IGME

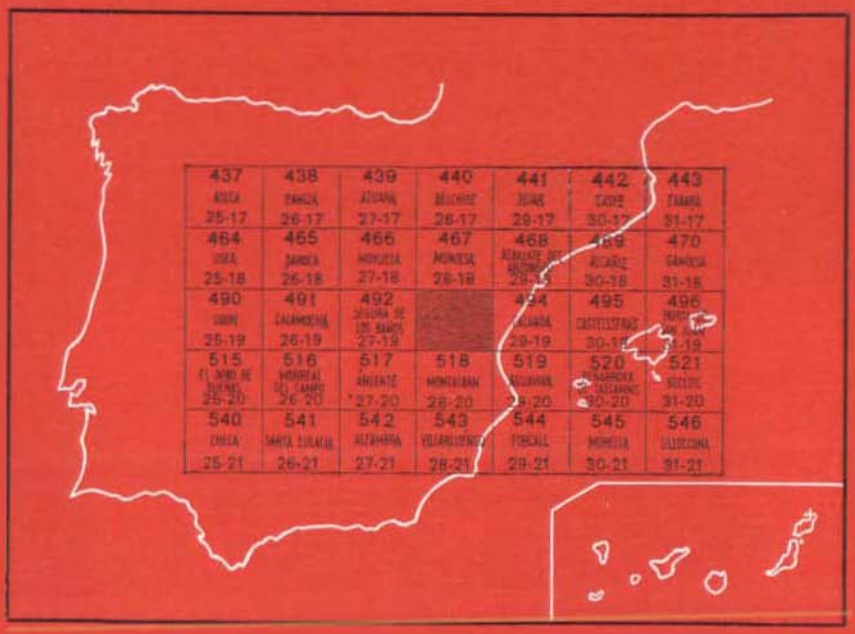
493
28-19

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

OLIETE

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

OLIETE

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por la Empresa Nacional ADARO, de Investigaciones Mineras, S. A., bajo normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido los siguientes técnicos superiores:

En *Geología de campo, síntesis, Macropaleontología y Fotogeología:* Antonio Almela Samper, Indalecio Quintero Amador, Evaristo Gómez Nogueroles y Hermenegildo Mansilla Izquierdo.

En *Micropaleontología:* Indalecio Quintero Amador, Carlos Martínez Díaz y Luis F. Granados Granados.

En *Petrografía:* Aurora Argüelles.

Habiendo prestado *colaboración:* Enrique Orche García, alumno de 5.° curso de E.T.S.I.M. y Juan Ramón Pastor Almagro, alumno de 5.° curso de E.T.S.I.M.

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 - 17.535 - 1977

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

INTRODUCCION

La Hoja de Oliete está ubicada al norte de la provincia de Teruel, dentro del marco de la Cordillera Ibérica, en la región denominada Bajo Aragón. Limita al Sur por las cuencas lignitíferas de Montalbán y Utrillas, y al Norte por las de Ariño.

Numerosos estudios sobre la zona afectan total o parcialmente al área de nuestra Hoja. Se conocen algunos que datan de principios de siglo, pero desde P. FALLOT y J. R. BATALLER, con varios trabajos, entre los que destaca «Itinerario geológico a través del Bajo Aragón y el Maestrazgo» (1927), se consiguen las primeras precisiones importantes.

RICHTER y TEICHMÜLLER, con «Die Entwicklung der Keltiberischen Ketten» en 1933, así como A. ALMELA y J. M. RIOS, con «Estudios sobre el Mesozoico del borde meridional de la Cuenca del Ebro» en 1951, hacen nuevas aportaciones al tema.

En 1963, ENPASA realizó un trabajo cartográfico de la región de Oliete.

Estudios más recientes nos han servido de orientación, tales como algunos mapas de cartografía fotogeológica a escala 1:25.000, dirigidos por el profesor MEKEL y confeccionados por sus alumnos en 1973, así como otros a escala 1:50.000 de 1974.

Ultimamente se han publicado dos tesis que afectan al área estudiada y que aclaran notablemente los problemas que plantea la cartografía de

la Hoja: PHILIPPE MARIN: «Le socie paleozoique et sa converture Permo?-Triasique» (1974), y JOSEPH CANEROT: «Recherches geologiques aux confins des Chaines Iberique et Catalane (Espagne)» de junio de 1974.

1 ESTRATIGRAFIA

1.1 PALEOZOICO (H^{B}_{1-2})

El Paleozoico ocupa, aproximadamente, la tercera parte del cuadrante suroeste de la Hoja. Está situado en el núcleo del anticlinal mesozoico, que en dirección N.-50-O. se extiende desde Montalbán a la Hoz de La Vieja.

Su litología no es muy variada en el área de nuestra Hoja. Está constituida por una serie predominantemente esquisto-areniscosa, con intercalaciones de calizas negras en alternancia rítmica con grauwackas calcáreas oscuras que constituyen una facies flysch. SACHER (1966) considera que se encuentra una serie inferior de 180 m. de potencia y otra superior de 100 m. correspondientes a esta facies, separadas por 15 m. de cuarcita. Por encima de la mencionada facies se encuentra un nivel de 15 m. de esquistos cuarcíticos, formados por una alternancia de areniscas y cuarcitas en plaquitas y esquistos rojos violáceos. Sobre estos niveles yace un conjunto de unos 40 m. de areniscas pardas, con estructuras sedimentarias, y 150 m. de flysch areniscoso constituido por areniscas, grauwackas y esquistos con sedimentación cruzada. La serie termina con unos 180 m. de areniscas, grauwackas y esquistos de sedimentación gradada, y otros 50 m. de areniscas con «ripple marks» y sedimentación cruzada.

La edad de esta formación paleozoica fue considerada como cámbrica-silúrica y devónica, hasta que, en 1966, ORIOL RIBA, por una parte, y SACHER, por otra, la datan como carbonífera, ya que la flora de *Calamites* sp., *Lepidodendron* sp., *Stigmaria* sp., *Sphenophyllum* sp. y *Trigonocarpus* sp. la definen como Namuro-Westfaliense. Por nuestra parte, hemos clasificado restos de Calamites recogidos en el camino de Montalbán a Peñarroyas (697-845,6) y *Eusigillaria* sp. en el de La Hoz de La Vieja a Armillas (706-839,7), que confirman la edad Namuro-Westfaliense.

El rumbo de los horizontes Namuro-Westfalienses es claramente discordante con el Mesozoico encajante y constituye una serie replegada de dirección NNO.-SSE. con niveles, en general, más modernos dentro de la serie paleozoica hacia el borde nororiental del afloramiento, mientras que en la Hoja vecina, por el Oeste (Segura de los Baños), aparecen afloramientos devónicos que hemos tenido ocasión de datar, y otros ordovícicos, de forma que en su conjunto las formaciones más antiguas de nuestra

serie carbonífera aparecen hacia el Oeste de la Hoja, de edad posiblemente viseana, según se indica en el esquema adjunto.

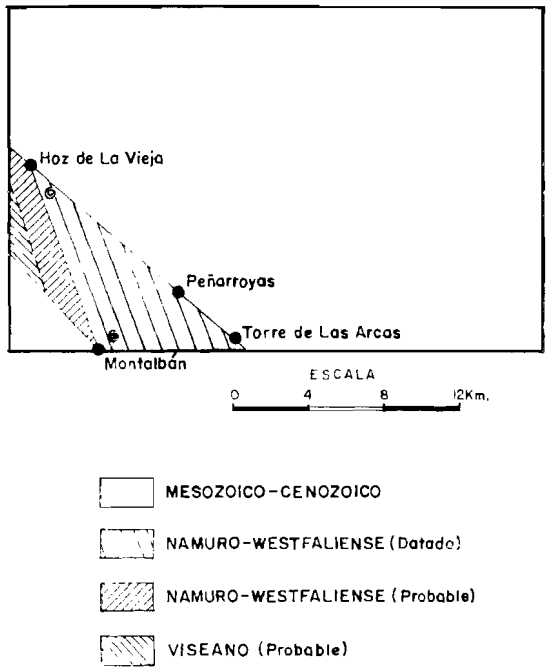


Figura 1

Toda la serie paleozoica aparece cruzada por manifestaciones magmáticas de tipo ácido, constituidas por dioritas cuarcíferas y diabasas cuarcíferas que se presentan en forma de diques o de «sill» (filones-capa) en algún caso.

La edad de dichas manifestaciones magmáticas puede deducirse como posterior al Namuro-Westfaliense, que atraviesan, y anterior al Buntsandstein, que ni es atravesado ni afectado por metamorfismo de contacto alguno.

Esta hipótesis respecto a la edad del magmatismo encaja, en términos generales, con la propuesta por RIBA (1959), DESPARMET y otros (1972), para la Cadena Ibérica Castellana y la Cadena Celtibérica Occidental, que fue datada como Estefaniense C a Permiano basal, si bien en nuestro caso no puede darse un período tan restringido por faltar los términos superiores de la serie carbonífera.

Finalmente indicaremos nuestro opinión de que el magmatismo no ha tenido lugar en una venida única, sino en intrusiones sucesivas, según una secuencia de acidez decreciente.

1.2 TRIAS (T_G)

En todos los afloramientos de la Hoja de Oliete y vecinas el Trías presenta la facies germánica, pero de sus tres pisos clásicos: Buntsandstein, Muschelkalk y Keuper, sólo en el anticlinal de la Hoz de La Vieja-Montalbán, enmarcando el zócalo Namuro-Westfaliense, aparece completo, en tanto que el resto de los asomos triásicos corresponden al Keuper.

En cuanto a la edad del Trías, conviene advertir que en la aplicación de la terminología germánica parece existir una heterocronía que conduce a la consideración de provincias extra-alpinas. Según los estudios de HIRSCH sobre Conodontos de los Catalánides (1966), y otros posteriores de 1971 a 1972 referentes a Israel, Francia meridional y España, le permiten establecer un dominio faunístico particular, limitado a la parte nororiental de España, dentro de la «Provincia Sefárdica», en el que encaja la Cadena Celtibérica Oriental.

1.2.1 **Buntsandstein** (T_{G1})

Los únicos afloramientos de la Hoja de Oliete, correspondientes a esta serie, se encuentran a lo largo y a ambos lados del zócalo paleozoico; en un anticlinal de vergencia SO. Su potencia es variable como consecuencia del dispositivo tectónico que constituye el mencionado zócalo. Aumenta desde La Hoz de La Vieja (60 m.) a Torre de Las Arcas (137 m.). Todo el conjunto es discordante sobre la serie Namuro-Westfaliense, pero se observa en su flanco nororiental acordancia de estratos desde La Hoz de la Vieja a Peñarroyas y discordancia angular desde este pueblo a Torre de Las Arcas, en tanto que en su flanco suroccidental aparece más trastornado.

Su litología se compone de conglomerados de cantos de cuarcita con tamaños comprendidos entre 1 y 10 cm. como base de la formación, sobre los que yacen areniscas rojas vinosas y amarillentas en bancos de potencia variable, con «ripples marks» y estratificación cruzada. Sobre estos bancos reposa una serie de arcillas areniscosas rojas, con intercalaciones de areniscas vinosas, y en su parte superior un pequeño horizonte de margas micáceas y arcillas silíceas en facies Rot que aparece coronada por margas verdosas de la base del Muschelkalk.

Hacia el Noroeste, y ya en las proximidades de La Hoz de La Vieja, el Buntsandstein se acuña por laminación.

Al oeste de nuestra Hoja se cita una formación que Ph. MARIN deno-

mina «Feliciana», constituida por esquistos pelíticos, cuya edad comprendida entre el Namuro-Westfaliense y el Buntsandstein no ha sido reconocida por nosotros.

1.2.2 **Muschelkalk** (T_{G2})

Sobre las formaciones detríticas del Buntsandstein se apoya la serie carbonatada, con intercalaciones locales de margas yesíferas, que constituye el Muschelkalk, de carácter transgresivo, con aumento de su potencia desde La Hoz de La Vieja a Torre de Las Arcas, en donde alcanza los 215 m.

La litología del Muschelkalk se compone, preferentemente, de dolomías y calizas dolomíticas blanquecinas en bancos finamente tableados que, a veces, contienen fucoides.

En la parte superior, los bancos calizo-dolomíticos se hacen más potentes en La Hoz de La Vieja, mientras que hacia Peñarroyas y Torre de Las Arcas, este nivel aparece sustituido por un conjunto de unos 30 m. de potencia, que presenta un carácter evaporítico con margas yesíferas gris verdosas y algunos bancos de dolomías intercalados. En la base del Muschelkalk se encuentran unos niveles de margas pardas o verdosas de 1,5 a 2 m. de potencia.

Localmente se cita una intercalación media margo-yesosa que constituye el «Anhydritgruppe», equivalente al «Tramo rojo intermedio», que se atribuye a VIRGILI (1955), ya reconocido por ALMELA (1953); pero ese nivel desaparece casi totalmente, a partir de La Hoz de La Vieja y en dirección SE., en toda el área que aflora en la Hoja. A unos 2 Km. al NO. de Peñarroyas se le reconoce con dificultad como pequeños lechos de margas yesíferas entre calizas dolomíticas finamente tableadas, por lo que parece un cambio lateral de facies, en provecho de los bancos carbonatados.

En Torre de Las Arcas, a unos 500 m. del pueblo, y hacia la parte alta de la serie calizo-dolomítica (698-850), se encuentran lumaquelas de *Nucula gregaria,* MUNSTER; *Myophoriopis nuculiformis,* ZENKER, y *Miophoriopis* sp.

Esta parte alta de la formación, por encima del «Anhydritgruppe», contiene *Daonella lomelli* (WISSMANN) y *Tardogondolella mugoensis* (DIEBEL), que definen una edad Ladiniense Superior basal o Langobardiense. Por nuestra parte, no hemos tenido la suerte de encontrar ese nivel de Conodontes que HIRSCH (1972) cita por primera vez en este sector de la Ibérica y que le permite su datación cronoestratigráfica.

En cuanto a los afloramientos del Muschelkalk, en la Hoja de Oliete, quedan exclusivamente reducidos al área SO., enmarcando el zócalo paleozoico, sobre el Buntsandstein, sin que se aprecie discordancia angular, a pesar de su carácter transgresivo epicontinental sobre los niveles anteriores. El flanco suroccidental del anticlinal presenta accidentes más vio-

lentos, de tal manera que el Muschelkalk aparece en seudoconcordancia con el Buntsandstein hacia la mitad meridional de los afloramientos, pero cabalgando a su vez a una escama de Paleozoico y al Cretácico. Sólo a la salida de la Hoja, por su borde occidental, se presenta la sucesión completa de todos los niveles del Trías.

1.2.3 Keuper (T_{G3})

Sobre los niveles del Muschelkalk, en el ángulo suroccidental de la Hoja, se encuentra el Keuper en concordancia aparente, sin que se pueda señalar con precisión la edad de su límite inferior, al parecer Langobardiense Superior o Cordevoliense Inferior.

Por otra parte, no resulta fácil reconocer el Keuper basal en este sector, por cuanto existe un rasgo geomorfológico en forma de barranco longitudinal entre los niveles altos del Muschelkalk y los inferiores del Keuper, lo que da lugar a fenómenos de solifluxión en la ladera nororiental que impiden un análisis minucioso de la serie del Keuper en esta zona.

El resto de los afloramientos se encuentran ubicados en una faja septentrional como asomos interrumpidos, pero de gran persistencia, en los núcleos desmantelados de anticlinales.

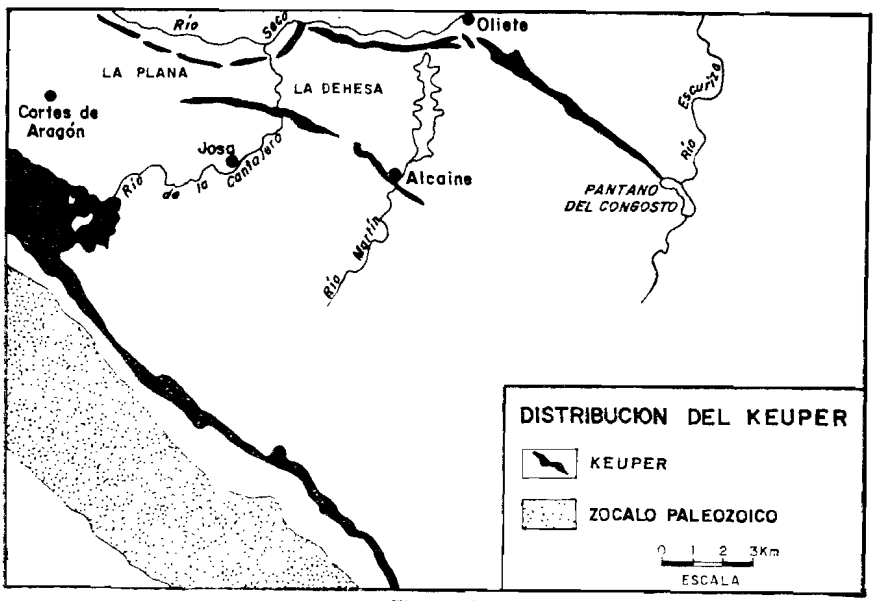


Figura 2

La alineación más septentrional tiene una dirección que, en general y salvo desdoblamientos, es oeste-este. Se extiende desde unos 3 Km. al nordeste de Cortes de Aragón hasta las cercanías de Oliete, como una orla al sur del río Seco.

Otra alineación, más meridional, se dirige desde el paraje «La Plana» hasta el denominado «La Dehesa», con una dirección sensiblemente paralela a la anterior, pero antes de cruzar el río de La Cantalera se inflexiona suavemente para alcanzar un rumbo que hacia su tramo final, ya cerca de Alcaine, es claramente SE. Y paralela a esta dirección se extiende, entre Oliete y el pantano del Congosto o del río Escuriza, la tercera y última alineación según el eje del anticlinal correspondiente.

La composición de los materiales del Keuper es bastante uniforme, con margas arcillosas varioladas yesíferas y algunos bancos de yesos trabeculares que corresponden, estos últimos, a los niveles superiores.

En todo el conjunto predominan los tonos verdosos y rojizos típicos de esta facies evaporítica.

La potencia del Keuper es variable, desde unos 60 m. medidos en el anticlinal de Oliete-Congosto, hasta los 84 señalados en la columna de Torre de las Arcas, pero siempre difícilmente determinables, como consecuencia de engrosamientos originados por fenómenos tectónicos que removilizan sus materiales plásticos y dan lugar a ciertos accidentes estructurales de notable interés.

La mancha de Keuper más extensa está ubicada en torno a La Hoz de La Vieja, bordeando el zócalo Paleozoico en concordancia aparente con la serie triásica anteriormente depositada, mientras los asomos al otro lado del mencionado zócalo son discontinuos, pequeños y sumamente tectonizados.

1.3 JURASICO (J)

1.3.1 **Retiense-Hettangiense** (T_{A33}-J_{11})

Sobre el Trías de facies Keuper yace, en la región, un conjunto dolomítico cuya edad, en detalle, es indeterminada, tanto por lo que se refiere a su límite inferior como al superior, incluso a la escala de las Cadenas Ibéricas «sensu lato».

En la zona estudiada no es posible aportar argumentos paleontológicos que permitan resolver el problema, pero aun así, el cambio litológico en la columna estratigráfica permite cartografiar el conjunto dolomítico como una unidad bien diferenciada. Consideramos como techo de la formación una serie caliza banqueada de edad Sinemuriense.

Según Ph. MARIN, el examen de las isopacas del «Infralías» y de las isopacas acumuladas del «Infralías» más el Sinemuriense s.l. demuestra que la localización, la naturaleza, la amplitud y el funcionamiento de los

dispositivos paleogeográficos parecen más de acuerdo con los del Lías suprayacente que con los del Trías. De acuerdo con ese criterio, hemos procedido en la cartografía a la agrupación del Retiense con el Hettangiense, pero respetamos la ubicación cronológica del primero en el Trías, según las normas del MAGNA, con las que nos identificamos plenamente, por cuanto en España, las carniolas pueden presentar un hiato por encima, en tanto que su existencia presupone siempre la de un Keuper infrayacente. Nos apartamos así, ligeramente, de la línea en que se colocan CANEROT, 1971; MOUTERDE, 1971; MEKEL y VAN DER MEER MOHR, 1971, y MOISSENET y otros, 1972, que consideran las dolomías como exclusivas del Lías Inferior, aunque sin una argumentación decisiva de tipo paleontológico.

La sucesión litológica es de una gran monotonía, a base de carniolas, que sólo presentan algunos matices diferentes en su tonalidad o en la potencia y estratificación de los bancos, pero siempre bajo la misma composición petrológica, sólo alterada, en las tres alineaciones suprayacentes al Keuper de la parte septentrional, por una recurrencia de facies evaporítica, con yesos que desaparece hacia el Sur, en tanto que muestra un desarrollo mucho mayor al norte del área estudiada (ALMELA y RIOS, 1962).

La litología del Retiense-Hettangiense, con dolomías azoicas, sugiere unas condiciones de sedimentación mediolitorales de tipo lagunar, con el agua del mar como fuente de alimentación de magnesio, que pasa a través de un cordón litoral, ya sea por canales, por filtración o, finalmente, por desbordamiento durante las mareas vivas. En ese medio, de facies supralitoral o mediolitoral, se producen, esporádicamente, precipitaciones de yeso que dan lugar a un aumento de la relación Mg/Ca, de manera que se forman salmueras magnesianas, capaces de producir una dolomitización masiva, y, en consecuencia, nos inclinamos por una acción penecontemporánea con la sedimentación e interpretamos la deposición de yesos intermedia en la columna del conjunto Retiense-Hettangiense como un episodio de cierta duración en condiciones supralitorales, sin aporte marino, es decir, una emersión ligera de corta duración, pero de bastante amplitud, que afecta a las regiones septentrionales del área estudiada.

La potencia del conjunto dolomítico es variable, aunque siempre alrededor de los 200 m.

En el Anticlinal de Alcaine aparecen, sobre los últimos bancos de dolomía, 6 m. de calizas bioclásticas amarillas, con Dasycladáceas, Solenoporáceas y Lituólidos de edad dudosa, cuya microfacies es atribuible al Hettangiense.

1.3.2 **Sinemuriense** (J_{12})

Esta formación de calizas y margocalizas se separa con facilidad del

conjunto infrayacente en atención a sus características litológicas; pero, por el contrario, su límite superior es bastante artificial, lo que da lugar a su incorporación al Pliensbaquiense por la mayoría de los geólogos que estudian la región. No obstante, creemos reconocer suficientes rasgos morfológicos, litológicos y hasta de tipo paleontológico, para considerar el Sinemuriense como una unidad independiente.

En la base de la formación se encuentran calizas litográficas a sublitográficas (micritas), con niveles esporádicos de entroques (biomicritas) e incluso de oolitos en bancos de potencia variable de 0,80 a 0,10 m., pero con un neto predominio de los primeros y muy pobres desde el punto de vista paleontológico. En lámina transparente se observan, localmente, Ostrácodos, espículas de Equinodermos, algas Solenoporáceas y algunos microforaminíferos, como *Trochamina, Gaudryna* y *Lenticulina gr. pupa.*

La aparición de ciertos Desmodontes, como *Pholadomya, Pleuromya* y *Ceromya* entre otros, señala el final del Sinemuriense y el comienzo del Pliensbaquiense, con bancos calizos y margocalizos de escasa potencia, que se traducen, morfológicamente, en laderas más suaves que las del Sinemuriense.

La potencia total de la unidad litoestratigráfica que hemos definido como Sinemuriense es variable desde una decena a 50 m.

1.3.3 **Pliensbaquiense** (J_{13})

Ya hemos indicado que la aparición de Myaceos, tímidamente al principio y muy clara después, coincidente con la reducción de potencia de los bancos de calizas y margocalizas y una eclosión excepcional de formas fósiles, señalaba la separación entre el Sinemuriense y el Pliensbaquiense.

El techo de la formación se reconoce fácilmente por el cambio litológico de la sedimentación, que pasa de rítmico en las biomicritas (calizas y margocalizas), a bancos potentes de calcarenitas y calcirruditas fosilíferos que imponen un rasgo morfológico característico en la topografía de la zona. Numerosas Braquiópodos, especialmente del género *Rhynchonella* (hasta una docena de especies), y en menor proporción *Terebratula, Waldheimia* y *Aulacothyris*, caracterizan todos los niveles del Pliensbaquiense, entre los que se incluyen los de calcarenitas que acabamos de citar y hemos datado como Domeriense (zona Spinatum). Los Lamelibranquios también se encuentran con gran profusión, entre los que se pueden citar en primer término los Pectináceos con los géneros *Entolium, Pseudopecten, Pecten, Chlamys* y *Plagiostoma;* los Desmodontes antes citados y otros más costeros, como: *Mytilus, Harpax, Arctostrea, Exogyra*, etc. Tampoco faltan los Ammonites en los diversos niveles, como: *Amaltheus, Lioceratoides, Aegoceras, Crucilobiceras, Dumortieria* y *Pleuroceras spinatum*, BRUG. Hacia la parte

inferior de la columna se encuentran los *Aegoceras capricornius*, SCHL., y *A. lamellosus*, d'ORB. Por encima, *Nautilus intermedius*, SOW, de tamaño notable, y ya en el Domeriense, *Pleuroceras spinatum*, BRUG. Menos frecuentes, aunque también presentes, son los Belemnites, como: *Nannobelus* y *Passaloteuthis rhenanus*, OPPEL, y finalmente se encuentran en varios niveles gasterópodos clasificados como: *Glauconia*, *Natica pelops*, d'ORB., y *Pleurotomaria*, que alcanzan un gran tamaño en el Domeriense. Toda la fauna recogida de un buen número de muestras del Pliensbaquiense-Domeriense nos ha permitido determinar más de sesenta especies diferentes, en tanto que la microfauna, más banal, da *Entroques*, *Espículas*, *Ostrácodos*, *Lagénidos*, *Glomospira*, *Gaudryna* y *Lingulina* para el Pliensbaquiente, y casi los mismos para el Domeriense, junto con *Ammodiscus*, *Ammobaculites*, *Cornuspira* y *Lenticulina quenstedti*.

1.3.4 **Toarciense** [J_{14}]

Aparece en todas las estructuras en las que aflora el Lías Inferior y Medio, como estrechas bandas según la dirección de los ejes estructurales. Está constituido litológicamente por margas amarillas a rojas, con finos bancos margocalizos (biomicritas) intercalados.

En la columna estratigráfica de Obón se observa, en su base, por encima del Domeriense, un nivel de margas rojas con gran abundancia de *Spiriferina* y otros Braquiépodos, a las que suceden bancos margocalizos finos y margas amarillas blanquecinas, con *Hildoceras bifrons*, BRUG, así como abundantes Terebratuláceos y Lamelibranquios.

En general, puede decirse que la litología del Toarciense es muy similar a la del Pliensbaquiense, si bien en aquél hay predominio de margas, lo que se acusa en la topografía y, por otra parte, está magníficamente representado desde el punto de vista paleontológico, como sucede también en el Pliensbaquiense. En este aspecto es de resaltar el predominio de los Terebratuláceos sobre los Rhynchonelláceos, contrariamente a lo que sucede en las formaciones infrayacentes.

Entre las Terebrátulas hemos determinado como especialmente frecuentes el *Lobothyris punctata* (SOW) y *L. subpunctata* (DAV.). Igualmente abundantes son: *Epithyris submaxillata* (SOW), y en menor grado *Zeilleria cornuta*, SOW; *Z. lauberti*, DESL.; *Waldheimia carinata*, SOW, y *Waldheimia lycetti*, DAV. En total se han determinado dieciocho especies diferentes de Terebratuláceos correspondientes a numerosas muestras recogidas en todo el área estudiada.

De los Rhynchonellaceos, sólo son relativamente frecuentes la *Homoeorhynchia cynocephala*, RICH., y en menor proporción *Rhynchonella batalleri*, DUBART, y *R. subtriqueta*, CANAVARI.

Del género *Spiriferina* reconocemos la especie *S. alpina*, BUCH, y su

variedad *falloti*, CORROY, muy por encima en número de la *S. nicklesi*, CORR., y *S. rostrata*, SCHLOT.

Hemos determinado también una nutrida representación de lamelibranquios: Pectináceos, Ostráceos, Desmodontes y Anisomiarios, cuya lista es excesivamente larga para ser reproducida.

Finalmente nos parece interesante citar la relación simplificada de las especies más importantes de Ammonites procedentes de diferentes afloramientos de la Hoja:

Harpoceras falcifer, SOW;
Bouleiceras nitescens, THEVENIN;
Hildoceras bifrons, BRUG.;
Orthildaites orthus, BUCK;
Mercaticeras mercati (HAUER);
Dactylioceras commune (SOW);
Pseudogrammoceras fallaciosum, BAYLE;
Grammoceras striatulum (SOW), y
Hammatoceras insigne, SCHUB.

Para MOORE, las cinco especies primeramente citadas pertenecen al Toarciense Inferior; sin embargo, conviene establecer alguna matización de acuerdo con BUCKMAN. Así, el *Harpoceras falcifer*, SOW, corresponde a la zona falciferum del Toarciense, o sea, la *hémera falciferi*, que hace el número 2, contadas de abajo arriba, de las diez en que divide el Toarciense. El *Hildoceras bifrons*, BRUG, pertenece a la *hémera bifrontis* (número 3).

El *Mercaticeras mercati* (HAUER) y el *Dactylioceras commune* (SOW) son de la zona «commune» situada por encima de la anterior.

El *Pseudogrammoceras fallaciosum*, BAYLE; *Hammatoceras insigne*, SCHUB, y *Grammoceras striatulum* (SOW), pertenecen a la parte alta del Toarciense, y concretamente este último permite la datación de la *hémera striatuli* (número 6) de BUCKMAN.

Finalmente, el *Graphoceras concavum* (SOW), que hemos clasificado, pertenece a la zona «concavum» o parte terminal del Aaleniense. Define la *hémera concavi* número (16), mientras para MOORE es Bajociense Inferior, y lo mismo sucede con la *Geyerina fasciata*, BUCK, que también hemos determinado.

Otras especices de Ammonites determinadas adolecen de falta de precisión, y lo mismo sucede con los Belemnites y los Nautilus, pero el conjunto de Braquiópodos, Lamelibranquios y otros grupos, junto a los anteriormente considerados (con un total que supera las ochenta especies diferentes), permite contemplar un cuadro completo del Lías Superior, al menos en ciertas áreas.

Nuestra insistencia sobre el particular queda justificada por el hecho de

que se le atribuye al Dogger de la región una sucesión estratigráfica variable y perturbada, lo que lleva a algunos paleontólogos a señalar un hiato generalizado en el Aaleniense, incluso agrandado al Bajociense Inferior y Medio por arriba y al Toarciense Superior por abajo.

No estamos de acuerdo con tales generalizaciones, hechas a veces sobre una base paleontológica muy parcial. A nosotros mismos nos sorprende la inexistencia en nuestras clasificaciones de ciertas especies de Ammonites del Toarciense Superior y Aaleniense, tan frecuentes en otras regiones, pero por una parte existe una representación, aunque pobre, de estos niveles, y por otra, disponemos de grupos que permiten completar el cuadro. Así, en el corte de Obón, sobre la barra calcarenítica del Domeriense, aparece un nivel de Spiriferina (muy abundante) correspondiente al Toarciense Inferior, sin que se encuentren Ammonites en la parte basal de la formación. En los niveles más altos aparece un tramo caracterizado por Plagiostoma con varias especies, algunas de gran tamaño, e inmediatamente encima un nivel calizo de poca potencia que parece una lumaquela de Ammonites, entre los que se puede datar el ya citado *Graphoceras concavum* (SOW) del Aaleniense terminal, como un nivel de condensación en tránsito al Bajociense «sensu lato».

No observamos, por tanto, hiato alguno demostrable ni paleontológica ni sedimentológicamente («hard ground»), sino tan sólo cambios batimétricos de importancia relativa en la región estudiada.

1.3.5 **Dogger** (J_2)

La litología del Dogger es variable en el dominio de la Hoja, pero sin apartarse mucho de un esquema general a base de calizas nodulosas rojizas, arenosas glauconíticas amarillentas, grises oscuras o pardas, con una potencia no superior a la 10 m. para todo el Bajociense.

Paleontológicamente está representada la zona «murchisonae» por la *Geyerina fasciata*, BUCK, y la zona «concavum» por *Graphoceras concavum* (SOW), hémeras 14 y 16, respectivamente, de BUCKMAN, y Bajociense Inferior para MOORE (en cuya obra no se considera el Aaleniense).

Por encima aparecen los niveles de Sonninia, claramente bajocienses (hémera 18), *Frogdenites spiniger*, BUCK, y *Stephanoceras humphriesianus* (SOW) del Bajociense Medio, y finalmente los *Leptosphinctes* (zona subfurcatum), *Spiroceras bifurcati*, OUENST, del Bajociense Superior, y Cadomites en tránsito al Bathoniense.

El Bathoniense está representado por calizas grises blanquecinas a amarillentas con «filamentos» y episodios de oolitos a veces ferruginosos, especialmente hacia su base (oobiomicritas), con *Procerozigzag sieboldi*, OPPEL.

La potencia en el conjunto de afloramientos oscila entre 8 y 15 m.

En la mayoría de los afloramientos la serie jurásica termina con el Bathoniense, sobre el que se encuentran los niveles eocretácicos transgresivos.

Sin embargo, al norte de la Hoja, en la proximidad relativa de Oliete, se encuentra el nivel de condensación ferruginoso, tan conocido en la Ibérica. El afloramiento que presenta mayor continuidad es el ubicado al oeste de Oliete, en una orla que festonea la concavidad del río Seco; al norte de éste y con menor extensión, en asomos esporádicos, se encuentra también, a unos 3 Km., al este del mencionado pueblo y en la rama sur del anticlinal Oliete-Pantano de Congosto.

Está bien definido paleontológicamente el Calloviense Inferior y Medio, como sucede en tantos otros lugares de la Ibérica que hemos estudiado. No hemos dedicado una atención especial a estos niveles tan manidos en la región, pero también podemos señalar la ausencia del Calloviense Superior en las determinaciones paleontológicas. Algunos Ammonites globulosos atribuibles al *Kheraiceras cosmopolitum*, PARONA, datan el Calloviense Inferior, en tanto que el Medio está caracterizado por la *Reineckeia anceps* (REINECKE).

1.3.6 **Oxfordiense** [J_{31}]

Se encuentra situado por encima del nivel de condensación del Calloviense Inferior y Medio con ausencia del Superior y, generalmente también, del Oxfordiense Inferior y Medio, de manera que el Oxfordiense Superior es directamente transgresivo sobre el citado nivel de condensación. Su litología es de calizas margosas.

En nuestra Hoja sólo aparecen estos afloramientos del Jurásico Superior en las zonas donde se encuentra el Calloviense Inferior y Medio, pero siempre con un escaso desarrollo que hace difícil su expresión cartográfica.

La fase kimérica que da lugar a la erosión de los posibles depósitos jurásicos, superiores al Oxfordiense, deja como únicos testigos los escasos asomos, que hemos citado, en los que se encuentra principalmente el *Arisphinctes plicatilis* (SOW), como fósil más representativo.

El *Fehlmanites jurensis* (JEANNET), clasificado por nosotros, llevaría al Oxfordiense Inferior la transgresión en algún lugar (714,6-849,6), pero el hallazgo es demasiado esporádico para ser tenido en cuenta.

1.4 CRETACICO (C)

Tras los movimientos neokiméricos, acaecidos al final del Jurásico, tiene lugar la deposición del Cretácico, que se inicia con una facies wealdense

para continuar con una sedimentación marina durante el Aptiense, el régimen continental del Albiense (facies de Utrillas), la vuelta a facies marina en el Neocretácico y la regresión general finicretácica.

1.4.1 **Neocomiense-Barremiense en facies Weald** (C_{w11-14})

El umbral «La Pedriza»-Gargallo (Fig. 3), que se extiende al SE. de la Hoja, subsidiario de otro más amplio, Ejulve-Molinos (CANEROT, 1974), impide la deposición, en este área del Bajo Aragón, de los niveles eocretácicos de facies marina. Por el contrario, en todo el territorio estudiado se encuentra una facies weald bien representada, que reposa discordante sobre cualquier término de la serie subyacente. Su edad es imprecisa, claramente Barremiense en algunos puntos, no puede ser descartada en este área la que corresponde al Neocomiense, al menos en su parte superior.

La litología se compone de arcillas arenosas oscuras a rojas (lutitas), margas limosas verde-grisáceas, alternancias de calizas micríticas y margas, así como calizas blancas con Charáceas.

En las arcillas rojas de la base se encuentran algunas Charáceas, como: *Perimneste ancora*, GRAMB; *Globator trochiliscoides*, GRAMB; *Nodosoclavator* sp., y *Flabellochara* sp. En estos niveles bajos hemos encontrado, en el pueblo de Josa (709,8-845,5), junto al río de La Cantalera, un diente de Crocodílido que clasificamos como *Goniopholis crassidens*, OWEN, frecuente en el Weald de Inglaterra. En la serie calizo-margosa situada sobre los niveles anteriores hemos determinado algunos Ostrácodos: *Fabanella ornata* (STEG), *Teriosynoecum fittoni*, *Darwinula leguminella* y *Darwinula oblonga*, y también hemos determinado *Atopochara trivolvis*, *Globator trochiliscoides* y otras Charáceas.

En la parte de la serie de Josa, una muestra determinada por GRAMBAST dio una edad Barremiense, probablemente superior, con:

Atopochara trivolvis trivolvis, PECK, y
Flabellochara sp.

De todas las clasificaciones hechas principalmente con Charáceas y Ostrácodos se deduce la existencia segura del Barremiense, sin que se pueda descartar el Hauteriviense.

En cuanto a la potencia de la facies Weald, puede decirse que es variable, aunque generalmente comprendida entre 40 y 100 m. hacia la parte central de la cuenca (Oliete-Alcaine-Obón-Josa).

1.4.2 **Beduliense** (C^{1}_{15})

Sobre el Barremiense en facies weald yacen en transgresión marina los niveles del Beduliense de naturaleza caliza. Solamente en un pequeño aflo-

ramiento situado aproximadamente 1 Km. al norte de Gargallo se apoya discordante sobre el Retiense-Hettangiense.

El Beduliense presenta facies diferentes, pero en general su litología está compuesta de calizas y margas con predominio de las primeras. En algunas zonas comienza por calizas bioclásticas (biomicritas) de escasa potencia, con Orbitolínidos y calizas ocres (biomicroesparitas), con intercalaciones margosas amarillentas, en las que se encuentran gasterópodos, tales como:

Vicarya lujani, VERN;
Vicarya pizcuetana, COQ;
Cerithium turneforti, COQ, y
Cerithium vilanovae, VERN-LOR.

Estas faunas indican condiciones salobres y no un régimen marino propiamente dicho. La separación con el Gargasiense no está claramente diferenciada y la hemos hecho de acuerdo con un cambio litológico, ya que la fauna clasificada no da la precisión suficiente para ello.

La potencia total del Bedouliense es bastante variable, pero a lo sumo alcanza los 40 m. (Alcaine).

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

Encima de las calizas del Beduliense hay una formación predominantemente margosa, cuya base hemos tomado como separación con el Gargasiense, aunque el criterio paleontológico no resulte totalmente decisivo. La serie margosa puede alcanzar una potencia de unos 80 m., y la serie caliza superior, hasta 60. Todo el conjunto es muy fosilífero, tanto las margas como la biomicroesparita. Los braquiópodos son escasos, sólo algunos ejemplares de *Terebratula acuta*, QUENST, y *Terebratula sella, SOW;* y lo mismo sucede con los coralarios, de los que hemos determinado la especie *Parasmilia aptiensis*, PICT-REM. También son raros los equínidos, representados por el *Heteraster oblongus*, LUC, que en ocasiones aparecen en la parte basal. Por el contrario, son frecuentísimos los lamelibranquios, de los que hemos clasificado 73 especies diferentes, correspondientes a los géneros Exogyra, Ostrea, Anomia, Pholadomya, Panopaea, Cyprina, Lima, Neithea, Astarte, Cardium, Venus, Anatina, Mytilus, Trigonia, etc.

Los gasterópodos están representados en proporción muy inferior por:

Turbo intermedius, LAND;
Rostellaria landereri, BATALLER;
Aporrhais simplex, COQ, y
Scalaria coquandi, LAND.

También se encuentran Tylostomas y Naticas de distribución irregular, así como Briozoarios, Ostrácodos, Textuláridos y Algas.

1.4.4 **Albiense** [C_{16}]

Se presenta a escala regional bajo la facies clásica de Utrillas (pueblo situado en la Hoja de Montalbán, 28-20), discordante sobre cualquier término de la serie subyacente.

La litología está constituida por sedimentos clásticos continentales: arcillas arenosas blancas o abigarradas, ferruginosas y esporádicamente lignitíferas. Localmente pueden presentarse facies conglomeráticas y arcosas que, por meteorización, dan lugar a formaciones caoliníferas.

La potencia está comprendida entre límites muy variables en dependencia con el substrato, siendo generalmente máximo el espesor cuanto más moderna sea la serie subyacente y en relación con ese esquema paleogeográfico, está también la presencia o ausencia de lignitos, según la existencia o no, respectivamente, de un Aptiense por debajo del Albiense.

En términos generales, puede decirse que en ningún punto de la Hoja la potencia sobrepasa los 200 m. En el corte desde el Aptinse del norte de Gargallo a La Muela, la sucesión de niveles es la siguiente: ocho metros de areniscas y arcillas arenosas abigarradas, un metro y medio de lignitos, dos metros de arcillolitas ferruginosas, tres metros de areniscas varioladas, doce metros de areniscas claras con sedimentación cruzada, un nivelillo de cinco centímetros con algas ferruginosas, seis metros de arcillas abigarradas, una intercalación de metro y medio de arenisca, otros doce de arcillas abigarradas y, finalmente, unos cuarenta metros de areniscas varioladas claras o rojizas. La potencia total de esta zona es de unos noventa metros.

En cuanto a la edad de esta facies de Utrillas, puede decirse que es bastante imprecisa, puesto que sólo ha podido ser datada puntualmente dentro de un ámbito regional muy amplio, entre un Albiense Inferior con Ammonites (Hoja de Villarluengo, 28-21) y un Vraconiense con Orbitolínidos (Villarluengo, 28-21, y Aguaviva, 29-20). En nuestra Hoja, la edad inferior no ha podido aclararse, pero la superior (área de Crivillén) corresponde efectivamente a un Cenomaniense basal marino o Vraconiense terminal.

1.4.5 **Cenomaniense** [C_{21}]

Sobre el Albiense en facies Utrillas yace transgresivo el Cenomaniense marino. La implantación de este nuevo régimen no se establece de forma brusca, sino, por el contrario, mediante una serie de pulsaciones que dan lugar a la sedimentación esporádica de margocalizas de carácter salobre o supralitoral y tonos grises en alternancia con bancos rojos de aspecto continental.

En la región de Crivillén aparecen, sobre la facies de Utrillas, dos me-

tros y medio de margocalizas versicolores, otros diez de tonos grises, un banco de ochenta centímetros de margocalizas nodulosas rojas, otros cuatro metros y medio de alternancias grises y rojas, con predominio de las primeras, y finalmente una sedimentación típicamente marina de facies infra, medio o circalitoral (inferior a 100 m.). Los primeros 18 m. corresponden a un posible Vraconiense que hemos integrado en el Cenomaniense.

El límite superior del Cenomaniense lo hemos situado en el cambio de talud natural de toda la serie, sin que tengamos argumentos paleontológicos decisivos en los 20 m. de caliza dolomitizada que coronan la formación cenomaniense, que, por exclusión de estos niveles y la incorporación de un posible Vraconiense en su base, da una potencia total de 80 a 90 m.

Entre los fósiles clasificados destacan, por su abundancia, los lamelibranquios: Cardium, Anisocardia, Cyprina, Corbula, Venus, Arca, Exogyra, Pycnodonta, etc. También existen gasterópodos: *Turbo rhotomagense*, d'ORB, y *Scalaria cf. guerangeri*, d'ORB. De los organismos bentónicos hemos determinado los equínidos: *Pseudodiadema delicatulum*, LOR, y *Hemiaster lusitanicus*, LOR.

En los niveles inferiores del Cenomaniense (posible Vraconiense), antes de la implantación del régimen francamente marino, se encuentran calizas finamente tableadas (de 1 a 3 cm.), con asociaciones faunísticas que confieren a las placas un alto valor ornamental. Son frecuentes:

Mytilus striatus-costatus, d'ORB;
Mytilus ornatus, d'ORB;
Fulpia pinguis, STEPH, y
Anomia aff. refulgens, COQ, etc.

1.4.6 **Turoniense** [C_{22}]

Los veinte metros de dolomías a que hemos aludido en el apartado anterior presentan todos los aloquímicos afectados por la dolomitización en un porcentaje de ésta, entre 90 y 100 por 100, lo que sugiere un proceso epigenético.

Se nos ha indicado la existencia de Prealveolinas en bancos menos dolomitizados de otras áreas fuera de la Hoja. Ignoramos si dichos bancos son correlacionables con los nuestros, en cuyo caso se trataría de un Cenomaniense; o son diferentes, con lo que la edad permanecería indeterminada. Desde luego, hemos tratado de confirmar este extremo, pero no ha sido posible ningún hallazgo en la serie en cuestión.

Los niveles superiores han sido perfectamente datados. Se trata de una veintena de metros de caliza arrecifal con Rudistos de canales que clasificamos como *Caprinula boissy*, d'ORB, y también se encuentran *Radiolites angeoides*, LAPEIROUSE, y *Biradiolites arnaudi var. runensi*, CHOFF.

1.4.7 **Senoniense** (C_{23-28})

En toda el área de la Hoja sólo reconocemos el Senoniense en una estrecha faja que corta la carretera de Alcolea del Pinar a Tarragona, a unos dos kilómetros y medio de La Mata de los Olmos (699,2-864,7). Se trata de unos niveles de margocalizas nodulosas, abigarradas, calizas microcristalinas oolíticas y criptocristalinas con intraclastos, de facies supra a medio-litoral, que yacen sobre el Turoniense arrecifal con fuerte buzamiento. La mencionada banda se encuentra de nuevo a unos dos kilómetros y medio al SO. de La Mata de los Olmos («Cantera de La Pedriza»), donde aparecen lumaquelas de:

Venus caperata, SOW;
Panopaea sp., y
Nucula sagittata, d'ORB.

La microfauna está bien representada por *Ostrácodos*, talos y oogonios de *Charáceas*, *Briozoos*, *Lagénidos*, *Discorbis* y *Rotalina cayeuxi*.

En la «Cantera de La Pedriza» se han clasificado: *Neoendothyra*, *Vidalina*, *Discorbis*, *Nummoloculina*, *Ostrácodos* e *Idalina antiqua*, que definen una edad Santoniense.

La potencia reconocida es muy pequeña, entre 10 y 15 m.

1.5 TERCIARIO (T)

Toda la serie terciaria se deposita en facies continental, por lo que resulta difícil la separación, no ya sólo de pisos, sino incluso de sistemas. Por otra parte, ni la litología ni las debatidas discordancias tectónicas arrojan demasiada luz a los problemas cronoestratigráficos. Para la representación cartográfica hemos establecido cuatro conjuntos: Paleoceno, Eoceno-Stampiense, Chattiense-Mioceno Medio y finalmente Mioceno Superior-Plioceno.

1.5.1 **Paleoceno** (T^{A}_{C1})

Aflora en la parte nordeste de la Hoja, en el sinclinal que se extiende según la carretera de Calanda a Oliete, aproximadamente entre los Km. 39 (cota 632) y 36. Otra pequeña corrida cruza en dirección SO.-NE. el río Escuriza hacia el Km. 34 de dicha carretera y, finalmente, la faja que festonea el conjunto terciario al este del «Campillo». Su facies es Garumniense, con margas de color rojo ladrillo y algunos conglomerados de matriz margoarenosa. Se apoya directamente sobre el Albiense, aunque pudiera hacerlo sobre términos más antiguos y, a su vez, queda cubierto en su mayor

parte por el Chattiense-Mioceno e incluso por el conjunto Eoceno-Stampiense.

El Paleoceno, en toda el área estudiada, está bien definido por abundantes ejemplares de *Vidaliella gerundensis* (VIDAL) asociados a *Microcodium*, que en ausencia de la Vidaliella no tiene carácter decisorio, aunque puede servir como criterio si se tiene en cuenta la litología y la posición estratigráfica.

La potencia no es fácilmente evaluable, debido a la transgresividad de los niveles superiores. En el sinclinal de la carretera de Calanda a Oliete, medimos unos 50 m. en su rama norte.

1.5.2 Eoceno-Stampiense (T^{A}_{c2-32})

La parte superior de este conjunto ha sido bien datada por la fauna de vertebrados de Montalbán. Su parte inferior resulta sumamente enigmática, porque no es muy neta la supuesta discordancia entre el Paleoceno y este conjunto que comprende el Oligoceno hasta el Chattiense y acaso el Eoceno, probablemente en parte.

Se podrían admitir, en principio, cuatro hipótesis:

a) El Paleoceno comprende en su parte superior algunos niveles eocenos.
b) El Eoceno está totalmente representado en serie comprensiva con el Oligoceno.
c) Falta totalmente el Eoceno.
d) Hay un hiato que afecta a una parte del Eoceno.

La hipótesis *a)* sólo podría ser admitida si la *Vidaliella gerundensis* (VIDAL) fuera ubiquista y se encontrara en niveles supra-paleocenos, lo que es rechazable de acuerdo con el estado actual de los conocimientos paleontológicos.

La posible discordancia entre el Paleoceno y la serie suprayacente hace poco probable la hipótesis *b)*, y al mismo tiempo la *c)*, porque la coincidencia cronológica de la nueva deposición con el comienzo del Sistema Oligoceno sería demasiado casual.

En consecuencia, nos inclinamos por la hipótesis *d)*, sin que podamos señalar la parte del Eoceno no existente.

Por otra parte, las fases de plegamiento clásicas: Pirenaica, Helvética y Sávica que pudieran aportar alguna luz sobre el problema cronoestratigráfico, no son invocables por cuanto la intensa actividad orogénica observada en determinados puntos del valle del Ebro desmienten aquella concepción clásica. En San Lorenzo de Morunys, en la garganta abierta por el río Cardonar, se observa una sucesión de estratos en abanico. De esta manera se pasa insensiblemente de un Eoceno Superior vertical, incluso ligeramente volcado al Sur, a un Mioceno horizontal y transgresivo, sin que la discor-

dancia de 90 grados entre los extremos de la serie tenga ninguna época paroxísmica, sino discordancias sucesivas y no medibles de estrato a estrato. El fenómeno que comentamos (observado también en otros puntos del valle del Ebro) demuestra que el plegamiento es continuo y que las discordancias ocasionalmente observables obedecen generalmente a una falta de panorámica que permite apreciar la sucesión completa de estratos.

En la región de Montalbán este conjunto es claramente discordante con la serie infrayacente, ya que puede apoyarse en cualquier unidad anterior.

Su litología es fundamentalmente margoareniscosa de tono asalmonado, con intercalaciones conglomeráticas esporádicas (lutitas, ruditas y arenitas), con una potencia de varios cientos de metros, difícilmente evaluable en muchas zonas, aunque en el dominio de nuestra Hoja se aproxima a los 300 m. como máximo.

1.5.3 **Stampiense** (T^{A}_{c32})

Sólo está determinado en la esquina suroccidental de la Hoja, donde existe el único control cronoestratigráfico (696-841,2).

El único control cronoestratigráfico (696-841,2) corresponde al yacimiento de vertebrados y moluscos de Montalbán, citado en 1926 por FALLOT, P., et BATALLER, R. sobre el que existen varias publicaciones: THALER, L.; VIANEY-LIAUD, M., y CRUSAFONT PAIRO, M.

De acuerdo con la lista faunística, que por su extraordinaria importancia transcribimos, se puede datar como equivalente a la llamada zona de La Sauvetat (aproximadamente Stampiense Medio):

THERIDOMYDAE:

Theridomys crusafonti, THALER;
Theridomys vanans, THALER;
Pseudoltinomys aff. *gaillardi* (STEHLIN, 1951), y
Pseudoltinomys nanus, THALER.

GLIRIDAE:

Glivarus sp., y
«*Dryomys*» sp.

CRICETIDAE:

Eucricetodon aff. *huberi* (SCHAUB, 1925), y
Pseudocricetodon montalbanensis, THALER.

EOMYDAE:

Eomys cf. *zitteli*, SCHCLOSSER, 1884.

CASTORIDAE:

Steneofiber sp.

PERISSODACTYLA:

Plagiolophus cfr. *fraasi* (MEYER);
Anoploterido ind.;
Chasmotherium minimum, FISCH;
? *Ronzotherium* sp.;
? *Aceratherium filnoli*, OSE, y
? *Aceratherium albigensis*, ROM.

ARTIODACTYLA:

? *Dichobume* sp.;
Elomeryx sp.;
? *Anthracotherium alsaticum*, CUV.;
Caenoterido ind., y
Cryptomeryx sp.

REPTILIA:

Crocodilidos Ind. (? *Tomistoma)*, y
Quelonios ind.

INSECTIVORA:

Insectivoros ind., y
? *Neocrogymnurus.*

MARSUPIALIA:

? *Paratherium* sp.

CREODONTOS:

Hyaenodon.

CARNIVORA:

Cynodictis aff. *palmidens*, TEILH.;
Pachycynodon aff. *tenuis*, TEILH., y
Pachycynodon aff. *dubius*, TEILH.

Los moluscos citados por FALLOT y BATALLER son:

Hydrobia dubuissoini, DESH., y
Otopoma cadurensis, NOUL.

1.5.4 **Chatiense-Mioceno Medio** (T_{c33-1}^{A-Bb})

Este conjunto horizontal o subhorizontal yace en discordancia sobre cualquier término anterior de la serie, incluso sobre el Eoceno-Stampiense, tanto

más acusada cuantos más horizontes falten en virtud de la discordancia progresiva sintectónica que hemos admitido.

Litológicamente se compone de conglomerados rojos poligénicos en alternancia irregular con areniscas y margas areniscosas, con neto predominio de los primeros (ruditas, arenitas y lutarenitas).

En la parte NE. de la Hoja aparece suavemente plegado en un sinclinal E.-O., que se extiende al norte del Km. 34 de la carretera de Calanda a Oliete. En las margas rojizas intercaladas entre los conglomerados, unos 200 m. al NO. del mencionado kilómetro (861,2-714,3), se encuentran numerosos gasterópodos que hemos clasificado como *Helix christoli*, MATH, de edad miocena indeterminada (Vindoboniense-Pontiense).

Más al Sur se extiende, en dirección O.-E., otro sinclinal mioceno muy amplio y suave como prolongación del que se ubica en el Albiense de «El Campillo», que llega el sur de Alloza.

Hay en toda el área estudiada amplios afloramientos atribuibles a este conjunto, como las manchas de la región noroccidental, la central (muy extensa) y la del borde oriental, todas ellas de características litológicas similares y potencias difícilmente estimables, aunque no parecen inferiores a los 200 m.

1.5.5 **Mioceno Superior-Plioceno** (T_{C12-2}^{BC-B})

Este tramo está representado únicamente al este de la Hoja, en un afloramiento en forma de artesa invertida, frecuente en el Pontiense, que se extiende en torno al vértice Mata (924 m.), con una coronación de calizas blanquecinas que protegen la base de la formación constituida por unos 30 m. de margas asalmonadas (lutitas).

Las calizas son generalmente micritas, aunque existen bancos de biomicroesparita con juntas de estratificación margosas (lutarenitas y lutitas).

Los fósiles no son característicos, aunque están representados por Ostrácodos, como *Cyprideis* sp. y calcificaciones de algas Cianoficeas.

Su potencia total oscila entre 70 y 80 m.

1.6 CUATERNARIO (Q)

Los depósitos cuaternarios, de muy diversa génesis, se encuentran ampliamente repartidos, encajados en depresiones, aunque no faltan los conos de deyección y los depósitos de ladera.

Los afloramientos observados carecen de clasificación cronológica, ya que faltan los criterios paleontológicos y su datación sólo puede basarse en rasgos morfológicos y genéticos que permitan al menos una estratificación relativa.

1.6.1 **Pleistoceno** (Q_1T)

Se trata de terrazas en conexión con redes fluviales actuales. Aparte de algunas de escasa extensión, no representadas, se han cartografiado las de la margen izquierda del río de La Cantalera, en las cercanías de La Hoz de La Vieja. Están formadas por cantos rodados poligénicos y arcillas, por encima de la cota 900 m., con potencia de 10 a 15 m. y cuyos materiales han sido retrabajados por accidentes hidrológicos más modernos, tales como el Barranco del Salado, que producen discontinuidades en la extensión superficial de las terrazas.

1.6.2 **Holoceno** (Q_2)

Está constituido por los conos de deyección (Q_2Cd) que se observan al norte de la carretera entre Vivel del río Martín y Montalbán (esquina suroccidental), encajados en las formaciones estampienses, y principalmente por los aluviales Q_2Al de toda la red fluvial actual que citamos en el apartado de Hidrogeología.

2 TECTONICA

Todo lo que hemos dicho en el apartado de Estratigrafía, así como la propia expresión cartográfica del plano y sus cortes geológicos, nos absuelven de un examen minucioso de la tectónica de la Hoja. Bastará, por tanto, encajarla en el marco regional y proceder al análisis somero de los movimientos orogénicos y epirogénicos, con una descripción final sucinta de las estructuras.

2.1 MARCO ESTRUCTURAL REGIONAL

La zona objeto de nuestro estudio forma parte de la Cadena Celtibérica hacia su terminación oriental, limitada al Norte por la cuenca terciaria del Ebro. Se integra en el ámbito conocido por el Bajo Aragón, donde la tectónica tangencial da lugar a pliegues y cabalgamientos, generalmente con vergencia norte, inducidos por un efecto del zócalo paleozoico, relativamente somero, en acción conjunta con los materiales plásticos del Keuper liberados a causa de la erosión sobre las charnelas de los anticlinales. No se trata, por consiguiente, de una tectónica diapírica propiamente dicha, sino de la cooperación de un empuje plástico movilizado por el plegamiento alpino y la actividad erosiva subsiguiente.

2.2 EDAD DE PLEGAMIENTOS

Aparte de la Tectorogénesis Herciniana que afecta el ángulo SO. de la Hoja, el carácter transgresivo de varias formaciones ante-cenozoicas sugiere la existencia de fases precoces de la Tectorogénesis Alpina, que alcanza su mayor intensidad en el Terciario. Así pues, habremos de ocuparnos de:

1) Tectorogénesis Herciniana.
2) Movimientos triásicos.
3) Movimientos del Jurásico Medio.
4) Fases alpinas precoces.
5) Tectorogénesis del Terciario.

2.2.1 **Tectorogénesis Herciniana**

El zócalo Namuro-Westfaliense pone en evidencia la realidad de una Orogenia Herciniana, ya que los niveles del Buntsandstein y más dudosamente de un posible Permiano, descansan en discordancia angular sobre los depósitos flyschoides del Carbonífero. Por consiguiente, los movimientos tectónicos que han plegado las capas carboníferas se han producido entre el Westfaliense y el Buntsandstein, dando origen a la emersión de los relieves y a la gliptogénesis subsiguiente.

2.2.2 **Movimientos triásicos**

Durante el Buntsandstein debe producirse una fase epirogénica de ascenso, lo que se manifiesta por las reducciones de potencia a lo largo de los afloramientos en torno al zócalo Namuro-Westfaliense, así como por los conglomerados que se encuentran hacia la parte basal de la serie.

Otro movimiento epirogénico de signo contrario tiene lugar durante el Muschelkalk, con niveles epicontinentales marinos, para finalizar el ciclo sedimentario triásico con otro ascenso epirogénico semejante al del Buntsandstein con los depósitos evaporíticos del Keuper.

2.2.3 **Movimientos del Jurásico Medio**

Tras la deposición continua del Lías se producen nuevas pulsaciones durante el Dogger, de tal manera que la elevación de los fondos origina fenómenos de erosión con denudación de capas, tal como sucede en la parte suroriental de la Hoja con la ondulación Retiense-Hettangiense y algún retazo del Pliensbaquiense Inferior, sobre cuyos niveles yacen directamente los del Aptiense Inferior.

En otras áreas próximas a Oliete se observan nuevas pulsaciones en el Dogger Superior con la formación de oolitos y niveles ferruginosos.

2.2.4 Fases alpinas precoces

Sobre una base cartográfica bien datada paleontológicamente, no resulta difícil deducir la existencia de otras fases, que por estar más cerca en el tiempo con la Tectorogénesis Alpina podemos denominar movimientos prealpinos o fases alpinas precoces en un sentido restringido que no abarca a las producidas en el Trías ni en el Dogger.

El hiato general que se presenta entre el Jurásico Superior y el Wealdense presupone una acción orogénica de carácter fundamentalmente epirogénico.

La ausencia en el ámbito de la Hoja de formaciones del Kimmeridgiense, así como del Portlandiense, no permite establecer matizaciones en la fase finijurásica o neokimérica, que es especialmente violenta en Norteamérica (Sierra Nevada). En este sector debe ser de relativa importancia, por cuanto origina la emersión del Macizo del Ebro, que ocupa la mayor parte de la Cuenca Terciaria actualmente visible. Además, el Jurásico Superior falta casi por completo, e incluso esta laguna erosiva puede extenderse hacia abajo de la serie liásica, de tal forma que en la parte SE. de la Hoja descansa el Aptense Inferior directamente, ya sobre el Retiense, ya sobre el Sinemuriense-Pliensbaquiense Inferior, sin intercalaciones de niveles wealdenses, aunque en este lugar pueden intervenir movimientos del Jurásico Medio.

De esta forma se infiere que todo el dominio estudiado durante el Eocretácico queda comprendido entre el Macizo del Ebro por el Norte, y la ondulación, sensiblemente, ENE.-OSO. que se extiende por el ángulo inferior derecho de la Hoja.

Posteriormente al Barremiense, que se deposita en facies wealdense, hay otra nueva pulsación epirogénica y otra mucho más general ante-Albiense.

La movilidad del zócalo paleozoico, poco profundo, queda patentizada por estas pulsaciones intracretácicas y las que dan lugar a la gran transgresión del Cenomanense, así como a la regresión general del Cretácico terminal (movimientos larámicos).

2.2.5 Tectorogénesis del Terciario

Se citan cuatro fases tectónicas en la Orogenia Alpina de la región: Una post-cretácica, otro post-paleocena, otra tercera, paroxísmica, de edad ante-Chattiense y post-Estampiense, y una cuarta fase de reajustes intra-miocénica. Por nuestra parte, creemos se trata más bien de un artificio de exposición que un ajuste a la realidad misma del fenómeno

Ciertamente, la deposición del Paleoceno, en facies Garumniense, avala la existencia de una fase post-cretácica, con destrucción de estructuras débiles y acumulación de materiales erosionados. No resulta tan nítida la supuesta fase post-paleocena, puesto que no se observa discordancia angular entre los niveles altos del Paleoceno y los inferiores de la potente serie margoarenosa con episodios conglomeráticos, cuyo conjunto, de tonalidad asalmonada, hemos considerado como Eoceno-Stampiense. Sólo al norte de la Hoja, en la carretera de Ariño a Alloza y cerca del puente sobre el río Escuriza, se observa un conglomerado basal de cierta importancia como único signo en apoyo de la pretendida discordancia.

Tampoco se aprecia una fase paroxísmica al final del Stampiense Superior (datado por su fauna de vertebrados en las cercanías de Montalbán), que se apoya sobre la zona de escamas cabalgantes del SO. de la Hoja.

Si hemos señalado un contacto supuesto, discordante sobre el conjunto Eoceno-Stampiense Superior, ha sido por uniformar la cartografía con las Hojas vecinas, pero si ese límite lo hubiéramos puesto más abajo o más arriba, igualmente marcaríamos una discordancia, ya que no creemos en una fase paroxísmica, sino en un plegamiento sinsedimentario continuo con posible agudización del fenómeno en algunas épocas.

Durante un período de tiempo tan largo, en que ha tenido lugar el plegamiento, puede explicarse la sucesión de fenómenos ocurridos, aunque es difícil su ubicación temporal. Una primera fase produce amplios pliegues suaves en los que se reconoce la dirección ibérica NO.-SE. A continuación se produce una afluencia de la masa plástica del Keuper hacia las charnelas de los anticlinales y un despegue de la cobertera mesozoica del zócalo constituido por el Paleozoico conjuntamente con el Trías Inferior y Medio, con lo que se forman los frentes de cabalgamiento de vergencia norte de Oliete y la zona de escamas desplomadas del ángulo SO. de la Hoja.

Tras esa importante fase tangencial distribuida a lo largo de un amplio espacio temporal, tiene lugar la deposición del Mioceno, con suaves reajustes y prácticamente horizontal hacia su parte superior.

2.3 DESCRIPCION DE LAS PRINCIPALES ESTRUCTURAS

En el ámbito estudiado, todas las direcciones de plegamiento parecen influenciadas por las condiciones impuestas por las cuencas de sedimentación.

El zócalo Namuro-Westfaliense, cuyo borde nororiental se extiende desde La Hoz de La Vieja a Torre de las Arcas, determina la dirección de los pliegues en una sucesión de anticlinales y sinclinales de dirección ibérica (NO.-SE.).

La orla triásica que festonea el núcleo paleozoico por su parte norte, representa los niveles más bajos del flanco suroccidental de un amplio sinclinal mesozoico, fragmentado en cubetas, cuyo eje se extiende por los parajes de «Las Rozas» y «La Fontanilla» hacia el vértice San Miguel (929 m.) y el pueblo de Obón, según la mencionada dirección ibérica. Este eje se inflexiona en su extremidad nororiental para adoptar un rumbo aproximadamente O.-E. al sur de Cortes de Aragón. Toda la zona de charnela, fraccionada en cubetas, aparece, en general, ocupada por niveles aptienses, albienses o terciarios.

El anticlinal que le sigue se orienta de Oeste a Este desde el vértice Pedreras (957 m.) hasta «La Dehesa», donde se produce la inflexión hacia el SE. en dirección al pueblo de Alcaine. A lo largo de casi toda la charnela pueden verse numerosos afloramientos de Keuper.

Entre este anticlinal y el de Oliete-pantano del Congosto se extiende un largo sinclinal NO.-SE. que se prolonga hasta el límite oriental de la Hoja, unos 2 Km. al norte de La Mata de los Olmos. Este sinclinal se fragmenta también en dos cubetas ocupadas principalmente por Mioceno continental y separadas por la estrecha lengua del Albiense en el área donde confluyen el río Escuriza con el de Los Mases.

El agudo anticlinal Oliete-Congosto presenta en ambos flancos una sucesión de niveles desde el Retiense hasta el Aptiense Superior, y su zona de charnela viene ocupada por el Keuper. Desde Oliete hacia el Oeste, el

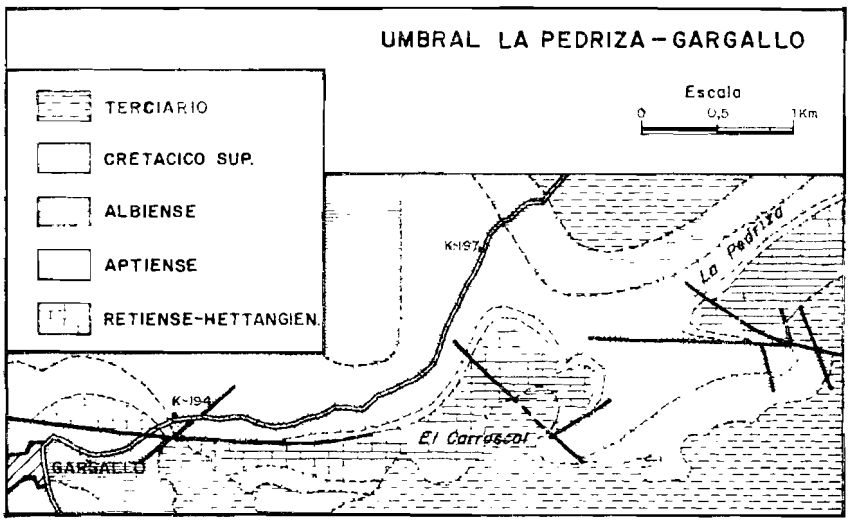


Figura 3

eje de charnela cambia de dirección y sigue los afloramientos de Keuper festoneando la orilla meridional del río Seco.

En toda este área se producen frentes de cabalgamiento cuyo origen obedece a un régimen general de las deformaciones establecido en dos fases principales. En la primera, los empujes N.-S. originan suaves pliegues influidos por los dispositivos paleogeográficos del Mesozoico y Paleoceno, en los que predomina la dirección ibérica. En la segunda fase se individualizan los frentes de cabalgamiento, en oblicuidad con el plegamiento previo, como consecuencia de la constancia en la dirección de los empujes y el despegue de los horizontes suprayacentes al nivel de un Keuper basal sobre un zócalo comprensivo del Paleozoico, Buntsandstein y Muschelkalk.

El sinclinal adyacente, al norte del anticlinal Oliete-Congosto, presenta su flanco septentrional en dirección E.-O., y en el núcleo del anticlinal que le sucede inmediatamente se individualizan, igualmente, frentes de cabalgamiento, de tal forma que incluso el Dogger avanza sobre el Albiense y deja por erosión posterior un rasgo tan significativo como el casquete que corona el cerro albiense de cota 604, situado unos 2 Km. al ESE. de Oliete.

En el ángulo inferior derecho de la Hoja, las fases Kimméricas dan nacimiento a un relieve emergido que forma la ondulación de carniolas del Retiense con algún nivel liásico suprayacente, que al sur de «La Pedriza»

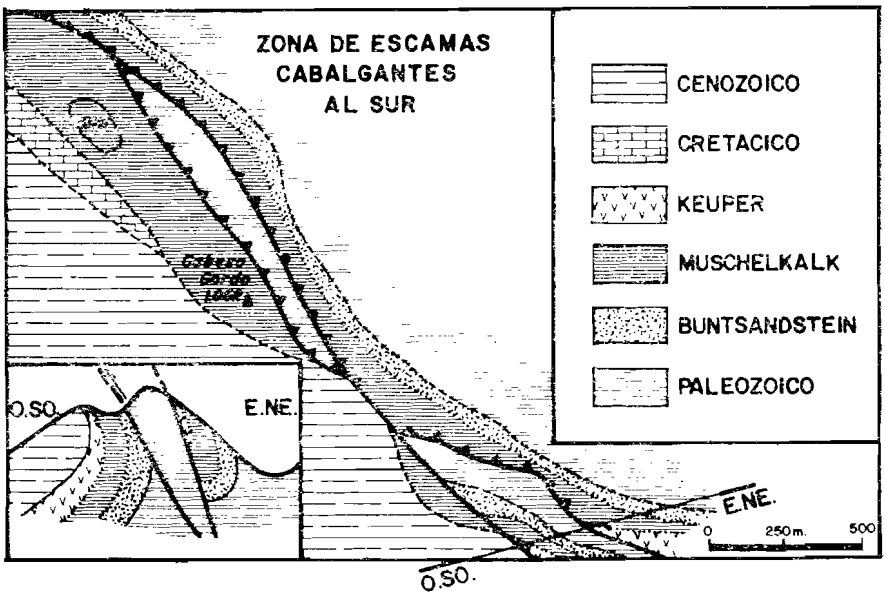


Figura 4

tiene una dirección NE.-SO. y gira hasta la E.-O. desde «El Carrascal» hacia Gargallo, siguiendo por el Sur la carretera de Alcolea del Pinar a Tarragona, entre los Km. 197 y 194. Sobre esos niveles se apoya transgresivo el Aptiense Inferior, con un amplio hiato que abarca los pisos inferiores hasta el Pliensbaquiense basal por lo menos (fig. 3).

En lo que respecta al flanco suroccidental del núcleo paleozoico, la serie triásica se presenta afectada por grandes accidentes subverticales o inversos que dan lugar a fenómenos de cabalgamiento hacia el Sur, con repetición de escamas, tal como se indica en la figura 4.

3 HISTORIA GEOLOGICA

En toda el área que nos ocupa, los terrenos más antiguos representados corresponden al afloramiento paleozoico que se extiende por la parte suroccidental, desde La Hoz de La Vieja a Montalbán. Sin que hayamos podido hacer grandes precisiones estratigráficas, podemos datarlo como Namuro-Westfaliense y acaso como Viseano la porción más occidental, aunque sin argumentos paleontológicos este último.

La Orogenia Herciniana establece una discordancia angular, bien visible, con el Trías. Las capas detríticas del Buntsandstein se forman como consecuencia del desmantelamiento de la Cadena Herciniana que acaba de formarse, sobre la que yacen en discordancia. Los movimientos post-hercínicos son la causa de los cambios de potencia y acuñamientos que se observan en los niveles del Buntsandstein.

Durante el Muschelkalk se producen depósitos epicontinentales carbonatados con calizas fosilíferas y dolomías tableadas.

La regresión general en el Keuper da lugar a depósitos evaporíticos, que terminan con sedimentos de nuevo marinos dolomíticos, de tipo carniolas, cuya edad, tan debatida, es posiblemente Retiense.

El ciclo jurásico puede iniciarse en el Hettangiense con la misma facies de carniolas y se continúa con micritas de mares poco profundos e importantes variaciones laterales de facies. En el área septentrional de la Hoja, especialmente en el anticlinal Oliete-Congosto, se encuentran, por encima de las carniolas, anhidritas y yesos en facies recurrente con los niveles infrayacentes, del Keuper.

La serie del Sinemuriense se compone de calizas micríticas grises, en bancos potentes de unos 80 cm., con alguna fauna de Myaceas, más frecuente hacia los niveles superiores.

El Pliensbaquiense tiene un límite inferior impreciso que se manifiesta por un posible hundimiento del fondo marino con calizas margosas finamente tableadas en comparación con los bancos del Sinemuriense. Aparte de las

condiciones batimétricas, relativamente diferentes, impuestas en el Pliensbaquiense, existe un cambio de fauna que se caracteriza fundamentalmente por la abundancia de Rhynchonellaceos en asociación con Myaceas (Pholadomya, Ceromya, Mactromya, etc.), en mayor proporción que en el Sinemuriense.

Durante el Toarciense se vuelve a una sedimentación más tranquila, con influencias pelágicas que se manifiestan en la mayor frecuencia de Ammonites. Otro rasgo distintivo en lo que a fauna se refiere, es el predominio de los Terebratuláceos sobre los Rhynchonelláceos.

Entre el Pliensbaquiense y el Toarciense se puede reconocer, en la mayoría de las zonas liásicas de la Hoja, un nivel calcarenítico con grandes Pleurotomarias, que puede atribuirse al Domeriense, dentro de las reservas propias del caso.

En el Dogger, los niveles brechificados o arenosos, los oolitos ferruginosos, las condensaciones de faunas y los «hard-ground» atestiguan la importante inestabilidad del medio marino.

La transgresión del Oxfordiense (posiblemente Superior) sobre el nivel de condensación ferruginoso del Calloviense Medio sugiere una vuelta a sedimentación pelágica tranquila.

Los movimientos finijurásicos dan lugar a una emersión en toda el área estudiada que, a su vez, origina un hiato erosivo, de tal forma que no hemos podido reconocer el Kimmeridgiense y, en muy pocos lugares, el nivel de condensación del Calloviense Inferior y Medio, así como el Oxfordiense, en tanto que es frecuente el conjunto del Dogger hasta el Batoniense inclusive.

El ciclo cretácico se inicia con una facies wealdense discordante sobre cualquier término de la serie estratigráfica subyacente. La ondulación (umbral) Ejulve-Los Molinos, fuera de la Hoja, o la subsidiaria de «La Pedriza»-Gargallo, dentro del área estudiada, impiden la penetración del mar hasta el Aptiense Inferior, en que una nueva pulsación epirogénica restablece la comunicación con el Bajo Aragón y es causa de una transgresión caracterizada por las variaciones de facies y potencias, aunque siempre en depósitos neríticos de alta energía.

Una nueva pulsación de carácter general antealbiense se traduce en la deposición de sedimentos detríticos en facies Utrillas durante la época Albiense, que produce la nivelación total de los dispositivos paleogeográficos.

La implantación del régimen marino correspondiente al Cenomaniense se realiza al principio por pequeñas y frecuentes pulsaciones (área de Crivillén), hasta adquirir su facies típicamente nerítica.

La serie inferior del Turoniense o quizá del Cenomaniense distal, es dolomítica y termina con una facies arrecifal, perfectamente reconocible,

en la que se observan numerosísimas secciones de Rudistos de canales que hemos datado como turonienses.

El resto del Cretácico Superior, casi siempre ausente, corresponde a una sedimentación poco profunda que anuncia la emersión definitiva de la región.

El Terciario comienza por formaciones continentales que hemos datado como paleocenas en atención a su fauna fósil típica.

Sin que pueda asegurarse la ausencia del Eoceno, se tiene la certeza de la deposición de un Oligoceno implicado en una tectorogénesis alpina que puede prolongarse al Mioceno basal para concluir con un período de reajustes isostáticos al final del Terciario.

4 GEOLOGIA ECONOMICA

4.1 MINERIA Y CANTERAS

La Minería de esta región tiene una importancia excepcional en lo que se refiere a lignitos. Las «Capas de Utrillas» se convierten en un término geológico internacionalmente conocido, y no por su carácter litológico ni por otras consideraciones paleogeográficas especiales, sino fundamentalmente, por las sustancias carbonosas de interés minero que contienen.

En todas las áreas en que aflora el Albiense, e incluso en algunas recubiertas por formaciones más modernas, se encuentra un buen número de concesiones mineras de carbón que dan a la región un lugar preferente en este aspecto.

Pero con ser importantísima la minería de los lignitos, conviene resaltar inmediatamente la del manganeso, que ha ocupado el primer lugar en España, con las minas de pirolusita de «Agustina»», «Romeral», «Aragón», «Galatea», «Esperanza», «Rosario», «Angeles-Humildad», «Luis», «Vigilante», «Africana», «Bienvenida», «La Inglesa», ubicadas en el entorno septentrional de Crivillén. De todas ellas, «Galatea» seguía activa en 1951.

También se encuentran en los aluviales del Albiense de Estercuel y Gargallo indicios de mineralizaciones uraníferas de contorbernita.

Completan los recursos naturales de la Hoja las explotaciones de caolín, arcillas refractarias y tierras decolorantes.

La minería del carbón se remonta en sus orígenes (por lo que se refiere a concesiones aún vigentes) a 1865, en el término municipal de Montalbán, y muy especialmente con la denuncia de la concesión «Guillermo», correspondiente al de Crivillén, en el gran año minero de 1881, que señala el comienzo de la minería del manganeso en el mencionado término.

El primer tercio de siglo contempla una de las épocas más florecientes en hallazgos de lignitos con concesiones tan notables como «La Abundancia», de Estercuel (1900), con 400 hectáreas, y «Santa Elisa», de Plou (1919), con 498 hectáreas. Las denuncias de este lapso de tiempo corresponden a realidades tangibles y son generalmente de pequeña extensión.

La terminación de la guerra civil española en 1939 señala otra nueva época de actividad investigadora en este sector, y es en el quinquenio de 1946 a 1951 cuando tiene lugar las denuncias más extensas, como «San Gregorio», con 1.102 hectáreas (1950); «Nueva Barrabasa», con 800 (1946), y «Ampliación a Rosa Cinta», con 705 (1949). Sin embargo, en ese período las realidades no corresponden a la generalidad de las denuncias.

El caolín empieza a investigarse en 1961 con la concesión «San Blas», de 60 hectáreas, ubicada en el término municipal de Gargallo, alcanzando un mayor desarrollo a partir de 1965.

Finalmente, la aplicación industrial de las tierras decolorantes abre nuevos horizontes al panorama minero de la región.

Para formarse una mejor idea de los recursos de esta zona, damos a continuación la lista simplificada de las concesiones que afectan a los términos municipales de la Hoja de Oliete, aunque muchas de ellas se extienden fuera del área estudiada:

Término municipal	Sustancia	Año	Nombre de la concesión	Hm²
Alcaine	Carbón	1909	Filomena	12
»	»	1909	Benedicta	6
»	»	1918	San José	20
»	»	1918	María	20
»	»	1918	Rosa	6
»	»	1918	Cesárea	22
»	»	1920	Nievinos	6
»	»	1921	Avelina	8
»	»	1923	Teresa	10
»	»	1930	Juan	4
»	»	1946	Salvador	8
»	»	1946	Pepito	12
»	»	1946	Rodrigo	21
»	»	1946	Gloria	16
»	»	1946	Heroína	8
»	»	1946	La Mejor de Alcaine	132
»	»	1946	Se Me Olvidaba	4
»	»	1949	Demasía primera a Salvador	1
»	»	1951	Demasía Segunda a Salvador	4
»	»	1952	Manolo	15
Alloza	»	1916	Previsión	48
»	»	1918	Previsión	32
»	»	1918	La Oportuna	192
»	»	1918	Previsión rectificada	42
»	»	1918	Innominada	197
»	»	1918	Ampliación a El Pozo	5
»	»	1925	Barrabasa	27
»	»	1928	Barrabasa 2.ª	12
»	»	1935	Desagravio	24
»	»	1946	Nueva Barrabasa	800
»	»	1946	San Blas	348
»	»	1946	Infosa	737
»	»	1946	Complemento	6
»	»	1946	Barrabasa 3.ª	46
»	»	1946	Dicky	42

Término municipal	Sustancia	Año	Nombre de la concesión	Hm²
Alloza	Carbón	1946	Bergius	539
»	»	1946	2.ª ampliación a El Pozo	28
»	»	1947	Demasía primera a La Acertada	8
»	»	1950	San Gregorio	1102
»	»	1951	Demasía a La Oportuna	3
»	»	1951	Invesa	383
»	»	1951	San Blas	106
Castel de Cabra	»	1881	Miguela	12
» » »	»	1918	La Salcera	30
» » »	»	1932	María	64
» » »	»	1932	Elenita	25
» » »	»	1932	Elenita 2.ª	120
» » »	»	1933	Elenita 3.ª	59
» » »	»	1946	Conchita	12
» » »	»	1946	Salvador	130
» » »	»	1946	Santa Julia	222
» » »	»	1946	Covadonga	30
» » »	»	1946	Santa Bárbara	90
» » »	»	1947	Leonor	100
Cortes de Aragón	Caolín	1972	La Suerte	446
Crivillén	Manganeso	1881	Vigilante	24
»	»	1881	Africana	26
»	»	1881	Bienvenida	24
»	»	1881	La Inglesa	26
»	Carbón	1881	Guillermo	50
»	»	1946	Mercedes	105
»	»	1946	La Hoya	50
Estercuel	»	1900	La Abundancia	400
»	»	1918	La Negra	40
»	»	1918	Superior	4
»	»	1918	La Española	17
»	»	1929	Caridad	94
»	»	1942	Elvira	291
»	»	1946	Pilarín	30
»	»	1946	Gonzalo	66

Término municipal	Sustancia	Año	Nombre de la concesión	Hm²
Estercuel	Carbón	1946	Paco	87
»	»	1947	Luisa	144
»	»	1947	M.ª del Pilar	188
»	»	1946	Nuestra Sra. del Pilar	12
»	»	1948	La Mejor	32
»	»	1948	Carlos	50
»	»	1948	Mina del Fío	115
»	»	1948	Peña	23
»	»	1950	Demasía a Pilarín	6
»	»	1951	Mari Lourdes	80
»	»	1951	La Inagotable	500
»	»	1951	Gran Demasía a Paco	2
»	»	1954	M. M.	100
Gargallo	Manganeso	1917	El Bólido	20
»	»	1917	Ampliación a El Bólido	20
»	Caolín	1961	San Blas (Derivada)	60
»	»	1968	Mina Suñer (Derivada)	80
»	Carbón		Hay 18 nombres	
La Hoz de la Vieja	Plomo	1863	Santa Isabel	12
Mata de Los Olmos	Tier. decolorant.	1972	Veterano (P. I.)	63
» » » »	»	1972	Ampliación a Veterano	90
» » » »	»	1972	Soberano (P. I.)	90
Montalbán	Carbón	1865-1951	Hay 13 nombres	
»	Caolín	1965	Buenaventura (P. I.)	21
Oliete	Carbón	1943	Once de Marzo	50
»	»	1942	Nuestra Sra. del Pilar	354
»	»	1949	Rosa Cinta	364
»	»	1949	Ampliación a Rosa Cinta	705
Plou	»	1919	Santa Elisa	498
»	»	1919	San Francisco Javier	96
»	Arcillas refractarias	1932	Mina Ricardo	4
»	Caolín	1972	Virgen del Pilar (P. I.)	75
Torre de Las Arcas	Carbón	1948	Nuestra Sra. de Oto	11

4.2 HIDROGEOLOGIA

Esta comarca está drenada por los ríos Martín y Escuriza, que fluyen en sentido Sur-Norte y son tributarios del Ebro.

El Martín se forma con los arroyos de Segura y Carbón que arranca de las calizas terciarias de las vertientes meridionales de la Sierra Pelarda, y se unen en Vivel para constituir el río que, frente a Martín, se aumenta con los arroyos de las Cuevas de Portal Rubio y de Las Parras, originados en los derrames del páramo cretácico de San Just. Entra en la Hoja por la villa de Montalbán. Recoge por la izquierda las aguas del Barranco del Infierno, que a su vez se alimenta de las del macizo paleozoico. Dos kilómetros más arriba recibe el Arroyo Adovas, formado con los regajos que descienden de los términos de Escucha, Palomar y Cuatro Dineros; poco más abajo se apropia del río de Cabras que nace entre Adovas y Castell de Cabra, toca la villa de Obón y recibe las aguas que desde las vertientes cretácicas del norte de Cirujeda bajan a Castell de Cabra y Torre de Las Arcas, atravesando la faja jurásica que se extiende a poniente de Obón. Por la izquierda, ya en Alcaine, recibe las aguas del río Radón, que nace al SE. de La Hoz de La Vieja de la unión de los arroyos Villarrubio y otros. Después continúa hacia Alcaine, donde queda embalsado en el pantano de Cuevaforadada (nombre oficial), llamado de Alcaine en la comarca.

Este pantano, construido por la Confederación Hidrográfica del Ebro, con capacidad para 29 millones, tiene una longitud aproximada de 4,5 Km. y 1,5 de ancho; la altura total de su presa, ubicada en el término de Oliete, es de 45 m. (a los 43 tiene su aliviadero) y de 150 m. su longitud.

Después de proporcionar extraordinarios beneficios, el agua sobrante continúa su curso hacia el Ebro.

El Escuriza procede de las estribaciones de la Sierra La Garrocha, entra en la Hoja por Gargallo y, después de tocar en Crivillén, toma la divisoria de los términos municipales de éste con el de Estercuel, recibiendo el agua de los valles de esta villa al desembocar en el río de su nombre; más al Norte, recoge por la derecha el río Mores, que drena el agua de los terrenos terciarios del sur de Alloza y es embalsada en el pantano de Hijar, llamado también de Escuriza o del Congosto, situado en los términos de Alloza, Estercuel y Oliete. Este pantano, construido por la Comunidad de Regantes, con capacidad para 3.356 m^3, riega un total de más de 3.600 Ha. de terreno entre los términos de Hijar, Arrea de Gaén, La Puebla de Hijar y Albalate del Arzobispo. Su longitud es de unos 1.800 m., siendo la altura de su presa aproximadamente la de Cuevaforadada. El sobrante de agua se une al río Martín, en Ariño.

El límite superior de la Hoja, en sentido O.-E., está cruzada por el río Seco, que se une al Martín al norte del pantano; por el Sur recibe el río Sus, que es continuación del río de La Cantalera, que procede de La Hoz de la Vieja.

4.3. CONSIDERACIONES HIDROGRAFICAS

Como consecuencia de las características orográficas y litológicas de los terrenos, los manantiales contenidos en la Hoja son muy numerosos, según puede deducirse de la relación que se adjunta, y mientras unos pueden considerarse como fijos, otros dependen del régimen de precipitaciones, y los terceros proceden de las filtraciones de los ríos Martín y Escuriza.

Las zonas más favorables como mantos acuíferos son los terrenos que constituyen los pisos inferiores del Lías, hasta el Pliensbaquiense excluido, formados por calizas y dolomías rotas y diaclasadas, principalmente en el sinclinal situado al norte del Paleozoico de Montalbán, en la zona de Obón y Josa, donde están encubiertas por el Aptiense transgresivo.

También pueden considerarse interesantes las áreas donde aflora el Dogger, que es calizo.

Igualmente, nos parece muy favorable el amplio sinclinal terciario del nordeste de Crivillén, cuyo infrayacente está alimentado por los bordes calizos del Cretáceo Superior, aunque las limitaciones de explotación se deben a la potencia de los sedimentos y la abundancia de aguas superficiales.

4.4 RELACION DE MANANTIALES DE AGUA COMPRENDIDOS EN EL TERRITORIO DE LA HOJA

Ayuntamiento	Nombre o paraje	Caudal l/s.	Observaciones
Alcaine	Val del Agua	5	Para riego
»	Fuentes	100	Para riego
»	Barranco del Agua	4	Abrevadero de ganado
»	Villuendas	2	Abrevadero de ganado
»	La Mayor	6	Riego
»	Cañuedo	12	Riego
»	Caña Cortés	1	Salobre
»	Regatillo	3	Potable
Alloza	Gallipuen	0,75	Abastecimiento población-calcáreas
»	Gañan	0,60	Abastecimiento población-calcáreas
»	Ballesteros	0,25	Riego
»	Puente Andorra	0,30	Riego y abrevadero
»	Filada	0,60	Riego y abrevadero
»	Cañizar	1	Riego
»	Val de Bernal	0,08	Riego
»	Fuente la Val	0,20	Riego y abrevadero
»	Fuente Picheli	0,30	Riego y abrevadero
»	Abrevadero de los Pozos	0,20	Riego y abrevadero
»	Piniella	0,20	Riego y abrevadero
»	Chupeda	0,15	Riego y abrevadero
»	Fuente La María	0,06	Riego no potable
»	Fuen de Arcos	0,10	Riego
Crivillén	Fuente Pública	0,50	Abastecimiento población
»	Domingo Esteban	2	Riego
»	Fransimuela	3	Riego
»	Caldera Luerga	10	Riego
»	Val del Agua	0,25	Riego
Cortes de Aragón	Ayuntamiento	2,50	Abastecimiento población
» » »	Fuente Santa	2	Abrevadero de ganado
» » »	Fuente Rinarosa	2,5	Abrevadero de ganado y riego
» » »	Fuente Tejiria	1,5	Abrevadero de ganado y riego

Ayuntamiento	Nombre o paraje	Caudal l/s.	Observaciones
Estercuel	Santa Ana	10	Abastecimiento población
Gargallo	Regachuelo	4	Riego
»	Chorro	1	Abastecimiento población
»	Pozo		Abrevadero sólo cuando llueve
»	Regallo		Abrevadero sólo cuando llueve
Josa	Chopeta	1	Riego
»	Cañizar	0,25	Riego
»	Fuente pública	0,12	Abastecimiento población
La Hoz de La Vieja	Juan de María	1	Riego
» » » »	Coma Segura	0,15	Abastecimiento
» » » »	Cormendina	0,15	Riego
» » » »	Cornula	0,5	Riego
Montalbán	Carretera	0,15	Abastecimiento población
»	Plaza	0,15	Abastecimiento población
»	Mayor	0,15	Abastecimiento población
»	Daroca	0,15	Abastecimiento población
»	Umbría	0,15	Abastecimiento población
»	Zaragoza	0,15	Abastecimiento población
Obón	Fuente Larina	0,25	Riego
»	Los Mares	1	Riego
»	Fuente Villuenda	1,50	Riego
»	Fuente Manzano	0,25	Abrevadero
»	Fuente San Roque	0,50	Abrevadero
»	Fuente Cerullar	1	Abrevadero
Oliete	Fuente del Jumco	1	Riego y abastecimiento población
»	Castelillo	0,20	Abrevadero
»	Fuente Fortuño	0,25	Abrevadero
»	El Pozuelo	0,50	Abrevadero
»	Fuente Menga	0,20	Abrevadero
»	Virgen del Cantal		
Torre de Las Arcas	Serval	0,10	Abrevadero
» » » »	Cañuelo	0,15	Abrevadero
El Poyo	El Ojo	50	Riego, caliente y salobre
» »	Navaza	60	Riego, caliente y salobre
» »	Aguas calientes	32	Riego
» »	Fuen del Herrero	120	Lavadero público
» »	La Melenguer	1	Abastecimiento población
» »	La Fuente	0,17	Abastecimiento población
» »	Las Pesqueras	32	Riego, caliente y salobre

5 BIBLIOGRAFIA

COQUAND, H. (1896).—«Descripción geológica de la formación cretácica de la provincia de Teruel». *Bol. Com. del Mapa Geol. de España*, t. 21.

CRUSAFONT, M. (1967).—«Nuevos datos sobse la edad de los sedimentos terciarios de la zona de Utrillas-Montalbán». *Acta Geol. Hispánica*, t. 2.

DEREIMS, A. (1898).—«Recherches Geologiques dans le Sud d'Aragón». *These Sciencies Paris.*

FALLOT, P., et BATALLER, J. R. (1926).—«Sur la tectonique des montagnes entre Montalbán et le littoral de la provincia de Castellón». *C. A. Acad. Sc. Paris*, t. 182.

— (1926).—«Sur l'allure d'emsemble et sur l'age des plissements dans las montagnes du Bas-Aragón et du Maestrazgo». *C. R. Ac. Sc. Paris.* t. 182.

— (1927).—«Itinerario geológico a través del Bajo Aragón y el Maestrazgo». *Mem. R. Acad. Ciencias y Artes. Barcelona*, t. 20, núm. 8.

— (1931).—«Observations au subjet de divers travaux recents sur le Bas-Aragón et la chaine Iberique». *Bull. Inst. Cat. Hist. Nat. Barcelona*, v. 31, núm. 1.

HIRSCH, F.—«Sobre la presencia de Conodontos en el Muschelkalk Superior de los Catalánides». *Not. Com. Inst. Min. Esp.*, t. 90. Madrid.

— (1971 a).—«Conodontes nouvelles du Trias mediterranéen». *C. R. Séances S. P. H. N. Geneve*, t. 6, núm. 1.

— (1972).—«Middle Triassic Conodonts from Israel, Southern France and Spain». *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud*, Bd. 21, Unnsbruck.

JOLY, H. (1922).—«Sur l'existence de phénomenes de charriage a la extremité orientale de la Chaine Iberique pres de Montalbán». *C. R. Ac. Sc. Paris*, t. 174.

KAUFMANN, E. (1965).—«Die Strongszone von Montalbán Zwischen Armillas und Castell de Cabras». *Diplomarbeit. Univ. Heidelberg.* Inédito.

MARIN, PH., y TOULOUSE, D. (1972).—«Le Jurassique moyen et superieur du Nord de la Province de Teruel; un exemple du pasagge Dogger-Malm dans Ariño-Oliete». *Inst. Lucas Mallada-C. S. I. C.*, v. 28.

— (1972).—«Le Lias du Nord de Teruel: Precisions d'ordre cronoestratigraphique». *C. R. Ac. Sc. Paris*, t. 274.

MARIN, PH., y SORNAY, J. (1971).—«Precision sur l'age des formations aptiennes aux confins de l'Aragón et du Maestrazgo».

MARTINEZ, C., y QUINTERO, I. (1975).—«Nota preliminar sobre la micropaleontología del Mesozoico de la Hoja de Oliete». *Rev. Esp. de Microp.*, número especial-ADARO.

MEKEL, J. F. (1971).)—«Explanation of the Photogeological Map of the Mon-

talbán region (Spanish translation: C. Vargas Flores)». *I. T. C. Publications*, ser. B, núm. 59.

MOISSENET et CANEROT, J., et PAILHE, P. (1972).—«Geologie et relief dans la region de Montalbán». *Mem. Casa Velázquez, Edit. De Boccard. Paris*, t. 8.

ORIOL RIVA, VILLENA J., y THIERRY des VALLIER (1965).—«Nota sobre la presencia de terrenos de edad carbonífera en la parte oriental del macizo de Montalbán». *C. S. I. C. Fac. de Ciencias. Zaragoza.*

QUINTERO, I., y REVILLA, J. (1959).—«Algunos yacimientos del Jurásico y Aptiense de la provincia de Teruel». *Not. y Com. del I. G. M. E.*, Madrid, v. 56.

RAMIREZ DEL POZO, J., y otros (1971).—«Algunas precisiones sobre la sedimentación y paleoecología del Cretácico Inferior de Utrillas-Villarroya de Pinares». *Est. Geol.*, v. 27.

SACHER, L. (1966).—«Uber Karbonische sediments bei Montalbán in den ostlichen iberischen Ketten (Spanien)». *Neues jahrbuch fur geol. und. Palaont*, v. 7.

TEICHMULLER, M. (1953).—«Sobre el metamorfismo y las facies de los carbones de Hernani (Guipúzcoa) y Utrillas y Estercuel (Teruel)». *Not. y Com. del I. G. M. E.*, t. 31.

THALER, L. (1969).—«Rongeurs nouveaux de l'Oligocene moyen d'Espagne». *Paleovertebrata*, v. 2, fase. 5, Montpellier.

TISCHER, G. (1966).—«El delta weáltico de las montañas ibéricas, occidentales y sus enlaces tectónicos». *Not y Com. I. G. M. E.*, v. 81.

TOULOUSE, D. (1971).—«Contribution a la connaissance geologique de la region de Oliete». Diploma de Universidad de Dijon. Inédito.

VAN DEN BOOGAARD, M. (1966).—«Post-Carboniferous Conodonts from South-Eastern Spain». *Kon. Ned. Akad. V. Wetenschappen*, ser. B.

VAN DEN BOOGAARD, M., and SIMON, O. J. (1973).—«Pseudofurnishius (Conodonta) in the Triassic of the Betic Cordilleras, SE. Spain». *Scripta Geol. 16. Leiden.*

VERNEUIL, E., et LARTET, L. (1862).—«Sur le calcaire a Lichnus des environs de Segura de Aragón et sur les terrains geologiques des environs de Montalbán». *Bull. Soc. Geol. France*, t. 20.

— (1870).—«Formación Cretácea de la provincia de Teruel». *Rev. Minera*, t. 21.

VIALLARD, P. (1968).—«Le Cretacé Inferieur dans la zone marginal Sudoccidentale de la Chaine Iberique». *C. R. Soc. Geol. France*, t. 9.

VIALLARD, P., et GRAMBAST, L. (1970).—«Sur l'age post-Stampien moyen du plissement majeur dans la Chaine Iberique Castillaine». *C. R. Soc. Geol. France*, t. 1

VIALLARD, P., et H. TINTANT (1970).—«Le Jurassique moyen et Superieur de la Chaine Iberique Sudoccidentale aux confins des provinces de Teruel, Valencia et Cuenca». *C. R. Soc. Geol. France,* t. 6.

VIANEL-LIAUD, M. (1972).—«Contribution a l'étude des Cricétidés oligocenes d'Europe Occidentale». *Paleovertebrata,* v. 5, fasc. 1, Montpellier.

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

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA