



IGME

593

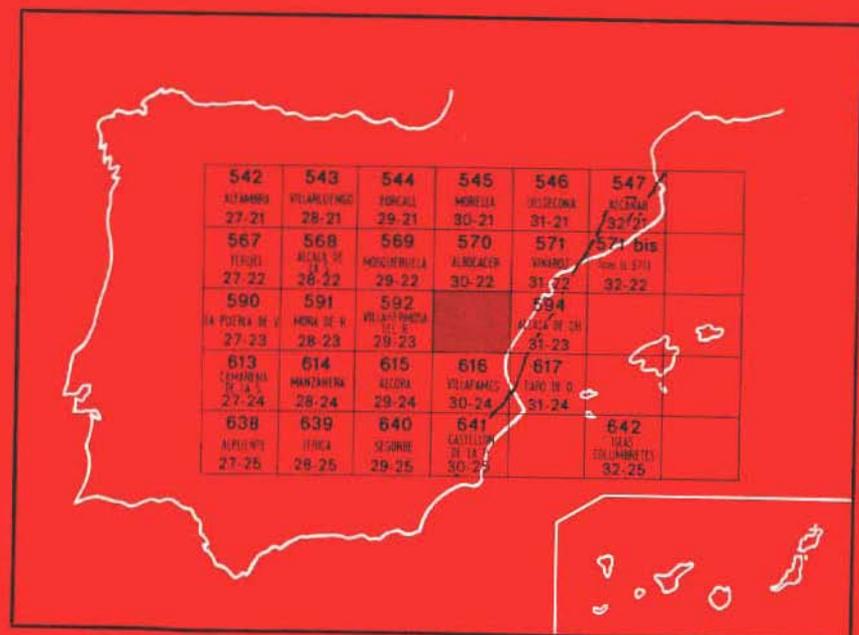
30-23

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

CUEVAS DE VINROMA

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

CUEVAS DE VINROMA

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA

La presente Hoja y Memoria ha sido realizada por la Empresa Nacional ADARO de Investigaciones Mineras, S. A., con normas, dirección y supervisión del IGME.

Cartografía y Memoria: José Antonio Obis Salinas, Ingeniero de Minas; Joseph Canerot, Licenciado en Ciencias Geológicas.

Macropaleontología: Trinidad del Pan Arana, Doctora en Ciencias Geológicas.

Micropaleontología: Joseph Canerot, Licenciado en Ciencias Geológicas.

Sedimentología: Fernando Leyva, Licenciado en Ciencias Geológicas; Luis Martín, Licenciado en Ciencias Geológicas.

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-33.423-1973

Imprenta IDEAL - Chile, 27 - Madrid-16

1 ESTRATIGRAFIA

1.1 TRIAS

1.1.1 Keuper (T_{C3})

Entre los km. 7 y 8 de la carretera que desde Adzaneta conduce a Torre Embesora, aparecen unos manchones de arcillas abigarradas y yesos, que pertenecen a la facies Keuper. Su presencia en dicho lugar parece deberse a que ha salido a través de fallas.

1.2 JURASICO

1.2.1 Lías-Oxfordiense Medio (J₁₋₃₁⁰⁻²)

Pocos son los afloramientos de esta edad que aparecen en la Hoja. Cuando los encontramos, están casi completamente dolomitizados, por lo que hemos tenido que darles la edad arriba indicada, ya que las primeras calizas que aparecen sobre estas dolomías se han podido situar en el Oxfordiense Superior, datado por Ammonites y por Foraminíferos. Además, por su potencia (aproximadamente 100 m. en la zona de mayor afloramiento) es muy posible que alcance al Lías.

En la zona de Más de Cabrera (40°10' 15" N. 3° 33' 10" E.), el techo de la dolomitización baja un poco, dejándonos ver hasta el Calloviense Inferior

y Medio, con fauna de Ammonites (*Macrocephalites macrocephalus*, *Phylloceras* gr. *kudernatschi*, *Sublunuloceras* gr. *paulowi*), pero faltando el Calloviense Superior y el Oxfordiense Inferior, que se encuentra sustituido por una caliza oolítica ferruginosa, que nos marca la presencia de un «hard-ground». La potencia de esta caliza oolítica no sobrepasa los 20 cm.

La dolomía tiene un color superficial marrón oscuro y gris claro a la fractura. Los 40 m. finales son masivos, pero hacia abajo se intercalan a veces dolomías en bancos, que representan posiblemente el Lías Superior.

Puede que la dolomitización alcance a veces a parte del Oxfordiense Superior (J_{31}^3).

1.2.2 Oxfordiense Superior (J_{31}^3)

Sobre las dolomías anteriores se disponen unas micritas y pelmicritas en bancos de 0,30-0,50 m. de color gris, ligeramente oscuro a la fractura, conteniendo microfilamentos, «Protoglobigerinas» y Espículas de Espongíarios, así como *Ochetoceras canaliculatum*, OPPEL, y *Perisphinctes*, sp. entre otros, que aparecen en las zonas margosas, que a veces se encuentran entre los bancos calcáreos.

En el macizo de Sierra Espaniguera, la potencia del Oxfordiense Superior puede llegar a los 50 m.

1.2.3 Kimmeridgiense (J_{32})

Se han cartografiado como Kimmeridgiense aquellas zonas en las que no ha sido posible llegar a una mayor precisión, ya que tanto los datos de micropaleontología como los datos de litofacies no nos permiten hacerlo.

En general, se trata de micritas en bancos de 0,30 a 0,80 m.

En el paraje de Rocas del Sol (10° 12' 50" N.; 3° 32' 25" E.) se encuentran micritas grises algo rosáceas, azoicas, con zonas en las que existen margas entre los bancos calizos. Otras veces se encuentran los bancos de caliza finamente tableados (0,12-0,20 m.) y reposando en bancos sucesivos con juntas margosas.

En Rocas Negras (1° 13' 40" N.; 3° 3' 10" E.) encontramos también calizas tableadas (micritas), con *Saccocoma*, *Globochaete*, sp., «microfilamentos» y escasas *Everticyclammina virguliana*.

En general, parece que el Kimmeridgiense, hacia el Sur de la Hoja, se hace un poco más margoso, sobre todo en su parte inferior, pero su litofacies de micritas tableadas se conserva.

De todas formas, la abundancia de micritas nos hace pensar que en los dos parajes citados se trata del Kimmeridgiense Inferior más bien que del Kimmeridgiense Superior.

1.2.4 Kimmeridgiense Inferior-Medio (J₃₂₋₃₂¹⁻²)

Sobre las pelsparitas del Oxfordiense Superior se colocan unas micritas finamente tableadas, en bancos de 0,10-0,30 m., azoicas y de color beige-marrón y gris en fractura, de una potencia aproximada de 300 m.

Su carácter de micritas tableadas y azoicas las hacen fácilmente identificables.

Las muestras que dieron algo de microfauna contenían *Saccocoma*, «microfilamentos», espículas de Espongiarios (trioxonas) y *Globochaete*, sp.

1.2.5 Kimmeridgiense Superior (J₃₂³)

Se ha denominado Kimmeridgiense Superior a una formación calcárea que se encuentra hacia el centro de la Hoja, formada por micritas y pelmicritas, conteniendo *Everticyclammina virguliana*, *Saccocoma*, *Globochaete rugosa*, *Pianella*, sp, etc.

Hacia la parte superior aparece una arenisca rojiza, y sobre ella unas margocalizas amarillentas y margas gris verdosas, alternando con micritas, con oolitos cuyo núcleo es zoógeno muchas veces.

Contiene Ammonites, y se trata ya de un Kimmeridgiense Superior, muy cercano al Portlandiense.

Potencia aproximada, 100 m.

1.2.6 Kimmeridgiense Superior-Portlandiense (J₃₂₋₃₃³⁻⁰)

Sobre las micritas del Kimmeridgiense Inferior se deposita una serie calcárea y dolomítica que va del Kimmeridgiense Superior al Portlandiense, no habiéndose podido diferenciar este último piso, ya que el contacto se produce dentro de la serie dolomitizada.

Se inicia con micritas, biomicrosparitas, intraesparitas y pelsparitas en bancos de 0,40-2 m., de color marrón oscuro a gris, con nódulos de sílex en la parte superior y sílex amorfo en la inferior.

Contienen gran cantidad de fauna, tal como Miliólidos, Textuláridos, Lamelibranquios, Briozoarios, «Algalballs», *Lithocodium aggregatum*, *Glypina jurasica*, *Vaginella striata*, Dasycladáceas, etc.

Alcanza su mayor potencia en Sierra Espanaguera, con unos 450 m.

En su parte más alta y cerca de las dolomías hay una pasada arenosa.

Sobre estas calizas se siguen unas dolomías oscuras superficialmente, y gris claro a la fractura, de una potencia aproximada de 150 m., que van del Kimmeridgiense Superior al Portlandiense. Una muestra caliza, no dolomitizada dentro de la formación dolomítica, es una biopelmicrita con *An-*

chispirocyclus lusitanica, *Pseudocyclammina*, cf. *lituus*, *Kurnubia palastiniensis*, Miliólidos.

Este tramo comprensivo se encuentra en el río Monleón, algo más reducido de espesor, y las dolomías superiores pueden bajar algo más en la serie que en Sierra Espaniguera.

La potencia de todo el tramo en esta zona viene a ser de unos 300 m.

1.3 JURASICO-CRETACICO

1.3.1 Portlandiense-Valanginiense (J₃₃-C₁₂)

Sobre las dolomías descritas anteriormente encontramos un paquete calcáreo, de diferente edad, según nos encontremos más o menos cerca del Umbral del Maestrazgo meridional (que describiremos más adelante), pero que en general va del Portlandiense al Valanginiense.

De Este a Oeste va desapareciendo primero el Valanginiense, luego el Berriasiense e incluso el Portlandiense.

En la zona de Sierra Engarcerán (zona central de la Hoja, perteneciente a la cubeta del Maestrazgo central), y más concretamente en la zona de El Plá (40° 15' 40" N.; 3° 45' E.), sobre las margocalizas del Kimmeridgiense Superior, a unos 40-60 m. sobre su techo, comienza el Portlandiense, en facies calcárea. Sobre él, el Berriasiense, y sobre este piso podemos localizar unos 40 m. de Valanginiense con Orbitolínidos primitivos, *Pfenderina neocomiensis*, *Pseudotextulariella salevensis* y *Pseudocyclammina lituus*.

El corte está situado entre los kilómetros 10,5 y 9,5 de la carretera de Torre Endomenech a Serratella. Es decir, en la zona donde todavía podemos encontrar Valanginiense, ya que el Umbral se encuentra alejado hacia el Oeste. Un «hard-ground» nos lleva a las margas del Hauteriviense.

En la zona de Sierra Espaniguera una falla pone en contacto el Portlandiense-Berriasiense con las margas del Hauteriviense, por lo que no podemos afirmar si hay o no Valanginiense, pero al estar ya cerca del Umbral puede haber desaparecido.

La descripción del tramo Portlandiense-Valanginiense es como sigue:

Sobre las dolomías del Kimmeridgiense Superior-Portlandiense, ya descritas, se depositan unas calizas. Primeramente unos 20-40 m. de pelmicrita y microbiopelsparita en bancos de 0,40 a 0,80 m., de color beige a gris, conteniendo *Trocholina alpina*, *Rectocyclammina chouberti*, *Macroporella embergeri*, que podemos dar ya como Portlandiense. A continuación siguen unas biopelsparitas y biomicitas, también en bancos de 0,40 a 0,80 m., conteniendo abundante fauna del Portlandiense-Berriasiense, tales como *Pseudocyclammina lituus*, *Feurtillia frequens*, *Trocholina*, gr. *alpina-elongata*, *Nautiocolina*, cf. *oolithica*, y Algas, tales como *Cayeuxia* sp., *Lithocodium aggregatum*, etc.

Ya cerca de la falla y en los últimos metros encontramos biomicritas con *Pseudocyclammina lituus*, *Cayeuxia piae*, *Thaumatoporella parvovesiculifera*, que podemos dar como Berriasiense. Finalmente, la muestra más alta de esta zona, antes de llegar a la falla, es una biopelsparita con *Pseudo cyclammina lituus*, Miliólidos, Textuláridos y *Choffatella* sp., que podemos colocar ya en el Berriasiense-Valangiense.

A continuación, una falla hace descender el bloque más hacia el Norte, poniendo en contacto las margas del Hauteriviense con el Berriasiense-Valangiense anteriormente descrito.

Este accidente, pues, nos impide comprobar la existencia o falta del Valangiense.

Moviéndonos más al Oeste, hacia el Umbral, en un pequeño altozano situado en la Costa de las Casetas, de coordenadas (40° 17' 50" N.; 3° 34" E.), observamos que sobre las dolomías masivas del Kimmeridgiense Superior-Portlandiense se dispone una biopelsparita que contiene Gasterópodos, Lame-libranquios, *Rectocyclammina*, cf. *arrabidensis* y *Cayeuxia* sp., que podemos considerar ya como Berriasiense.

La potencia de este tramo calcáreo no sobrepasa los 20 m.

Sobre éste, un «hard-ground» nos lleva ya a las margas con *Ostreas* y calizas del Hauteriviense.

Vemos, pues, que en esta zona falta ya todo el Valangiense y posiblemente parte del Berriasiense, lo cual no es de extrañar, ya que nos encontramos muy cerca del Umbral.

Esta es la causa de que los afloramientos de este tramo comprensivo vayan siendo cada vez más reducidos de espesor, hasta llegar a la zona de Las Rocas (40° 17' 50" N.; 3° 30' 50" E.), donde desaparece todo el Berriasiense y el Valangiense, quedando solamente unas oobiopelsparitas con *Anchispirocyclina lusitanica*, *Cayeuxia piae*, *Cayeuxia atanasium* y *Marinella lugeoni*, que podemos colocar en el Portlandiense, y sobre él, transgresivo, el Gargasiense.

Bajo estas calizas del Portlandiense, que no sobrepasan los 20 m., encontramos biomicritas del Kimmeridgiense Superior-Portlandiense, con «Algal-balls», etc., y dolomías del mismo tramo comprensivo, sólo que aquí están un poco más bajas, como ya dijimos, en vez de estar al techo como en Sierra Espaniguera.

Hemos visto, pues, el diferente significado del tramo Portlandiense-Valangiense según nos vamos acercando al Umbral meridional.

1.4 CRETACICO INFERIOR

1.4.1 Hauteriviense-Barremiense (C₁₃₋₁₄)

Se encuentra muy bien representado en casi toda la Hoja, excepto en la zona del Umbral, en la cual se acuña y desaparece.

Todo él se depositó en la cubeta del Maestrazgo central y descansa sobre un «hard-ground» que lo pone en contacto con distintos pisos estratigráficos, más antiguos según su alejamiento del Umbral.

En la zona de Sierra Engarcerán el Hauteriviense se inicia con calizas de *Texaster amplus*, *T. retusus* y *T. granesus* en asociación; sobre ellas, margas con Ammonites y los Erizos ya citados del Hauteriviense Inferior. Siguen unas calizas con Políperos (pararrecifal) del Hauteriviense Superior, y después calizas con Choffatellas del Barremiense Inferior. Este paso del Hauteriviense al Barremiense y facies pararrecifal se encuentra mejor representado en la Hoja de Albocácer.

Encima, las calizas de la parte alta del Barremiense, inmediatamente bajo las capas arenosas del Bedouliense basal, contienen *Cylindroporella*, Textuláridos, *Choffatella decipiens*, *Pseudocyclammina hedbergi*, *Permocalculus inopinatus* y *Pianella* sp., así como Orbitolínidos, tales como *Paracoskinolina sunnilandensis*.

La totalidad del tramo de margas con Ammonites y Erizos lo encontramos solamente al Norte de la falla, que pasa por encima del pueblo de Sierra Engarcerán, adquiriendo en esta zona una considerable potencia, que puede llegar a los 150 m.

Sobre este tramo margoso se encuentra el paquete calizo final del tramo Hauteriviense-Barremiense.

La potencia total del tramo conjunto Hauteriviense-Barremiense en esta zona de Sierra Engarcerán, no sobrepasa los 250 m.

Continuando en dirección Oeste y llegando al macizo de Sierra Españera, tras la falla ya descrita en el apartado anterior, vemos las últimas margas potentes, datadas aquí como Hauteriviense Inferior, por su fauna: *Toxaster amplus*, *Exogyra latissima*, var. *aguila* d'Orbigny, etc...

Sobre estas margas sigue un paquete calizo de 80 m. visibles, con biosparitas, oosparitas y biomicritas que contienen «*Trocholina*» *fribuogensis*, *Nautiloculina oolithica*, *Pseudocyclammina* sp. y Políperos. Todas ellas del Hauteriviense Superior.

En su base existe un banco de unos 20 m. de caliza con gran cantidad de radiolas de *Cidaris*; nivel muy continuo en la Hoja.

Los últimos 20 m. de calizas son biomicritas con *Pseudocyclammina hedbergi*, Textuláridos, Equinodermos y Gasterópodos, perteneciendo al tramo Hauteriviense-Barremiense.

Es bastante típico de este tramo comprensivo, y más exactamente del Hauteriviense, la abundancia de lumaquelas de pequeñas *Ostreas* negras.

En el corte de Peña Calva (40° 18' 20" N.; 3° 30' 30" E.) el Hauteriviense se apoya sobre el Portlandiense, y está compuesto por una alternancia de calizas y margas, estas últimas con intercalaciones de bancos de areniscas.

Como fauna, este tramo tiene grandes Naticas en su parte inferior, Charáceas, etc., y constituye una zona especial de sedimentación, ya que

se encuentra situada entre el Umbral del Maestrazgo meridional y un arrecife más septentrional.

Finalmente añadiremos que en el Sabater (40° 18' 40" N.; 3° 35' 50" E.), el tramo superior del Hauteriviense-Barremiense, que comprende el Hauteriviense Superior y el Barremiense, y que aquí se encuentra sobre las margas potentes del Hauteriviense, no es tan masivo como en Sierra Españiguera y Sierra Engarcerán, sino que contiene bastantes intercalaciones de margas en bancos de unos 2-5 m. de potencia, con oosparitas, biomicritas y biopelmicritas, que contienen *Choffatella decipiens*, *Cuneolina*, cf. *hensoni* y *Permocalculus inopinatus* en su parte más baja, y que atribuimos al Barremiense. En su parte alta encontramos biopelmicritas, con *Paracoskinolina sunnilandensis*, *Orbitolinopsis* sp., *Pseudotextulariella*, cf. *scancellai* y *Lithocodium aggregatum*, que nos sitúan ya en el Barremiense Superior.

Resumiendo, podemos decir:

El Hauteriviense-Barremiense se ha cartografiado en conjunto debido a la dificultad de encontrar el límite exacto entre los dos, aunque se ha encontrado una parte inferior en la que predominan las margas, y una superior, que empieza ya en el Hauteriviense Superior, muy calcárea, donde están comprendidos el Hauteriviense Superior, Barremiense Inferior y Barremiense Superior; este paquete masivo deja de serlo cuando nos acercamos al Umbral, donde encontramos intercalaciones de paquetes margosos y arenosos, aunque no de la importancia de los de la parte inferior del Hauteriviense.

1.4.2 Aptiense

1.4.2.1 *Bedouliense* (C₁₅¹)

Se ha cartografiado como *Bedouliense* aquellas zonas en las que la estrechez del afloramiento o dificultad de identificación ha impedido realizar las divisiones que a continuación expresamos:

1.4.2.2 *Bedouliense basal* (C₁₅₁¹)

Denominamos *Bedouliense basal* a un nivel, generalmente arenoso, equivalente lateral de las «Capas rojas de Morella», que en esta zona está muy reducido de espesor.

Se compone de margas y areniscas de color pardo amarillento, situadas encima de un nivel con *Cylindroporella*, *Textuláridos*, etc., del Barremiense Superior y bajo un nivel de calizas con *Paleorbitolina lenticularis*.

En la zona Este de la Hoja (zona de Sierra Engarcerán-Sarratella) la potencia del nivel no excede de 7-10 m..

Según nos desplazamos hacia el Oeste, las areniscas van desapareciendo. En El Sabater (40° 18' N.; 3° 33' 30" E.) el nivel queda reducido a unos

5-7 m. de margas bajo las calizas con *Paleorbitolina lenticularis*, incluso en el barranco de los Cambrallos, muy cerca del Mas de Sacra (10° 17' 30" N.; 3° 31' 50" E.) se acuña conjuntamente con el Hauteriviense-Barremiense, llegando a desaparecer ambos.

En Peñacalva (40° 19' 20" N.; 3° 30' 30" E.) vuelve a aparecer, y esta vez en facies nuevamente de areniscas con una potencia de 5 m.

Este nivel contiene generalmente *Glauconia lujani* G. *jismetai*, *Paleorbitolina lenticularis* (en algunos sitios no), *Toxaster* sp., etc. La fauna en esta Hoja es más marina que en los alrededores.

1.4.2.3 *Bedouliense calizo* (C_{151}^1)

En toda la zona donde existe Bedouliense aparece un nivel de calizas de unos 20 m., biopelsparitas y biomicritas, con *Paleorbitolina lenticularis*, *Bouei-na hochstetteri* y *Choffatella decipiens*. Se presenta en bancos de 0,40 a 0,80 m. que a veces contienen oolitos.

Este nivel también se acuña en Mas de Sacra (40° 17' 30" N.; 3° 31' 50" Este), cerca del Umbral del Maestrazgo meridional.

1.4.2.4 *Bedouliense Superior* (C_{153}^1)

Equivalente lateral de las «Margas con Plicatulas» de Morella, en esta Hoja aparece de dos formas distintas.

En la zona de Sierra Engarcerán-Sarratella aparecen Biomicritas con Orbitolinas, formando una lumaquela de *Paleorbitolina lenticularis*, con un aspecto muy típico y marcando un nivel blando en el relieve. Contiene, además, *Choffatella decipiens*, *Everticyclammina greigi* O. (M), *texana*.

En la zona Oeste de la Hoja, bajo las calizas con Toucasias y dolomías del Gargasiense, vuelve a su facies típica de margocalizas con Equínidos, Terebrátulas, etc.

En Rocas del Sol (40° 12' 50" N.; 3° 32' 20" E.), el Bedouliense descansa transgresivo sobre el Kimmeridgiense (posiblemente el Superior), estando compuesto dicho subpiso por un paquete de calizas de más de 40 m. con intrasparitas ferruginosas, biomicritas y microbiosparitas conteniendo *Paleorbitolina lenticularis*, *Sabaudia minuta*, *Orbitolina (Mesorbitolina) texana*, *Bouenia hochstetteri*, *Lithocodium aggregatum*, *Lamelibranaquios*, etc.

1.4.2.5 *Gargasiense* (C_{15}^2)

Se inicia el Gargasiense con una biomicrosparita en bancos de 0,40 a 1,5 metros, color gris en superficie fresca, con *Orbitolina (Mesorbitolina)*, gr. *texana*, *Choffatella decipiens*, *Everticyclammina greigi*, Miliólidos, etc., de

una potencia aproximada de 20 m. En ellas aparecen las primeras Toucasias, aunque escasas.

Unos 20 m. de dolomías y calizas dolomíticas siguen al tramo anterior, y sobre ellas unos 50-70 m. de biosparitas y biomicritas con Orbitolinas y Toucasias, formando generalmente un cejo potente en el que prácticamente no hay margas intercaladas. Se presenta en bancos de 0,40-1 m. de potencia.

A partir de estas calizas masivas comienzan unas calizas nodulosas con Toucasias, que suelen bajar estratigráficamente según nos desplazamos hacia el Oeste. A partir de estas calizas nodulosas se define la «Serie de Tránsito» que nos sirve muchas veces como indicador de la Tectónica en zonas horizontales donde sólo aparece el Gargasiense. Es una diferenciación litológica más que estratigráfica.

1.4.2.6 Serie de Tránsito (C₁₅₋₁₆²⁻⁰)

Como ya dijimos anteriormente, sobre las calizas masivas y tableados del Gargasiense se dispone una serie de calizas nodulosas, también del Gargasiense, que posiblemente incluyen el Clansayense; se trata de biomicritas y biopelsparitas con *Nautiloculina oolithica*, *O. (Mesorbitolina)*, gr. *texana*, *Everticyclammina greigi*, *Pseudocyclammina hedbergi* y abundantes Toucasias de gran tamaño. En estas calizas nodulosas se intercalan bancos finos, no mayores de 1 m., de margas con Orbitolinas. En general este tramo es bastante duro, dando resaltes en la topografía. Su potencia aproximada es de 60-80 m.

Poco a poco la serie se hace menos calcárea, hasta convertirse en una alternancia de intrabiosparitas y margas verdosas de potencia parecida, desapareciendo las Toucasias. Este tramo debe de constituir la «Serie de Tránsito» propiamente dicha, ya que esta alternancia nos lleva hasta el Albiense. Su potencia aproximada es de 20 m.

En la zona Norte, esta serie llega hasta el Albiense Inferior, y en la zona SO., las últimas calizas del Tránsito contienen Melobesias de las facies Vimport, con *Kymalithon belgicum* y *Agardhiellopsis cretacea*.

1.4.2.7 Gargasiense-Albiense Inferior (C₁₅₋₁₆²⁻¹)

Denominamos así a un tramo comprensivo que va desde el Gargasiense a la Serie de Tránsito, inclusive.

La cartografía cubre aquellas zonas en las que no se pudieron separar los dos tramos anteriormente citados.

1.4.3 Albiense (C₁₆)

Una serie arenosa se deposita a continuación del tramo anterior. Va desde el Albiense Inferior hasta parte del Superior. Comienza con una al-

ternancia de intrasparitas, arcillas y areniscas amarillentas, continúa con unas areniscas muy sueltas, que incluso toman aspecto de arena, de color amarillento, con estratificación cruzada, y coloreada a veces por concentraciones ferruginosas. Contienen mica, y hacia el E. son bastante caolínificas.

Hacia el techo aparecen otra vez las calizas, en bancos de 4-5 m., con pátina de color pardo sucio y color marrón-rojizo en superficie fresca.

Estas arenas son el paso lateral de las arenas del Albiense de Utrillas, sólo que aquí el ambiente de deposición es parálico. Para distinguirlas de las facies Utrillas han sido denominadas «Areniscas del Maestrazgo» (J. CARNEROT y P. SOUQUET, 1972).

1.5 CRETACICO SUPERIOR

1.5.1 Albiense Superior-Cenomaniense (C₁₆₋₂₁³⁻⁰)

Sobre las «Areniscas del Maestrazgo» descansa una alternancia de calizas (micropelsparitas, intrabiomicritas, biomicritas y biopelsparitas), con *Orbitolina* gr. *concava aperta*, *Trocholina lenticularis* y *Neorbitolinopsis conulus* y de margas con *Exogyra flabellata*.

A continuación, una serie que nos identifica el Albiense Superior en tránsito al Cenomaniense, denominado también Vraconiense; es calcárea y contiene como fauna fundamental *Neoiraquia cuvillieri*, cuyo paratipo se encuentra en Más de Raconet (40° 14' 20" N.; 3° 35' 45" E.).

A continuación una caliza, en general de colores claros y de aspecto marmóreo, perteneciente ya al Cenomaniense, que contiene como fauna más importante:

Praealveolina cretacea tenuis y un cortejo menos importante de *Cuneolina pavonia*, *Paracoskinolina* n. sp., etc.

La potencia máxima no excede los 100 m.

1.5.2 Albiense Superior-Turoniense (C₁₆₋₂₂³⁻⁰)

Hacia el Más de la Perdigana (40° 18' 30" N.; 3° 39' 20" E.) existe un afloramiento del Cretácico Superior en el que no se pudo separar el Cenomaniense del Turoniense, ya que el contacto se produce en dolomías (dolo-esparitas), de color rosado. La fauna encontrada es semejante a la descrita anteriormente, pero apareciendo posiblemente especies nuevas. Las dolomías son azoicas.

1.5.3 Turoniense-Senoniense (C₂₂₋₂₆)

En la parte Sureste de la Hoja, hacia Mallá Gosa (40° 10' 50" N.; 49' 25" Este), sobre una alternancia de calizas y dolomías, aparecen micritas con

intraclastos negros de hasta 4 cm. de tamaño; este nivel en la Ibérica se suele situar en el tránsito del Cenomaniense al Turoniense, paso de facies marinas a facies marino-lagunar; de todas formas no se pudo determinar bien la situación de este nivel.

1.5.4 Coniaciense-Mastrichtiense (C₂₃₋₂₆)

En el corte del Cretácico Superior de Más de Perdigana (40° 18' 30" N.; 3° 39' 20" E.), sobre las doloesparitas del Turoniense aparecen unos 30 metros de biomicrita y biopelsparitas en bancos de 0,40 a 0,8 m. de color crema claro, con restos de Radiólidos, Miliólidos y Textuláridos datados como Coniaciense y Santoniense, en relación con las capas homólogas de la Cadena Ibérica.

A continuación, una micrita lacustre muy blanca, azoica, del Santoniense, en bancos finos, no mayores de 0,40 m. y sobre ellos nuevamente micritas con Miliólidos y Discorbis.

Sobre las micritas con Discorbis aparece una secuencia compuesta por: micritas azoicas en bancos de 0,80 m., que hacia su techo toman un aspecto conglomerático, y sobre ellas unas margas azoicas también lacustres, repitiéndose unas cuatro o cinco veces la secuencia, que acaba con una micrita con Miliólidos y Textuláridos. Todo ello puede pertenecer al Santoniense.

El recubrimiento nos impide ver el tránsito al Campaniense, y cuando logramos ver nuevamente los afloramientos nos encontramos con micritas con Gasterópodos y Charáceas, pertenecientes probablemente al Campaniense-Mastrichtiense.

El conjunto Coniaciense-Mastrichtiense no sobrepasa los 50 m. de afloramiento visible.

1.6 Terciario

1.6.1 Chatiense-Mioceno (T_{c33-c1}^{A-B})

Con la denominación T_{c33-c1}^{A-B} nos referimos a una enorme masa de conglomerados, de cantos heterométricos, generalmente calizos, con cemento arenoso y con alguna intercalación de arenisca.

El encontrarlos siempre ligeramente inclinados (en el pueblo de Cuevas de Vinromá llegan a buzar hasta 15°) nos hace pensar que su deposición debió producirse cuando aún funcionaban las fallas de dirección Catalana, e incluso anteriormente.

Como los encontramos en Plá de la Coma (40° 14' 20" N.; 3° 37' 20" E.) transgresivos sobre el Jurásico, podemos suponer que con estos conglomerados se inicia la deposición Terciaria.

La potencia puede llegar a los 100 m. En los conglomerados podemos encontrar bloques de hasta 1 m³ de caliza.

Como cambio lateral de estos depósitos groseros se pueden ver, generalmente hacia el centro de los valles, alternancias de areniscas y margas arcillosas con Charáceas.

1.6.2 Chatiense-Mioceno (Tm)^{A-B} c33-cl

Se trata de unas alternancias de margas arcillosas de colores rojizos y amarillentos y de intraesparitas algo margosas de color beige muy claro con superficies nodulosas generalmente azoicas al microscopio, en bancos de hasta 5 m.

DUPUY DE LOME en el estudio de esta Hoja, en el año 1965, data estas calizas como Pontienses, ya que encontró *Planorbis* sp. en ellas.

Es difícil la correlación de esta serie margo-calcárea con la conglomerática-arenosa, ya que no encontramos afloramientos que nos la relacionen.

De todas maneras podemos atrevernos a decir que la serie calcárea es la más alta, aunque parte de ella puede ser un paso lateral de las areniscas y margas, ya que el paso a caliza puede producirse en la cuenca, tanto hacia el techo como lateralmente.

Sobre las calizas y concordantes con ellas, hemos visto una alternancia de areniscas, conglomerados, calizas y margas, lo que nos indicaría un nuevo rejuvenecimiento de la cuenca, aunque sólo lo pudimos ver en un punto, cerca del paraje Forques (40° 14' 20" N.; 45' 30" E.).

En resumen: Unos potentes conglomerados nos anuncian el establecimiento de la cuenca Terciaria. La facies de éstos parecen ser derrubios de ladera, lo que nos indicaría que el área fuente debiera ser los montes de los alrededores. Al irse estabilizando la cuenca se empiezan a depositar areniscas y margas, y hacia el final las calizas y margas, pudiendo existir en toda la serie indentaciones de los conglomerados, que pueden ocupar el centro de la cuenca esporádicamente.

El ambiente de sedimentación es continental o lacustre.

La potencia de la serie arenosa y calcárea no se puede medir por falta de afloramientos, pero hemos podido apreciar en algunos puntos que puede sobrepasar muy bien los 40 m.

1.7 CUATERNARIO

1.7.1 Rambla QR

Formado por el lecho del río, con sus depósitos actuales, etc., y compuesto por gravas de cantos de caliza de tamaño entre 2 y 25 cm., con algo de arena suelta entre los cantos.

La potencia del lecho de grava puede llegar a los 10 m.

1.7.2 Cuaternario indiferenciado Q

Incluimos los derrubios cuaternarios más altos que el lecho actual de los ríos, formados por aglomerados más o menos brechoídes de las rocas de la zona, envueltos en abundante arcilla y la mayoría de las veces muy cementados por el caliche.

1.7.3 Conos de deyección QCd

Compuesto por algunos conos de deyección formados junto a las grandes Sierras, y de algunos «pie de monte» mezclados con pequeños conos de deyección.

1.7.4 Coluvión QC

Se han diferenciado algunos coluviones, generalmente muy cementados, que nos impedían ver las rocas infrayacentes.

2 TECTONICA

La Hoja de Cuevas de Vinromá se encuentra situada dentro de la zona fallada, en relación con el cuadro de la Tectónica general de la región (fig. 1).

La característica fundamental de su estilo tectónico la componen la enorme red de fallas verticales que dividieron la Hoja en fosas y pilares pequeños y grandes.

En la zona Este, los movimientos Neokimméricos levantan un Umbral de una anchura media de unos 14 km.

Los plegamientos Alpídicos debieron afectar la zona de la Hoja, produciendo pliegues suaves que fueron completamente enmascarados y destruidos por fallas posteriores.

Desde Culla a Sierra Engarcerán pasaba un sinclinal que dejaba ver los términos más altos de la serie Mesozoica que aquí se depositó.

Un anticlinal, de dirección Ibérica también, nos saca la banda del Jurásico, que va desde El Boquerón (40° 17' 20" N.; 3° 30' E.) hasta el Plá de la Coma (40° 14' 20" N.; 3° 37' 40" E.), estando situado su eje aproximadamente en el río Monleón.

En la etapa de distensión posterior a los esfuerzos Alpídicos, un sistema de fallas verticales nos cuarteja la zona, formando gran cantidad de fosas y pilares que nos desdibujan los pliegues anteriores.

En la Hoja de Segorbe vemos cómo las fallas verticales, que tienen dirección Catalana NE.-SO. (LLOPIS LLADO) rompen los ejes de dirección Ibérica (Alpídicos).

ESQUEMA TECTONICO
(S. CANEROT)

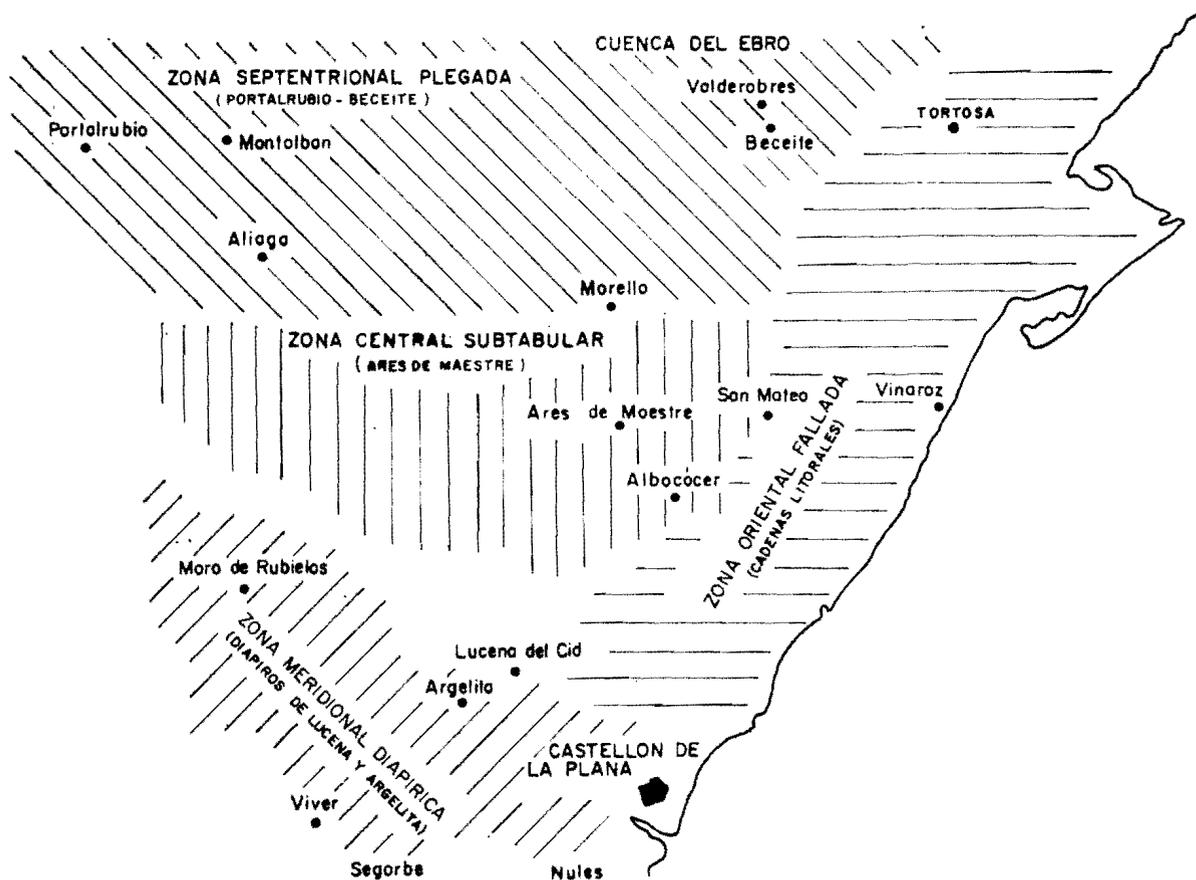


Figura 1

Muchas de estas fosas sirven de vaso de recepción de la cuenca Terciaria.

Las fallas continúan activas aún después de depositarse el Terciario, así, por ejemplo, vemos las calizas del mismo buzando 35° e incluso fallas afectando los conglomerados.

El salto de las fallas puede llegar a ser grande. Así, por ejemplo, la falla paralela a la rambla Corbonera situada en la estribación E. de Sierra Espaneguera, llega a poner en contacto el Oxfordiense Superior con el Cenomaniense, dando un salto superior a los 1.100 m.

Sierra Espaneguera es un pilar enmarcado por dos fallas paralelas de dirección catalana NE.-SO., perdiendo rápidamente importancia hacia el Sur.

Otra falla de cierta importancia es la que al N. de Sierra Engarcerán (pueblo) pone en contacto el Portlandiense-Valanginiense con el Cenomaniense, con un salto aproximado de 600 a 700 m.

Es interesante observar cómo hacia el Norte de la Hoja muchas de las fallas importantes tienen una tendencia a alinearse en dirección E.-O., en cambio, hacia el Sur, van tomando la dirección catalana.

En general, una serie de fallas paralelas a la costa suben y bajan grandes bloques del Mesozoico y delimitan la Paleomorfología antes de iniciarse el período erosivo.

Muy posiblemente, primero se debieron iniciar las grandes fallas (siempre de dirección catalana) y a continuación todo un cortejo de fallas menores, sintéticas y antitéticas con respecto a ellas, que formaron esta complicada red.

Zonas de milonitización nos marcan las roturas, y en su defecto, siempre encontramos brechas en las zonas de paso.

Es de interés recalcar que los bloques Mesozoicos bascularon a la vez que fueron levantados o hundidos.

Hay que anotar la posición diapírica del Keuper en la zona de Sierra Espaneguera. Eso significa que nos acercamos a la zona diapírica meridional (Lucena de Cid), donde los bloques rígidos de terrenos Jurásicos y Cretácicos han deslizado sobre el Triás.

Sabemos, en definitiva, cuáles son las tres etapas esenciales de la formación del edificio tectónico:

- plegamientos con anticlinales y sinclinales suaves de orientación ibérica,
- diapirismo,
- tectónica de fallas con orientación catalana. Pero no conocemos la edad exacta de estos fenómenos tectónicos terciarios.

3 HISTORIA GEOLOGICA

A excepción de algunos afloramientos de Keuper, a favor de fallas, no aflora el Trías en la Hoja, aunque debe encontrarse bajo el Jurásico, y su composición debe ser semejante a la descrita en la Hoja de Villafamés.

El Lías y Dogger aparecen dolomitizados posiblemente en relación con el juego del Umbral del Maestrazgo meridional. De todas maneras, comparando con los afloramientos de la misma edad de zonas cercanas, podemos decir que su ambiente de sedimentación es nerítico.

Después del Calloviense Medio se produce probablemente una emersión de la zona, produciéndose una laguna estratigráfica en la que falta el Calloviense Superior y el Oxfordiense Inferior, encontrándose como «hard-ground» una caliza oolítica ferruginosa.

Finaliza aquí el primer ciclo del Jurásico.

A continuación se produce la transgresión del Oxfordiense Superior con ambiente francamente marino (abundan las pelmicritas con Ammonites).

Sigue este segundo ciclo con un Kimmeridgiense también francamente marino, pero hacia el final del mismo y principio del Portlandiense termina con dolomías y calizas epicontinentales.

El mar comienza a retirarse hacia el E. hasta el Valangiense, terminando así el segundo ciclo sedimentario. Un «hard-ground» nos marca la zona de desaparición del Valangiense.

La epirogénesis Neokimmérica levanta un gran Umbral de dirección NO.-SE., produciéndose emersión y erosión en parte de la Hoja (fig. 2).

La zona O. corresponde a la parte emergida (zona de Umbral), y la E. a la cuenca del Maestrazgo Central, donde continúa la sedimentación.

El juego del Umbral es la causa de que el Berriasiense, Valangiense, Hauteriviense, Barremiense, Bedouliense y parte del Gargasiense vayan desapareciendo al acercarnos a él.

El Hauteriviense es transgresivo de NE. a SO. y el mar avanza hacia el Umbral, aunque su existencia hace que el Hauteriviense se acuñe rápidamente de NE. a SO., según nos acercamos a la zona emergida. Así, por ejemplo, al Norte de la Hoja de Albocácer, el Hauteriviense pasa de tener varios centenares de metros a acuñarse por completo en la zona de Culla de la Hoja de Cuevas de Vinromá, lugar donde se encontraba el borde Norte del Umbral en esa época (ver fig. 3).

En la zona E. de nuestra Hoja (Cubeta del Maestrazgo Central) el Hauteriviense se deposita y tiene un importante espesor, que va desapareciendo al acercarnos hacia el O. (Zona de Umbral).

Un arrecife paralelo y muy cercano al Umbral se forma en el Hauteriviense, y en la zona comprendida entre el Umbral y el arrecife (Zona de

ESQUEMA DE LA SITUACION DEL UMBRAL DEL MAESTRAZGO MERIDIONAL

CUEVAS DE VINROMA

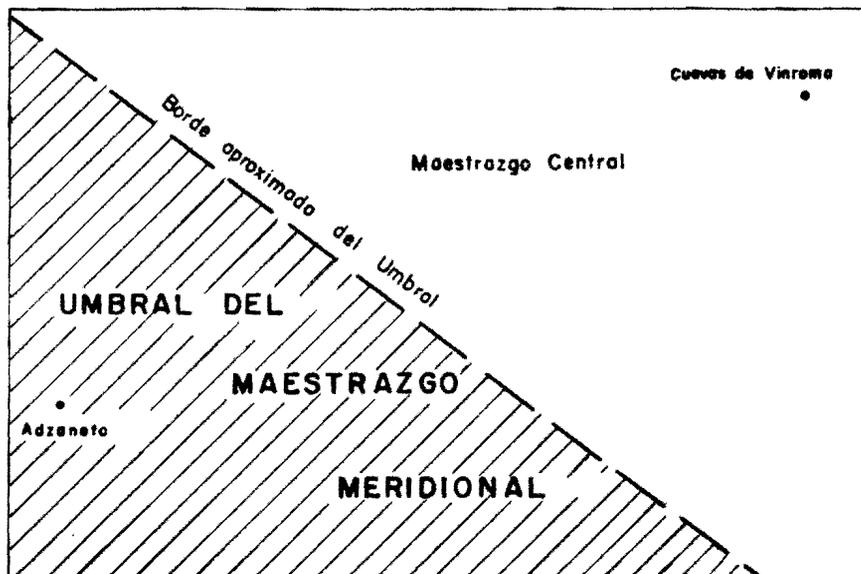


Figura 2

En la figura 1 delimitamos el borde Norte de este Umbral, que se forma con la tectónica Neokimmérica, y que J. CANEROT denominó «Umbral del Maestrazgo Central».

Callo) se depositan arenas y margas, habitando Gasterópodos y Charáceas.

El Barremiense es más marino y se depositan calizas con *Cilindroporella*, *Choffatella* y *Textuláridos*.

En el Bedouliense Basal se produce un episodio regresivo de alcance regional, depositándose areniscas y margas (capas Rojas de Morella), representación de unos sedimentos deltaicos.

En el Bedouliense se produce la transgresión que cubrió la parte Sur del Umbral en nuestra Hoja, ya que vemos este subpiso colocado sobre el Kimmeridgiense, pero en la zona Norte de la Hoja el Umbral sigue emergido y vemos cómo el Bedouliense se acuña casi al mismo tiempo que el Haute-riviense-Barremiense.

En el Gargasiense se produce la transgresión total, y el Umbral queda cubierto por las aguas, unas dolomías que se encuentran en la base del Gargasiense pueden estar relacionadas con dicho Umbral. Un régimen pa-

ESQUEMA PALEOGEOGRAFICO DEL UMBRAL DEL MAESTRAZGO
MERIDIONAL

(AL FINAL DEL CRETACICO INFERIOR)

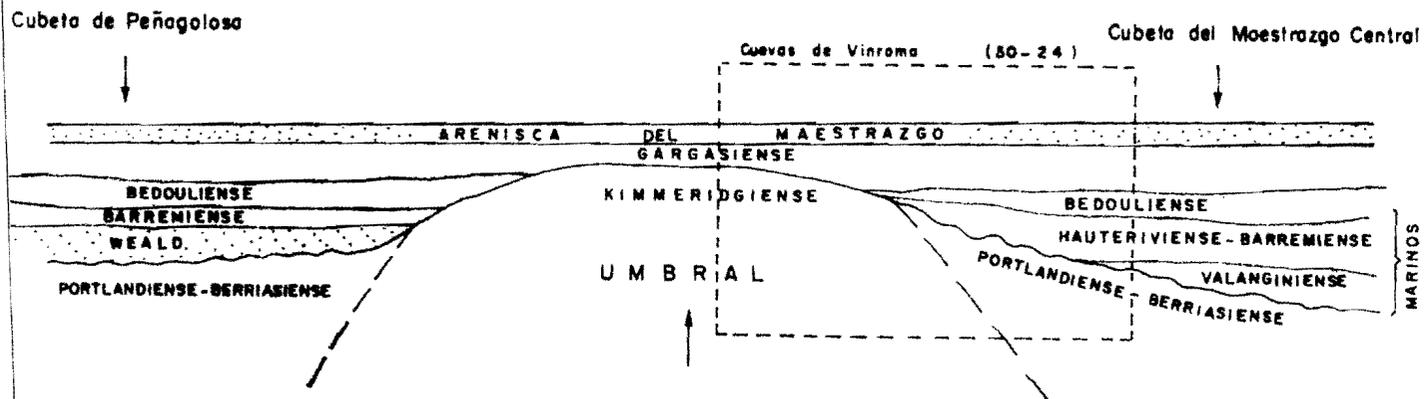


Figura 3

rarrecifal se implanta, abundando las Ostreas y sobre todo las Toucasias.

Continúa este régimen hasta el Albiense, en el cual se produce una regresión general hacia el E., depositándose una arenisca, equivalente lateral parálico del Albiense de Utrillas (fig. 4).

Estas areniscas fueron denominadas por J. CANEROT como «Areniscas del Maestrazgo», ya que no se trata de una facies Utrillas, y dicho término no sería apropiado para denominarlas.

En el Albiense Superior se produce la transgresión hacia el O., que continúa hasta el Santoniense, en el cual se implanta un régimen marino-lagunar que continúa hasta el Maestrichtiense.

A continuación se produce la emersión total de la zona.

Tras los suaves plegamientos Alpídicos y a favor de las grandes fallas Catalánides ya incipientes, que empiezan a marcarnos lo que luego serán las grandes fosas y pilares, se instalan pequeñas subcuencas lagunares que se van rellenando de derrubios de los relieves circundantes. El sistema de fallas Catalánides vuelve a actuar, rompiendo los sedimentos Terciarios.

4 GEOLOGIA ECONOMICA

4.1 HIDROGEOLOGIA Y PETROLEO

Las areniscas del Buntsandstein pueden tener suficiente porosidad y transmisibilidad como para ser buen acuífero, pero no existen afloramientos de ellas en esta zona (cuando emerge en superficie lo hace muy lejos de la Hoja, ya que solamente la encontramos en Villafamés), por lo cual el agua por absorción directa de la roca debería recorrer un largo camino hasta llegar a la zona en estudio, y el manto se debe encontrar afectado por gran cantidad de fallas, todo lo cual hace problemático que las areniscas contengan agua.

El fluido captado por filtración de las aguas caídas en nuestra Hoja debe encontrar muchos mantos más o menos impermeables al atravesar la covertera Cretácica y Jurásica, incluso el Keuper, lo cual hace difícil que este agua llegue a las areniscas.

Algo semejante ocurrirá con las dolomías del Muschelkalk.

Las calizas del Jurásico ya afloran directamente en la Hoja: el Kimmeridgiense, compuesto por micritas, puede ser el peor nivel en cuanto a porosidad y a transmisibilidad.

El Portlandiense, al encontrarse a veces Karstificado, puede tener algo más de interés desde el punto de vista de contenido en agua.

Las calizas del Cretácico Inferior se encuentran bastante diaclasadas y Karstificadas, por lo cual pueden embeber agua.

Las arenas del Albiense pueden constituir el nivel de mayor interés en

EVOLUCION PALEOGEOGRAFICA DURANTE EL CRETACICO SUPERIOR

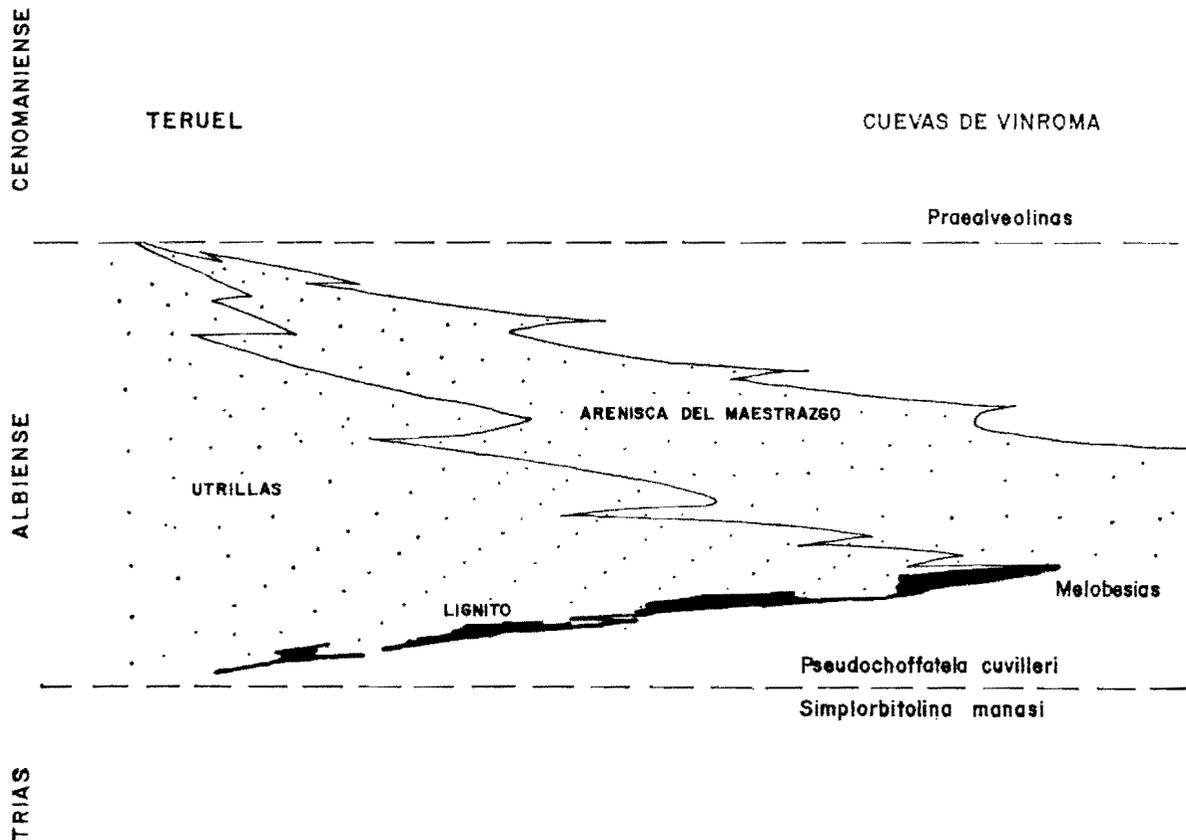


Figura 4

el Mesozoico, ya que tienen gran porosidad y transmisibilidad y afloran bastante en la zona. De hecho, es un nivel con gran cantidad de fuentes en la Hoja, e incluso conteniendo minerales.

La caliza diaclasada y Karstificada del Cenomaniense puede ser una buena superficie de recepción de aguas, que penetrarían hasta encontrar el nivel arenoso del Albiense, quedando gran parte del agua en dicho nivel, ya que las margas de la serie de tránsito y la gran transmisibilidad de las arenas harían esto posible.

El conglomerado Terciario, con gran superficie de afloramiento y buena porosidad y transmisibilidad, es un nivel acuífero de interés.

El Terciario en general puede ser el nivel de mayor interés.

La posibilidad de regadío, la gran expansión del emporio turístico, así como la previsión de instalaciones industriales, hacen muy interesante un estudio más a fondo de las posibilidades acuíferas.

Las areniscas del Buntsandstein, las dolomías del Muschelkalk y las calizas del Jurásico y Cretácico pudieran ser buenas rocas almacén para petróleo, debido a la porosidad de las areniscas y a la gran porosidad que pudiera conceder la Karstificación observada en los tramos calcáreos. Como indicio de petróleo sólo podemos anotar la fetidez de las calizas en general y las del Kimmeridgiense en particular.

Con respecto a trampas de petróleo, no hemos encontrado pliegues de importancia, además están muy fallados y no sabemos si estas fallas pudieran estar selladas.

En la zona del Umbral desaparece gran parte de la serie, elemento a tener en cuenta al calcular espesores de cobertura Mesozoica.

4.2 MINERIA Y CANTERAS

Pobre ha sido la minería de esta zona, tan sólo hubo una explotación minera de cierta importancia ubicada en el paraje de La Mina (40° 18' 40" N.; 3° 35' 10" E.).

Explotan las calizas y dolomías de la base del Aptiense, que se caracterizan por ser muy ferruginosas en esta zona. La forma en bolsadas que presenta el criadero y una ley no muy alta de la mena debieron acabar con las posibilidades financieras de los explotadores.

Algunas pequeñas canteras junto a la carretera sirvieron para arrancar bloques para hacer las defensas de las curvas de la misma.

Existen restos de pequeñas canteras en el Keuper.

La única minería en activo la componen los pequeños empresarios que con palas mecánicas, molinos y cribas, extrean las gravas de las Ramblas triturándolas y seleccionando tamaños para áridos y materia prima para cerámicas.

5 BIBLIOGRAFIA

- BRINKMAN, R. (1931).—«Betikum und Keltiberikum in Südostspanin». *Bectr. Geol. wertl. Mediterangebiete*, núm. 6.
- BRONKMANN, R. (1962).—«Apercu du chaînes ibériques Nord Espagne». Livre P. Fallet, t. I, pp. 291.
- BULARD PF.; CANEROT, J.; GAUTIER, F., y VIALARD, P. (1971).—«Jurassique partie orientale chaînes ibériques». *Cuadernos Geol. Ibérica*, núm. 2, páginas 333-344.
- BULARD, P. E. et CANEROT, J. (1972).—«Données nouvelles stratigraphie Jurassique moyen et supérieur, région Adranete». *C. R. somm. Soc. Géol. Fr.*, núm. 4, p. 170.
- CANEROT, J. (1967).—«Crétacé supérieur Bas-Aragón et Maestrazgo». *C. R. somm. Soc. Géol. Fr.*, núm. 8, p. 345.
- (1971).—«Evolution paléogéophique domaine ibérique oriental pendant Jurassique Supérieur et Crétacée Inférieur-Remaiques sur epirogéném neocimmerienne». 96° Congrès Soc. Savents, Toulouse.
- (1971).—«Jurassique dans partie méridional Maestrazgo: Stratigraphie et Paleogeographie». *Cuadernos Geol. Ibérica*, núm. 2, pp. 232-332.
- CANEROT, J. et EMBERGER, J. (1970).—«Decouverte facies Melobesieés dot "Faciés Vimport" dans Albo-Aptien Chans iberiques». *C. R. Soom. Géol. Fr.*, núm. 5 y 160.
- CANEROT, J. et MOULLADE, M. (1971).—«Valanginien. Faciés marin Maestrazgo-Etude particulière orbitolinidés». *Arch. Sc. féneve*, vol. 28, páginas 207-208.
- CANEROT, J. et SOUQUET, P. (1972).—«Facies "Utrillas" Distintion du Wealdiens, place dans phase d'épendages».
- CARRERAS COSTA, A.; SAAVEDRA GARCIA, J. L.; HERNANZ LOPEZ, A., y HERAS RODRIGUEZ, R.—«Contribución de la zona de Castellón entre Peñíscola-Benicasin y Albocácer».
- DUPUY DE LOME y SANCHEZ LOZANO (1965).—«Mapa Geológico España, 1/50.000, Hoja núm. 593. Cuevas de Vinromá».
- FALLOT, P. y BATALLER, J. R. (1927).—«Itinerario geológico a través de Bajo Aragón-Maestrazgo». *Mem. R. Ac. Cienc. y Art. de Barcelona*, volumen XX, núm. 8, 143 págs.
- FELGUEROSO COPPEL, C., y RAMIREZ DEL POZO, J. (1971).—«Estratigrafía del Jurásico, zona de Teruel-Morella». *Cuadernos Geol. Ibérica*, núm. 2, páginas 439-488.
- HAHNE, C. (1930).—«Cadena celtibérica. Esta línea Cuenca-Teruel-Alfambra». *Publ. alem. Geol. Esp.*, v. II (1943), f. 51-97.

- MOULLADE, M.; BILOTTE, M.; BUSNARDO, R.; CANEROT, J.; FOURCADE, E. y PEYBERMES, B. (1972).—«Valeur stratigraphique et description de *Neoraquia cuvillieri* n-sp. orbitolinidé nouveau. Vraconien-Cénomanien inférieur Pyrénées française et Peninsule Ibérique. *CR. Ac. S., Paris*, t. 275, páginas 2319-2322.
- RIBA, O., et RIOS, J. M. (1962).—«Observaciones structure secteur S. W. chaîne ibérique». *Livre Mem. P. Fallot*, t. I, p. 275.
- SAETTEL (1961).—«Paleogeografía Albense. Cadena Celtibérica España.» *Not. y Com. Inst. Geol. Esp.*, núm. 63, pp. 163-192, «Terrigènes albo-cénomaniens». *C. R. Sc. Paris*, t. 275, pp. 527-530.

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



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA