



# IGME

135

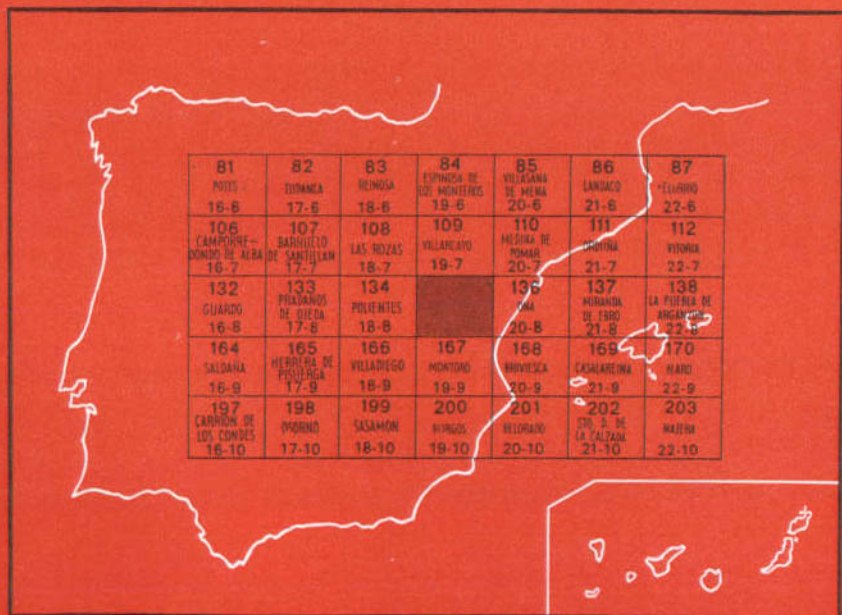
19-8

## MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

# SEDANO

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

**MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA**  
E. 1:50.000

**SEDANO**

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES  
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

La presente Hoja y Memoria se ha llevado a cabo por «Compañía General de Sondeos, S. A.», bajo normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido en las mismas los siguientes técnicos superiores:

La Cartografía y trabajos de campo se deben a F. Carreras Suárez.

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

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

La datación de la macrofauna ha sido realizada en los Laboratorios de Paleontología de la E. T. S. de Ingenieros de Minas.

Supervisión del IGME, T. Olaverri Capdevila.

#### **INFORMACION COMPLEMENTARIA**

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

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

Servicio de Publicaciones - Doctor Fleming, 7 - Madrid-16

Depósito Legal: M - 29.752 - 1979

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

## 1 INTRODUCCION

Se sitúa la Hoja de Sedano en la parte occidental de la «Cuenca Cantábrica», estando comprendida en parte de las provincias de Santander (ángulo Nor-occidental) y Burgos.

La mayor parte de la Hoja se encuentra constituida por terrenos calizos que producen extensas mesas, con alturas normalmente comprendidas entre los 800 m. y 1.000 m., cortadas por profundos tajos y barrancos elaborados en su mayoría por los ríos Ebro y Rudrón.

El Ebro discurre por la parte más Septentrional divagando entre la Hoja de Sedano y la de Villarcayo, mientras que su afluente, el Rudrón, desciende en sentido Sur-Norte, igualmente en profundos y meandriformes valles, enriqueciéndose sus aguas de los caudalosos manantiales que drenan en su cauce los importantes acuíferos del Cretácico Superior, principalmente de las calizas del Turoniense-Coniaciense y de las del Santoniense Medio-Superior.

Los núcleos de población más importantes se concentran en el ángulo sur-occidental de la Hoja, estando el resto de ellos diseminados ampliamente en poblados en su mayor parte abandonados.

Al margen de los suelos cuaternarios, aluviales, coluviales y travertinos, el resto de la zona estudiada lo comprenden un conjunto de materiales detrítico-terrágenos y carbonatados del Mesozoico, con estructuras de dirección E.-O., y NO.-SE. fundamentalmente, así como reducidos sedimentos del Terciario.

Los sedimentos más antiguos representados en la Hoja de Sedano pertenecen al Keuper y afloran en el ángulo más sur-oriental. Son en su mayor parte arcillas abigarradas, yesos, sal y ofitas que forman parte del diapiro de Poza de la Sal. Se incluyen carniolas del Rethiense.

En los bordes de dicho diapiro, y en el núcleo del anticlinal de Madrid de las Caderechas, afloran sedimentos jurásicos desde el Lías calizo, hasta margas y calizas del Dogger.

Igualmente en el núcleo de Madrid de las Caderechas se observa la existencia de conglomerados poligénicos, calizas arriñonadas y arcillas margosas en «facies Purbeck».

El Cretácico Inferior en «facies Weald», se reduce a manchas aisladas en la mitad septentrional dentro de los núcleos de las estructuras de Madrid de las Caderechas, Huidobro y Zamanzas.

Continúa el Cretácico Inferior (Aptiense-Albiense Inferior) en idénticos núcleos estructurales así como en el anticlinal de Dobro. Sus sedimentos son en su mayor parte detrítico-terrágenos, gruesos y finos, con raras intercalaciones de areniscas calcáreas y calizas arenosas.

Las «facies Utrillas» están representadas en las mismas estructuras, así como en algunas depresiones erosionadas por el curso del río Ebro.

En el Cretácico Superior el más ampliamente representado en la Hoja, compuesto en su mayoría por sedimentos carbonatados, calizos y margosos, cargándose en materiales detrítico-terrágenos hacia el techo del Santiense Superior, Campaniense y Maastrichtiense.

En el Terciario nos falta una parte del Paleoceno marino, aflorando el Eoceno continental, Oligoceno y Mioceno, en el Sinclinal de Valdivielso, y manchas aisladas de Mioceno, más o menos amplias, en el resto de la Hoja.

Desde el punto de vista tectónico y estructural se pueden diferenciar dos zonas caracterizadas por su intensidad y complejidad tectónica: una en el Sector Nor-oriental, que denominaremos como «Área tectonizada de Zamanzas-Puerto Mazorra», y otra Sur-occidental, que denominamos como «Plataforma estructural de los Páramos».

Ambas se separan por una falla inversa, probable continuación del cabalgamiento de la Sierra de Cantabria-Montes Obarenes.

El «Área tectonizada de Zamanzas-Puerto Mazorra» está caracterizada por un conjunto de pliegues apretados de dirección NO.-SE. y E.-O., cortados por una amplia red de fallas inversas y normales. La mayor parte de estos pliegues tienen una vergencia Sur, encontrándonos con que la mayoría de las estructuras anticlinales tienen sus flancos meridionales con tendencia a la verticalidad, llegando en algunos casos a volcarse, con fallas inversas próximas a sus respectivos núcleos.

La «Plataforma estructural de los Páramos», por el contrario, se caracteriza por tener pliegues muy suaves, poco tectonizados y de gran amplitud, destacando visiblemente el sinclinal de Sedano.

Este último sector sólo se ve afectado en su suavidad en el ángulo más Sur-oriental por la emersión del diapiro de Poza de la Sal.

Las explotaciones mineras, actualmente inactivas, se reducen a la zona de Huidobro, paraje de Vallejo de Valdobro y Mina Los Altos, en donde se ha beneficiado Cobre gris, Azurita y Malaquita impregnando las arenas y areniscas microconglomeráticas del Albiense.

La mineralización se produce según la dirección aproximada E.-O., con 10 m. de potencia de niveles mineralizados.

Se conocen diversas canteras que han explotado principalmente las calizas del Turoniense Medio-Coniaciense, y las del Santoniense Superior.

Igualmente existe una concesión de Caolín dentro de la estructura de Madrid de las Caderechas.

Desde el punto de vista hidrogeológico, la Hoja tiene gran interés, siendo los acuíferos más importantes las calizas y calizas dolomíticas del Turoniense Medio-Coniaciense, y las calcarenitas de Lacazinas del Santoniense Medio-Superior, apoyadas sobre sustratos margosos impermeables, favorecido todo ello por una pluviometría elevada.

Las investigaciones petrolíferas se centran sobre las estructuras de Dobro, Huidobro y Villalta, habiéndose realizado cuatro sondeos hasta el techo del Jurásico o hasta el Keuper con algunos indicios de petróleo.

La Hoja de Sedano ha sido realizada partiendo de una información estratigráfica y cartográfica perteneciente a CIEPSA y C. G. S., constituidas por una serie de mapas entre los que se destaca la banda más oriental de Luis M. Ríos, perteneciente a su estudio de las «Sierras al Sur de la Depresión de Villarcayo».

## 2 ESTRATIGRAFIA

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

El Triásico se reduce al ángulo más sur-oriental de la Hoja, estando representado en el diapiro de Poza de la Sal.

El Jurásico se reduce a los bordes del diapiro anteriormente mencionado, y al Lías margoso y Dogger aflorante en el núcleo del anticlinal de Madrid de las Caderechas, en el sector centro-oriental.

El Cretácico Inferior aflora en la mitad septentrional, casi siempre en los núcleos de las estructuras anticlinales, encontrándose más completo en la de Madrid de las Caderechas, aflorando desde sedimentos de «facies Purbeck» hasta los de «facies Utrillas».

Por lo que se refiere al Cretácico Superior, es el más ampliamente re-

presentado en toda la Hoja, estando constituido por materiales carbonatados, calizas y margas en su mayoría, a excepción de capas detrítico-terrágenas hacia el techo de las series.

El Terciario marino se encuentra parcialmente representado, apareciendo el Eoceno continental apoyado directamente sobre el Daniense-Montiense en el Sinclinal de Valdivieso.

En dicho sinclinal afloran como representantes del Terciario Continental el Eoceno, Oligoceno y parte del Mioceno (Inferior y Medio).

Dentro del Cuaternario, los aluviones tienen escasa importancia, así como los coluviones que en su mayoría tienen poca representatividad cartográfica, llamando más la atención los potentes bancos travertínicos localizados en las cercanías de la localidad de Tubilla del Agua.

## 2.1 TRIASICO

### 2.1.1 KEUPER (T<sub>63</sub>)

Como ya se ha dicho, aflora en el ángulo sur-oriental de la Hoja, dentro del diapiro de Poza de la Sal.

Su relación con los demás materiales circundantes es a través de contacto mecánico, estando formado por margas arcillosas abigarradas predominando los tonos rojizos y verdosos, con intercalaciones de yesos y sal, esta última objeto de explotación.

Aparecen también limitando con la Hoja de Oña rocas de carácter subvolcánico (ofitas) que están compuestas por piroxenos y plagioclasas con composición basáltica y textura ofítica.

## 2.2 TECHO TRIASICO Y JURASICO

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

Afloran en la Hoja carnioles del Rethiense, Lías calizo muy comprimido, Lías Margoso y Dogger, faltando la totalidad del Malm debido a la intensa erosión acaecida durante las fases Neokiméricas.

Ha sido estudiado en la columna de Poza de la Sal (X: 613.440; Y: 897.345).

### 2.2.1 TECHO TRIASICO Y LIAS INFERIOR. RETHIENSE - HETTANGIENSE Y SINEMURIENSE INFERIOR-MEDIO (T<sub>A33</sub>-J<sub>12</sub><sup>2</sup>)

A la sedimentación del Keuper arcilloso-evaporítico sigue un tramo calizo-dolomítico, representado en el diapiro de Poza de la Sal, conocido en la literatura geológica regional como Infralías.

Comienza la serie con dolomías vacuolares, cavernosas (carniolas), mal estratificadas, seguidas de calizas microcristalinas y microdolomías finamente lajeadas que constituyen el conjunto Rethiense-Hettangiense.

Vienen a continuación una serie de calizas grises microcristalinas, masivas, arenosas y oolíticas hacia el techo, con Ostrácodos, Gasterópodos, restos de Moluscos y restos de Crinoideos, que se datan como Sinemuriense Inferior y Medio.

Todo el conjunto tiene un espesor aproximado a los 110 m.

## 2.2.2 LIAS SUPERIOR, SINEMURIENSE SUPERIOR - TOARCIENSE (J<sup>3-0</sup><sub>12-14</sub>)

Sobre la anterior serie calizo-dolomítica del Lías Inferior, se encuentra una alternancia de margas y calizas arcillosas, conteniendo secciones de *Lingulina* gr. *pupa* (TERQ.), *Astacolus* sp, *Dentalina* sp, *Marginulina* sp, Ostrácodos, Crinoideos y Gasterópodos.

En los levigados se han encontrado los siguientes microfósiles, sección de Poza de la Sal (X: 613.440; Y: 897.345), *Lingulina pupa* (TERQ.), *Astacolus rectalunga* (BRAND.), *Astacolus prima* D'ORB., *Fronicularia bicostata* D'ORB., *Marginulina prima* D'ORB., *Procytheridea vermiculata* APOSTOLSECU, *Lenticulina* sp, Ammonites, Gasterópodos y Crinoideos, entre otros.

En los términos más altos se ha determinado *Lingulina pupa* (TERQ.), *Lingulina tenera* BORN., *Fronicularia bicostata* D'ORB., *Astacolus tenuistriata* (BORN.), *Hungarella amalthei* (QUENST.), *H. contractula* (TRIEB.), *Marginulina prima* D'ORB., *Robulus* sp, *Astacolus* sp, entre otros, junto con Braquiópodos, Ammonites, Pectínidos y Crinoideos.

En la columna de Poza de la Sal se han medido 90 m. hasta el Toarciense.

Algo más hacia el Norte, en la estructura de Madrid de las Caderechas, las series aumentan de espesor.

## 2.2.3 DOGGER (J<sub>2</sub>)

Es conocido que litológicamente no puede fijarse el límite inferior del Dogger. Sin embargo, paleontológicamente puede delimitarse con gran precisión por la aparición de los primeros *Leioceras*.

Desde el punto de vista micropaleontológico, la base del Dogger se caracteriza por la primera aparición de *Flabellina deslongchampsii* TERQ.

El Bajociense en Poza de la Sal se reduce a 80 m. de calizas arcillosas y margas, aumentando el contenido en calizas en bancos más gruesos hacia el techo.

La microfauna es menos abundante que en el Toarciense, distinguiéndose entre otros *Lenticulina d'orbigny* D'ORB., *Lenticulina varians* BORN., *Ammo-*



*discus tenuissimus* (GUMB.), *Lenticulina cultrata* (MONTF.), además de varios de los fósiles ya citados en el Toarciense.

La microfacies es muy parecida a la del Toarciense, es decir, calcilitutas finas (biomicritas). Contienen microfilamentos, *Globochaete alpina* LOMB., *Eothrix alpina*, LOMB., restos de Moluscos y Equinodermos.

La macrofauna suele ser abundante, dando los autores que de ella se han ocupado largas listas, especialmente de Ammonites.

DAHM (1957) cita entre otras, las siguientes especies:

*Leioceras opalinum* (REINECKE), *Leioceras partitum* BUCKMAN, *Ludwigia obtusa* (QUENST.), *Graphoceras concavum* (SOW.), *Parkinsonia parkinsoni* (SOW.), etc.

Sobre las calizas arcillosas del Bajociense Superior se desarrolla un Bathoniense constituido por margas grises, generalmente calcáreas en la base y por bancos más o menos potentes de calizas de color gris oscuras, o negruzcas, con juntas margosas.

Micropaleontológicamente se caracteriza el Bathoniense por la presencia de *Astacolus tricarinella* REUSS, y *Epistomina stelligera* REUSS, además de ser abundantes otras especies que ya existieron en el Bajociense.

La microfacies del Bathoniense, de calizas microcristalinas (micritas fosilíferas, biomicritas y biopelmicritas) contienen microfilamentos, Ostrácodos, restos de Moluscos y coprolitos de Crustáceos (*Favreina*).

La macrofauna es escasa, en lo que se refiere a Ammonites.

Suelen ser más abundantes los Braquiópodos (*Terebratula intermedia* SOW., *Terebratula phillipsi* MORRIS, *Rhynchonella plicatella* SOW., entre otros), Lamelibranquios (*Pholadomya crassa* AGASS, *Pholadomya murchisonae* SOW., *Plicatula* sp, etc.).

## 2.3 CRETACICO

Sobre los materiales del Dogger, y localmente en la estructura de Madrid de las Caderechas, se apoya un conjunto de 10-30 m. de espesor compuesto por conglomerados poligénicos en la base, sucediéndose unas calizas arriñonadas y arcillas margosas en facies Purbeck, datadas como Valangiense Inferior a Medio, faltándonos por tanto todo el Malm y Berriasiense.

Esta laguna estratigráfica se debe a la fase Neokimmérica.

Están representados por encima materiales en facies Weald, del Valangiense Superior a Barremiense, compuesto por materiales detrítico-terrágenos, areniscas, arcillas y conglomerados silíceos.

El Aptiense y Albiense Inferior comprende un conjunto de arcillas varvadas, esporádicas calizas arenosas, y niveles de arcillas lignitíferas, con paquetes de areniscas microconglomeráticas hacia el techo.

Las facies Utrillas afloran en los bordes de las principales estructuras de la Hoja.

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

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

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

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

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

El Cretácico de la Hoja ha sido estudiado en las columnas de Madrid de las Caderechas (X: 613,115; Y: 906,040), Huidobro (X: 599,510; Y: 906,095), Escalada (X: 592,810; Y: 912,240), Pesquera de Ebro (X: 597,160; Y: 911,080), Sedano (X: 590,425; Y: 903,370) y Puerto de la Mazorra (X: 605,350; Y: 912,890).

Se han recogido igualmente muestras de la facies Purbeck en la zona de Rucandio (X: 613; Y: 905).

### 2.3.1 VALANGINIENSE INFERIOR-MEDIO, EN FACIES PURBECK (C<sub>p12</sub><sup>12</sup>)

Esta unidad aflora exclusivamente en la estructura de Madrid de las Caderechas (X: 613,115; Y: 906,040), situada en el sector más centro-oriental de la Hoja.

En dicha zona reposan directamente sobre los materiales margosos y calizos del Dogger, discordantemente, un nivel de conglomerados y microconglomerados poligénicos, en parte rubefactados, sobre los que yacen calizas arriñonadas y arcillas margosas y varicoladas, con predominio de los tonos rojos parduzcos y verdes.

En dicha unidad, que no sobrepasa los 30 m., se ha encontrado en las arcillas *Clavator* cf. *reidi* GROVES, mientras que las calizas son micríticas y algales con pequeños restos de Crinoideos y secciones de Ostrácodos.

No se han encontrado citas en la literatura sobre las facies salobres del Cretácico Inferior en esta zona de Caderechas.

La región, durante la sedimentación wealdica, fue una amplia plataforma con una acentuada topografía del fondo, lo que se traduce en la formación

de altos y depresiones, dando lugar por ello a importantes hiatos de cierta consideración en la serie sedimentaria, bien por erosión, bien por falta de sedimentación.

Es por ello por lo que el único afloramiento conocido en esta parte de la provincia de Burgos sea el de Rucandio.

### 2.3.2 VALANGINIENSE SUPERIOR - BARREMIENSE, EN FACIES WEALD (C<sub>w12-14</sub><sup>3-0</sup>)

Esta unidad aflora exclusivamente en los núcleos de las estructuras de Madrid de las Caderechas, Huidobro y Zamanzas.

Ha sido estudiado en el corte de Madrid de las Caderechas (X: 613,115; Y: 906,040).

Bajo los sedimentos de facies Utrillas y de los lignitos, arcillas varvadas y arenas microconglomeráticas, aflora una potente unidad formada por conglomerado silíceo con matriz arenosa y areniscas, con estratificación cruzada.

La serie se encuentra cortada por fallas que la dan un espesor anómalamente grande.

### 2.3.3 APTIENSE - ALBIENSE INFERIOR (C<sub>15-16</sub><sup>0-1</sup>)

Yacente sobre los conglomerados y areniscas microconglomeráticas en facies Weald, viene un conjunto de arcillas hojosas varvadas grises oscuras, muy carbonosas, que no han dado al levigarlas microfósiles de ningún tipo. Por encima se suceden arenas y areniscas microconglomeráticas formando lentejones, a veces con estratificación cruzada, y con intercalaciones de muy finas arcillas limolíticas verdosas y grises bastante micáceas.

Este conjunto es similar y correlacionable, salvo intercalaciones calcáreas, con parecida sucesión en las Hojas de Villarcayo y Las Rozas.

### 2.3.4 ALBIENSE Y CENOMANIENSE INFERIOR «FORMACION ARENAS DE UTRILLAS» (C<sub>16-21</sub><sup>2-1</sup>)

Resulta difícil separar las arenas de «facies Utrillas» con los conglomerados de «facies Weald». Para ello nos hemos basado en la aparición del tramo definido anteriormente; así como en las características petrográficas de las arenas de «facies Utrillas», en las que aparecen feldespatos potásicos (AGUILAR, 1975).

La unidad está definida por una serie clástico terrígena, de naturaleza arcósica, en la que predominan fundamentalmente las arenas, a veces conglomeráticas, con cantos de cuarzo lácteo y cuarcitas, con escasas intercalaciones arcillosas y algunas areniscas a techo que pueden contener glauconita.

Destacan los estratos lenticulares y otros con estratificación cruzada,

habiendo ocasionalmente costras ferruginosas intercaladas en algunos estratos.

Es total la ausencia de fósiles que pueden caracterizar el medio de sedimentación.

El constituyente principal de las arenas es el cuarzo de procedencia generalmente plutónica, pudiendo existir fracciones de cuarzo metamórfico granítico, de cuarcitas y sílex.

La edad de la «Formación arenas de Utrillas», en la Hoja de Sedano, se asigna, como ya se ha dicho, por el conocimiento regional a partir principalmente de las unidades suprayacentes y por correlación con las infrayacentes, pudiéndose justificar el que llegue al Cenomaniense Inferior por la aparición de areniscas calcáreas y dolomías arenosas marinas, con glauconita, y excepcionalmente con moldes de Orbitolinas al techo de la serie.

La potencia oscila en el área estudiada entre los 125 y 240 m.

### 2.3.5 CENOMANIENSE (C<sub>21</sub><sup>1-3</sup>)

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

Como microfácies son micritas, biomicritas, intrabiomicritas, biopelmicritas dolomicritas y doloesparitas, en ocasiones arenosas, conteniendo secciones de *Orbitolina* gra. *concava* (LAMARCK), *Orbitolina conica* (D'ARCH.), *Daxia cenomana* CUVILL y SZAK, *Praealveolina simplex* REICHEL, *P. cretacea brevis* REICHEL, *P. cretacea tenuis* REICHEL, *P. iberica* REICHEL, *Ovalveolina ovum* D'ORB., *Nezzazzata simplex* OMARA, *Neomieris pfenderae* KONISHI Y EPIS, *Cuneolina pavonia* D'ORB., *Discyclina schlumbergeri* MUN-CHALM., *Trocholina alpina* LEUP., *Vidalina hispanica* SCHLUMB., *Marsonella* sp., *Quinqueloculina* sp., *Boueina* sp., *Aciculina* sp., Políperos, Briozoos, Rudistos, Ostrácos, Gasterópodos, etc. Por los microfósiles citados se le asigna edad Cenomaniense.

La potencia oscila entre los 40 y 100 m., habiéndose estudiado en las columnas de Madrid de las Caderechas (X: 613,115; Y: 906,040), Huidobro (X: 599,510; Y: 906,095) y Escalada (X: 592,810; Y: 912,240).

### 2.3.6 TURONIENSE INFERIOR (C<sub>22</sub><sup>1</sup>)

Se define en todas las secciones estratigráficas por un delgado nivel que oscila entre los 20 y 50 m. de espesor, formado por margas más o menos calcáreas, plásticas y nodulosas, generalmente cubiertas por encontrarse en fuertes pendientes inmediatamente debajo de los crestones calizo dolomíticos del Turoniense Medio-Coniaciense.

En estas margas se ha determinado la siguiente microfauna: *Pithonella sphaerica* (KAUFFMANN), *P. ovalis* (KAUFFMANN), *Hedbergella paradubia* (SIGAL), *Pseudoclavulina brayi* COLOM, *Heterohelix* sp, *Tritaxia* sp, *Spiroplectamina* sp, *Lenticulina* sp, *Marssonella* sp, Briozoos, Equinodermos y Ostrácodos. Por la presencia de *H. paradubia* debe datarse como Turoniense Inferior, que se define perfectamente en todas las secciones.

Suele ser habitual encontrar la siguiente macrofauna: *Plicatula auresensis* COQ., *Pycnodonta biauriculata* LAMARCK, *Hemiaster verneuli* DESOR, *Mammites subconciliatum* CHOFFAT. (emend. KARRENB.), *Vascoceras gamai* CHOFFAT. *Pterodonta inflata* D'ORB. e *Inoceramus* cf. *labiatus* SCHLOT.

El Turoniense Inferior ha sido estudiado en las columnas de Madrid de las Caderechas (X: 613.115; Y: 906.040), Huidobro (X: 599.510; Y: 906.095) y Escalada (X: 592,810; Y: 912,240).

### 2.3.7 TURONIENSE MEDIO - CONIACIENSE - SANTONIENSE INFERIOR (C<sub>22-24</sub><sup>2-1</sup>)

Está constituido por un potente conjunto de calizas microcristalinas, calcarenitas bioclásticas, calciruditas y calizas dolomíticas, estratificadas en gruesos bancos en general de más de 1 m., variando el conjunto en espesor entre los 100 y 200 m.

Se ha estudiado en las secciones anteriormente citadas, así como en la de Pesquera de Ebro (X: 597,160; Y: 911,080).

En esta unidad resulta muy difícil hacer divisiones, tanto cronoestratigráficas como litológicas. De modo general predominan las calizas microcristalinas (biomicritas, intrabiomicritas y biopelmicritas) en la base de la serie y las calizas dolomíticas y dolomías (micritas dolomitizadas, dolomías cristalinas y dolosparitas) en el techo, aunque en ocasiones la dolomitización es muy intensa en todo el conjunto.

Las láminas delgadas contienen secciones de *Pithonella sphaerica* (KAUFFMANN), *Idalina antiqua* D'ORB., *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), *Montcharmontia apenninica* DE CASTRO, *Spirocyclina choffati* MUN-CHALM., *Cuneolina pavonia* D'ORB., *Quinque'oculina* sp, *Tritaxia* sp, *Spiroplectamina* sp, *Marssonella* sp, *Glomospira* sp, *Dictyopsella* sp, Rudistas, Gasterópodos y restos de Moluscos.

### 2.3.8. SANTONIENSE INFERIOR A MEDIO (C<sub>24</sub><sup>1-2</sup>)

Por encima de la potente barra de calizas del Turoniense-Coniaciense se apoya una serie predominantemente margosa cuyo espesor oscila entre los 100 y 200 m., formado por margas calcáreas gris verdosas, nodulosas y brechoides, y margas hojosas gris azuladas y pardo amarillentas.

Se ha estudiado en las secciones de Escalada, Pesquera de Ebro, Huidobro y Puerto de la Mazorra (X: 605,350; Y: 912,890).

Entre los levigados destacamos la siguiente microfauna: *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), *Lituola Irregularis* ROEMER, *Pseudovalvulineria costata* (BROTZ.), *Valvulina bullata* BROTZ., *Marginulina trilobata* D'ORB., *Goupillaudina* sp, *Textularia* sp, *Bairdia* sp, etc. *Sulcoperculina* aff. *cubensis* (PALMER), *Goupillaudina* cf. *Iecointrei* MARIE, *Ammobaculites lagenalis* (ROEMER) y *Tritaxia tricarinata* REUSS.

Dentro del carácter, en general margoso, de esta unidad, existen tramos intercalados más competentes de calizas margosas.

### 2.3.9 SANTONIENSE SUPERIOR (C<sub>24</sub><sup>2-3</sup>, C<sub>24</sub><sup>3</sup>)

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

Se presenta casi siempre muy karstificado, con espesores que varían entre 80 y 150 m.

Sus microfacies son Biopelmicritas y Biointrasparitas, y además de *Lacazina elongata* contienen entre otros *Vidalina hispanica* SCHLUMB., *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), *Idalina antiqua* D'ORB., *Cuneolina* cf. *pavonia* D'ORB., *Dicyclina schlumbergeri* MUN-CHALM. y *Barkerina barkerensis* FRIZZ-SCHW., junto a fragmentos de Rudistas, Briozoos, etc.

Sobre la barra de calcarenitas anteriormente descrita se deposita un tramo de margas plásticas hojosas con finas pasadas de calizas arcillosas (biomicritas) de aspecto brechoide, con *Sulcoperculina* aff. *cubensis* PALM., *Idalina antiqua* D'ORB., *Martiguesia* y *cyclaminiformis* MAYNC. y *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.). Su espesor oscila entre 50 y 80 m.

Ambas unidades tienen una gran constancia regional, habiéndose estudiado en las secciones estratigráficas de Pesquera de Ebro, Puerto de la Mazorra, Huidobro y Sedano (X: 590,425; Y: 903,376).

### 2.3.10 TECHO DEL SANTONIENSE SUPERIOR - CAMPANIENSE (C<sub>24-25</sub><sup>3</sup>)

Aflora esta unidad ampliamente en el sector suroccidental de la Hoja, estando constituida por calizas margosas, dolomías arenosas en crestones masivos, vacuolares, pasando lateralmente y hacia arriba a areniscas y arenas rojas. Siguen margas y calizas con Ostreidos, pertenecientes al techo del Santoniense Superior, para terminar ya dentro del Campaniense con niveles de margas arenosas, areniscas y calizas tableadas.

El espesor de esta unidad varía entre los 150 y 250 m.

Encontramos la siguiente microfauna: *Lacazina elongata* MUN-CHALM., *Abrardia mosae* (HOFKER), *Dictyopsella kiliani* MUN-CHALM., *Idalina antiqua* D'ORB., *Cuneolina pavonia* D'ORB., *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.),

*Spirocyclina choffati* MUN-CHALM., *Dicyclina cf. schlumbergeri* MUN-CHALM., *Marginulina trilobata* D'ORB., *Rotalia reicheli* HOTT., etc.

### 2.3.11 CAMPANIENSE - MAASTRICHTIENSE (C<sub>25-26</sub>)

Está representado exclusivamente en el ángulo más nororiental de la Hoja de Sedano, constituido por un monótono paquete de arcillas varioladas, fragmentables, predominando los tonos gris oscuros, gris verdosos y gris rojizos.

Su espesor es del orden de 150 m., apareciendo en los levigados *Sportanella maslovi* GRAMB., *Pseudovalvulineria monterelensis* (MARIE), *Textularia* sp.

### 2.3.12 MAASTRICHTIENSE (C<sub>26</sub>)

Termina el Cretácico Superior por medio de un nivel de dolomías generalmente arenosas, depositadas inmediatamente encima de la «facies garumnense», anteriormente descrita, probablemente equivalentes lateralmente de un tramo de calizas con Orbitoides y dolomías aflorantes al Norte, fuera de la zona de nuestro estudio.

## 2.4 TERCIARIO

En el sinclinal de Valdivielso, situado en el ángulo nororiental, comienza el Terciario por dolomías blanquecinas con intercalación de niveles margosos, atribuibles al Paleoceno, datación que se basa en el conocimiento regional y comparación con áreas cercanas de estratigrafía bien conocidas, ya que la microfauna es escasa y poco determinativa.

Queda la duda de que en ambos bordes del sinclinal puedan existir niveles correlativos con las calizas de Alveolinas del Ilerdiense, pero dada la intensa dolomitización, así como los fuertes recubrimientos de coluviones provenientes de la erosión de los macizos calizos colindantes, su presencia es muy difícil confirmarla.

En discordancia sobre las dolomías equivalentes al Terciario marino se disponen una serie de unidades que han sido estudiadas con más detalle en las Hojas de Villarcayo (19-07) y Medina de Pomar (20-07), que suponen la representación del Terciario continental, de edad Eoceno Inferior hasta el Mioceno.

Estas unidades se datan por comparación con las existentes en la Hoja limítrofe septentrional, en la columna de Villarcayo (X: 606.800; Y: 927.500).

### 2.4.1 PALEOCENO, DANIENSE - MONTIENSE - THANETIENSE (T<sub>11-13</sub><sup>A-A</sup>)

Como ya se ha indicado anteriormente, está constituido por un conjunto

de dolomías blanquecinas, sacaroides, vacuolares, con niveles de margas arcillosas verdosas y margas dolomíticas algo arenosas.

La presencia del Thanetiense es muy dudosa, dadas sus parecidas características con la base del Terciario continental.

#### 2.4.2 EOCENO ( $T_{c22}^{Aa}$ , $T_{c2-2}^{Ab-Ac}$ , $T_{c2}^{Ac}$ )

Ha sido estudiado en el corte de Quecedo, zona de Valdivielso (X: 613; Y: 914).

Comienza por areniscas microconglomeráticas silíceas gris blanquecinas, y arenas rojas, lenticulares, con estratificación cruzada, intercalándose algunos finos nivelillos de arcillas gris oscuras ( $T_{c22}^{Aa}$ ).

Por encima aflora un conjunto carbonatado de calizas blancas, de aspecto lacustre con paquetes de margas blanquecinas ( $T_{c2-2}^{Ab-Ac}$ ).

En la Hoja de Villarcayo, sección de Villarcayo (X: 606,800; Y: 927,500) se han medido 210 m. de alternancia de calizas y margas con *Harrisichara* sp, *gyrogona* sp y *Maedleriella* sp.

Termina el Eoceno con un tramo en general cubierto con margas arcillosas rojas y areniscas rojizas friables de grano fino a medio subanguloso ( $T_{c2}^{Ac}$ ).

El espesor de todo el conjunto es del orden de 350 m.

#### 2.4.3 OLIGOCENO ( $T_{c3}^A$ , $T_{c3}^A$ )

Ciñéndose al sinclinal de Valdivielso, el Oligoceno descansa sobre el Eoceno en aparente concordancia sobre los materiales anteriormente descritos. La realidad es la existencia de una discordancia regional, visible en el conjunto de las Hojas limítrofes al Norte con la de Sedano.

Comienza el Oligoceno con areniscas microconglomeráticas silíceas, lenticulares, friables, de tonos amarillentos, ferruginosas, con estratificación cruzada de bajo ángulo, huellas de carga y niveles de arcillas arenosas intercaladas ( $T_{c3}^A$ ).

Sobre ellas yacen arcillas margosas ocre fragmentables y areniscas rojizas de grano medio, regular cementado, en general anguloso ( $T_{c3}^A$ ).

El conjunto tiene un espesor aproximado de 240 m.

#### 2.4.4 MIOCENO. BURDIGALIENSE SUPERIOR, VINDOBONIENSE INFERIOR ( $T_{c12-11}^{Ba-Bb}$ , $T_{c12-11}^{Ba-Bb}$ )

Está constituido por conglomerados poligénicos, con pequeños cantos silíceos de diámetro máximo de 2 cm. y cantos calcáreos, los más abundantes,



de diámetro máximo 20 cm., de diferentes edades, principalmente de las calizas del Turoniense-Coniaciense erosionadas en las sierras cercanas.

Estos conglomerados ( $T_{c12-11}^{Ba-Bb}$ ) se apoyan discordantemente sobre las unidades anteriormente descritas, siendo frecuente en ellas las intercalaciones arcillosas rojizas y areniscas calcáreas.

En el resto de la Hoja existen manchas de Mioceno más o menos amplias ( $T_{c12-11}^{Ba-Bb}$ ), que se apoyan indistintamente sobre materiales de diferentes edades del Mesozoico.

Sus características son muy parecidas a las anteriormente descritas.

## 2.5 CUATERNARIO ( $Q_2Al$ , $Q_2C$ , $Q_2tr$ )

Se encuentra representado el Holoceno mediante suelos aluviales, coluviales y travertinos.

### *Aluviales* ( $Q_2Al$ )

Están constituidos por gravas muy heterométricas con abundante matriz arenosa-arcillosa; localmente aparecen lentejones de arenas.

Su espesor es de poca importancia y en ellos se han incluido los fondos de valle y aluviones, y en ocasiones la primera terraza.

Los depósitos de fondo de valle se caracterizan por la abundancia de la fracción arcillosa que engloba los cantos.

### *Coluviales* ( $Q_2C$ )

Se han cartografiado algunos de los derrubios de ladera más importantes, ya que, dada la fuerte pendiente de algunas laderas, son muy frecuentes los recubrimientos proporcionados por la acción erosiva de los crestones calizos del Cretácico.

### *Travertinos* ( $Q_2tr$ )

Los depósitos de tobas calcáreas poco compactas son bien visibles en el sector suroccidental de la Hoja, llamando la atención por sus magnitudes el existente en las cercanías de la localidad de Tubilla del Agua.

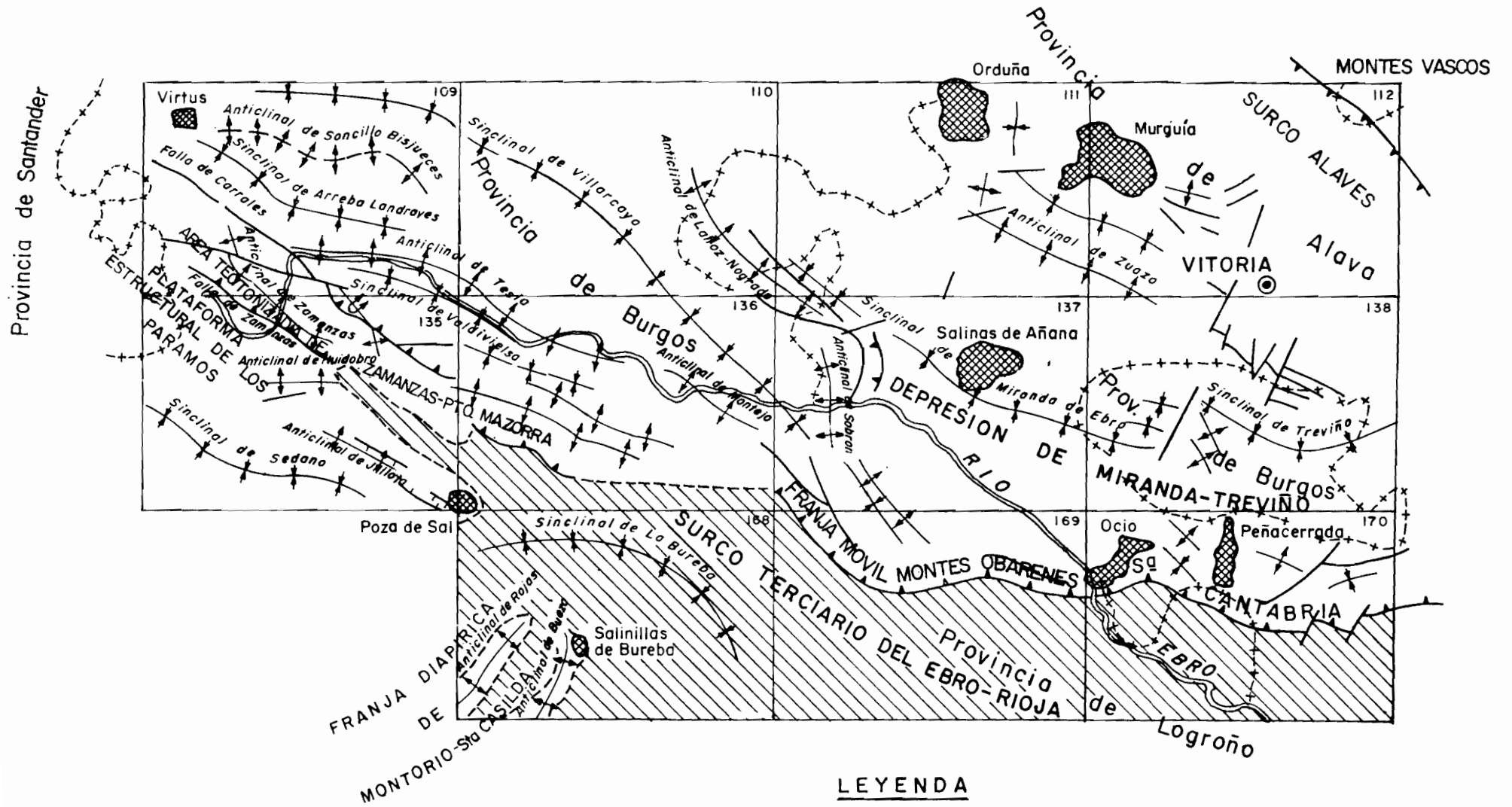
En estas tobas son frecuentes los restos vegetales englobados.

## 3 TECTONICA

### 3.1 TECTONICA REGIONAL

Desde el punto de vista regional las primeras etapas tectónicas de las que se tiene evidencia son las fases neokimméricas, que se traducen en

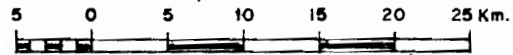
# MAPA ESTRUCTURAL ESQUEMATICO



## LEYENDA

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

## ESCALA



movimientos epirogénicos con la correspondiente migración lateral del Keuper, que ya delimitó la formación de umbrales y surcos. Los macizos emergidos (Castellano y del Ebro) sufren una intensa elevación, produciéndose una erosión muy activa que da lugar a la sedimentación de las potentes series clástico-terrágenas de las facies Purbeck y Weald en las cubetas subsidentes (Montes Vascos). Las fases neokimméricas dan origen a lagunas sedimentarias entre el Jurásico y Cretácico, que son muy acusadas en toda la Sierra de Cantabria, Montes Obarenes y estribaciones occidentales, en donde han jugado un importante papel los procesos erosivos.

A continuación viene una etapa de tranquilidad tectónica durante el Aptiense y Albiense Inferior, con disminución de aporte terrígeno a la cuenca, con lo que se vuelve a tener salinidad normal marina coincidente con una etapa biostática, con desarrollo de facies arrecifales importantes al norte de la Hoja de Sedano (Hoja de Espinosa de los Monteros, 19-06).

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

Las primeras fases alpinas, que se manifiestan durante el Cretácico Superior, Paleoceno y Eoceno, se traducen en la aparición de hiatos más o menos acusados durante el Cretácico Superior (Turoniense y Coniaciense), existencia de intumescencias salinas en las áreas actualmente diapíricas (que dan origen a reducción de las series) y regresión general a fines del Cretácico con aparición de algunas discordancias de tipo cartográfico (Maastrichtiense transgresivo). A finales del Cretácico y durante el Paleoceno se produce la extrusión de la mayor parte de los diapiros.

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

El plegamiento fundamental tiene lugar a finales del Eoceno (Fase Pirenaica), existiendo discordancia entre los conglomerados Sannoisienses y el Cretácico. El estudio detallado de los sedimentos del Oligoceno y Mioceno

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

Tan sólo hay que resaltar la existencia de discordancias locales entre Oligoceno y Aquitaniense y Burdigaliense en el área de Treviño (Hoja 22-08, La Puebla) como consecuencia de los movimientos del Keuper del diapiro enterrado que existe en dicha zona. Es el único lugar donde puede observarse una acentuación de los procesos tectónicos durante las fases Sávic y Stáirica. Dicha acentuación se debe a la plasticidad del Keuper ya intruido en dicha zona desde el Eoceno.

Durante el Mioceno Superior el eje debió desplazarse de Norte a Sur por hundimiento del borde sur de la cuenca, depositándose el Vindoboniense Superior y Pontiense mediante una importante discordancia angular sobre el Oligoceno, ya muy levantado y arrasado.

De esta manera podemos indicar que el plegamiento fundamental con creación de las principales estructuras (pliegues, fallas, cabalgamientos, etc.) se realiza fundamentalmente durante la Fase Pirenaica y después, de modo paulatino (excepción hecha del área de Treviño), durante el Oligoceno y Mioceno, sin que puedan resaltarse de modo especial algunas fases tectónicas. Es a partir de la Fase Pirenaica y durante estos tiempos cuando se produce la gran acumulación salina que da origen a la «Franja móvil de la Sierra de Cantabria-Montes Obarenes». Durante el Plioceno se producen los últimos impulsos de levantamiento con deposición de importantes masas de conglomerados.

### **3.2 DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES ESTRUCTURAS**

En la Hoja de Sedano se pueden diferenciar dos zonas, caracterizadas por su intensidad y complejidad tectónica: una en el sector nororiental, que denominaremos «Área tectonizada de Manzanas-Puerto Mazorra», y otra suroccidental, a la que aludimos como «Plataforma estructural de los Páramos».

Ambas están separadas por una falla inversa de dirección NO.-SE., pro-

bable continuación del cabalgamiento de la Sierra de Cantabria-Montes Obarenes.

El «Área tectonizada de Zamanzas-Puerto Mazorra» se caracteriza por un conjunto de pliegues apretados de dirección NO.-SE. y O.-E., cortadas por una amplia red de fallas inversas y normales. La mayor parte de estos pliegues tienen vergencia Sur, encontrándonos con que la mayoría de las estructuras anticlinales tienen sus flancos meridionales con tendencia a la verticalidad, llegando incluso a volcarse, con fallas inversas próximas a sus núcleos respectivos.

La «Plataforma estructural de los Páramos» se caracteriza, por el contrario, por tener pliegues muy suaves, poco tectonizados y de gran amplitud.

Este sector se ve únicamente afectado en su suavidad en el ángulo sur-oriental por la emersión del diapiro de Poza de la Sal.

### 3.2.1 AREA TECTONIZADA DE ZAMANZAS - PUERTO MAZORRA

Como ya se ha dicho, ocupa el sector nororiental de la Hoja de Sedano.

Las principales estructuras que forman parte de esta unidad, y descritas de Oeste hacia el Este, son las siguientes:

#### *Anticlinal de Zamanzas*

Ocupa el ángulo más noroccidental de la unidad descrita, alargándose hacia la Hoja de Villarcayo (19-07), que limita al Norte con ésta.

Es una estructura apretada, vergente al Sur, con el núcleo y el flanco meridional afectados por dos fallas inversas.

El flanco Sur está volcado, poniéndose en contacto mecánico las calizas del Santoniense Medio-Superior con dolomías del Santoniense-Campaniense.

La falla inversa del núcleo se amortigua hacia el Este, persistiendo no obstante la misma vergencia, así como la verticalidad o inversión de capas en el flanco meridional.

La estructura se encuentra cortada por dos fallas normales de dirección aproximada Norte-Sur.

Los materiales más antiguos aflorantes en su núcleo son de facies Weald<sup>3-0</sup> (C<sub>w12-14</sub>).

#### *Anticlinal de Dobro*

Ocupa la parte norcentral de la Hoja, constituyendo una estructura de parecidas características a la de Zamanzas.

A diferencia de la anterior, su núcleo no está afectado por ninguna falla importante, si bien toda la estructura es vergente al Sur, con su flanco meridional volcado sobre materiales de edad más moderna que las que cons-

tituyen a éste, siendo el contacto mecánico a través de una falla inversa de amplia representación que afecta a las Hojas de Villarcayo (19-07), Sedano y Oña (20-08).

Su núcleo lo forman las arcillas varvadas y areniscas microconglomeráticas de edad Aptiense-Albiense Inferior (C<sub>15-16</sub><sup>0-1</sup>).

Tiene una dirección NO.-SE.

#### *Anticlinal de Madrid de las Caderechas*

Es una amplia estructura que ocupa las Hojas de Sedano y Oña, desmantelada a nivel de Lías calizo, y afectado por un conjunto de fallas inversas y normales, algunas de amplio carácter regional.

Al ser una estructura más suave que las anteriores, aflorando en su núcleo materiales del Jurásico y Cretácico Inferior, en su mayor parte incompetentes, protegido en sus bordes por crestones calizos del Turoniense-Coniaciense, con suaves buzamientos, le da un carácter morfológico depresivo de gran magnitud.

La dirección de la estructura es Este-Oeste, estando su núcleo replegado y fallado.

#### *Sinclinal de Valdivielso*

Es un sinclinal apretado, aflorando dentro de su núcleo conglomerados en su mayor parte calcáreos del Mioceno.

Ocupa las Hojas de Villarcayo, Medina de Pomar, Sedano y Oña, estando su borde septentrional afectado por fuertes buzamientos, que se suavizan ostensiblemente en el meridional.

### 3.2.2 PLATAFORMA ESTRUCTURAL DE LOS PARAMOS

Ocupa la mayor parte de la Hoja de Sedano, asentándose la unidad en el sector suroccidental.

Dada su suavidad estructural sólo son destacables amplias estructuras, entre las que se describen las siguientes:

#### *Sinclinal de Sedano*

Es una estructura de considerables proporciones de dirección general ONO.-ESE., relleno en su mayor parte por sedimentos del Santoniense Superior-Campaniense, con pequeños retazos de Terciario continental.

Sus bordes vienen marcados por la competencia de las calcarenitas bioclásticas con Lacazinas del Santoniense Superior.

Sus buzamientos en uno y otro borde no suelen sobrepasar los 10°.

Se encuentra situado en el ángulo más suroccidental de la Hoja.

### *Anticlinal de Villalta*

Consiste en una suave estructura aflorante a nivel del Turoniense-Coniaciense.

Su dirección aproximada es O.-NO.-E.-SE., y se encuentra afectada por fallas normales de pequeño salto.

### *Anticlinal de Huidobro*

En su núcleo afloran materiales de «facies Weald» que, junto a los de «facies Utrillas», le dan un aspecto morfológico deprimido, circundado por los crestones de calizas del Turoniense-Coniaciense.

Es una estructura de dirección E.-O. afectada por una falla normal de idéntica dirección y pequeño salto en su flanco meridional.

Está situada en la parte central de la Hoja, siendo, junto al anticlinal de Villalta, las únicas estructuras con objetivos estructurales petrolíferos menos dislocados en Sedano.

### *Diapiro de Poza de la Sal*

La única emersión salina representada en la zona es el diapiro de Poza de la Sal, englobada dentro de las Hojas de Sedano, Oña, Montorio y Brivesca, que constituye una perfecta chimenea diapírica, de forma circular con un pitón central de ofitas.

Existe un sistema de fallas radiales y circulares características de este tipo de accidentes.

Los bordes del diapiro están formados por sedimentos del Jurásico y Cretácico Inferior.

## **4 HISTORIA GEOLOGICA**

Para la redacción de este capítulo y definir los principales rasgos paleogeográficos se tendrán en cuenta los datos obtenidos en esta Hoja, así como en otras cercanas a ella, estudiadas igualmente por el equipo de la División de Geología de Compañía General de Sondeos, S. A.

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

De esta manera procederemos a efectuar una descripción de la historia regional de la Cuenca Cantábrica, particularizando los detalles que afecten a los materiales aflorantes en el área ocupada por la Hoja.

Desde el final de la tectónica hercínica hasta la transgresión triásica, el área de la Cuenca Mesozoica que se iba formando se vio afectada por un relieve morfológico o estructural que no alcanzó completa peneplanización. Por ello, la sedimentación paleozoica posthercínica (Pérmico), y en parte la del Buntsandstein, se depositó en zonas deprimidas rellenándolas, siendo posteriormente solapada por la transgresión del Keuper arcilloso evaporítico, cuya deposición fue simultánea con la efusión de materiales volcánicos de magmatismo básico (ofitas). La salinidad del medio fue muy elevada y la vida escasa (ausencia de fósiles), dominando una sedimentación epicontinental.

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

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

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

En el área ocupada por la Hoja de Sedano y zonas próximas se produce la regresión general como consecuencia de los movimientos neokimméricos, levantándose la cuenca por movimientos halocinéticos y produciéndose hiatos en los que no hubo sedimentación, erosionándose el Jurásico marino. Sin embargo, en las zonas centrales de la Cuenca Cantábrica (anticlinal vizcaíno) existía una cubeta muy subsidente (más de 2.000 metros de sedimentos), con un ambiente reductor y salobre y alternancias de episodios marinos transicionales. El carácter de la sedimentación fue intermitente y alternante, lo que permitía esporádicas colmataciones y formación de ambientes continentales (marismas, llanuras aluviales, etc.).

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

Es entonces cuando se depositan los conglomerados poligénicos, calizas arriñonadas y arcillas margosas de facies Purbeck en la Hoja de Sedano, zona de Rucandío (X: 613; Y: 905).

Termina el Weald de este área con la sedimentación de la potente serie



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

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

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

En la región se pueden distinguir dos disconformidades o hiatos principales. Uno que tiene lugar al final del Dogger y comienzos del Malm, y que afecta principalmente al Malm y base del Cretácico. La erosión puede ser tan intensa que en algunos lugares el Valanginiense Inferior de facies marina se depositó directamente sobre el Jurásico marino (Dogger o Lías). Esto explica que los sedimentos de facies Purbeck falten en la mayoría de las series estratigráficas.

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

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

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

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

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

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

En el suroeste de la cuenca, las zonas de sedimentación marina con episodios arrecifales pasa a una sedimentación no marina, clástica terrígena formada por arcillas varvadas, arcillas lignitíferas, calizas arenosas y areniscas microconglomeráticas (Hojas de Villarcayo, Medina de Pomar, Sedano y Oña), observándose en esta última Hoja un islote de calizas recifales con Rudistas. Estos terrígenos, relativamente finos, son los responsables de la interrupción del desarrollo de los organismos constructores y, por tanto, de la desaparición de las facies recifales.

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

En la zona de Burgos esta sedimentación es muy similar, desarrollán-

dose ampliamente los materiales detrítico-terrágenos en forma de areniscas microconglomeráticas, con mayor desarrollo al norte de la Hoja de Villarcayo (19-07) y disminución de potencia en ellas con aumento de materiales más finos hacia el Sureste, Hojas de Sedano (19-08), Medina de Pomar (20-07) y Oña (20-08).

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

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

El hiato del techo del Cenomaniense es característico de los bordes de la Cuenca Cantábrica, y muy probablemente se debe a una interrupción de la sedimentación, por lo que puede interpretarse como una condensación de capas.

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

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

Parecidas facies se continúan durante todo el Turoniense Inferior, no habiéndose observado en el ámbito de la Hoja el característico hiato del techo del Cenomaniense, por corresponder esta zona a la región central de

la cuenca, donde dicho hiato se encuentra muy atenuado o no existe, al contrario de lo que sucede con las áreas marginales de la misma.

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

Las facies del Coniaciense y Santoniense Inferior son neríticas (zona interior de la plataforma) a litorales y la profundidad de la cuenca osciló entre los 20 y 50 m. Son facies relativamente ricas en Equínidos, Gasterópodos y Foraminíferos bentónicos, siendo, en cambio, muy 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.

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

Está caracterizado por ser una serie fundamentalmente calcarenítica (biopelsparitas y biopelmicritas) con *Lacazina elongata* MUN-CHALM.

Es también en el Santoniense Superior cuando se inicia la fase regresiva en esta zona de las provincias de Burgos y Santander, depositándose encima de las calcarenitas y margas materiales detrítico-terrágenos, con episodios claramente continentales que llegan hasta el Campaniense y Maastriechtiense.

Como consecuencia de las fases regresivas iniciadas a finales del Cretácico Superior, en la mayor parte de la cuenca el Paleoceno comienza por facies no marinas, salobres o transicionales con sedimentación de dolomías. En el Montiense y Thanetiense se tiene carácter marino franco con deposición de calizas y calcarenitas en un medio nerítico (40-50 m. de profundidad).

Hacia el Sur, y en la Hoja de Sedano, prácticamente el Montiense y Thanetiense ha sido total o parcialmente erosionado.

Entre el Montiense y Luteciense existe una discordancia debida a las fases prepirenaicas de la Orogenia Alpina, manifestándose en la Hoja de Sedano por un conglomerado silíceo sobre los que se apoyan margas y calizas lacustres.

Al final del Eoceno los Montes Obarenes y la Sierra de Cantabria sufrieron ya un plegamiento relativamente intenso, con cabalgamiento hacia el Sur (Fase Pirenaica) que motivó la separación del surco Oligo-Mioceno

del Ebro-Rioja de la Depresión Miranda-Treviño, y que tiene su reflejo en áreas próximas a nuestra zona de estudio (Cuencas de Villarcayo, Valdivielso, etc.).

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

Durante el Oligoceno y el Mioceno tiene lugar una sedimentación de carácter continental muy subsidente en las cuencas o cubetas antes citadas (más de 3.000 m. en la Cuenca del Ebro-Rioja, más de 1.500 m. en la Cuenca de Villarcayo).

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

Se inicia el Mioceno en la Cuenca de Villarcayo con una sedimentación de tipo lacustre, traslapante sobre los materiales detríticos inferiores.

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

La Cuenca de Villarcayo, y en menor escala la de Valdivielso, tienen una gran semejanza con las de Miranda-Treviño y Ebro-Rioja en cuanto a sus características deposicionales y estructurales, teniendo un acusado carácter asimétrico debido a la migración paulatina del eje de máxima sedimentación hacia el Norte, al tiempo que se producía el levantamiento de las capas situadas al Sur, así como en Villarcayo las más occidentales.

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

## **5 GEOLOGIA ECONOMICA**

### **5.1 MINERIA Y CANTERAS**

Desde el punto de vista minero, la Hoja carece en la actualidad de importancia, destacando únicamente las explotaciones llevadas a cabo en la

zona de Huidobro, paraje de Vallejo de Valdobro y Mina Los Altos, en donde se ha beneficiado Cobre gris, Azurita y Malaquita, con algunos indicios de Barita.

La roca encajante corresponde a las arenas y areniscas microconglomeráticas del Albiense, estando el mineral impregnando los huecos de la roca.

La mineralización se produce según la dirección aproximada E.-O., más o menos la misma que la falla normal que afecta el flanco meridional de la estructura.

La potencia de la roca mineralizada oscila alrededor de los 10 m.

En la actualidad estas minas se encuentran abandonadas.

Las investigaciones de hidrocarburos realizadas en la Hoja de Sedano se centran sobre las estructuras de Huidobro, Dobro y Villalta, habiéndose realizado cuatro sondeos hasta el techo del Jurásico o hasta el Keuper, con algunos indicios de petróleo.

En la Hoja existen frecuentes canteras inactivas, principalmente ubicadas en las calizas masivas del Turoniense-Coniaciense y en las calcarenitas bioclásticas del Santoniense Medio-Superior.

También han sido objeto de pequeña explotación las arenas de «facies Utrillas».

Por otra parte, existe una concesión de caolín dentro de la estructura de Madrid de las Caderechas.

## 5.2 HIDROGEOLOGIA

Bien sea desde el punto de vista de áreas de recarga como de explotación de acuíferos, la Hoja de Sedano tiene un gran interés hidrogeológico.

La parte nororiental, en donde se centra la unidad tectónica de Zanzas-Puerto Mazorra, es propiamente un área de recarga, con pocos manantiales, casi siempre ubicados a techo del Cretácico Inferior, inmediatamente debajo de las calizas del Turoniense-Coniaciense.

El sector suroccidental es también una amplia zona de recarga, siendo el sinclinal de Sedano el más importante objetivo hidrogeológico de la Hoja y uno de los de más interés de la región. Lo constituyen dos extensos acuíferos formados por las calizas del Santoniense Superior y por las calizas del Turoniense-Coniaciense.

Las primeras, fuertemente karstificadas, constituyen el principal acuífero que descarga en buena proporción hacia el Oeste, siendo el conocido «Polo Azul» el manantial más espectacular de la zona.

Existen, además, una serie de pequeños acuíferos colgados que dan lugar a abundantes manantiales de escaso caudal.

## 6 BIBLIOGRAFIA

- ADAN DE YARZA, R. (1885).—«El país vasco en las edades geológicas». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, tomo 8.
- (1885).—«Descripción física y geológica de la provincia de Alava». *Mem. Com. Mapa Geol. de España*, Madrid.
- AGUILAR, M. J. (1967).—«Estudio petrográfico del Albense de la Cuenca Cantábrica». *Ciepsa (Inédito)*.
- (1969).—«Estudio petrográfico del 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*.
- (1971).—«Correlaciones por ciclos de aporte en el Albense de la Cuenca Cantábrica». *Acta Geológica Hispánica*, tomo 6, núm. 4, pp. 92-96.
- (1971).—«Consideraciones generales sobre la sedimentación y paleogeografía del Albense de la Cuenca Cantábrica». *Estudios Geológicos*, vol. 27, núm. 2, pp. 325-334.
- AGUILAR, M. J., y RAMIREZ DEL POZO, J. (1968).—«Observaciones estratigráficas del paso del Jurásico marino a facies Purbeckiense en la región de Santander». *Acta Geológica Hispánica*, tomo 3, núm. 2, pp. 35-55.
- ALLEN, P. (1955).—«Age of the Wealden in Northwestern Europe». *Geol. Magazine*, vol. 92, pp. 265-281, Heford.
- ALMELA, A. (1955).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 134, Polientes». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- ALMELA, A.; LIZAUR, J., y MUÑOZ, C. (1952).—«Reserva Petrolífera de Burgos». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 64, pp. 205-257.
- ALMELA, A.; RIOS, J. M., y GARRIDO, J. (1945).—«Estudio de parte de las provincias de Burgos, Alava, Vizcaya y Santander». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, t. 58, pp. 45-228, Madrid.
- ALMELA, A.; RIOS, J. M., y MUÑOZ, C. (1953).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 110, Medina de Pomar». *Inst. Geol. Min. de España*.
- (1955).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 85, Villasana de Mena». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- ALVARADO, A.; LOPEZ DE AZCONA, J. M., y BARON, L. (1946).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 135, Sedano». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- BATALLER, J. R. (1945).—«Bibliografía del Cretácico de España». *Est. Geol.*, núm. 1, pp. 7-10, Madrid.
- BERTRAND, L., y MENGAUD, L. (1912).—«Sur la structure des Pyrénées Can-

- tabriques entre Santander et Llanes et leurs relations probables avec les Pyrénées». *Bull. Soc. Geol. France (4eme serie)*, t. 12, pp. 504-515.
- CALDERON, S. (1885).—«Note sur le terrain wealdien du nord de L'Espagne». *Bull. Soc. Geol. France*, t. 14, pp. 405-407.
- CAMPESA (1955).—«Prospecciones petrolíferas realizadas por CAMPESA». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. de España*, núm. 35, pp. 35-38.
- CAREZ, L. (1881).—«Etude des terrains cretaces et tertiaires du Nord de L'Espagne». *Fac. Sciences Paris (Tesis Doctoral)*, pp. 1-323.
- CARRERAS SUAREZ, F. J. (1967).—«Informe geológico de campo, de la estructura de Hornillos-Atauri». *Ciepsa (inédito)*.
- (1968).—«Informe geológico Aitzgorri Tres Mugas». *Ciepsa (inédito)*.
- (1970).—«Geología y posibilidades de hidrocarburos del área nor-occidental de la Cuenca Cantábrica (Cabuérniga)». *Ciepsa (inédito)*.
- (1971).—«Estudio hidrogeológico de Salvatierra». *C. G. S. (inédito)*.
- (1973).—«Informe geológico de la Unidad Hidrogeológica de Urbasa-Montes de Vitoria». *C. G. S. (inédito)*.
- CIRY, R. (1940).—«Etude geologique d'une partie des provinces de Burgos, Palencia, Leon et Santander». *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, núm. 74, pp. 1-513.
- (1951).—«L'Evolution paleogeographique de l'Espagne septentrionale au Cretace Inferieur». *Inst. Geol. Min. de España Libro Jubilar*, t. 2, pp. 19-36.
- (1967).—«Etude paleogeographique et structurale de la région Basco-Cantabrique». *C. R. Soc. Geol. France*, núm. 9, pp. 391-394.
- CIRY, R., y MENDIZABAL, J. (1949).—«Contribution à l'étude du Cenomanien et du Turonien des confins septentrionaux des provinces de Burgos, d'Alava et Navarra». *Ann. Hébert et Haug (livre Jub. Charles Jacob)*, t. 7, pp. 61-79.
- CIRY, R., y RAT, P. (1950).—«Sur la présence d'une microfauna Maestrichtienne près de Vitoriano (Alava)». *Munibe*, fasc. 2, pp. 66-79, 4 figs., 1 pl., San Sebastián.
- CIRY, R.; RAT, P.; MANEIN, J. Ph.; FEUILLE, P.; AMIOT, M.; COLCHEN, M., y DELANCE, J. H. (1967).—«Reunion extraordinaire de la Societé Geologique de France. Des Pyrénées aux Asturies». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, núm. 9, pp. 389-444.
- COLOM, G. (1952).—«Los caracteres micropaleontológicos de algunas formaciones del Secundario de España». *Bol. Inst. Geol. Min. Esp.*, t. LXIV, pp. 257-344, Madrid.
- CRUSAFONT, M.; TRUYOLS, J., y RIBA, O. (1966).—«Contribución al conocimiento de la Estratigrafía del Terciario Continental de Navarra y Rioja». *Notas y Com. IGME*, núm. 90, pp. 53-76, Madrid.
- CUETO y RUIZ-DIAZ, E. (1928).—«Orografía y geología tectónica del país Cantabro-Astúrico». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, t. 47, núm. 2, pp. 9-109.



- DAHM, H. (1966).—«Stratigraphie und palaeogeographie in Kantabrischen Jura (Spanien)». *Tesis Univ. Bonn. Beih. Geol. JB.*, vol. 44, pp. 13-54.
- FEUILLE, P. (1963).—«Ammonites du Cénomanién superieur et du Turonien dans la province de Santander (Espagne)». *C. R. des Seances de l'Acad. des Sciences Paris*, t. 256, núm. 4, pp. 974-976.
- (1963).—«Sur l'extension et les facies du Cénomanién dans la region de Mena (Espagne)». *C. R. Somm. Geol. France Paris*, núm. 3, pp. 97-98.
- (1963).—«Presencia del Cenomaniense en la parte sur-este de los Montes Obarenes (Pancorbo, Foncea, Cellóriga), provincia de Burgos». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. España*, núm. 69, pp. 259-262, Madrid.
- (1967).—«Le Cénomanién des Pyrénées basques aux Asturies; essai d'analyse stratigraphique». *Mem. Soc. Geol. France. Nouvelle Serie*, t. 46, vol. 108, pp. 1-343.
- FEUILLE, P., y NEUMANN, M. (1963).—«Les facies à Alveolínidés du Cénomanién dans le Nord de l'Espagne». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, 7, pp. 221-223, París.
- FEUILLE, P., y RAT, P. (1962).—«Les foraminifères du "Flysch à Boules" (Cénomanién supérieur) entre Espinosa et Alsasua». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, pp. 172-173.
- (1971).—«Structures et paléogeographies pyrénéo-cantabriques». *Publ. Inst. Fr. du Pet.*, Col. coloc. y sem. núm. 22, t. 2, vol. 1, pp. 48.
- FEUILLE, P., y SIGAL, J. (1964).—«Presence d'un niveau à *Globotruncana helvetica* BOLLÍ dans la region Bas-Cantabrique». *C. R. Somm. Geol. France*, núm. 5, pp. 201-203.
- GIANNINI, G. (1965).—«Geología y posibilidades petrolíferas de la Cuenca Cantábrica». *Ciepsa (inédito)*.
- (1967).—«Sierra de Cantabria. Treviño. Aramayona. Corte geológico y nota explicativa». *Ciepsa (inédito)*.
- (1968).—«Parte central de los permisos de Vitoria. Cortes geológicos evolutivos». *Ciepsa (inédito)*.
- (1968).—«Evaluación del Surco Terciario del Ebro en relación con la posible presencia del Mesozoico». *Ciepsa (inédito)*.
- GONZALEZ LASALA, J. (1876).—«Areniscas bituminosas y petrolíferas del puerto del Escudo en los confines de las provincias de Santander y Burgos». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, t. 3, pp. 235-241.
- GREKOFF, N. (1953).—«Sur l'utilitacion des microfunes d'Ostracodes dans la stratigraphie précise du passage Jurassique-Crétacé (facies continentaux)». *Rev. Inst. Franc. du Pétr.*, vol. 8, núm. 7, pp. 362-379, 1 fig., 10 tab., París.
- HENTSCHEL, H. (1964).—«Reinvestigation of the Eastern part of the Sierra de Cantabria and adjacent areas». *Ciepsa (inédito)*.

- HERNANDEZ PACHECO, E. (1912).—«Ensayo de síntesis geológica del Norte de la Península Ibérica». *Junta Ampl. Est. e Inv. Cinet.*, t. 7.
- HOFKER, J., Jr. (1965).—«Some Foraminifera from the Aptian-Albian pasage of nothern Spain». *Leidse Geol. Meded*, vol. 23, pp. 183-189.
- HUTTNER, H. (1955).—«Geologische Untersuchungen in der Sierra de Cantabria zwischen Monts Obarenes und Monte Codes». *Clepsa (inédito)*.
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1971).—«Mapa geológico de España. Escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Explicación de la Hoja núm. 21, Logroño». *Inst. Geol. y Min. de España*, pp. 1-30.
- (1971).—«Mapa geológico de España. Escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Explicación de la Hoja núm. 4 (5-1), Santander». *Inst. Geol. y Min. de España*, pp. 1-22.
- (1971).—«Mapa geológico de España. Escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Explicación de la Hoja núm. 11 (5-2), Reinosa». *Inst. Geol. y Min. de España*, pp. 1-30.
- (1971).—«Mapa geológico de España. Escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Explicación de la Hoja núm. 12, Bilbao». *Inst. Geol. y Min. de España*, pp. 1-27.
- (1973).—«Estudio geológico de la provincia de Alava». *Mem. Inst. Geol. Min. de España*, t. 83, Madrid.
- KARRENBERG, H. (1934).—«Die postvarische entwicklung des Cantabro-Asturischen gebirees (Nordwestspanien)». *Publ. Extra. Geol. España (C. S. I. C.)*. [Traducción, J. G. Llarena, 1946], vol. 3, pp. 103-225.
- KIND, H. D. (1967).—«Diapire und Alttertiär im südostlichen Baskenland (Nordspanien)». *Beich Geol. J. B.*, 5, 66, Hannover.
- LAMARE, P. (1923).—«Sur quelques particularites de la structure du pays Basque Espagnol». *Bull. Soc. Geol. France*, t. 4, vol. 23, pp. 185-192.
- (1936).—«Recherches Geologiques dans les Pyrénées Basques d'Espagne». *Mem. Soc. Geol. France*, t. 12, vol. 27, núm. 6, pp. 1-465.
- LAMOLDA, M. A. (1975).—«Bioestratigrafía del Turoniense de Arceniega (Alava)». *ENADIMSA, Primer Coloquio de Estratigrafía y Paleogeog. Cretácico de España*, pp. 63-71.
- (1977).—«Biozonas de Foraminíferos Planctónicos en el Turoniense Vasco-Cantábrico (Norte de España)». *Rev. Esp. de Microp.*, vol. 9, núm. 2, pp. 221-234.
- LARRAZET, M. (1895).—«Notas estratigráficas y paleontológicas acerca de la provincia de Burgos». *Bol. Com. Map. Geol. España*, t. 22, pp. 121-143.
- (1896).—«Recherches geologiques en la region orientale de la province de Burgos et sur quelques points des prov. de Alava et Logroño». *These Fac. Sciences de Paris*, pp. 1-310.
- LOTZE, F. (1958).—«Geologische karte des Pyrenaisch-Kantabrischen Grenzgebietes».

- (1960).—«Zur Gliederung der Oberkreide in der Baskischen depression (Nordspanien)». *Neves Jhrb. Geol. Paleont. Monatsh.*, núm. 3, pp. 132-144.
- MALLADA, L. (1875).—«Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, t. II, pp. 1-160, láms. 1-11, Madrid.
- (1893).—«Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, t. 18, pp. 1-253.
- (1902).—«Explicación del mapa geológico de España. Sistemas Permiano, Triásico, Liásico y Jurásico». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, t. 4.
- (1904).—«Explicación del Mapa Geológico de España. Sistemas Infracretácico y Cretáceo». *Mem. Com. Mapa Geol. de España*, t. 5.
- (1907).—«Explicación del Mapa Geológico de España, Sistemas Eoceno, Oligoceno y Mioceno». *Mem. Com. Mapa Geol. de España*, t. VI, Madrid.
- MANGIN, Ph. (1959).—«Le Nummulitique sud-pyrénéen a l'ouest de l'Aragon». *Pirineos*, núm. 51, pp. 1-631.
- MANGIN, Ph., y RAT, P. (1962).—«L'évolution post-hercynienne entre Asturies et Aragon (Espagne)». *Mem. Soc. France (Livre a la Mem. du prof. P. Falot)*, t. 1, pp. 333-349.
- MANGIN, Ph., y FEYSOT, Cl. (1972).—«Etude Petrologique de quelques ophites de la cote septentrional Espagnole». *Annales scientifiques de l'université de Besançon (Geologie)*, t. 3, vol. 17, pp. 39-45.
- MENDIZABAL, J. (1923).—«Deslinde del Eoceno en la provincia de Guipúzcoa». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, t. 44, pp. 449-453, Madrid.
- MENDIZABAL, J., y CINCUNEGUI, M. (1941).—«Estudio de la cuenca hidrologica del condado de Treviño». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, t. 55.
- MENDIZABAL, J.; COMBA, A., y RIOS, J. M. (1946).—«Mapa geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 137, Miranda de Ebro». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- MENGAUD, L. (1910).—«Senonien superieur des environs de Santander». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, pp. 94.
- (1913).—«Contribution a l'étude du Wealdien de la province de Santander». *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 156, p. 1279.
- (1913).—«Sur l'Aptien inférieur marneux de la province de Santander». *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 157, pp. 15-19.
- (1920).—«Recherches géologiques dans la région Cantabrique». *Liv. Sc. J. Hermann*, pp. 1-374.
- MOULLADE, M. (1963).—«Etat actuel des connaissances sur les Orbitolinidae (Foraminifères) du Crétacé Inferieur mesogéen». *Colloque Crét. Inf. France*, Prétirage, Lyon.
- PLAZIAT, J. Cl. (1970).—«Le limite crétacé-tertiaire en Alava méridionale (Pays basque espagnol): le Rognacien n'y pas l'équivalent continental du Danien». *C. R. Somm. Soc. Géol. France*, 3, pp. 77-78, Paris.

- PFLUG, R. (1960).—«Tektonik der Sierra de Cantabria». *Ciepsa (inédito)*.
- PUJALTE, V. (1974).—«Litoestratigrafía de la facies Weald (Valanginiense Superior-Barremiense) en la provincia de Santander». *Bol. Geol. y Min., IGME*, t. 85, núm. 1, pp. 10-21.
- RAMIREZ DEL POZO, J. (1965).—«Conclusiones bioestratigráficas y evolución de biofacies en el Jurásico y Cretácico de la Cuenca Cantábrica». *Ciepsa (inédito)*.
- (1967).—«Estudio micropaleontológico y estratigráfico de la zona de Tesla-Frías-Oña». *Ciepsa (inédito)*.
- (1967).—«Estratigrafía resumida de los sondeos de CIEPSA». *Ciepsa (inédito)*.
- (1967).—«Estudio estratigráfico y micropaleontológico del área de Maestu». *Ciepsa (inédito)*.
- (1969).—«Bioestratigrafía y Microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España. (Resumen)». *Acta Geológica Hispánica*, t. 4, núm. 3, pp. 49-59.
- (1969).—«Síntesis estratigráfica y micropaleontológica de la facies Purbeckiense y Wealdense del Norte de España». *Ediciones Ciepsa, S. A.*, pp. 1-68.
- (1971).—«Algunas observaciones sobre el Jurásico de Alava, Burgos y Santander». *Memoria y Comunic. del I Coloq. de Estrat. y Paleogeograf. del Jur. España, Cuadernos Geol. Ibr.*, vol. 2, pp. 491-508.
- (1971).—«Bioestratigrafía y Microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (Región Cantábrica)». *Mem. Inst. Geol. Min. de España*, t. 78, pp. 1-357.
- (1972).—«Algunos datos sobre la Estratigrafía y Micropaleontología del Aptense y Albense al Oeste de Santander». *Rev. Esp. de Micropaleontología, número extraordinario*, pp. 59-97.
- (1973).—«Síntesis geológica de la provincia de Alava». *Institución «Sancho el Sabio»*, Vitoria.
- RAMIREZ DEL POZO, J., y AGUILAR TOMAS, M. J. (1967).—«Estratigrafía del Aptense y Albense de la zona de Durango (Vizcaya) y estudio de la sedimentación de arcillas con formación de figuras "en bolas concéntricas"». *Acta Geol. Hispánica*, núm. 5, año II, C. S. I. C., Barcelona.
- (1972).—«Consideraciones sedimentológicas y paleogeográficas de las facies Purbeckiense y Wealdense de la cubeta de Santander-Burgos». *Estudios geológicos*, vol. 28, pp. 173-192.
- RAT, P. (1954).—«Observations sur les facies saumâtres et marins de la base du Wealdien dans l'Est de la province de Santander (Espagne)». *C. R. Scanc. Acad. Scienc.*, t. 239, pp. 1820-1821.
- (1956).—«Esquisse d'une histoire de la sédimentation dans les régions du litoral basco-cantabrique au Crétacé». *Actes du 2<sup>ème</sup> congrès internat. d'étud. Pyrénéennes*, t. 2, pp. 147-157.

- (1959).—«Les pays Crétacés Basque-Cantabrique (Espagne)». *Publ. Univ. Dijon*, núm. 18, pp. 1-525.
- (1959).—«L'extension ver l'Ouest du Crétacé supérieur à faciés 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 (7è. serie)*, t. 1, pp. 378-384.
- (1960).—«Le milieu et le développement des Orbitolines (Foraminifères)». *Bull. Soc. Geol. France, Ser. 7*, t. 1, pp. 651-657, París.
- (1961).—«La edad y naturaleza de las capas de base del Wealdense en la provincia de Santander y sus alrededores (España)». *Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de España*, núm. 61, pp. 181-184.
- (1962).—«Contribution à l'étude stratigraphique du Purbeckien-Wealdien de la region de Santander (Espagne)». *Bull. Soc. Geol. France*, t. 7, núm. 4, pp. 2-12.
- (1963).—«Problemes du Crétacé inférieur dans les Pyrénées et le nord de l'Espagne». *Sonderd. Geol. Rudschau*, núm. 53, pp. 205-220.
- (1969).—«Donnes nouvelles sur la Stratigraphie et les variations sédimentaires de la serie Purbeckiense-Wealdienne au Sur de Santander (Espagne)». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, núm. 6, pp. 216-217.
- RIBA, O. (1954).—«El Terciario continental de la Rioja Alta y de la Bureba». *Ciepsa (inédito)*.
- (1955).—«Sur le type de sedimentation du Tertiaire continental de la partie ouest du basin de l'Ebre». *Souderd. Geol. Rudschau*.
- (1956).—«La cuenca Terciaria de Miranda-Treviño». *Ciepsa (inédito)*.
- (1961).—«Sobre el Terciario de Treviño». *Ciepsa (inédito)*.
- (1964).—«Nuevas observaciones sobre el Terciario continental del Valle del Ebro». *Ciepsa (inédito)*.
- (1976).—«Tectogenese et sedimentation: deux modeles de discordances syntectoniques pyrénées». *Bulletin du Bureau de Recherches géologiques et Minières*, 2ème Série, Sect. I, núm. 4, pp. 383-401.
- RIOS, J. M. (1947).—«Diapirismo». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, t. 60, pp. 155-232.
- (1952).—«El diapiro de Murguía (Alava) y comentarios al "flysch de bolas", Cenomanense de la misma región». *Notas y Com. Inst. Geol. Min. España*, núm. 28, pp. 49-87, Madrid.
- (1954).—«Bosquejo geológico de parte del país Vasco Cantábrico (de Laredo a Durango, Vitoria y la Barraca)». *Pirineos*, núm. 31, pp. 7-32.
- (1956).—«El sistema Cretáceo en los Pirineos de España». *Mem. Inst. Geol. Min. de España*, t. 57, pp. 1-128.
- RIOS, J. M.; ALMELA, A., y GARRIDO, J. (1945).—«Contribución al conocimiento de la geología Cantábrica (un estudio de parte de las provincias

- de Burgos, Alava y Vizcaya]». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, t. 58, pp. 45-228.
- RIOS, J. M., y MUÑOZ, C. (1953).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 111 (Orduña)». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- RIOS, J. M.; ALMELA, A., y MUÑOZ, C. (1953).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 111 (Orduña)». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- RIOS, L. M. (1967).—«Estudio geológico de campo de las Sierras al Sur de la Depresión de Villarcayo». *Ciepsa (inédito)*.
- ROMERO, J. (1942).—«Nuevas notas acerca de las ofitas y monografía de la de Vitoriano (Alava)». *Not. y Com. IGME*, H. 10.
- RUIZ DE GAONA, M. (1948).—«Los Orbitoides de las Sierras de Urbasa y Andía». *Bol. Real Soc. Exp. Hist. Nat.*, 44, pp. 87-126, Madrid.
- SAAVEDRA, J. L. (1964).—«Microfacies del Secundario y del Terciario de la zona pirenaica española». *Mem. del Inst. Geol. Min. de España*, t. LXV, Madrid.
- SAENZ GARCIA, C. (1932).—«Notas para el estudio de la facies wealdica española». *Asoc. Esp. para el progreso de las Ciencias*.
- (1940).—«Notas acerca de la estratigrafía de la parte occidental del país Vasco y NE. de la provincia de Burgos». *Las Ciencias*, t. 5, núm. 1, pp. 53-67.
- (1943).—«Notas y datos de estratigrafía española-8 del Wealdense del alto Ebro». *Bol. Real Soc. Española Hist. Natural*, t. 41, pp. 115.
- SALOMON, J. (1970).—«Essai de division litostratigraphique dans la formation wealdienne de la bordure nord-est du Massif Asturien (Espagne)». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, núm. 6, pp. 192-193.
- (1970).—«Sur la Stratigraphie des formations Wealdiennes de la bordure sud-est du Massif Asturien». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, núm. 3, pp. 75-77.
- SANZ, R. (1950).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 109, Villarcayo». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- SANZ, R., y ALMELA, A. (1956).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 136, Oña». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- (1959).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 84, Espinosa de los Monteros». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- (1963).—«Hoja geológica a escala 1:50.000 de Las Rozas (108)». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- SCHMIDT, O. (1965).—«Geologic summary and evaluation of CIEPSA Vitoria permits». *Ciepsa (inédito)*.
- (1965).—«Mapas geológicos y cortes escala 1:50.000». *Ciepsa (inédito)*.

- SCHRIEL, W. (1945).—«La Sierra de La Demanda y los Montes Obarenes». *Inst. Juan Sebastián Elcano, C. S. I. C.*, Madrid. (Traduc. del alemán por L. García Sáinz y J. G. Llarena.)
- STACKELBERG, U. (1960).—«Der diapir von Murguía (Nordspanien)». *Tesis Univ. Bonn* (inédito).
- VALLE, A. del; MENDIZABAL, J., y CINCUNEGUI, M. (1933).—«Memoria explicativa de la Hoja núm. 139 (Eulate). Mapa Geológico Nacional, a escala 1:50.000». *Inst. Geol. Min. de España*, Madrid.
- (1938).—«Memoria explicativa de la Hoja núm. 112 (Vitoria). Mapa Geológico Nacional, a escala 1:50.000». *Inst. Geol. Min. de España*, Madrid.
- VERNEUIL, E. (1852).—«El terreno Cretáceo en España». *Revista Minera*, t. 3, pp. 339-471.
- VOORT, H. B. (1964).—«Zum Flyschproblem in fr. Westpirenean». *Geol. Rundsch.*, núm. 53, pp. 220-233.
- WIEDMANN, J. (1964).—«Le Crétacé superieur de l'Espagne et du Portugal et ses Cephalopodes». *Estudios Geológicos*, vol. 20, pp. 107-148.

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



SERVICIO DE PUBLICACIONES  
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA