



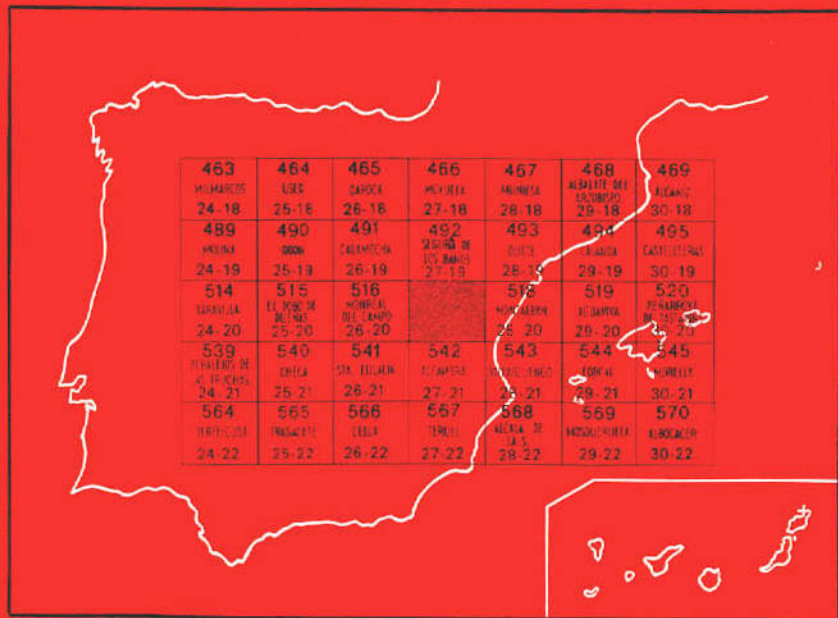
# IGME

**517****27-20**

## MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

**E. 1:50.000**

# ARGENTE

**Segunda serie - Primera edición**

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

# MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

# ARGENTE

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES  
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

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

En Cartografía y Memoria, Marcelino Martín Fernández, Licenciado en Ciencias Geológicas, con la colaboración de Joseph Canerot, Doctor en Ciencias Geológicas.

En Micropaleontología, Joseph Canerot, Doctor en Ciencias Geológicas.

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

En Sedimentología, Fernando Leyva Cabello, 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 - Doctor Fleming, 7 - Madrid-16

Depósito Legal: M - 20.140 - 1979

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

## **INTRODUCCION**

El territorio comprendido por la Hoja número 517, Argente, se encuentra situado en la provincia de Teruel, encuadrada geológicamente en la cadena Ibérica, rama aragonesa.

Dentro del territorio comprendido por la Hoja cabe considerar dos zonas de significado sedimentario y tectónico diferente:

a) El territorio comprendido en la Hoja, al oeste de la zona de distensión, con afloramiento de Trías, que con dirección tectónica Ibérica pasa por Rillo y Alpeñes, territorio que cabe ser considerado como una zona suavemente plegada y fracturada (excepto en la proximidad al área de distensión).

b) Zona correspondiente a los frentes de cabalgamientos que se extiende por el borde sur de la cuenca del Ebro y que mediante un arco enlaza la dirección ibérica con la catalánide.

Los antecedentes geológicos recientes que se han tenido principalmente en consideración han sido la tesis de J. CANEROT, «Recherches Geologiques Aux Confins des Chaînes Iberique et Catalane» (1974), que incluye un mapa a escala 1:200.000, el cual comprende la mitad oriental de la Hoja, y las cartografías a escala 1:50.000 realizadas por alumnos bajo la dirección del Dr. J. F. MECKEL y sus colaboradores (inédito).

## **1 ESTRATIGRAFIA**

### **1.1 TRIASICO**

El Triásico Inferior (Buntsandstein) no se encuentra representado en esta Hoja. Solamente se encuentra representado a partir del Muschelkalk

Medio hacia terrenos más recientes. En la vecina Hoja, situada al Norte, Segura de los Baños, presenta el Trías una representación completa.

### 1.1.1 MUSCHELKALK

Escasamente representado y de difícil interpretación, debido a que se presenta con una disarmonía estructural con respecto al resto de los materiales suprayacentes e infrayacentes. La causa estriba en que el Muschelkalk aflorante es el Medio y el Superior. El Superior, de carácter calizo dolomítico, físicamente competente, en el sentido de transmitir esfuerzos direccionales, se encuentra entre dos formaciones plásticas incompetentes, como son el Muschelkalk Medio y el Keuper.

#### 1.1.1.1 Muschelkalk Medio (T<sub>C22</sub>)

Con escasa representación y fácil de confundir, por su facies similar a la del Keuper. Identificable, previo conocimiento de la estructura del Muschelkalk Superior. No se presenta en la Hoja el muro de esta formación, por lo que no es conocida su potencia. La facies del tramo aflorante es de arcillas abigarradas, similares a las del Keuper. La mejor zona de observación está en la carretera de Cañada Vellida a Galve.

#### 1.1.1.2 Muschelkalk Superior (T<sub>C23</sub>)

Con una potencia aproximada de 50 m., presenta una litología bastante uniforme de calizas dolomíticas y dolomías. Estratos con una potencia entre 0,20 m. y 1 m. En el Muschelkalk de los cabalgamientos del noroeste de la Hoja se ha encontrado la siguiente fauna: *Myophoropsis (Pseudocorbula) perlonga* (GRUPE), *Omphaloptycha gregaria* (SCHLOTHEIM), *Myophoropsis (Pseudocorbula) subundata* (SCHANROTH).

#### 1.1.2 KEUPER (T<sub>C3</sub>)

El paso de las calizas dolomíticas del Muschelkalk Superior a las facies Keuper se realiza a través de escasos metros de intercalaciones de dolomías tableadas, en arcillas gris verdosas. La litología es de arcillas rojas, verdes y abigarradas, con yesos.

Difícil de precisar su potencia, debido al carácter plástico de sus materiales, que estimamos entre 50 y 150 metros.

## 1.2 JURASICO

El contacto entre las margas abigarradas del Keuper y las dolomías y carniolas de la base del Lías (probable Rethiense) es brusca, sin transición.

El Jurásico de la cuenca de Argente-Visiedo presenta unas características de mar más restringido que el Jurásico al este de Alpeñes-Rillo-Pan-crudo, como se pone de manifiesto en la mayor abundancia en detríticos durante el Kimmeridgiense Inferior, y en la coloración más oscura de las calizas, que nos refleja un ambiente reductor de una cuenca más cerrada en comparación con el Jurásico del este de la Hoja.

En la cartografía se han considerado algunos tramos comprensivos, debido generalmente a la complejidad que presentaban en algunas áreas por su fuerte tectónica.

#### 1.2.1 RETHIENSE-HETTANGIENSE (TA<sub>33</sub>-J<sub>11</sub>)

Atribuimos esta edad a una formación de carniolas, dolomías y calizas dolomíticas que alcanzan una potencia aproximada de 100 m., y que se encuentra delimitada al muro por las margas abigarradas del Keuper, y al techo por las calizas litográficas bien estratificadas del Sinemuriense.

#### 1.2.2 SINEMURIENSE (J<sub>12</sub>)

Al muro se sitúa la formación dolomítica antes citada y al techo unas calizas bioclásticas con abundante fauna.

Presentan una facies de calizas litográficas, micritas, oomicritas y biomicritas, con frecuentes artejos de crinoides pentacrinus. Son de color gris claro a beige, y se encuentran bien estratificadas en bancos decimétricos.

Tiene una potencia aproximada de unos 50 metros.

La biofacies presente en lámina delgada es: *Thaumatoporella parvove-siculifera* (RAINERI), *Rectocyclammina* sp., Textuláridos, etc.

#### 1.2.3 PLIENSBACQUIENSE (J<sub>13</sub>)

El muro está definido por la eclosión de formas fósiles que se presentan en este tramo. Numerosos braquiópodos, especialmente del género *Rhynchonella*, y también *Terebratula Waldheimia* y *Aulacothyris*. Los Lamelibranquios son abundantes: *Pecten*, *Chlamys*. Frecuentes también son los Belemmites. Gasterópodos, como *Glauconia* y *Natica*.

Al techo se encuentran margas y margocalizas (biomicritas) del Toarciense.

La potencia es de 15 metros.

#### 1.2.4 TOARCIENSE (J<sub>14</sub>)

Con una significación morfológica importante, dado el carácter blando de sus materiales. Está constituido por margas y margocalizas, que, como en el caso anterior, presentan abundante fauna. Se ha clasificado la si-

guiente fauna: *Hildoceras bifrons* (BRUGUIERE), *Dactyloceras holandrei* (D'ORBIGNY), *Grammoceras striatulum* (SOWERBY), *Rhynconella* cf. *fodinalis* tate, *Pseudomercaticeras latum* (MERLA).

Potencia aproximada, 30 metros.

#### 1.2.5 BAJOCIENSE (J<sub>22</sub>)

Calizas (biointrasparita) en bancos métricos, segregaciones silíceas de formas irregulares de varios centímetros de tamaño. Fauna escasa. En lámina delgada se aprecian: Lamelibranquios, Equinodermos, Lenticulina sp.

Potencia variable entre más de 50 metros en el corte de Visiedo y una decena de metros.

#### 1.2.6 BATONIENSE (J<sub>23</sub>)

Sobre las calizas en bancos métricos con sílex del Bajociense y sin transición se encuentran unas calizas oolíticas (oosparitas) blancas. Al techo se presenta un «hard-ground» o costra ferruginosa.

En lámina delgada presentan la siguiente microfauna: *Trocholina* gr. *pastininiensis* HENSON, *Protopenneroplis striata* WEYN.

Potencia, 15 metros.

#### 1.2.7 OXFORDIENSE-KIMMERIDGIENSE INFERIOR (J<sub>31-32</sub><sup>0-1</sup>)

En el corte del Jurásico del Sinclinal de Lidón es donde se presenta mejor diferenciado el Oxfordiense. Al techo de la formación anterior de calizas oolíticas blancas (oosparitas) del Batoniense se presenta un horizonte de costra ferruginosa. Sobre él se presentan 3 m. de caliza gris oscura fosilífera (Biomicrita), que han sido datadas como Oxfordiense Superior con *Protopogonigerinas*, *Lenticulina* sp., encontrándose además Equinodermos, Gasterópodos y espículas de Espongiarios. Asimismo, próximo al pueblo de Cuevas de Portalrubio, hemos encontrado un ammonites clasificado como *Perisphinctes tiziani* (OPPEL) que data el Oxfordiense Superior.

Al techo se presenta un nuevo hard-ground, sobre el que se apoyan unas calizas detríticas con abundante mica (micrita y micritas con arena) y óxidos de hierro. En la zona de Lidón-Argente la presencia de material detrítico es más manifiesta, dando lugar a una estratificación centimétrica de planos irregulares, por lo que los estratos presentan un aspecto lenticular.

Esta «formación», por encima del segundo hard-ground, considerada como Kimmeridgiense Inferior, es bastante pobre en fauna, habiéndose distinguido en lámina delgada: *Alveosepta jacardi* (SCH), espículas de espongiarios, Lamelibranquios y Textuláridos.

La potencia de esta formación es de unos 100 m.

Hemos cartografiado conjuntamente estos dos pisos, dada la imposibilidad de diferenciar el Oxfordiense, debido a su escasa potencia.

### 1.2.8 KIMMERIDGIENSE SUPERIOR (J<sub>32</sub><sup>3</sup>)

Sobre la ritmita del Kimmeridgiense Inferior se apoyan unas calizas con estratos métricos (micritas, biomicritas e intrabioesparita) que dan un resalte morfológico sobre el tramo anterior, más blando. Son muy llamativos los oncolitos presentes en esta formación, que llegan a alcanzar varios centímetros de diámetro.

La fauna presente en lámina delgada es la siguiente:

*Pseudocyclammina lituus* (YOK), *Alveosepta jaccardi* (SCH), *Kurnubia* sp., *Nautiloculina* cf. *oolitica* (MOHLER). Como microflora encontramos Oncolitos, *Cayeuxia piae* (PROLIC), y como macrofauna: Gasterópodos, Polípepos, Briozoarios, Lamelibranquios y Equinodermos.

Hacia el techo aparecen intercalaciones detríticas poco o nada carbonatadas, de facies Weald.

La potencia de esta formación es de 80 metros.

### 1.2.9 KIMMERIDGIENSE SUPERIOR-PORTLANDIENSE (J<sub>32-33</sub><sup>3-0</sup>) (FACIES PURBECK)

Al este del afloramiento del Triás de la alineación de Alpeñes-Pancrudo-Rillo-Cañada Vellida no existe el Jurásico Superior en facies Purbeck. Donde su presencia es manifiesta es en la zona de Argente-Visiedo-Lidón (cuadrante suroccidental de la Hoja), así como en el sinclinal de Galve (inmediatamente al sureste de la Hoja). En el sinclinal de Visiedo-Lidón, en la parte superior de las calizas fosilíferas del techo del Jurásico, datadas como Kimmeridgiense Superior, se observan intercalaciones de tramos blandos, generalmente recubiertos, que presentan una litología de areniscas y arcillas micáceas rojizas y verdosas.

Con un criterio exclusivamente litológico hemos establecido la base de esta formación en el último banco de calizas fosilíferas, datado como Kimmeridgiense Superior. Así pues, la edad de esta formación la consideramos de edad Kimmeridgiense Superior-Portlandiense en facies Purbeck. La litología presente es de una alternancia de areniscas arcósicas muy micáceas de color blanco-gris verdoso, alternando con limolitas de color granate y algún pequeño horizonte de conglomerados con cantos entre 2 y 3 cm.

En esta zona de Argente-Visiedo-Lidón el techo de esta formación no es visible, por lo que su potencia no puede ser apreciada, pero la consideramos superior a 50 m.

En el Sinclinal de Galve (situado en la Hoja de Alfambra, número 542,



al sur de ésta) existe una transición de litología análoga a la observada en la zona de Visiedo-Lidón-Argente, aunque se acusa la presencia de bancos calizos intercalados entre los terrenos detríticos, los cuales presentan una microfauna que data el Kimmeridgiense Superior-Portlandiense. Al techo y en discordancia cartográfica se presenta el Cretácico Inferior en facies Weald.

### 1.3 CRETACICO

En general, en el territorio comprendido por la Hoja el Cretácico Inferior en facies Weald se apoya en discordancia estratigráfica y frecuentemente en discordancia angular manifiesta sobre los pisos anteriores. Únicamente en aquellas zonas donde existe una facies Purbeck desarrollada y existe al techo un Cretácico Inferior en facies Weald (Sinclinal de Galve, fuera de la Hoja), la discordancia no es tan manifiesta, existiendo a primera vista una aparente continuidad.

#### 1.3.1 NEOCOMIENSE-BARREMIENSE (Cw<sub>11-14</sub>)

En el Weald del norte de la Hoja se inicia esta formación con una calilitita de color marrón-gris oscuro, con abundantes Ostrácodos y Charáceas, de 1 a 3 m. de espesor. Sobre ella, en la zona de Portalrubio, se presenta un conglomerado de bolos subredondeados de calizas jurásicas que llegan a superar los 30 cm. de diámetro. Este conglomerado llega a tener en esta zona más de 3 m. de espesor. Sobre él se apoyan areniscas y arcillas de colores rojizos. Con frecuencia se encuentran intercalados espesores variables, según las zonas, de calizas de color gris ceniza con abundantes Charáceas.

La potencia de esta formación oscila entre 30 y 70 m.

#### 1.3.2 BARREMIENSE-APTIENSE (C<sub>14-15</sub>)

El paso del Barremiense continental en facies Weald a la facies marina se hace de una forma progresiva y continua en la zona de las Parras de Martín, donde intercalados con niveles típicos de facies Weald se encuentran bancos de ostras que marcan la transición hacia un régimen sedimentario francamente marino. En esta zona la potencia de esta unidad es de unos 25 metros.

Esta formación de transición se presenta en el resto de la Hoja muy reducida o falta completamente.

Sobre esta unidad citada, o directamente sobre la típica facies Weald, se apoya un banco de areniscas y gravas silíceas, que constituye un buen nivel guía en toda la Hoja. Su potencia es variable, desde 25 ó 30 m. en

las Parras de Martín, 15 m. al norte de Alpeñes y 12 m. en el ángulo sur-oriental de la Hoja.

Sobre este banco de arenisca se sitúan unas calizas (biomicritas) con alguna intercalación margosa, que presenta abundante microfauna, principalmente Toucasia, Orbitolinas, Lamelibranquios y Gasterópodos.

La potencia de este tramo varía entre 10 y 30 m.

El techo de esta formación lo situamos en el último banco de Toucasias.

### 1.3.3 APTIENSE-ALBIENSE (C<sub>15-16</sub>)

Se presenta esta formación en continuidad estratigráfica y con variaciones importantes. En el noroeste de la Hoja es donde presenta mayor desarrollo y potencia, siendo ésta de unos 120 m. Está representada por varias secuencias negativas, que contienen los tres términos siguientes:

- Calizas arcillosas o arenosas beigeas, ferruginosas, con Orbitolinas, Dasycladáceas y restos de Lamelibranquios.
- Margas arenosas, rojizas o verdosas, con Trigonias, Ostras y Glauconias.
- Arcillas oscuras, con lignitos y yesos. Presenta Ostras y Glauconia.

Hacia el Sur y hacia el Oeste esta formación disminuye notablemente de potencia. Al norte de Alpeñes tiene una potencia de unos 15 m., con dos niveles de arcillas negras que presentan nivelitos de azabache y frecuentes cristales de yeso. En el ángulo sureste de la Hoja tiene una representación muy reducida, de unos 10 m., con algún nivel de lignito.

### 1.3.4 ALBIENSE (C<sub>16</sub>)

Se trata de una formación continental de carácter «transgresivo» (ver figura 1). Al techo, y en continuidad estratigráfica, se sitúa el Vraconiense marino, datado con la *Orbitolina durand delgai* (SCHR.).

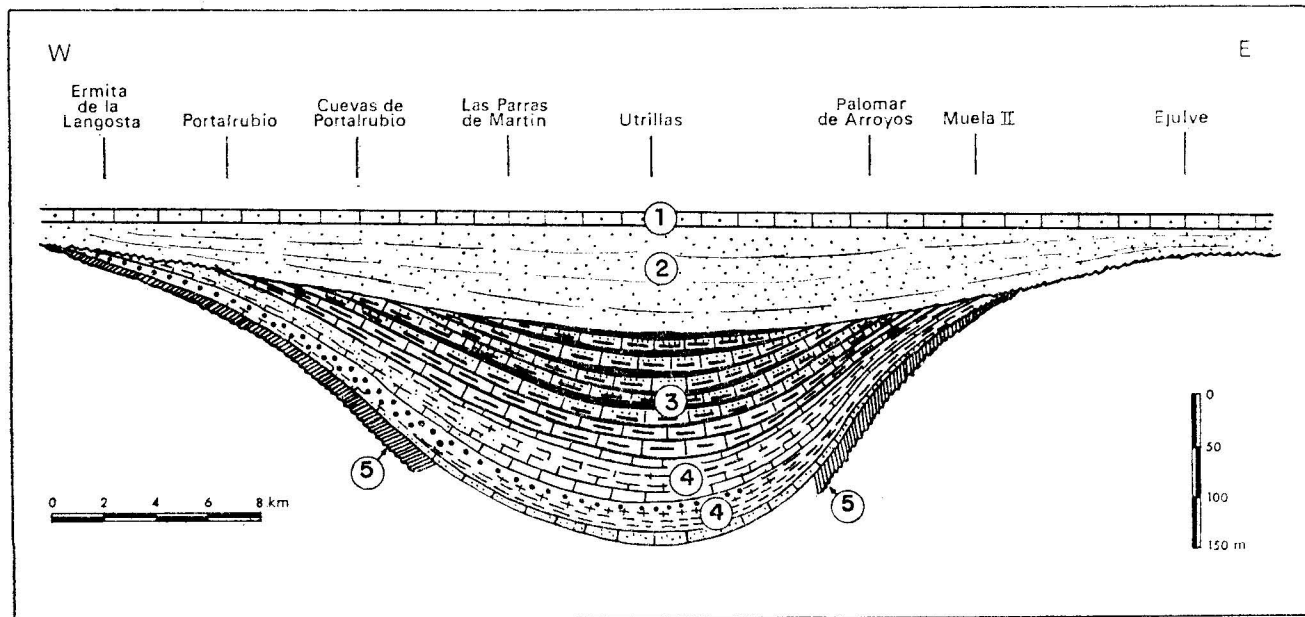
Presenta una facies típica en toda la región, que recibe el nombre de la localidad de Utrillas. Tiene una litología de areniscas, arenas y arcillas versicolores, costras ferruginosas y lentejones conglomeráticos.

La potencia de esta formación es variable, comprendida entre 35 a 100 metros.

### 1.3.5 VRACONIENSE-CENOMANENSE (C<sub>16-21</sub>)

Sobre el tramo detrítico de facies Utrillas y en continuidad estratigráfica se encuentran los primeros niveles con fauna marina.

En la Hoja situada al norte de ésta se encontraron Orbitolinas que se clasificaron como la *Orbitolina durand delgai* (SCHR.) que data el Vraconiense, especie que también ha sido encontrada por SCHROEDER en la



Basado en J. Canerot 1974

Figura 1

(1: Vraconiense-Cenomaniense.—2: Albense, areniscas de facies Utrilla.—  
3: Aptense-Albense con lignitos.—4: Barremiense-Aptense.—5: Infrabarremiense.)

carretera a Valdeconejos. El techo de esta formación es de calizas arcillosas, algo arenosas, haciéndose más calcárea (biomicritas) hacia el techo, donde aparecen las prealveolinas.

La fauna encontrada ha sido: *Prealveolina cretacea* (REICHEL), *Pseudocyclamina rugosa* (D'ORB.), Ostrácodos, Miliólidos.

### 1.3.6 CENOMANENSE-SENONIENSE (C<sub>21-26</sub>)

Formación dolomítica, que se apoya sobre el tramo calcáreo antes descrito y cuyo techo es un nuevo paquete calcáreo. La potencia es de unos 60 m. Son dolomías y calizas dolomíticas de color gris claro, blanquecinas o rosadas.

### 1.3.7 SENONIENSE (C<sub>23-26</sub>)

Sobre el tramo dolomítico anterior se apoyan unas calizas (biomicritas e intrabiomicritas) con Miliólidos, Discorbis y Radiolarios. En la parte superior de este tramo se presentan calizas con intraclastos de color gris. El techo de esta unidad se define por la aparición de una alternancia de calizas y margas.

La potencia de este tramo es de unos 40 m.

### 1.3.8 SENONIENSE (Cm<sub>23-26</sub>)

Sobre el tramo calcáreo antes descrito se inicia una alternancia de calizas (micritas) y margas. Hacia el techo se encuentran niveles de yesos y haciéndose más arcillosa la formación aparecen horizontes de coloración rojiza. El techo de esta formación es un microconglomerado de carácter intraformacional con cantos de un antiguo suelo, lo que nos refleja un importante hiato sedimentario, al terminar la sedimentación del ciclo cretácico.

La potencia de este tramo puede ser próxima a los 80 m. La fauna y flora es de Charáceas, algún horizonte con Rudistos y, al techo, Lychnus.

## 1.4 TERCIARIO

### 1.4.1 SANNONIENSE-STAMPIENSE (T<sub>31-32</sub><sup>A3</sup>), (Tg<sub>c31-32</sub><sup>A3</sup>)

La base de esta formación es un microconglomerado, con cantos de un suelo fósil de color rojo, que nos indica la importancia del hiato sedimentario existente entre el final de la sedimentación cretácica y el inicio de esta nueva sedimentación, mucho más detrítica. Este suelo, por removilización, da origen a este microconglomerado.

El carácter de esta formación es de arcillas rojas alternando con niveles

detríticos de areniscas y conglomerados. En la parte inferior son frecuentes los cantos de suelo rojo que hemos comentado. Se presentan también horizontes de calizas, uno de los cuales contiene abundantes charáceas, constituyendo un buen horizonte guía.

La parte inferior de esta formación se encuentra en concordancia angular con los terrenos mesozoicos precedentes. Sin embargo, paulatinamente aparece una discordancia progresiva, en abanico, que se apoya «transgresivamente» sobre los sedimentos anteriores, bien sea el mesozoico o el terciario precedente.

Estos sedimentos que forman la discordancia progresiva han sido dados como Stampiense por M. CRUSAFONT, 1962.

En el Puerto Mínguez se presenta una formación de arcillas y gravas silíceas, paleozoicas, que se encuentran cabalgadas por el Cretácico. No se ve su techo ni su muro y la consideramos como una variación lateral de facies del anterior, y se ha representado en la cartografía como (Tg<sup>A3-0</sup><sub>c31-32</sub>).

#### 1.4.2 CHATIENSE-MIOCENO (T<sup>A-Bc</sup><sub>c33-1</sub>)

En el norte de la Hoja, en la bajada del Puerto Mínguez hacia el Oeste, encontramos una formación que presenta una alternancia de calizas blancas y margas en contacto por falla con la formación antes descrita (Tg<sup>A3-0</sup><sub>c31-32</sub>), correspondiendo el labio hundido de la falla a la formación de las calizas y margas, lo que nos indica que esta formación, cuyo muro no es visible, es más reciente que la Tg<sup>A3-0</sup><sub>c31-32</sub>. A su vez, se apoya sobre ella la formación T<sup>A-B</sup><sub>c33-1</sub>.

#### 1.4.3 CHATIENSE-MIOCENO (T<sup>A-B</sup><sub>c33-1</sub>)

Formación ampliamente representada en la Hoja y con una litología básicamente de conglomerados, arcillas y estratos calcomargosos. En discordancia angular con las formaciones precedentes, aunque no por ello deja de estar afectada por fallas en varias zonas de la Hoja. Generalmente horizontal o subhorizontal, excepto en la proximidad de las fracturas.

Potencia muy variable, como corresponde a este tipo de formaciones continentales de peneplanización de un relieve. Fauna escasa, únicamente Gasterópodos, que no permiten precisar una edad definida.

#### 1.4.4 CHATIENSE-CUATERNARIO (T<sup>A-a</sup><sub>c33</sub>)

En el cuadrante suroeste de la Hoja la formación anteriormente descrita se presenta de una forma discontinua y recubierta en parte por formaciones más recientes del tipo aluviales o derrubios de ladera. Debido a la escasa

definición que presentan se han englobado en la cartografía como una unidad.

## 1.5 CUATERNARIO

### 1.5.1 CUATERNARIO ALUVIAL (Q<sub>AL</sub>)

Con escasa representación en la Hoja, presenta una litología de limos, arena y grava.

### 1.5.2 TRAVERTINO (Q<sub>TR</sub>)

Localizado en tres pequeñas áreas, con entidad cartografiable al norte de las Parras de Martín. Se presentan las calizas oquerosas de travertinos adosadas a estratos con fuerte buzamiento.

### 1.5.3 DERRUBIOS DE LADERA (Q<sub>L</sub>)

En parte incluidos, por su escasa definición, en la unidad (T<sub>c33</sub><sup>A</sup>-Q), se han cartografiado al noreste de la Hoja, en donde los fuertes desniveles topográficos y la falta de coherencia de los materiales terciarios permite que estas formaciones tengan una entidad propia.

## 2 TECTONICA

### 2.1 INTRODUCCION

En la Hoja de Argente, número 517, se pueden distinguir dos ambientes tectónicos bien definidos: uno al oeste de la alineación Ibérica del Trías aflorante, donde se ubican los pueblos de Alpeñes-Pancrudo y Rillo, y otro al este de dicha alineación. La primera de ellas presenta una tectónica con pliegues de dirección Ibérica, de amplio radio de curvatura, y más o menos solidaria con las alineaciones del zócalo y condicionado por éste. Al este de la alineación triásica antes mencionada se pone de manifiesto una tectónica de despegue de cobertera a favor del nivel plástico del Trías. Los pliegues toman una dirección sensiblemente Oeste-Este, dirección ésta bastante generalizada en las vecinas Hojas situadas al Este.

Vamos a hacer un enfoque de la evolución tectónica, previamente a la descripción de estructuras locales.

### 2.2 EVOLUCION TECTONICA

La alineación de Alpeñes-Pancrudo-Rillo debe corresponder a una falla normal con bloque hundido al Este, que funcionó ya al menos al final del

Jurásico, pues esta alineación condiciona la sedimentación del Cretácico Inferior, disminuyendo de potencia de Este a Oeste y acuciándose bruscamente hasta desaparecer en las proximidades de dicha alineación, no registrándose su presencia al oeste de la misma.

Asimismo en algunas zonas se observa una disarmonía tectónica entre el Jurásico y el Cretácico Inferior, disarmonía que creemos debida a esta tectónica de finales del Jurásico. Entre Pancrudo y Rillo, así como en la zona al norte de Alpeñes y la zona al este de Portalrubio, hay una disarmonía tectónica entre el Jurásico y el Cretácico Inferior. Esta disarmonía podría ser explicada bien porque la tectónica de zócalo de final del Jurásico produce un plegamiento acusado localmente por efecto del despegue, mientras que en otras zonas se mantiene el Jurásico solidario al zócalo, o bien porque en la tectónica alpina o más reciente, la facies Weald del Cretácico, sirvió como nivel incompetente de amortiguación, dando lugar a la disarmonía local que se observa en distintas zonas de la Hoja. Personalmente me inclino hacia la primera hipótesis, ya que si bien la facies Weald no permite totalmente la transmisión de esfuerzos direccionales, esta facies tiene paquetes calizos intercalados que acusarían este tipo de fenómeno, aspecto que no se manifiesta en absoluto en la alineación entre Pancrudo y Rillo.

La fase tectónica que marca las características estructurales principales de plegamiento en la zona es la orogenia alpina. Se inicia al final del Cretácico Superior con una elevación generalizada de toda el área, poniéndose de manifiesto por una falta de sedimentación o por la sedimentación de depósitos rojos (oxidación). En la Hoja de Segura de los Baños (situada inmediatamente al norte de ésta) el Oligoceno Medio se encuentra en discordancia progresiva o en abanico sobre los materiales anteriores. En la Hoja de Argente, este mismo Oligoceno, que presenta discordancia progresiva al Norte, se encuentra cabalgado por el mesozoico en la zona noreste de la Hoja. Asimismo es de notar la alineación de las estructuras en el cuadrante noreste de la Hoja con una dirección sensiblemente Este-Oeste; esta dirección forma un ángulo con la dirección ibérica de dirección NO-SE (este enfrentamiento de direcciones se pone muy claramente de manifiesto en la vecina Hoja de Montalbán, situada al este).

La tectónica de dirección Este-Oeste es posterior a la tectónica de dirección Ibérica NO-SE, como hemos explicado anteriormente. Esta tectónica de gravedad y de deslizamiento sobre el nivel incompetente del Triás (Muschelkalk Medio y Keuper) ha funcionado en pulsiones sucesivas, como queda puesto de manifiesto en los dos cabalgamientos sucesivos de la zona noreste de la Hoja. Para que se inicien estos despegues sobre un nivel plástico únicamente se necesita sobrepasar un umbral crítico de la componente de la fuerza de gravedad en la dirección del posible desplazamiento; esto puede ser ocasionado bien por reajustes tectónicos en una fase tardía

de la fase tectónica principal, o bien por una disminución del coeficiente de rozamiento en el nivel plástico por embebimiento de agua.

Estas consideraciones nos llevan a dos conclusiones:

- 1.ª Que las direcciones de las alineaciones de la cobertera no tienen necesariamente que responder a accidentes tectónicos del zócalo.
- 2.ª Que esta tectónica de gravedad ha sido un continuo en el tiempo. Este último aspecto es de primordial importancia en la interpretación y datación de los materiales del Terciario, ya que al no existir criterios paleontológicos suficientes precisos para la datación de estos materiales, y las correlaciones litológicas de difícil estudio por los bruscos cambios laterales de facies, con frecuencia se han utilizado criterios tectónicos que no son válidos, ya que esta tectónica no ha correspondido a unos períodos críticos en el tiempo, sino que han sido un continuo en el tiempo, sin que además signifiquen grandes trastornos en el zócalo.

### 2.3 PAPEL QUE DESEMPEÑA EL TRIAS EN ESTA TECTONICA

En la presente Hoja únicamente afloran materiales desde el Muschelkalk Medio, no aflorando materiales más antiguos. Desde el punto de vista del comportamiento mecánico de los materiales, únicamente afloran los materiales de cobertera no solidarios al zócalo y el nivel plástico de despegue. No aflora el zócalo, entendiendo por tal el conjunto estratigráfico del Paleozoico, Buntsandstein y Muschelkalk Inferior. Este conjunto se comporta desde el punto de vista mecánico de transmisión de esfuerzos direccionales con un alto grado de homogeneidad.

El nivel de despegue inferior de toda la cobertera suprayacente es el Muschelkalk Medio. El Muschelkalk Superior, al encontrarse entre los niveles plásticos del Muschelkalk Medio y del Keuper, se fractura y presenta unas alineaciones anárquicas. Ejemplos llamativos de este hecho los tenemos al sureste de la Hoja, en la carretera de Cañada Vellida a Galve, y al noroeste de la Hoja, entre Alpeñes y Cosa.

En la tectónica de gravedad, a favor de un nivel plástico, como es el caso que nos ocupa, se encuentran zonas de «distensión» y zonas de compresión con cabalgamientos (ver figura 2).

En esta Hoja tenemos los dos tipos de zonas:

- a) Zona de distensión con despegue, como es el caso de la alineación triásica de Alpeñes-Rillo-Pancrudo; y
- b) Zona de compresión con cabalgamientos en la parte noreste de la Hoja.

Este tipo de tectónica es muy general y se encuentra bien representada,



al menos en toda la región del Maestrazgo, con muy buenos ejemplos de la tectónica de distensión, a todas las escalas, en las Hojas situadas al sur de Alcora y Villahermosa del Río y abundantes ejemplos de la tectónica de compresión con cabalgamientos en las vecinas Hojas situadas al este de la que comentamos.

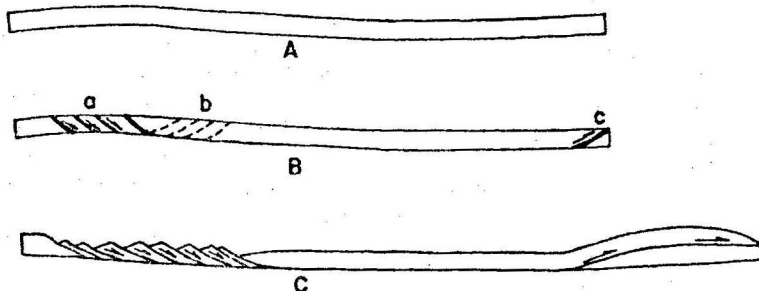
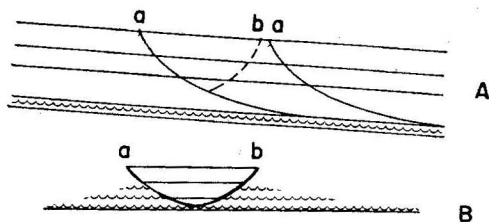


Figura 2

(A: Generación de un gradiente de gravedad.—B: Desarrollo de fracturas de superficie cicloidales de distensión (a) y sus conjugadas (b), y como consecuencia, generación de cabalgamientos (c).—C: Configuración final.)

#### 2.4 ZONA DE DISTENSION DE ALPEÑES-RILLO-PANCRUDO

En la zona de distensión con Trías aflorante de Alpeñes-Rillo-Pancrudo se presenta el Cretácico Superior apoyado directamente sobre el Keuper (noroeste de Rillo). Este fenómeno tectónico implica fallas de pequeño ángulo en relación con la estratificación, y cuyo mecanismo sería como explica la figura 3.



A: Distensión:  
a) Fallas de distensión.  
b) Fallas conjugadas.  
B: Bloque aislado resultante, sobre nivel incompetente.

Figura 3

#### 2.5 ZONA DE CABALGAMIENTOS DEL AREA NORDESTE DE LA HOJA

La zona de cabalgamientos del área noreste de la Hoja presenta dos cabalgamientos sucesivos y fracturas casi paralelas a la estratificación. El

Muschelkalk Superior, presente en los cabalgamientos, se presenta sin armonía manifiesta con el conjunto del mesozoico cabalgante, por lo que al menos en este caso el principal horizonte de despegue es el del Muschelkalk Medio. El mecanismo de los cabalgamientos se explica según figura 4.

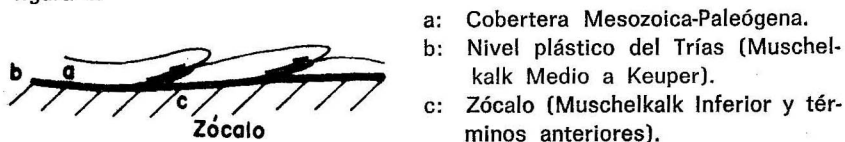


Figura 4.—Esquema de los cabalgamientos.

## 2.6 CRETACICO SUPERIOR AL ESTE DE LA HOJA

El Cretácico Superior, desde Pancrudo hasta el límite este de la Hoja, presenta una tectónica de dirección sensiblemente Este-Oeste. El flanco sur de los pliegues suele estar invertido, mientras que el flanco norte suele tener buzamientos suaves.

## 2.7 AREA SURESTE DE LA HOJA (CAÑADA VELLIDA-GALVE)

En el área sureste de Cañada Vellida a Galve la alineación situada al noreste del Trías aflorante encuentra invertida (volcada hacia el noreste), siendo muy llamativa la disarmonía del Muschelkalk Superior con la alineación antes mencionada. Hacia el Oeste aflora en varios puntos el Trías.

## 2.8 AREA DE PORTALRUBIO-LA RAMBLA DE MARTIN

Se encuentra aflorante el Keuper, sobre el que se apoyan diferentes pisos del Jurásico y del Cretácico por contacto mecánico de fallas de pequeño ángulo. Asimismo se presenta una disarmonía tectónica entre el Jurásico y el Cretácico Inferior y más manifiesta entre éstos y el Cretácico Superior, que en general presenta una tectónica mucho más suave, excepto al sur de Cuevas de Portalrubio, donde el Cretácico Superior se presenta muy replegado.

## 2.9 ZONA AL OESTE DE ALPEÑES-PANCRUDO-RILLO

Al oeste de dicha alineación únicamente se encuentra representado el Jurásico, posiblemente el Cretácico Inferior en facies Weald y el Terciario. Se presentan pliegues amplios y de dirección Ibérica. Únicamente en la proximidad a la zona del Trías se presenta una zona de fracturación muy acusada.

### 3 HISTORIA GEOLOGICA

Los terrenos más antiguos que afloran en la Hoja son los del Trías, con el Muschelkalk Medio, Superior y Keuper. Es, pues, a partir de la estratigrafía de estos pisos de donde partimos para la consideración de la Historia Geológica.

En el Muschelkalk Medio se acusa una pulsión regresiva, dentro del ambiente marino epicontinental del Muschelkalk, como pone de manifiesto la presencia de materiales lagunar-evaporíticos similares a los del Keuper. En el Retiense se inicia el ciclo sedimentario del Jurásico Inferior y Medio. Se inicia con una transgresión marina procedente del Sureste, que invade el surco ibérico hacia el Noroeste, dando lugar a una sedimentación nerítica calcárea con dolomías en la base, calizas y margas en el Toarciense. Vuelve la sedimentación calcárea con un episodio silíceo en el Bajociense, para terminar el ciclo sedimentario en el Calloviense con una oolita o costra ferruginosa. Después de un hiato sedimentario se inicia una sedimentación calcárea marina del Oxfordiense francamente marino. Durante el Kimmeridgiense Inferior acontece una sedimentación calcáreo-lutítica, que da lugar a una ritmita. En la cuenca de Visiedo-Lidón (oeste de la Hoja) los aportes detríticos en el Kimmeridgiense Inferior son más intensos que el sureste de la misma. En el Kimmeridgiense Superior la sedimentación es calcárea, en un ambiente de mar abierto. Hacia el techo del Kimmeridgiense se instala una sedimentación detrítica de facies Purbeck.

Los movimientos neokimméricos dan lugar a umbrales y áreas deprimidas; en las primeras se introduce la erosión de los materiales jurásicos, y en las segundas, la conservación de los materiales jurásicos y la acumulación de sedimentos de facies detríticas.

Durante el Cretácico Inferior se peneplaniza el relieve generado durante la orogenia de final del Jurásico, continuando la sedimentación wealdica. De nuevo se inicia una transgresión marina procedente del Este, que en el área que nos ocupa se inicia en el Barremiense Superior, instalándose en el Beduliense con una facies detrítica, para llegar al Gargasiense con una facies recifal. En el ámbito de la Hoja el límite de esta transgresión se encuentra a lo largo de la lineación Alpeñes-Pancrudo-Rillo, no existiendo materiales de esta edad al oeste de dicha alineación. Durante el final del Aptense se intensifican los movimientos epirogénicos, produciéndose una sedimentación en cubetas deprimidas de tipo marino-lagunar, donde se localizan los horizontes de lignitos.

En el Albense se produce una sedimentación fluvio-deltaica (facies Utrillas) de carácter «transgresivo», que precede la sedimentación marina del Cenomanense que empieza en el Vraconiense.

En el Cretácico Superior se inicia una transgresión marina, que invade todo el ámbito sedimentario de la Cordillera Ibérica. El máximo de la transgresión ocurre en el Cenomaniense Superior-Turonense, siempre en un ambiente epicontinental. Al final del Senonense aparecen facies lagunares calizas y evaporíticas.

Al finalizar el Cretácico se produce una emersión generalizada de la zona, que da lugar a una laguna sedimentaria, de la que desconocemos con precisión su amplitud temporal. Un rejuvenecimiento del relieve en áreas colindantes da lugar a depósitos de sedimentos conglomeráticos y detríticos en general, así como arcillas rojas. La parte inferior de esta serie está en concordancia angular con la serie cretácica. Hacia el techo se define una discordancia progresiva o en abanico, en materiales de edad Oligoceno Inferior y Medio.

Esta discordancia progresiva es manifiesta en la depresión de Montalbán, al noreste de la Hoja. Los cabalgamientos son posteriores a esta fase de plegamiento.

Con posterioridad a esta fase, y después de un posible hiato sedimentario, se depositan en discordancia materiales que al carecer de criterios paleontológicos y tener rápidas variaciones laterales de facies hemos atribuido una edad del Chatiense al Mioceno Medio. Durante esta época ha funcionado de una forma intermitente la tectónica de cobertera, que ha dado lugar a los cabalgamientos, por lo que estos materiales se encuentran afectados localmente por esta tectónica.

Durante el Plioceno y Cuaternario existe una tectónica de descompresión con un movimiento relativo de bloques paleozoicos, que pueden tener incidencia importante debido a los despegues a nivel del Triás plástico. La formación de calizas travertínicas, formación de terrazas y desarrollo de pie de montes completan la dinámica geológica en este período.

## **4 GEOLOGIA ECONOMICA**

### **4.1 MINERIA Y CANTERAS**

#### **4.1.1 MINERIA**

La actividad minera de la Hoja se centra en la explotación de los lignitos que se localizan en el Aptiense Superior y base del Albiense (C<sub>15-16</sub>). El mayor desarrollo de esta formación se localiza en la parte noreste de la Hoja, área que pertenece a la Cubeta de Utrillas. Hacia el Oeste disminuye la potencia de esta formación, con la consiguiente reducción de los horizontes lignitíferos, no sobrepasando nunca hacia el Oeste la alineación de Alpeñes-Pancrudo-Rillo. Por el Norte la cuenca lignitífera se encuentra limi-

tada por los frentes de cabalgamientos. Por el Suroeste se encuentran explotaciones de estos carbones en la carretera de Pancrudo a Rillo. Por el Sur, la cuenca lignitífera de Utrillas se encuentra recubierta por terrenos más recientes, como son el Albiense y términos más recientes, creemos que hacia el Sur se continúa esta formación, siendo mínima la profundidad en el anticlinal Albiense de Valdeconejos. Con escasa significación se encuentra representada esta formación en el sureste de la Hoja.

#### 4.1.2 CANTERAS

Las canteras existentes en la Hoja explotan calizas que se utilizan como áridos en carreteras, como son las existentes en el Sinemuriense ( $J_{12}$ ) próximo a Rillo, aunque creemos que estos materiales pueden ser extraídos en varios horizontes estratigráficos.

Otro tipo de materiales que se extraen mediante canteras son los bancos de areniscas silíceas con matriz caolinítica que se localizan en la parte inferior del Aptiense (presumiblemente, tránsito del Beduliense a Gargasense) y que se encuentra representado en la cartografía en el tramo más amplio  $C_{14-15}$ . Una cantera en explotación de este tipo se localiza al norte de Alpeñes, próxima a la Ermita de la Langosta.

#### 4.2 HIDROGEOLOGIA

Desde el punto de vista hidrogeológico cabe considerar, en el ámbito de la Hoja, dos zonas, dadas las características estructurales y litológicas existentes en ellas. La divisoria entre estas dos áreas sería el Trías aflorante, que con dirección Ibérica (sensiblemente N-45-O) se extiende por Alpeñes y Rillo y el ángulo sureste de la Hoja.

El nivel impermeable más importante en toda la Hoja es el Trías plástico (Keuper y Muschelkalk Medio).

En la zona situada al oeste de la alineación antes mencionada las estructuras son laxas (excepto en la proximidad del Trías), formando anticlinales y sinclinales de dirección Ibérica. Los materiales presentes son, aparte del Terciario, que consideramos susceptible de tener acuíferos de menor entidad, dados los rápidos cambios laterales de facies y su variabilidad de potencia, ya que fosiliza un relieve, la facies Weald al techo y un Jurásico bien desarrollado. Los horizontes estratigráficos con posibilidad de acuífero en el Jurásico son desde el Retiense hasta el Pliensbaquiense ( $T_{A33}$ - $J_{11}$  y  $J_{12}$ ), es decir, las dolomías y calizas apoyadas sobre el Keuper, siendo éste el horizonte más importante de esta zona. Otro horizonte con posibilidades de acuífero es el Dogger ( $J_{22}$  y  $J_{23}$ ), el cual se apoya sobre las margas impermeables del Toarciense. Finalmente, el Kimmeridgiense Superior ( $J_{32}^3$ ).

En esta zona el área más idónea para una posible captación de aguas

subterráneas es el sinclinal de Visiedo-Lidón, donde se podrían cortar con un sondeo profundo los horizontes del Jurásico antes descritos. Dentro de esta misma zona el sinclinal de Argente presenta unas características similares al anterior.

En la zona situada al noreste de la alineación triásica de Alpeñes-Rillo se presenta una tectónica de gravedad de cobertera con un horizonte de despegue a favor del Triás plástico, lo que da lugar principalmente en su frente norte a cabalgamientos y pliegues tumbados. Asimismo, el Jurásico se presenta incompleto en su parte alta, debido a haber sido ésta una zona de umbral en los movimientos neokímméricos. Asimismo, por su parte inferior se presenta de una manera discontinua «flotando» sobre el Keuper, por lo que creemos que en esta zona no presenta el Jurásico un gran interés como acuífero.

En esta zona creemos que los acuíferos de mayor interés se localizan en los horizontes calizos y dolomíticos del Cretácico Superior, como son la parte superior del Cenomanense (C<sub>16-21</sub>), Dolomías del Turonense (C<sub>21-26</sub>) y calizas del Senonense (C<sub>23-26</sub>).

En esta zona las estructuras más favorables serían la cubeta terciaria de Mezquita de Jarque, donde mediante un sondeo podrían encontrarse los horizontes del Cretácico Superior antes mencionados. Asimismo podrían encontrarse acuíferos colgados en estos mismos horizontes, en el sinclinal volcado al norte de Valdeconejos y en la cubeta terciaria al norte de Cervera del Rincón.

## 5 BIBLIOGRAFIA

- AGUILAR, M. J.; RAMIREZ DEL POZO, J., y ORIOL RIBA, A. (1971).—«Algunas precisiones sobre la sedimentación y la paleoecología del Cretácico Inferior en la zona de Utrillas-Villarroya de los Pinares (Teruel)». *Est. Geol.*, vol. XXVII, pp. 497-512.
- ALMELA, A. (1959).—«El Cretácico en España. II. El Maestrazgo y la Cordillera litoral catalana». *Congreso Geol. Inter. XX sesión, México (1956)*: «El sistema cretácico», pp. 405-423.
- BERGER, E.; KAUFMANN, E., y SACHER, L. (1968).—«Sedimentologische Untersuchungen im Jungpaläozoikum der Ostlischen Iberischen Ketten (Spanien)». *Geol. Rundschau Bd.*
- BULARD, P. F.; CANEROT, J., y GAUTIER, F. (1971).—«Le Jurassique de la partie orientale des chaînes ibériques». *Cuadernos Geol. Iberia*, vol. 2, páginas 333-344.
- CANEROT, J. (1967).—«Le Crétacé supérieur dans le Bas-Aragon et le Maestrazgo (Espagne)». *C. R. Somm. Soc. Géol. France*, fasc. 8, pp. 345-346

- (1969).—«La question de l'Utrillas dans le domaine iberique (Espagne)». *C. R. Somm. Soc. Géol. France*, núm. 1, pp. 11-12.
- (1969).—«Observations géologiques dans la region de Montalbán, Aliaga et Alcorisa (prov. de Teruel, Espagne)». *Bull. Soc. Géol. France*, páginas 854-861.
- CANEROT, J. (1971).—«L'évolution paleogéographique du domaine iberique oriental pendant le Jurassique superieur et le Crétacé inferieur: remarques sur l'épirogénese neocinmerienne». *96 éme Congr. Nat. Soc. Sav. Toulouse*.
- CANEROT, J., y SOUQUET, P. (1972).—«Le facies «Utrillas». Distintion du Wealdien et place dans la phase d'épandages terrigenes albo-cenomanenses. *CR. Acad. Sci. Paris*, t. 275, pp. 527-530.
- CANEROT, J. (1974).—«Recherches géologiques aux confins des Chaines iberique et catalane (Espagne)». *These Sciences*, Toulouse.
- CARLS, P., y MONNINGER, W. (1974).—«Ein Block Konglomerat in Tertiär der Ostlichen Iberischen Ketten (Spanien)». *N. Jb. Geol. Palaont. Abh. Stuttgart S-1-16*.
- COQUAND, H. (1865).—«Monographie de l'Etage Aptien de l'Espagne». *Arnaud et Cie Edit. Marseille*, 1 vol., 221 pp.
- CORTAZAR, D. (1885).—«Bosquejo físico, geológico y minero de la provincia de Teruel». *Bol. Com. Mapa Geol. Esp. Madrid*, t. XII, pp. 263-607.
- CRUSAFONT PAIRO, M. (1967).—«Nuevos datos sobre la edad de los sedimentos terciarios de la zona Utrillas-Montalbán». *Acta Geol. Hisp.*, t. 2, número 5, pp. 115-116.
- DEREIMS, A. (1898).—«Recherches géologiques dans le Sud de l'Aragón». *These Sciences, Paris*.
- FALLOT, P., y BATALLER, J. R. (1927).—«Itinerario geológico a través del Bajo Aragón y el Maestrazgo». *Mem. Real Acad. Ciencias y Artes de Barcelona*, vol. XX, p. 143.
- HAHNE, C. (1930).—«La cadena celtibérica al este de la línea Cuenca-Teruel-Alfambra» (Trad. San Miguel de la Cámara). *Publ. alemanas sobre geol. esp.*, vol. II, pp. 7-50. Madrid, 1974.
- «Investigaciones estratigráficas y tectónicas en las provincias de Teruel, Castellón y Tarragona» (Trad. San Miguel de la Cámara). *Publ. alemanas sobre geol. esp.*, vol. II, pp. 51-97.
- JOLY, H. (1926).—«Etudes géologiques sur la chaîne celtiberique (provinces de Teruel, Zaragoza, Soria, Logroño, Espagne). *C. R. XIVéme Congr. Inter. Madrid*, tac. 2, pp. 523-584.
- MARIN, PH. (1972).—«Découverte d'une zone a Paraspirifer cultrijugatus et Alatiformia alatiformis (Brachiopodes Spiriferida) dans la partie nord-occidentale du massif paleozoique de Montalbán (Teruel, Espagne)». *Ann. Soc. Geol.*, vol. XXVIII, pp. 111-118.

- (1974).—«Le socle paléozoïque et sa couverture Permo-Triasique». *Université Claude Bernard Lyon*.
- MARIN, PH., et TOULOUSE, D. (1972).—«Le Jurassique moyen et supérieur du Nord de la Province de Teruel (Espagne): un exemple du passage Dogger-Malm dans la région d'Arino Oliete. *Est. Geol.*, vol. XXVIII, pp. 111-118.
- MARIN, PH., y PLUSQUELLEC, Y. (1973).—«Sur des Combophylum (Tétracoralliaires) du Dévonien de Montalbán (province de Teruel, Espagne)». *Ann. Soc. Geol. Nord. Lille*, p. 36.
- MEKEL, J. F., y MEER MOHR (H. E. C. van der) (1967).—«Explanation of the photogeological reconnaissance map of the Muniesa Montalbán region». *ITC Publications*, ser. B, n.º 42, 15 p.
- MEKEL, J. F. (1971).—«Explanation of the photogeological Map of the Montalbán region». *ITC Publications*, ser. B, n.º 59, 20 p., 1 pl., 1. mos.
- MOISSENET, E.; CANEROT, J., y PAILHE, P. (1972).—«Geologie et relief dans la région de Montalbán (province Teruel)». *Mélanges, Casa de Velázquez*, t. VIII, 50 p.
- ORIOLE RIBA, A.; VILLENA, J., y VALLIERES (T. des) (1966).—«Nota sobre la presencia de terrenos de edad carbonífera en la parte oriental del Macizo de Montalbán (provincia de Teruel)». *Acta Geol. Hisp.*, t. I, n.º 2, pp. 5 y 6.
- ORIOLE RIBA, A.; VILLENA, J., y MALDONADO, A. (1971).—«Memoria de la Hoja n.º 40, Daroca. E. 1:200.000». *IGME*, p. 53.
- RICHTER, G., und TEICHMULLER, R. (1933).—«Die Entwicklung der Keltiberrischen Ketten». *Abh. Ges. Wiss. Göttingen, Math, Phys., Kl., F. III*, heft 7, 1185.
- RIOS, J. M., y ALMELA, A. (1951).—«Estudios sobre el Mesozoico del borde meridional de la Cuenca del Ebro». *Inst. Geol. y Min. de Esp.*, libro jubilar, t. II, p. 247.
- SACHER, L. (1966).—«Über Karbonische Sedimente bei Montalbán in den Ostlichen Iberischen Ketten (Spanien)». *N. Jb. Geol. Palaont. Mh.*, Stuttgart, 5.385-448.
- SAEFTEL, H. (1961).—«Paleogeografía del Albiense en las cadenas celtibéricas de España». *Not. Com. Inst. Geol. Min. de España*, n.º 63, pp. 163-192.
- VERNEUIL (E. de) et LARTET, L. (1863).—«Norte sur le calcaire a Lychnus del environs de Segura et sur le Tertiaire, le Neocomien; le Jurassique, le Lias et les terrains triasiques et dévoniens des environs de Montalbán (Aragón)». *Bull. Soc. Geol. France*, t. 20, pp. 684-698.



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

