. (1875).—«Observaciones sobre una parte del Trías de la provincia de Santander». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, tomo 2, pp. 377-389.
- GONZALEZ LASALA, J. (1876).—«Areniscas bituminosas y petrolíferas del puerto del Escudo en los confines de las provincias de Santander y Burgos». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, tomo 3, pp. 235-241.
- GONZALEZ LINARES, A. (1877).—«Descubrimientos de restos de *Elephas primigenius* y de otros fósiles en Santander». *Actas Soc. Española Hist. Natural*, tomo 6, p. 41.
- (1878).—«Sobre la existencia del terreno Wealdico en la Cuenca del Besaya (prov. de Santander)». *Anal. Soc. Esp. Hist. Nat.*, pp. 487-489.
- HERNANDEZ PACHECO, E. (1912).—«Ensayo de síntesis geológica del norte de la Península Ibérica». *Junta Ampl. Est. e Inv. Cient.*, tomo 7.
- HERNANDEZ PACHECO, F. (1961).—«La pequeña cuenca glaciar de la Peña de Lusa en la Cordillera Cantábrica, Santander». *Bol. Real Soc. Española Hist. Natural*, tomo 59, pp. 191-206.
- HOFKER, J. JR. (1965).—«Some Foraminifera from the Aptian-Albian pasage of nothern Spain». *Leidse Geol. Meded.*, vol. 23, pp. 183-189.
- IGME (1971).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente». Explicación de la Hoja núm. 4 (5-1), Santander». *Inst. Geol. y Min. de España*, pp. 1-22.
- (1971).—«Mapa geológico de España. Escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Explicación de la Hoja núm. 11 (5-2), Reinosa». *Inst. Geol. y Min. de España*, pp. 1-30.
- JIMENEZ DE CISNEROS, D. (1912).—«Relación de algunas especies fósiles del Cretáceo Medio y Superior de Santander». *Bol. Soc. Española Hist. Natural*, tomo 12, pp. 307-311.
- KARRENBERG, H. (1934).—«Die postvarische entwicklung des Cantabro-Asturischen gebirees (Nordwestspanien)». *Publ. Extra. Geol. España (C.S.I.C.)* (Traducción J. G. Llarena, 1946), vol. 3, pp. 103-225.
- LAMARE, P. (1936).—«Recherches Geologiques dans les Pyrénées Basques d'Espagne». *Mem. Soc. Geol. France*, tomo 12, vol. 27, núm. 6, pp. 1-465.
- LAMBERT, J. (1919).—«Echinides fossiles des environs de Santander recuillis par M. L. Mengaud». *Annales Societé linnéenne de Lyon*, tomo 66, p. 1.
- (1922).—«Echinides fossiles de la province de Santander». *Junt. Ampl. Est. Cient. Ser. Geol.*, núm. 28, pp. 1-25.
- 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.
- LOTZE, F. (1960).—«Zur Gliederung der Oberkreide in der Baskischen depression (Nordspanien)». *Neves Jhrb. Geol. Paleont. Monatsh.*, núm. 3, pp. 132-144.
- (1963).—«Acerca de unas glaciaciones pleistocénicas en el grupo Valnera (cadenas Cantábricas orientales)». *Notas y Comunicaciones del Inst. Geol. y Min. de España*, núm. 72, pp. 257-261.
- MAESTRE, A. (1864).—«Descripción física y geológica de la provincia de Santander». *Junta Gral. de Estadística*, pp. 1-120.
- MANIEZ, F. (1972).—«*Spiroplectamminoides* nouveau genre de Foraminifères des formations Paraurgoniennes Cantabriques (Espagne)». *Rev. Esp. de Microp.* núm. extraordinario, pp. 179-199.
- MALLADA, L. (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.
- MANGIN, Ph. (1959).—«Le Nummulitique sud-pyrénéen a l'ouest de l'Aragón». *Pirineos*, núm. 51, pp. 1-631.
- MANGIN, Ph., y RAT, P. (1962).—«L'Evolution post-hercynienne entre Asturies et Aragón (Espagne)». *Mem. Soc. France (Livre a la Mem. du prof. P. Fallot)*, tomo 1, pp. 333-349.
- MANGIN, Ph., y FEYSOT, CL. (1972).—«Etude Petrologique de quelques ophites de la cote septentrional Espagnole». *Annales scientifiques de l'université de Besançon (Geologie)*, tomo 3, vol. 17, pp. 39-45.
- MAZARRASA, J. M. (1930).—«Estudio de criaderos minerales de la provincia de Santander (criaderos de cinc)». *Bol. Ofic. Min. y Metalúrgica*, núm. 11, pp. 529-600.
- MENGAUD, L. (1910).—«Senonien superieur des environs de Santander». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, pp. 94.
- (1913).—«Contribution a l'étude du Wealdien de la province de Santander». *C. R. Acad. Sc. Paris*. Tomo 156, pp. 1279.
- (1913).—«Sur l'Aptien inférieur marneux de la province de Santander». *C. R. Acad. Sc. Paris*. Tomo 157, pp. 15-19.
- (1920).—«Recherches géologiques dans la région Cantabrique». *Livr. Sc. J. Herman.*, pp. 1-374.
- OLAVARRIA, M. (1874).—«Datos geológicos mineros recogidos en la provincia de Santander». *Bol. Com. Mapa Geol. España*. Tomo 1, p. 249.
- PUIG, G., y SANCHEZ, R. (1888).—«Datos para la geología de la provincia de Santander». *Bol. Com. Mapa Geol. de España*. Tomo 15, pp. 251-329.

- PUJALTE, V. (1974).—«Litoestratigrafía de la facies Weald (Valanginiense Superior-Barremiense) en la provincia de Santander». *Bol. Geol. y Minero, IGME*, Tomo 85, núm. 1, pp. 10-21.
- RAMIREZ DEL POZO, J. (1969).—«Bioestratigrafía y Microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España. (Resumen.)» *Acta Geológica Hispánica*. Tomo 4, núm. 3, pp. 49-59.
- (1969).—«Síntesis Estratigráfica y Micropaleontológica de la facies Purbeckiense y Wealdense del Norte de España». *Ediciones Cepsa, S. A.*, pp. 1-68.
- (1971).—«Algunas observaciones sobre el Jurásico de Alava, Burgos y Santander». *Memoria y Comunic. del I Coloq. de Estrat. y 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. 1-357.
- (1972).—«Algunos datos sobre la Estratigrafía y Micropaleontología del Aptense y Albense al Oeste de Santander». *Rv. Esp. de Micropaleontología, núm. extraordinario*, pp. 59-97.
- (1973).—«Síntesis geológica de la provincia de Alava». *Institución «Sancho el Sabio» Vitoria*.
- RAMIREZ DEL POZO, J., y AGUILAR TOMAS, M. J. (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} congrès. internat. d'étud. Pyrénéennes*. Tomo 2, pp. 147-157.
- (1959).—«L'extension vers l'Ouest du Crétacé supérieur à Facies 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 à serie)*. Tomo 1, pp. 378-384.
- (1959).—«Les pays Crétacés Basque-Cantabriques (Espagne)». *Publ. Univ. Dijon*, núm. 18, pp. 1-525.
- (1961).—«La edad y naturaleza de las capas de base del Wealdense en la provincia de Santander y sus alrededores (España)». *Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de España*, núm. 61, pp. 181-184.
- (1962).—«Contribution à l'étude stratigraphique du Purbeckien-Wealdien de la region de Santander (Espagne)». *Bull. Soc. Geol. France*. Tomo 7, núm. 4, pp. 2-12.

- [1963].—«Problemes du Crétacé inferieur dans les Pyrénées et le nord de l'Espagne». *Sonderd. Geol. Rudschau*, núm. 53, pp. 205-220.
- (1969).—«Donnes nouvelles sur la Stratigraphie et les variations sedimentaires de la serie Purbeckiense-Wealdienne au Sur de Santander (Espagne)». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, núm. 6, pp. 216-217.
- RIOS, J. M. (1947).—«Diapirismo». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*. Tomo 60, pp. 155-232.
- (1948).—«Estudio geológico de la zona de criaderos de hierro de Vizcaya y Santander». *Dir. Gen. de Min. y Com. Temas Profesionales*, núm. 9, pp. 1-48.
- (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.
- (1949).—«Descripción geológica del valle de Iguña en el río Besaya (Santander)». *Estudios Geológicos*, núm. 10, pp. 303-310.
- (1954).—«Bosquejo geológico de parte del país Vasco-Cantábrico (de Laredo a Durango Vitoria y la Barraca)». *Pirineos*, núm. 31, pp. 7-32.
- (1956).—«El sistema Cretáceo en los Pirineos de España». *Mem. Inst. Geol. Min. de España*. Tomo 57, pp. 1-128.
- RIOS, J. M.; ALMELA, A, y GARRIDO, J. (1945).—«Contribución al conocimiento de la geología Cantábrica (un estudio de parte de las provincias de Burgos, Alava y Vizcaya)». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*. Tomo 58, pp. 45-228.
- RIOS, J. M., y ALMELA, S. (1962).—«Dos cortes geológicos a través del sistema Cantábrico». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. de España*, núm. 27, pp. 278-279.
- SAENZ GARCIA, C. (1932).—«Notas para el estudio de la facies wealdica española». *Asoc. Esp. para el progreso de las Ciencias*.
- SAENZ, C. (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.
- (1943).—«Notas y datos de estratigrafía española-8. Del Wealdense del alto Ebro». *Bol. Real Soc. Española Hist. Natural*. Tomo 41, pp. 115.
- SALOMON, J. (1970).—«Essai de division litoestratigraphique dans la formation wealdiense de la bordure nord-est du Massif Asturien (Espagne)». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, núm. 6, pp. 192-193.
- (1970).—«Sur la Stratigraphie des formations Wealdiennes de la bordure sud-est du Massif Asturien». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, núm. 3, pp. 75-77.
- SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1922).—«Nota petrográfica sobre algunas ofitas de la provincia de Santander». *Publi. Fac. Cienc. Univ. Barcelona Secc. Cienc. Nat.*, núm. 13, pp. 105-110.

- SANZ, R. (1950).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 109, Villarcayo». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- (1959).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 84, Espinosa de los Monteros». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- (1963).—«Hoja geológica a escala 1:50.000 de Las Rozas (108)». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- SANCHEZ BLANCO, F. (1876).—«Apuntes geológicos de la provincia de Santander». *Bof. Com. Mapa Geol. España*. Tomo 3, pp. 279.
- TERMIER, P. (1905).—«Sur la structure géologique de la Cordillere Cantabrique dans la province de Santander». *C. R. Acad. Sc. Paris*. Tomo 141, pp. 920.
- VERNEUIL, E. (1852).—«El terreno Cretáceo en España». *Revista Minera*. Tomo 3, pp. 339-471.
- 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