



# IGME

591

28-23

## MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1 : 50.000

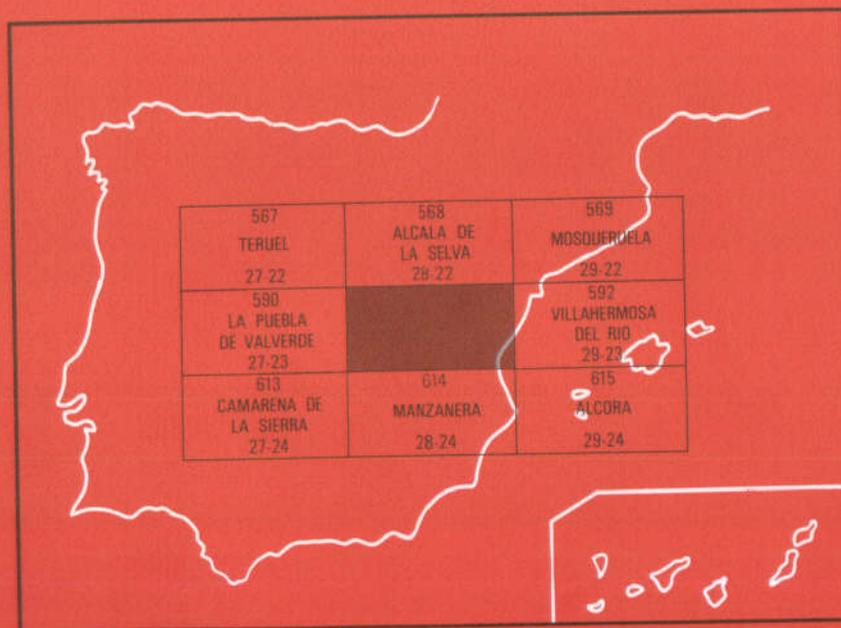
### MORA DE RUBIELOS

Segunda serie - Primera edición



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

I.S.S.N.: 0373-2096



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

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

**MORA DE RUBIELOS**

**Segunda serie - Primera edición**

SERVICIO DE PUBLICACIONES  
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por la COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS, S. A. con normas, dirección y supervisión del IGME.

Han intervenido en su realización los siguientes autores:

A. GODOY (C.G.S.):	<i>Cartografía y secciones del Mesozoico. Memoria.</i>
P. ANADON (Inst. Jaime Almera. C.S.I.C.):	<i>Cartografía, secciones y sedimentología del Terciario. Memoria.</i>
J. BERAESTEGUI (C.G.S.):	<i>Sedimentología detríticos Mesozoico.</i>
J.I. RAMIREZ (C.G.S.):	<i>Sedimentología carbonatos Mesozoico.</i>
A. OLIVE (C.G.S.):	<i>Geomorfología</i>
M.J. AGUILAR (C.G.S.):	<i>Petrología y sedimentología de Laboratorio.</i>
M.C. LEAL (C.G.S.):	<i>Micropaleontología</i>
J.C. GARCIA (Univ. Oviedo):	<i>Sedimentología detríticos Mesozoico.</i>
J.M. MARTIN (Univ. Granada):	<i>Sedimentología del Jurásico Superior.</i>
A. MELENDEZ (Un. Zaragoza):	<i>Sedimentología carbonatos del Cretácico.</i>
M. ALVARO (C.G.S.):	<i>Tectónica</i>
N. SOLE (Univ. Barcelon):	<i>Palinología</i>
Laboratorios:	<i>C.G.S.</i>
A. HERNANDEZ (C.G.S.):	<i>Jefe de Proyecto</i>
V. GABALDON (IGME):	<i>Dirección y Supervisión.</i>

La presente memoria ha sido redactada por A. Godoy y P. Anadón con la colaboración de A. Olivé, M.J. Aguilar, M.C. Leal, J.C. García, J.M. Martín, A. Meléndez y M. Alvaro.

## 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-300-1986

Imprime: Gráficas Monterreina, S. A. - Valentín Llaguno, 14 - 28019-MADRID

## INDICE

	Págs.
<b>INTRODUCCION</b> .....	5
<b>1. ESTRATIGRAFIA</b> .....	6
1.1. TRIASICO .....	6
1.1.1. Arcillas yesíferas rojas. (1). Facies Keuper .....	6
1.2. TRIASICO SUPERIOR Y JURASICO .....	7
1.2.1. Brechas, dolomías y calizas. (2). Lias .....	7
1.2.2. Calizas y calizas dolomíticas. (3). Dogger .....	8
1.2.3. Areniscas y calizas. (4). Kimmeridgiense superior-Portlandiense .....	8
1.3. CRETACICO .....	10
1.3.1. Fm. Areniscas de Mora de Rubielos. Facies Weald. (5). Valanginiense .....	12
1.3.2. Arcillas, margas y calizas. (Parte inferior de la Fm. Areniscas de Camarillas). Facies Weald (6). Hauteriviense-Barremiense inferior .....	13
1.3.3. Areniscas y arcillas. (Parte superior de la Fm. Areniscas de Camarillas). Facies Weald. (7). Barremiense .....	14
1.3.4. Fm. Calizas y margas de Ares del Maestre. (8). Barremiense-Aptiense inferior (Bedouliense) .....	15
1.3.5. Fm. Arcillas de Morella (9). Barremiense-Aptiense inferior (Badouliense) .....	16
1.3.6. Fm. Calizas y margas de Chert. (10). Bedouliense inferior .....	18
1.3.7. Fm. Margas de Forcall. (11). Bedouliense superior .....	19
1.3.8. Calizas y dolomías (12). Bedouliense .....	19
1.3.9. Fm. Calizas de Villarroya de los Pinares. (13). Gargasiense inferior .....	20
1.3.10. Calizas y areniscas. (14). Gargasiense .....	21
1.3.11. Fm. Arenas de Utrillas. (15). Albiense .....	22
1.3.12. Fm. Calizas y margas de Mosqueruelas. (16). Cenomaniense .....	22
1.3.13. Calizas y calizas dolomíticas. (17). Turoniense .....	25
1.4. TERCARIO .....	25
1.4.1. Arenas y areniscas amarillentas y vinosas (18). Aragoniense .....	26
1.4.2. Lutitas versicolores, calizas, arenas y lignitos. (19). Aragoniense .....	27
1.4.3. Margas, arcillas laminadas y ritmitas. Serie bituminosa. (20). Aragoniense .....	28
1.4.4. Arenas y areniscas amarillentas y brechas. (21). Aragoniense .....	29

1.4.5.	<b>Conglomerados, areniscas y lutitas rojas. (22). Mioceno superior-Plioceno</b> .....	29
1.4.6.	<b>Gravas, arenas y arcillas. (23). Villanyense</b> .....	30
1.5.	<b>CUATERNARIO</b> .....	30
1.5.1.	<b>Gravas angulosas. Aluvial-coluvial. (24). Pleistoceno</b> .....	30
1.5.2.	<b>Gravas, arenas y lutitas. Terraza. (25). Pleistoceno</b> .....	30
1.5.3.	<b>Gravas, arenas y lutitas. Glacis. (26). Pleistoceno</b> .....	30
1.5.4.	<b>Gravas, arenas y lutitas. Glacis. (27). Pleistoceno</b> .....	31
1.5.5.	<b>Gravas, arenas y lutitas. Coluvial. (28). Pleistoceno</b> .....	31
1.5.6.	<b>Gravas, arenas y lutitas. Aluvial. (29). Holoceno</b> .....	31
1.5.7.	<b>Lutitas arenosas y gravas. Coluvial-aluvial. (30). Holoceno</b> .....	31
2.	<b>TECTONICA</b> .....	31
2.1.	<b>TECTONICA REGIONAL</b> .....	31
2.2.	<b>DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA Y CRONOLOGIA DE LAS DEFORMACIONES</b> .....	34
3.	<b>GEOMORFOLOGIA</b> .....	36
4.	<b>HISTORIA GEOLOGICA</b> .....	37
5.	<b>GEOLOGIA ECONOMICA</b> .....	40
5.1.	<b>MINERIA Y CANTERAS</b> .....	40
5.2.	<b>HIDROGEOLOGIA</b> .....	41
6.	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	43

## INTRODUCCION

La hoja de Mora de Rubielos se encuentra situada en la Cordillera Ibérica. Geográficamente comprende una región del S.E. de la provincia de Teruel y parte de la provincia de Castellón.

El relieve es de tipo medio con alturas próximas a los 1.200 m., salvo en el sector N.E. donde la Sierra de Noguerauelas alcanza una altitud máxima de 1.800 m. y el extremo S.O. donde las cotas no pasan de los 870 m.

Varios cursos fluviales atraviesan la hoja con dirección N-S, Ríos Valbona, Mora, Palomarejas, Rubielos, Morrón y Río de Cortes de Arenoso y el Río Linares que la atraviesa con dirección NO-SE. Una serie de barrancos y arroyos de menor importancia y con cursos intermitentes completan la red fluvial.

La continentalidad del clima y el escaso volumen anual de lluvias de primavera, hacen difícil la actividad agrícola de viñedo en secano, trigo y algunos frutales. El potencial forestal es importante en casi toda la hoja.

La actividad minera, en la cuenca terciaria de Rubielos de Mora, llegó a alcanzar cierta importancia en la extracción de pizarras bituminosas. Actualmente se están llevando a cabo trabajos de investigación en la zona.

El núcleo de población más importante es Mora de Rubielos, cabeza de partido, le siguen en importancia, Rubielos de Mora, Linares de Mora (antiguo centro minero), Noguerauelas, Valbona y Cabra de Mora. La densidad de población es muy baja.

Desde el punto de vista geológico, la región estudiada se sitúa en la Rama Aragonesa del Sistema Ibérico o Sistema Celtibérico (LOTZE, 1929). El Sistema Ibérico, está limitado por las Cuencas Terciarias del Tajo (Suroeste), Duero (al Noroeste) y Ebro (al Noreste) y está constituido fundamentalmente por una amplia gama de materiales, que van desde el

Precámbrico más superior hasta el Paleógeno continental. Deformados según una dirección general NO-SE (Directriz Ibérica) con vergencias al SO en la parte occidental y hacia el NE en la oriental de la Cordillera. También se observan estructuras de dirección NE-SO (Directriz Guadarrama) y NNE-SSO. Se conservan numerosas cuencas internas rellenas por sedimentos continentales del Neógeno en disposición subhorizontal o suavemente deformados y basculados, entre las que destacan las de Calatayud-Teruel y Teruel-Alfambra orientadas según la directriz Ibérica y Castellana de la Cordillera.

La evolución tectónica y sedimentaria de la Cordillera, a partir del Pérmico, se ajusta al modelo propuesto por ALVARO *et al.* (1978), constituyendo un Aulacógeno posteriormente comprimido y deformado durante las fases Alpinas (IGME, 1980).

Aparte de los métodos usuales en los estudios estratigráficos y tectónicos regionales y en el levantamiento de mapas geológicos, se han utilizado técnicas de nueva aplicación en la metodología del MAGNA, siguiendo el pliego de condiciones técnicas del proyecto. El estudio estratigráfico se ha complementado con un análisis sedimentológico de campo y laboratorio, tanto en series terrígenas como carbonatadas.

Se ha elaborado también, un mapa geomorfológico de características generales a escala 1:50.000, del que se incluye en la presente memoria una reducción a escala aproximada de 1:100.000.

## 1. ESTRATIGRAFIA

En la hoja de Mora de Rubielos afloran materiales de edades comprendidas entre el Triásico (Keuper) y el Cuaternario, existiendo lagunas importantes en el Cretácico superior y Terciario.

### 1.1. TRIASICO

Por la escasez de afloramientos el Triásico de la hoja ha sido poco estudiado. De la zona que nos ocupa destaca el trabajo del IGME (1971) y con carácter regional los de RIBA (1959), VILLENA (1971), GARRIDO y VILLENA (1977), RAMOS (1979), CAPOTE *et al.* (1982).

#### 1.1.1. Arcillas yesíferas rojas. (1). Facies Keuper.

Existen dos pequeños afloramientos al sur de la localidad de Linares de Mora que constituyen toda la representación del Triás en la hoja.

Esta unidad está formada por arcillas abigarradas, yesíferas de color fundamentalmente rojo. Entre las arcillas se encuentran minerales autigénicos, generalmente jacintos.

La falta de afloramientos impide hacer una descripción más precisa del tramo.

## 1.2. TRIASICO SUPERIOR Y JURASICO

Si bien los materiales atribuidos al Jurásico ocupan una gran extensión dentro de la hoja, solamente está bien representado el Malm. Los términos inferiores, Lias y Dogger, ocupan un reducido afloramiento situado al S. de Linares de Mora.

Los trabajos que interesan destacar sobre el estudio regional del Jurásico corresponden a GAUTIER (1968), FELGUEROSO *et al.* (1971), CANEROT (1974), GOY *et al.* (1976), GOY y YEBENES (1977), GOMEZ y GOY (1979).

### 1.2.1. Brechas, dolomías y calizas. (2). Lias

La calidad de los afloramientos no ha permitido reconocer en esta unidad las formaciones que regionalmente se han venido diferenciado, Fm. Carniolas de Cortes de Tajuña, Fm. Calizas y dolomías de Cuevas Labradas, Fm. Margas grises del Cerro del Pez y Fm. Calizas bioclásticas de Barahona.

En el corte esquemático, realizado al sur de Linares de Mora se han distinguido de muro a techo:

- Cincuenta y cuatro metros de dolomías y carniolas de aspecto masivo muy fracturadas de color gris.
- Cuarenta y tres metros de calizas dolomíticas y calizas de color gris, en bancos de 10 a 40 cm. siempre muy fisuradas y con algún nivel margoso intercalado.
- Once metros de margas y margocalizas hojosas de color gris.
- Quince metros de margocalizas grises.

Los niveles inferiores son calizas muy recrystalizadas de grano grueso y micritas de grano fino a medio, con óxidos de hierro intercrystalinos y formación de geodas rellenas de limo micrítico y pseudopisolitos ferruginosos. Tienen texturas de dedolomitización, quedando reliquias de cristales rómbicos de dolomita y dolomita-siderita. Presenta una intensa fracturación que produce textura brechiforme y recrystalización fina, irregular de micritas y dismicritas con trazas de Ostrácodos. Los niveles medios son biomicritas con *gravells* y zonas esparíticas conteniendo Miliólidos, Equinodermos y Lamelibranquios. Tiene zonas muy recrystalizadas y fracturas con calcita. A techo son micritas con limo fino de cuarzo (5%), materia orgánica carbonosa fina dispersa, con laminillas de moscovita, algo arcillosa, con trazas de Ostrácodos.

Por la mala calidad del afloramiento no ha sido posible reconocer con detalle las estructuras, pero por comparación con afloramientos en hojas próximas y a los trabajos regionales consultados, podemos interpretar las carniolas como brechas de colapso, depositadas en un medio somero hipersalino. No se reconocen en ellas restos de las texturas originales. El resto de la unidad lo atribuimos a depósitos de plataforma interna.

En las muestras estudiadas se han clasificado restos de *Glomospira* sp. y Ostrácodos y en las margas levigadas: *Lenticulina faveolata* FRANKE y *Lenticulina aff. subalata* REUSS.

Por el conjunto de caracteres litológicos y faunísticos, datamos este tramo como Lias.

### 1.2.2. Calizas y calizas dolomíticas. (3). Dogger

Esta unidad cartográfica al igual que la anterior solamente aflora al Sur de Linares de Mora.

Está constituida por una sucesión de 100 m. de potencia de calizas, a veces dolomitizadas, de colores gris y ocres en bancos de 20 cm.

Las calizas son biomicritas con Equinodermos, Briozoos y Microfilamentos, más o menos fracturados y recristalizados, con glauconita y cuarzo accesorios. Los niveles de dolomías tienen óxidos de hierro y granos de cuarzo (10%), de textura hipidiotópica a idiotópica, con porosidad intercrystalina. Calcita en fracturas.

El ambiente de sedimentación es de plataforma carbonatada externa.

Las muestras estudiadas contienen abundantes restos de: *Microfilamentos*, *Globochaete alpina* LOMB, *Eothrix alpina* sp., *Lenticulina* sp., *Cytharina* sp., *Saracenaria* sp., *Nodosaria* sp., *Reinholdella* sp., *Ammobaculites* sp., *Ammodiscus* sp., *Ophthalmidium* sp., y fragmentos de Moluscos, Ostrácodos y Equinodermos. Esta microfacies define el Dogger inferior: Aaleniese-Bajociense.

### 1.2.3. Areniscas y calizas. (4). Kimmeridgiense superior-Portlandiense

Esta unidad del Jurásico superior aflora fundamentalmente en la mitad occidental de la hoja, en las proximidades de la localidad de Mora de Rubielos, si bien en la mitad oriental también aparece en pequeños afloramientos limitados por accidentes tectónicos.

Se ha estudiado parcialmente en la sección de Río Mora, en la que se ha reconocido una alternancia de areniscas y calizas, cuya descripción de muro a techo es la siguiente:

— Treinta y ocho metros de un tramo mixto carbonatado-detrítico. Las areniscas son blanquecinas de grano medio a grueso micáceas, con cemento calcáreo y aspecto masivo. Los bancos, generalmente con base erosiva, tienen un tamaño de grano decreciente hacia el techo. Las calizas son predominantemente micritas y biomicritas (*wackestone-packstone*), estratificadas regularmente en bancos de 20 a 50 cm. a veces algo arenosas. Los restos orgánicos más frecuentes son los Ostreidos.

— Veintinueve metros Areniscas blanquecinas de grano medio, micáceas, con cemento calcáreo y restos vegetales, en bancos gruesos muy continuos. Se intercalan bancos de calizas arenosas (*packstone*), bioclásticas, con lumaquelas de Ostreidos.

— Quince metros Areniscas blanquecinas, de grano medio a grueso, cemento calcáreo y estratificación difusa. A techo y muro afloran calizas arenosas (*packstone*), bioclásticas, con niveles lumaquéllicos de Ostreidos.

— Treinta metros Calizas y margocalizas gris claras (*mudstone-wackestone*), con algún nivel de calizas arenosas y oolíticas (*grainstone*), localmente con oncolitos. En la base son masivas y hacia el techo tableadas. Se intercalan niveles arenosos masivos.

— Cinco metros Calizas masivas grises (*mudstone-wackestone*), con algún nivel de Ostreidos.

Al microscopio las areniscas son de grano medio, morfoscopia SA., formada por cuarzo (55%), Feld. K. (20%), restos de matriz fina sericítica (5%) y cemento de carbonatos. Como accesorios Turmalina y Moscovita. Los niveles carbonatados son biomicritas, intraobiomicrocritas e intraoosparitas, formadas por fragmentos de Moluscos, Equinodermos, Ostrácos, Lituólidos y Algas, en algunas muestras con granos de cuarzo y feldespatos. En algunos niveles oolíticos éstos tienen núcleo de cuarzo o bioclástico, otros son oolitos complejos algáceos. Parte de los bioclastos están interclastados y algún nivel de biooelmicrocritas tiene textura muy irregular en que los oolitos tienen pigmentos ferruginosos en su corteza más externa, y los pellets son orgánicos, probablemente algáceos. Asimismo, en algunos niveles de intrabiooosparita, gran parte de los bioclastos (35%) están constituídos por Ostreidos de tamaño rudita. En todo el conjunto es frecuente la ordenación paralela de los clastos.

En cuanto a las estructuras sedimentarias del conjunto es de destacar por lo que se refiere a los tramos calizos, su homogeneidad a lo largo de la serie, presentando bioturbación media a intensa y siendo frecuentes los niveles intercalados de lumaquelas de Ostreidos. Las areniscas se presentan en los tramos inferiores distribuidas en capas que definen secuencias granodecrecientes, con bases ligeramente erosivas y estructuras internas de estratificaciones cruzadas de surco, cuyas láminas presentan direcciones de crecimiento muy diversas. En el techo de estos bancos son frecuentes los *ripples* de oscilación sobreimpuestos de direcciones entrecruzadas. De la parte media de la serie hacia arriba predomina en ellas la estratificación cruzada en surco, con estructuras de 0,5 m. de envergadura (la dirección en que migran los megarripples es muy constante y de sentido contrapuesto) y por encima se hace más patente la estratificación cruzada planar unidireccional y como estructuras de segundo orden estratificaciones cruzadas de surco y laminación paralela de bajo ángulo.

Por tanto, en esta unidad se encuentran unas facies carbonatadas, que por el contexto en que se encuentran, por la ausencia de estructuras de desecación y por el tipo de restos orgánicos dominantes, de características salobres, se han interpretado como facies de *lagoon* interno salobre. Las facies detríticas corresponden, las de la parte inferior de la serie, a las partes más distales de los canales mareales procedentes del

*tidal-flat*. los tramos arenosos de la parte media se han interpretado como barras arenosas próximas a la desembocadura de canales mareales y/o ríos que están retrabajados por la acción de las mareas. Los tramos arenosos superiores se han interpretado como sistemas de barras desarrolladas en la parte alta del *shoreface*, que en ocasiones llegan a soldarse a los depósitos con laminación planar de bajo ángulo, típicas del *foreshore*. Los niveles oolíticos intercalados a techo corresponden a invasiones esporádicas de los *shoals* oolíticos que penetran en las partes más internas del *lagoon* en épocas de tormentas.

En los alrededores de Mora de Rubielos afloran los niveles más altos de la unidad en esta zona y que están situados en la serie por encima de los tramos descritos en la sección de Río Mora. Se trata de facies micríticas (*mudstone-wackestone*), con abundantes estructuras de desecación, *mudcracks*, *shrinkage pores*, *bird's eyes*, atravesados por pequeños canales mareales. Estos depósitos corresponden a un ambiente intermareal alto a supramareal.

Las muestras estudiadas contienen abundantes restos de fósiles. Se han clasificado: *Anchispirocyclina lusitánica* (EGGER), *Feurtillia frequens* MAYNC, *Everticyclammina virguliana* (KOEK), *Rectocyclammina chouberti* HOTT, *Pseudocyclammina lituus* (YOK), *Trocholina alpina alongata* LEUP, *Freixialina planispiralis* (RAMALHO), *Nautiloculina oolithica* (MOL), *Pfenderina sp.*, Abundantes algas: *Actinoporella podolica* (ALTH), *Campbelliella striata* (CAR), *Macroporella espichelensis* DELOF y RAM, *Salpingoporella annulata* CAROZ. También se reconocen fragmentos de Moluscos, Serpúlidos, Equinodermos, Ostreidos y Ostrácodos.

Conjunto microfauístico que define bien el Portlandiense.

### 1.3. CRETACICO

El Cretácico ocupa gran parte de la superficie de la hoja, siendo el Cretácico inferior el que está mejor representado. Se encuentra la serie completa desde el Valanginiense hasta el Gargasense y su estudio queda dificultado únicamente por causas tectónicas.

Son numerosos los autores que han estudiado el Cretácico de este sector de la Cordillera Ibérica: RIBA (1959), VIALARD (1966, 1973), MELENDEZ (1971, 1972), RAMIREZ *et al.* (1972), MELENDEZ *et al.* (1972, 1974), GAUTIER (1971), CANEROT (1974), Informe del IGME (1982).

El estudio detallado de las distintas unidades se ha realizado a partir de las columnas estratigráficas de Cerro del Morrón, Bco. de las Casas I y II, Bco. del Azotejo y Cortes de Arenoso I y II.

En la fig. 1 se ha representado en una columna sintética, las unidades cartográficas y distribución de las formaciones diferenciadas.

LITOLOGIA	DENOMINACION	UNIDADES CARTOGRAFICAS	EDAD	
	Fm. Calizas y margas de Mosqueruela.	16	CENOMANIENSE	
	Fm. Arenas de Utrillas	15	F.U.	ALBIENSE
	Fm. Lignitos de Escucha	14	GARGAS.	
	Fm. Calizas de Villarroya de los Pinares.	13		
	Fm. Margas de Forcall	11	BEDOULIENSE	
	Fm. Calizas y Margas de Chert.	10		
	Fm. Ancillas de Morella	9		
	Fm. Calizas y Margas de Ares del Maestro.	8	BARREMIENSE	
	Fm. Areniscas de Camarillas	7		
		6	HAUT	
Fm. Areniscas de Mora de Rubielos.	5	FACIES	VALANG.	

**Leyenda**

- Lutitas
- Calizas margosas
- Arenas
- Calizas arenosas
- Calizas
- Margas
- Calizas nodulosos

**FIGURA 1.** Columna estratigráfica sintética del cretácico.

### 1.3.1. Fm. Areniscas de Mora de Rubielos. Facies Weald. (5). Valangiense

Esta formación aflora en la mitad occidental de la hoja, donde se encuentra siempre en contacto neto y erosivo sobre el Jurásico terminal.

Hacia el E. la unidad se acuña, y no existe en los afloramientos del Cretácico basal de los alrededores de Linares de Mora.

La potencia máxima de la unidad dentro de la hoja es del orden de los 140 m. Se ha medido y estudiado con detalle en la sección de Cerro del Morrón, donde se ha distinguido de muro a techo:

— Ciento cinco metros de alternancia de areniscas, margas y arcillas y limos. Las primeras son de tonos pardo amarillentos, grises y blanquecinos y su tamaño de grano varía desde grano grueso y microconglomerática a de grano fino. En la base de algunos cuerpos arenosos, así como dispersos dentro de ellos, hay niveles de conglomerados. Los niveles margosos, generalmente grises y verdosos, predominan en la base del tramo, mientras que las arcillas y limolitas rojas son más frecuentes en la mitad superior. En los niveles de lutitas aparecen nódulos de carbonatos y en los arenosos restos de vegetales.

— Veintiseis metros de areniscas gris blanquecinas, con una intercalación de arcillas rojas y pasadas de limolitas verdosas. Las areniscas en la parte inferior son de grano medio, masivas y con abundantes restos vegetales; las de la mitad superior son de grano grueso, microconglomeráticas, con cantos dispersos. En el tramo arcilloso existen nódulos de carbonatos.

Al microscopio las areniscas de la mitad inferior son de grano medio y en la superior de grano grueso. Están formadas por granos SA-SR de cuarzo (60-70%), reliquias de feld. K y plagioclasas muy alteradas, una fracción de epimatriz (20-30%) de sericita y caolinita y un cemento desigualmente desarrollado según niveles. En la parte baja de la mitad inferior el cemento es dolomítico y sustituye parcialmente a la epimatriz. En la parte alta el cemento es de cuarzo en crecimientos secundarios bien desarrollados y quedan trazas de carbonatos asociados a la matriz. En la mitad superior, la matriz es fundamentalmente caolinítica, sólo presenta sustitución muy parcial en zonas, por carbonatos. Como minerales accesorios se encuentran circón, turmalina y óxidos de hierro. Es frecuente la orientación paralela de los granos y en la parte más alta hay bandeo granulométrico.

Las estructuras sedimentarias reconocidas en esta unidad son variadas. En las areniscas predominan las secuencias granodecrecientes, bases erosivas, estratificaciones cruzadas de surco y en menor frecuencia planar, laminación paralela y *ripples*. Con frecuencia se encuentra en la base de los tramos arenosos cantos blandos y restos vegetales dispersos en la masa arenosa. La bioturbación, de media a intensa, se hace más patente en el techo de las capas y en ocasiones se reconocen for-

mas debidas a raíces. Hay niveles de costras ferruginosas repetidas a lo largo de la serie. Algunos bancos de areniscas presentan estratificación cruzada sigmoidal a gran escala debidas a acreción lateral de *point-bars*. En los tramos arcillosos son muy frecuentes los nódulos de carbonatos y la bioturbación moderada.

Estos materiales se han interpretado como depósitos de una llanura aluvial (localmente aluvial costera) con predominio de canales meandri-formes y amplias llanuras de inundación, con paleosuelos y períodos esporádicos de desbordamiento.

Se ha analizado una muestra de polen que ha dado escasos granos pertenecientes al género *Pityosporites* sp. de edad indeterminada.

En las margas levigadas se han reconocido Ostrácodos y coprolitos de Anélidos. Clasificamos los siguientes Ostrácodos: *Cypridea* aff *indigena* AND., *C.* aff. *valdensis* (SOW) *Darwinula oblonga* ROEM.

La edad de estos materiales atendiendo a su posición estratigráfica es Valanginiense.

### 1.3.2. Arcillas, margas y calizas. (Parte inferior de la Fm. Areniscas de Camarillas). Facies Weald. (6). Hauteriviense-Barremiense inferior

Esta unidad aflora en la mitad occidental de la hoja sobre la Fm. anteriormente descrita, siendo el contacto entre ambas directo. Sin embargo regionalmente tiene carácter erosivo, así, en el borde NE. de la hoja, se apoya directamente sobre el Dogger, y en la mitad SE. sobre el Jurásico terminal faltando la Fm. Areniscas de Mora de Rubielos.

La potencia de este tramo es variable. En la sección del Barranco de las Casas I, donde alcanza 85 m., se han diferenciado de muro a techo los siguientes términos:

— Seis metros. Margocalizas nodulosas bioclásticas, con juntas de margas grises y marrones.

— Cuarenta y cuatro metros. Alternancia de margas grises, margocalizas grises y marrones y areniscas, en capas de 0,20 a 0,50 m. Las areniscas son de grano medio a fino y de aspecto masivo.

— Treinta y cinco metros. Alternancia de margas grises y blanquecinas, margocalizas nodulosas bioclásticas y calizas arenosas. En la base, calizas grises con juntas margosas.

Al microscopio, los tramos carbonatados son: biomicritas algo arenosas con Ostrácodos, Algas y caráceas, en algunas muestras contienen una pequeña fracción de limo (5-10%) de cuarzo; bioesparitas de caráceas y Ostrácodos, con algunos intraclastos de micritas lacustres (5%), muy ferruginizados y bioesparudita formada por fragmentos de Moluscos, en gran parte rodados, con orientación paralela y con cuarzos autigénicos idiomorfos con bordes corroídos por micrita-microdolomita y fragmentos de Moluscos ferruginizados. Las areniscas, de grano fino y medio, son muy heterogéneas en composición. Así, algunas están for-

madras por granos de cuarzo (55%), *gravells* micríticos (10%), Ostrácodos y Caráceas (10%) y cemento de carbonatos; otras están formadas por granos de cuarzo (40-50%), plagioclasas alteradas (10%), fragmentos de rocas calizas y dolomías (15%) y cemento de carbonatos y OxFe. Como minerales accesorios, circón, turmalina, rutilo y OxFe. Es frecuente la textura con orientación paralela de los granos.

Las estructuras sedimentarias son escasas, en las areniscas se encuentran *ripples* aunque con frecuencia tienen aspecto masivo y en los carbonatos estratificación nodulosa, bases erosivas, estratificación cruzada y *ripples*. A su vez suelen presentar bioturbación de moderada a intensa, así como posibles huellas de Dinosaurios. En varios niveles existen costras ferruginosas a techo de capas.

Estos materiales se han interpretado como depositados en un ambiente de llanura litoral con desembocadura de estuarios y pequeñas áreas lacustres marginales.

Las muestras estudiadas en la mitad inferior del tramo contienen: *Atopochara trivolvis triqueta* GRAMB., *Globator trochiliscoides* GRAMB., *Perimniste ancora* GRAMB., *P. aff. micranda* GRAMB., *P. vidua* GRAMB., *Ascidiella ibérica* GRAMB., *Flabellochara* sp., *Clypeator aff. combei* GRAMB. y Ostrácodos como: *Theriosynoecum fittoni* (MANT), *Cypridea menevensis* (AND), *C. rotundata* (AND), *C. propunctata* SILVBRAD., *C. paulsgrovensis* (AND), *C. tumescens* (AND), *Darwinula leguminella* (FORB). En la mitad superior contiene. *Choffatella decipiens* SCHL., *Everticyclammina cf. greigi* (HENSON) y Ostreidos, Moluscos, Ostrácodos y Caráceas.

La edad de esta formación comprende el Hauteriviense y Barremiense inferior.

### 1.3.3. Areniscas y arcillas. (Parte superior de la Fm. Areniscas de Camarillas) Facies Weald. (7). Barremiense

Esta unidad aflora ampliamente por toda la hoja, aunque los afloramientos más importantes se encuentran en la mitad occidental. El contacto con la unidad inferior es concordante.

Regionalmente tiene una potencia aproximada de 300 m. En la sección del Bco. de las Casas II se ha reconocido parcialmente la unidad, donde se han diferenciado los siguientes tramos:

— Sesenta y un metros de areniscas gris blanquecinas, de grano medio a grueso, en ocasiones microconglomeráticas, con cantos de cuarcita dispersos y en niveles de cierta continuidad y arcillas y limos rojizos y verdosos con abundante mica. En este tramo hay frecuentes restos vegetales y algún nivel carbonoso.

— Ciento cuarenta metros de arcillas y limos rojizos y verdosos con intercalaciones arenosas, en capas de 10 a 80 cm., preferentemente de grano fino, en ocasiones muy ferruginosos y con abundante mica. En

algunos niveles son de grano grueso a microconglomeráticas, con cantos de cuarcita.

Al microscopio las areniscas son de grano medio, de morfoscopía SA-SR, entrando como componentes: cuarzo (50-60%), plagioclasas alteradas (10%), feld. K muy alterados (0-10%) y matriz (epimatriz) de sericita y caolinita (15-20%). Los contactos entre los granos son de presión-solución, desarrollándose cemento de cuarzo en crecimientos secundarios con distinta intensidad. La mayor parte de las muestras presentan microestratificación paralela. Como minerales accesorios: moscovita, biotita, circón, turmalina y rutilo.

Las estructuras más frecuentes son: bases erosivas, estratificaciones cruzadas de surco, *ripples*, laminaciones paralelas y bioturbación. En las capas de areniscas es muy frecuente la granoselección positiva, sólo ocasionalmente es patente la granoselección negativa. Asimismo, a lo largo de la serie se encuentran costras ferruginosas, generalmente a techo de las capas de areniscas.

El ambiente en el que se han depositado estos materiales corresponde a una llanura aluvial con canales, en su mayoría meandriformes y amplias llanuras de inundación con episodios esporádicos de desbordamiento.

#### **1.3.4. Fm. Calizas y margas de Ares del Maestre. (8). Barremiense-Aptiense inferior (Bedouliense)**

Aflora en la zona central de la hoja, dando un resalte morfológico sobre las facies arenosas de la unidad anterior.

Es una formación de composición litológica muy variada. Se ha estudiado con detalle en la sección del Bco. del Azotejo, donde alcanza 195 m. de potencia. Se distinguen de muro a techo los siguientes tramos:

— Cincuenta y cinco metros de margocalizas grises, de aspecto noduloso, alternando con niveles de arena de grano medio a grueso, de aspecto masivo. En la base calizas arenosas con algún nivel intercalado de margas. Contiene abundantes Ostreidos que en la base del tramo forman un nivel lumaquélico.

— Cuarenta y cinco metros de margas grises con intercalaciones de capas de 20 cm. de margocalizas nodulosas y bancos de calizas arenosas beige (*grainstone*) y bioclásticas. Contiene abundantes Ostreidos y Erizos.

— Treinta y cinco metros de calizas margosas grises de aspecto noduloso, margas y calizas arenosas a techo.

— Sesenta metros de calizas arenosas y bioclásticas en capas de 15 a 40 cm., calizas margosas de aspecto noduloso y niveles de calizas oolíticas, con intercalaciones margosas. A techo lumaquelas de Ostreidos. En este tramo se encuentran varias costras ferruginosas.

Al microscopio, las areniscas de la base son de grano medio a

grueso, de morfoscopía SA-SR, formada por granos de cuarzo (35%), feld. K (15%), plagioclasas (10%) fragmentos de fósiles (10%) y cemento microdolomítico (30%) con zonas recristalizadas en calcita. Como accesorios, turmalina, biotita, moscovita y OxFe. Los tramos carbonatados comprenden *packstone* y *grainstone* bioclásticos irregularmente arenosos. Los niveles de *packstones* son biomicritas arenosas, biopelmicritas limolíticas, e intrabiomicritas, ocasionalmente arenosas u oolíticas. La fracción bioclástica está constituida por fragmentos de Moluscos, Briozoos, Equinodermos, Algas y Foraminíferos, a veces de tamaño rudita. Los intraclastos son fósiles algo rodados y también *gravells* micríticos. La fracción arenosa (variable en proporción) está constituida por granos de cuarzo y feld. K. Es frecuente la orientación paralela de los clastos y, en algunas muestras, además de la matriz hay una fracción de cemento de esparita, generalmente sintaxial. Los *grainstone* son intrabioparitas e intraobioesparitas, en las que los bioclastos (Moluscos y Equinodermos) están en gran parte intraclastados, aunque también se observan intraclastos poligénicos. Los oolitos micríticos presentan bordes ligeramente ferruginosos. La fracción de cuarzo no sobrepasa el 10% del total de la roca.

Las estructuras más frecuentes son: estratificación cruzada planar y bioturbación, que en ocasiones es elevada y enmascara las estructuras internas de los materiales.

El ambiente de sedimentación corresponde a una llanura aluvial costera con desembocadura de estuarios. Hacia el techo pasa a depósitos de plataforma interna con barras bioclásticas.

En las calizas se han reconocido restos de Moluscos, Ostrácodos, Serpúlidos, Equinodermos, Briozoos, Ostrácodos y en la base algún resto de Oogonios de Carácea. Los Foraminíferos y las Algas calcáreas son muy abundantes. Clasificamos: *Orbitolinopsis kiliani* PREVER, *Choffatella decipiens* SCHLUM., *Nautiloculina cretácea* PEYB., *Everticyclammina greigi* (HENSON), *Pseudocyclammina hedbergi* MAYNC, *Sabaudia minuta* (HOF). Entre las Algas: *Salpingoporella annulata* CAR, *S. dinarica* ROD., *Macroporella praturloni* DEAG., *Heteroporella cylindrica* SOK. y NIK. *Marinella lugeoni* PFEND, *Acicularia elongata* CAR, *Boueina hochtetteri* TOUL.

En las margas intercaladas se han obtenido, mediante levigación abundantes Ostrácodos: *Clithrocytheridea* aff. *brevis* (CORN), *Cytherella pyriformis* (CORN), *Centrocythere bordeti* DAM. y GROSD, *Cythereis simplex* (CORN), *Doloccytheridea hilseana* (ROEM).

La edad de esta unidad está bien definida por microfauna como Barremiense-Aptiense inferior (Bedouliense).

### **1.3.5. Fm. Arcillas de Morella (9). Barremiense-Aptiense inferior (Bedouliense)**

Esta unidad aflora en la zona central y occidental de la hoja, concor-

dante sobre la formación anterior. Hacia el E. disminuye progresivamente de espesor, por cambio lateral de facies hacia la unidad subyacente. Este paso se hace patente en el afloramiento existente en las proximidades del Río Cortes de Arenoso (esquina SE. de la hoja). Asimismo en el cuadrante NE. falta esta unidad, apoyándose la (10) directamente sobre la (8).

En la sección del Bco. del Azotejo se han medido 110 m., en los que se han distinguido los siguientes tramos:

— Cuarenta metros de arcillas, limos arenosos rojizos y verdes y areniscas de grano fino y medio, amarillentas y blanquecinas, en capas de 0,20 m. a 0,50 m. Hay intercalado un tramo de margocalizas arenosas grises, nodulosas. A techo del tramo hay costras ferruginosas.

— Treinta metros de arenas y areniscas blanquecinas y amarillentas, generalmente de grano grueso, con arcillas rojizas y verdosas intercaladas. En las capas de areniscas se encuentran restos vegetales.

— Cuarenta metros de arcillas rojizas y verdosas, con niveles intercalados de areniscas blanquecinas de grano generalmente grueso, en ocasiones con cantos de cuarcita.

Al microscopio las areniscas son de grano grueso microconglomeráticas, de granos subredondeados de cuarzo (30%), feld. K (25%), fragmentos de rocas calizas (15%), posibles restos de Moluscos y cemento de carbonatos en el que se advierte una cierta elaboración algácea. Los feldespatos están parcialmente sustituidos por carbonatos. Los fragmentos de rocas calizas son micríticos, con limo de cuarzo, a modo de «cantos blandos» o grandes intraclastos. Las areniscas de la parte superior son de grano grueso y medio, de granos subredondeados, de feld. K (20-25%), plagioclasas (10%), fragmentos de esquistos (5%).

El nivel carbonatado es una biomicrita arenoso-limolítica con cuarzo (15%), mica (35%) y restos de Moluscos y Ostrácodos, con zonas lumaquéticas y niveles de intraoobioesparitas, con zonas micríticas (10%). Los fósiles son Moluscos predominantemente intraclastados en su mayor parte. Las estructuras más significativas son: estratificación cruzada de surco y planar, esta última en mayor proporción y laminación paralela en las areniscas. Frecuentemente contienen cantos blandos.

El ambiente de sedimentación se ha interpretado como una llanura aluvial costera.

Las muestras estudiadas contienen fragmentos de Moluscos, Equinodermos, Serpúlidos, Briozoos, Ostrácodos, Foraminíferos (Lituolidos, Lagénidos, Miliólidos) y Algas Dasycladáceas y Codiáceas. Se han clasificado: *Daxia cenomana* CUV. y SZAK., *Choffatella decipiens* SCHLUMB., *Nezzazata simplex* OMARA, *Bousina hochtetteri* TOULA.

Las arcillas son escasamente fosilíferas. Se han reconocido, en la base del tramo: *Atopochara trivolis trivolis* GRAMB, *Clavatorites* sp. Esta carácea, pertenece al Aptiense inf. (Bedouliense).

### 1.3.6. Fm. Calizas y margas de Chert. (10). Bedouliense inferior

Esta formación aflora muy profusamente en toda la hoja. Se trata de una unidad fundamentalmente carbonatada, de bastante potencia que da un gran escarpe topográfico fácilmente reconocible. Se ha estudiado de forma detallada en la sección Bco. del Azotejo donde alcanza 184 m. de potencia. Se ha distinguido de muro a techo la sucesión siguiente:

— Veinteitres metros de calizas micríticas (*mudstone*) grises con orbitolinas, en capas de 10 a 40 cm. con niveles de calizas arenosas y bioclásticas (*grainstone*) y niveles oolíticos. Hacia el techo se hacen nodulosas. Son frecuentes los bivalvos y Erizos, formando en ocasiones verdaderas lumaquelas. También se encuentran restos vegetales.

— Cincuenta y ocho metros de margas grises con intercalaciones de calizas arenosas y bioclásticas (*packstone-wackestone*) grises, generalmente de aspecto noduloso. Abundan los niveles con alto contenido de Orbitolinas, Erizos y Ostreidos.

— Cincuenta metros de calizas arcillosas grises, en capas de 10 a 30 cm. de aspecto noduloso, con tramos de calizas arenosas (*packstone-grainstone*). Contienen abundantes Orbitolinas y Erizos, así como restos de Ammonites y Ostreidos.

— Cuarenta y tres metros de calizas grises, en capas de 20 30 cm. (*wackestone*), de aspecto noduloso. Hacia el techo calizas arenosas bioclásticas y oolíticas (*grainstone*) en bancos potentes, parcialmente dolomíticas. Contienen abundantes Orbitolinas, Erizos y Gasterópodos.

Al microscopio hay predominio de biomicritas y biomicruditas, con Orbitolinas, Moluscos y Equinodermos, contiene además granos de cuarzo (5%) y feld. K. (15%) e intraclastos que, al igual que los bioclastos y la matriz, se presentan fuertemente recristalizados. En la parte superior del tramo predominan biopelmicritas y biopelmicruditas de Orbitolinas, Ostrácodos y Foraminíferos, con cemento parcial de esparita. Menos frecuentes son las biogravelpelesparitas (con micrita), intraoesparitas, en que los intraclastos son restos fósiles (Orbitolinas) rodados, con 20% de cuarzos subredondeados y cemento de esparita drusiforme y poikilotópica, e intraesparitas cuyos intraclastos son bioclastos muy rodados.

Se caracteriza esta unidad cartográfica por la aparición de Orbitolinas como bioclastos en los distintos niveles muestreados.

No son frecuentes las estructuras sedimentarias, solamente en algunos niveles se encuentran estratificaciones cruzadas de surco y planar, *ripples*, cuerpos canalizados y cuerpos de techo convexo.

El ambiente de sedimentación corresponde a una plataforma con barras bioclásticas.

Las calizas estudiadas contienen abundantes restos de Moluscos, Equinodermos, Ostrácodos, Serpúlidos, Braquiópodos, Foraminíferos (Orbitolínidos, Lituolidos) y Algas calcáreas (Dasycladáceas). Se han clasificado: *Palorbitolina lenticularis* (BLUM), *Orbitolinopsis* aff. *simplex*

(HENSON), *Praeorbitolina cormyi* SCHLUMB, *Choffatella decipiens* SCHLUMB., *Everticyclammina greigi* (HENSON) y a techo de la unidad *Orbitolina (Mesorbitolina) cf. lotzei* SCHR.

En las margas se han obtenido por levigación, Moluscos, Crinoides y Ostrácodos. Se han clasificado: *Schulerideaderoovi* DAM y GROSD., *Centrocythere bordeti* DAM y GROSD., *Centrocythere aff. gottisi* DAM y GROSD., «*Clithrocytheridea*» *brevis* (CORN).

La unidad es muy fosilífera y queda bien definida con la asociación citada como Bedouliense inferior.

### 1.3.7. Fm. Margas de Forcall. (11). Bedouliense superior

Esta formación que se encuentra bien desarrollada en la hoja, da lugar a un talud topográfico sobre el escarpe calizo de la unidad anterior. Normalmente se encuentra cubierta por sedimentos recientes que dificultan la observación directa de los materiales. Se han reconocido 86 m. de esta unidad en la sección Bco. del Azotejo. En ella se han distinguido:

— Veinte metros de calizas arenosas (*grainstone*), calizas margosas, margas y algún nivel de areniscas de grano fino. Presentan algún nódulo de hierro y gran contenido en Orbitolinas, Equínidos y Ammonites.

— Sesenta y cinco metros de margas y margocalizas de colores claros con abundantes restos de fauna. Los niveles de margocalizas se presentan en bancos de 10-30 cm.

Las estructuras sedimentarias en esta unidad son muy escasas, reduciéndose a *ripples* en los niveles de areniscas y bioturbación de media a intensa en los niveles calcáreos.

El ambiente sedimentario se ha interpretado como una plataforma externa y abierta sin barras.

La microfauna que se ha obtenido por levigación es una asociación de Ostrácodos y Foraminíferos (especialmente Lagénidos). Se han clasificado: Ostrácodos *Cytherella ovata* ROEM, *C. paralela* REUSS, *Paracypris acuta* (CORN) y los Lagénidos: *Lenticulina* sp., *Planularia* sp., *Cytharina* sp., *Marginulina* sp., *Gavelinella* sp., *Dorothia* sp.

La edad para la unidad es Bedouliense por criterios estratigráficos, ya que la asociación citada no es de gran valor bioestratigráfico.

### 1.3.8. Calizas y dolomías (12). Bedouliense

En el borde NE de la hoja, las unidades (10) y (11) descritas en apartados anteriores, se encuentran intensamente dolomitizadas, a la vez que sufren una notable reducción de potencia. Al no ser posible su diferenciación cartográfica, se ha optado por hacer un tramo comprensivo de ambas para este sector.

Se trata de calizas dolomíticas y dolomías de colores amarillentos y rojizos.

Al microscopio son calizas recristalizadas de textura gruesa a muy gruesa (tex. 5), ferruginosa (10%), sub a idiotópica, seguramente de dedolomitización. Los cristales rómbicos son con gran frecuencia macrocristales (posible siderita).

Desde el punto de vista paleontológico las muestras analizadas no tienen ningún valor de datación, únicamente se han encontrado restos de Equinodermos.

Por la edad de las unidades a las que pasa lateralmente, se le ha dado una edad Beouliense.

### **1.3.9. Fm. Calizas de Villarroya de los Pinares. (13). Gargasiense inferior**

La mayor parte de los afloramientos de esta unidad están situados en la mitad oriental de la hoja, donde forman potentes crestones que coronan gran parte de los relieves existentes en la zona.

Esta unidad carbonatada ha recibido los nombres de «calizas urgonianas» y «calizas de Toucasia».

Regionalmente tienen una potencia que oscila entre 50 y 80 m. En la sección de Masía del Aliagar, se han medido 50 m. de calizas arenosas y bioclásticas (*grainstone*), de colores grises, normalmente de aspecto noduloso y masivo, otras veces en capas de 20 a 50 cm. Contienen abundantes fragmentos de Rudistas y Corales. Por encima hay un tramo margoso, generalmente cubierto, con abundantes restos de Nerineas, Strombus y Equínidos.

Al microscopio se ha observado que la unidad está formada por biomicritas, intrabiomicritas e intrao(bio)esparitas. Las biomicritas están formadas por fragmentos de Moluscos, Equinodermos, Foraminíferos y Miliólidos, en matriz peletóide, con orientación paralela de los bioclastos y cemento de esparita en alguna zona. Los niveles de intrabiomicritas tienen intraclastos micríticos, fragmentos de Equinodermos, Moluscos y Foraminíferos, presentan orientación paralela de los clastos y una fracción de cemento de esparita sintaxial. Los niveles de intrao(bio)esparitas contienen una gran proporción (40-45%) de intraclastos poligénicos (micríticos, recristalizados, fragmentos fósiles rodados), oolitos (generalmente granos revestidos), ocasionalmente fósiles apenas rodados (Miliólidos, Equinodermos, Foraminíferos) y cemento de esparita en 2 generaciones. La primera tangencial a los bordes de los clastos (prismático fino o diente de perro) y la segunda en mosaico heterogranular.

Los tramos carbonatados presentan estratificación cruzada planar, siendo la bioturbación abundante. Se han interpretado como depósitos de una plataforma carbonatada arrecifal.

Son calizas muy ricas en restos fósiles. Se reconocen, Corales, Rudistas, Briozoos, Equinodermos, Moluscos, Braquiópodos, Serpúlidos, Ostrácodos, Algas calcáreas (*Dasycladáceas*, *Codiáceas*) y Foraminíferos bentónicos (*Lituolidos*, *Ataxophragmidos*, *Miliólidos*, etc.). Clasificamos:

*Daxia cenomana* CUV y SZAK, *Cuneolina laurenti* SART y GRES, *Pseudocyclammina hedbergi* MAYNC, *Barkerina* sp., *Sabaudia minuta* (HOFK), *Everticyclammina greigi* (HENSON), *Nezzarata simplex* OMARA y Algas: *Permocalculus inopinatus* ELL., *Salpingoporella dinarica* RAD, *Boueina hochtetteri* TOUL.

La edad de esta unidad es Gargasiense.

### 1.3.10. Calizas y areniscas. (14). Gargasiense

Estos materiales afloran en la mitad oriental de la hoja. Constituyen la unidad superior del Cretácico inferior, y sobre ellos se sitúa discordante la Facies Utrillas. Parte de la unidad corresponde a las «Capas de Trigonias». Lateralmente, mediante un enriquecimiento gradual de calizas, se corresponde con la Fm. Calizas de Benasal (Cuenca del Maestrazgo). Por otra parte, hacia el Norte se produce una lenta transición a la Fm. Escucha, por un incremento progresivo de material terrígeno y productos carbonosos.

En esta unidad no se ha podido levantar una columna detallada ya que normalmente se encuentra cubierta por sedimentos recientes. Se trata de una alternancia de calizas, calizas margosas, calizas arenosas y margas de tonos grises y rojizos, con intercalaciones de areniscas rojizas y blanquecinas. Localmente existen lentejones de arcillas gris oscuras con restos lignitosos. Los tramos calcáreos contienen Orbitolinas, Trigonias y restos de Lamelibranquios y Braquiópodos. La potencia de la unidad es de 80 m. aproximadamente.

Al microscopio las calizas rojas se presentan como calizas recristalizadas gruesas (tex. 5) sub a idiotópica con sombras (20%) de Moluscos y Equinodermos (rudita fina), todo muy ferruginizado (20%). Parece ser una textura en que la ferruginización está sustituida por la dolomitización. Mientras que las calizas claras presentan intraclastos (30%), oolitos (40%), esparita (30%), con un tamaño entre 200-400  $\mu$ , con microestratificación paralela y los fósiles (Equinodermos y Moluscos) están intraclastados u oolitizados, como accesorio se presenta el cuarzo.

Se han estudiado muestras sueltas en las que las calizas (Biosparruditas) contienen abundantes restos de Moluscos, Equinodermos, Briozoos Serpúlidos, Ostrácodos, Foraminíferos bentónicos (Orbitolinidos, Miliólidos, Lagénidos, Ataxophragmidos) y Algas calcáreas. Hemos clasificado *Orbitolina (Mesorbitolina)* cf. *texana texana* (ROEMER), *Sabaudia minuta* HOFKER, *Cuneolina* cf. *pavonia* D'ORB, *Boueina hochtetteri* TOVLA, *Neomeria* sp.

La edad de esta unidad por criterios de microfacies y estratigráficos, es Aptiense superior (Gargasiense) aunque no se descarta que pueda llear al Albiense inferior.

### 1.3.11. Fm. Arenas de Utrillas. (15). Albiense

Esta formación aflora, como la unidad anterior, en la mitad oriental de la hoja. La forma de presentarse en el terreno y la intensa tectonización que han sufrido estos materiales no ha permitido realizar una sección estratigráfica detallada. Las diversas observaciones en cortes parciales posibilita identificar esta formación como una sucesión de capas arenosas y areniscosas poco compactadas de color blanco fundamentalmente, aunque en algunas zonas presentan tonos ocres alternando con niveles de arcillas grises y algunas pasadas calcáreas con abundantes óxidos de hierro.

Al microscopio las areniscas son, unas de tamaño de grano fino SA con un contenido de feldespato potásico (30%) y cuarzo (60%), cementación local de óxidos de hierro (10%) poropelículas, contactos tangenciales, restos o trazos de matriz caolinítica con moscovita y turmalina, otras presentan tamaño de grano medio SA. feldespato potásico (20%), cuarzo (45%), cemento de calcita (25%) y óxidos de hierro (10%) con turmalina y moscovita.

Esta formación es azóica pero por la edad de las unidades infra y suprayacentes datadas se le atribuye una edad Albiense.

### 1.3.12. Fm. Calizas y margas de Mosqueruelas. (16). Cenomaniense

Existen dos zonas definidas donde afloran los materiales de esta formación. Al NE, donde un accidente tectónico pone en contacto estos materiales con otros más antiguos y al SE cerca de la población de Cortes de Arenoso.

Regionalmente esta formación tiene bastante continuidad hacia el Este, mientras que al Norte y Sur pierde bastante espesor y se hace más detrítica. Al Oeste falta por erosión.

Se ha estudiado en las secciones de Cortes de Arenoso I y II donde alcanza una potencia de 420 m. De muro a techo se han distinguido tres tramos, con la siguiente sucesión litológica:

*Tramo inferior:* Está formado por:

— Cincuenta y ocho metros de margas en la base con niveles de arenas finas sobre las que se sitúa un paquete de calizas arenosas (*grainstone*) con orbitolinas y bioclastos a techo. Sobre ellas se sucede una alternancia de calizas nodulosas (*packstone*) con orbitolinas y bioturbación y calizas arenosas y calcarenitas (*grainstone*), oolíticas y bioclásticas.

Las areniscas son de grano medio, formadas por granos subangulosos de cuarzo (40%), feld. K alterado (15%) y cemento de carbonatos. La textura es de microestratificación paralela. El cemento es de dos clases: Agregados de cristales gruesos de siderita en paso a limonita y calcita

poikilotópica intergranular. Como accesorios, moscovita, circón y turmalina. Las calizas están formadas por fragmentos de Orbitolinas, Equinodermos. Moluscos, Briozoos, Miliólidos y Algas (en forma de *gravells* micríticos). En otras contienen 20% de cuarzo y 10% de feld. K con abundante glauconita; existen lumaquelas cuya matriz ha sufrido procesos de dolomitización/dedolomitización/depósito de OxFe intercrystalino. En todos los niveles hay orientación paralela de los bioclastos.

Las estructuras sedimentarias más frecuentes son estratificación cruzada planar y en surco. El ambiente corresponde a la implantación de una plataforma carbonatada, con una importante influencia de material terrígeno de llanura de mareas, con ambientes sub a intermareales y desarrollo de barras calcareníticas u oolíticas (*shoals*) de medios agitados.

En las muestras estudiadas se han clasificado: *Orbitolina gr. cóncava* LAMK., *Neoiragia cuvillieri* MOULL, *Hensonina lenticularis* HENSON, *Charentia cuvillieri* NEUM., *Nummoloculina cj. Heimi* BONET, *Cyclolina cretácea* D'ORB.

En las margas levigadas se han obtenido: *Cytherelloidea aff. stricta* JONES y HINDE, *Dordoniella strangulata* APOST.

Esta asociación define al Albiense superior-Cenomaniense inferior.

**Tramo medio:** De muro a techo se define la siguiente sucesión litológica.

— Sesenta y tres metros de calizas oolíticas y calcarenitas (*packstone-grainstone*), de aspecto noduloso, con bioturbación y arenas con granoselección positiva.

— Treinta y cinco metros de una sucesión con un término basal de calizas micríticas y bioclásticas (*wackestone, packstone*) y a techo calizas arenosas nodulosas (*packstone, grainstone*) bioturbadas que presentan a techo una superficie de encostramiento ferruginosa.

— Treinta metros de una alternancia de calizas bioclásticas y calcarenitas con orbitolinas, en las que se identifican algunos niveles bioconstruidos de Rudistas formando *patches*.

— Sesenta y nueve metros de una sucesión de calizas bioclásticas, algo arenosas, bioturbadas, margas arenosas y un término superior de arenas y limos. Pueden presentar algunos niveles de encostramiento. A techo se presenta un pequeño resalte de biocalcarenitas (*grainstone*), con oolitos. En estos tramos hay abundante glauconita.

Los niveles muestreados corresponden a intraoesparitas, intraoobiosparitas, biosparitas e intrabiosparitas. En algunos niveles hay una cierta proporción de cuarzo detrítico (10%) que puede presentarse como granos revestidos y/o núcleos de oolitos. Los fragmentos fósiles (como bioclastos, intraclastos y/o oolitizados) son de Orbitolinas, Briozoos, Moluscos, Equinodermos y Foraminíferos. En otros, los clastos son de tamaño rudita. Es frecuente la orientación paralela de los clastos.

En la parte inferior de este tramo, se han reconocido secuencias con un término basal de calizas micríticas y bioclásticas, con estratificación cruzada y en la parte superior calizas arenosas nodulosas bioturbadas, que presentan a techo una superficie de encostramiento.

Los tramos siguientes presentan una sucesión de secuencias más o menos desarrolladas, formadas por un término basal de caliza bioclástica algo arenosa con estratificación cruzada, láminas de algas, *ripples* y bioturbación; un término medio de margas con aumento hacia techo del contenido en arena con *linsen*, *flaser*, *ripples* y bioturbación y un término superior de arenas y limo.

La sedimentación de estas secuencias tiene lugar en una plataforma interna no protegida en la que hay una débil influencia terrígena. Comienza con medios de energía moderada a alta, con pequeñas interrupciones de ambientes sub a intermareales. Continúa con un estadio submareal de menor energía, con crecimiento de *patches* de Rudistas y una sedimentación más micrítica. A continuación se implantan los aportes terrígenos en una llanura mixta, con energía más elevada, siendo frecuentes a techo las etapas de exposición.

Son calcarenitas con abundantísimos restos de Moluscos, Ostreoides, Equinodermos, Serpúlidos, Briozoos, Ostrácodos, Políperos, Rudistas, Algas calcáreas y Foraminíferos bentónicos (Orbitolínidos, Lituólidos, Miliólidos, etc.). Clasificamos: *Orbitolina* gr. *cóncava* LAM., *O. cónica* (D'ARCH), *Neoiragia cuvillieri* MOULL, *Paracoskinolina* aff. *casterasi* BILOTTE et al., *Hensonina lenticularis* HENSON, *Charentia cuvillieri* NEUM, *Cuneolina pavonia* D'ORB, *Mummoloculina heimi* BONET, *Cyclo-lina cretácea*, D'ORB., *Ovalveolina* cf. *maccagnoii* DE CASTRO, *Daxia cenomana* CUV. y SZAK. Hay abundantes Ataxopharágmidos, Lagénidos, Miliólidos y Algas calcáreas: *Acicularia elongata* CAR, *Permocalculus innopinatus* ELLIOT y Algas Dasycladaceas.

En las margas levigadas se han obtenido Foraminíferos (Orbitolínidos, Lagenidos, Rotálidos) y Ostrácodos como: *Cytherelloidea* aff. *stricta* (JONES y HINDE), *Protocythere triebeli* DEROO, *Dordoniella strangulata* APOST, *Centrocythere denticulata* MERT, *Schuleridea jonesiana* (BOSQ) y otros.

Esta asociación define el Cenomaniense.

*Tramo superior:* En él se distinguen:

— Cuarenta y un metros de una alternancia de calizas arenosas bioclásticas y oolíticas (*packstone-grainstone*) y micritas intraclásticas nodulosas (*wackestone*). Son frecuentes los niveles de encostramiento ferruginoso. La parte superior del tramo está formada por niveles de calizas bioclásticas (*wackestone-packstone*) y niveles de margas con abundantes Ostreoides (fragmentados y enteros), ocasionalmente orientados.

— Treinta y tres metros de calizas arenosas bioclásticas, calizas margosas nodulosas y calizas oolíticas (*wackestone-packstone, grainstone*).

— Veinte metros de margas, calizas margosas nodulosas, calizas arenosas y calizas oolíticas, con Ostreidos abundantes a techo.

— Cincuenta y siete metros de calizas micríticas (*wackestone*), calizas arenosas y bioclásticas (*packstone*), calizas oolíticas (*grainstone*) y niveles lumaquéllicos de Ostreidos. Presentan niveles ferruginosos.

Al microscopio hay un predominio de *packstones* con algunos *grainstones* y *wackestones* intercalados. Corresponden a biomicritas-intrabiomicritas, algo arenosas (cuarzo del orden del 10%), con abundante glauconita (10-15%) y cuyos bioclastos son Orbitolinas, Equinodermos y Moluscos. Presentan ordenación paralela de los clastos y recristalización irregular con formación de *patches* de calcita y OxFe.

Este tramo forma una sucesión completa de tipos litológicos, así como de texturas y estructuras. Existen secuencias negativas formadas por margas en la base, calizas margosas nodulosas, calizas arenosas y calizas oolíticas, hacia techo. Son frecuentes la bioturbación, los *ripples* y la estratificación cruzada; en ocasiones se encuentran grietas de desecación y niveles de encostramiento con pistas y perforaciones. Las secuencias positivas están formadas en la base por calizas arenosas y bioclásticas, calizas oolíticas con abundantes lumaquelas de Ostreidos que presentan estratificación cruzada, bioturbación, *ripples*, laminación de algas y niveles de ferruginización, a techo.

En conjunto la unidad representa depósitos de llanura fangosa, cortada por canales mareales, que hacia el techo pasa a medios inter a supramareales, dentro de una amplia plataforma interna carbonatada, en donde hay señales de emersiones y exposiciones periódicas.

Las calizas son muy fosilíferas, con fragmentos de Corales, Moluscos, Equinodermos, Ostreidos y numerosos Foraminíferos bentónicos entre los que clasificamos: *Praealveolina gr. cretácea* (D'ARCH), *P. tenuis* REICHEL, *Trochospira avnimelechi* HAM y S. MARC, *Ovalveolina sp.*, *Biconcava bentori* HAM y S. MARC, *Nummofallotia apula* LUP. SINNI, *Biplanata peneropliformis* HAM-S. MARC, *Dicyclina schlumbergeri* MUN CHALM.

Esta asociación define el Cenomaniense medio superior..

### 1.3.13. Calizas y calizas dolomíticas. (17). Turoniense.

En el borde noreste de la hoja existe un pequeño afloramiento, limitado por fallas, que está constituido por calizas de color claro y calizas dolomíticas con Ostrácodos.

Se ha atribuido a esta unidad una edad Turoniense aún reconociendo la imprecisión por la escasez de datos.

## 1.4. Terciario

Los materiales terciarios de esta hoja pueden agruparse en dos conjuntos distintos en función de sus características litológicas, faciales,

estructurales y de edad. El primer conjunto está constituido por los materiales de relleno de la cubeta de Rubielos de Mora, del Mioceno inferior. El segundo conjunto, de mayor extensión, lo forman una serie de materiales detríticos con edades que oscilan desde el Mioceno Superior al Cuaternario antiguo y que reposan en discordancia sobre los materiales mesozoicos o sobre los del Mioceno inferior.

Los materiales del Mioceno inferior-medio, forman el relleno de una cubeta alargada (Cuenca de Rubielos de Mora) de dirección ENE-OSO, limitada por fracturas de esta dirección. Los materiales en su interior adoptan una disposición en sinclinal. Debido al interés que desde antiguo suscitó la presencia de pizarras bituminosas y lignitos ha sido estudiada por diversos autores. Cabe destacar los trabajos de NAVARRO (1914), GAVALA (1921), CRUSAFONT, GAUTIER y GINSBURG (1966), GAUTIER (1971), MOISSENET y GAUTIER (1971), DE BRUIJIN y MOLTZER (1974). Del trabajo de estos últimos autores se deduce que la edad de la parte superior de la sucesión de la cuenca es Orleaniense (Aragoniense inferior, parte inferior de la zona de *ibericus*). LOPEZ (1977) asigna también una edad Orleaniense inferior (Aragoniense inferior, parte inferior de la zona MN-3 de MEIN) para el yacimiento de Rubielos I, y Orleaniense medio (Biozona MN-4b de MEIN) para el yacimiento de Rubielos II.

Se han podido distinguir cuatro unidades litoestratigráficas:

#### **1.4.1. Arenas y areniscas amarillentas y vinosas. (18). Aragoniense**

Esta unidad aflora principalmente en la parte septentrional de la cuenca, disponiéndose en discordancia sobre diversas unidades cretácicas, aunque en muchas ocasiones el contacto con dichos materiales es por falla.

En la parte oriental de la cuenca está constituida por una serie de unos 75 m. de potencia de arenas y areniscas mal seleccionadas, amarillentas, con frecuentes nódulos e hiladas ferruginosas que intercalan, sobre todo hacia la base, algunos niveles de brechas de cantos y bloques de caliza y areniscas con pátina ferruginosa.

En la zona occidental de la cubeta, en el afloramiento de los alrededores del Mas del Olmo, esta unidad está constituida por una sucesión de arenas lutíticas generalmente de color vinoso con intercalaciones de lutitas rosadas y más raramente de calizas y conglomerados de cantos angulosos, éstos se encuentran hacia la base (cercañas del km. 104 de la carretera de Rubielos de Mora a Mora de Rubielos). Los tramos de areniscas y arenas son de gran potencia, constituídos generalmente por niveles masivos, a veces con grano selección positiva y raramente presentan estructuras tractivas.

Las areniscas son heterométricas, desde grano fino a grueso, desde subanguloso a subangulosos-subredondeados, compuestas por cuarzo

(50%), feld. K (15%) y cemento ferruginoso (35%), con zonas más arcillosas a modo de «cantos blandos». *Moscovita* accesoria.

Localmente se ha observado la presencia de restos de vertebrados (macromamíferos) inclasificables. Estos depósitos corresponderían a un ambiente probablemente relacionado con abanicos aluviales, con corrientes no confinadas (ausencia de canales) y en el que se desarrollarían esporádicamente episodios lacustres de escasa profundidad.

#### **1.4.2. Lutitas versicolores, calizas, arenas y lignitos. (19). Aragoniense**

Esta unidad se dispone en concordancia sobre la unidad anterior y en parte constituye un cambio lateral de facies de la misma. En la parte oriental de la cuenca, está constituida por un tramo inferior formado por unos 20 m. de calizas en bancos delgados con abundantes intercalaciones de arcilla y margas grises y más raramente lignitos. Contienen abundantes restos de Gasterópodos y bivalvos lacustres (Planórbidos, Limneidos, etc.), Carofitas y Ostrácodos. Sobre este tramo calcáreo margoso se dispone otro constituido por lutitas grises, pardas y rojizas con intercalaciones de areniscas grises y amarillentas y calizas más o menos arenosas. Su potencia es de unos 70 m.

En esta unidad se localiza, en las inmediaciones del río Estrecho, el yacimiento de Rubielos I, atribuido por CRUSAFONT *et al.* (1966) al Vindebonense basal, edad a revisar teniendo en cuenta los datos de LOPEZ (1977).

Los materiales de esta unidad corresponden a depósitos de un ambiente lacustre somero con episodios de aportes terrígenos tractivos importantes.

Las calizas potentes y lignitos alcanzan gran desarrollo en la zona del río Rubielos, disminuyendo en importancia hacia el Oeste. Los lignitos fueron objeto de diversas explotaciones en el pasado, y en la actualidad son objeto de una campaña de exploración mediante sondeos.

En las cercanías de Más del Olmo sobre la serie lutítico-arenosa rojo vinosa yacen unos tramos de calizas, margas y lutitas grises y ocreas con moluscos lacustres, con intercalaciones de areniscas y esporádicamente conglomerados. Afloran asimismo en el fondo de algunos barrancos entre Mas del Olmo y Cerro Porpol bajo la unidad de conglomerados, areniscas y lutitas rojas del Mioceno Superior-Plioceno.

Las calizas son biomicritas, con microestratificación paralela/ondulada, formadas por acumulación de restos vegetales finos (algas filamentosas?), con algunos Ostrácodos y Moluscos, todos ellos calcíticos, en matriz micrítica arcillosa, con restos carbonosos finos, irregularmente oxidados, acumulados en microniveles concordantes con la microestratificación.

### 1.4.3. Margas, arcillas laminadas y ritmitas. Serie bituminosa. (20). Aragoniense

Esta unidad aflora con mayor extensión en la parte suboccidental de la cubeta de Rubielos, su potencia aproximada es de unos 100 m. (CRUSAFONT *et al.* 1966) en la zona de Río Estrecho.

En la zona oriental está constituida por una sucesión predominantemente lutítico-margosa con intercalaciones esporádicas de calizas y areniscas poco potentes. Las lutitas de colores gris a pardo oscuro, a menudo presentan laminación y contienen restos de vegetales bien conservados y de moluscos lacustres. Intercalados en la sucesión se observan tramos decimétricos a métricos de ritmitas constituidas por láminas de orden de décimas de milímetro de material carbonatado blanco y láminas arcilloso-organógenas oscuras alternantes. Numerosos niveles de lutitas laminadas en superficie poseen aspecto apergaminado (*paper shales*), y corresponden a menudo a niveles bituminosos. En esta zona oriental, en el seno de esta unidad existen dos olistones estratiformes de calizas cretácicas acompañados de niveles de areniscas y conglomerados de cantos angulosos, correspondiendo a depósitos asociados al emplazamiento de los olistones, detectándose la presencia de *debris flows* subacuáticos. También se ha detectado la presencia de *slumps*.

En la zona de Río Estrecho esta unidad consta de lutitas y margas de colores blancos, verdosos y pardos, con intercalaciones de pelitas laminadas grises y niveles bituminosos, que fueron objeto de explotación a principios de siglo. Hacia la base de la unidad, en las inmediaciones del Cerro Porpol, se localiza el yacimiento de mamíferos de Rubielos II, que posee una fauna del Mioceno inferior (DE BRUIJN y MOLTZER 1974, LOPEZ 1977).

Al microscopio hay niveles de biomicritas análogas a las de la unidad cartográfica anterior. También biopelmicritas con cuarzo (15%) y feld. K (3%), tamaño limo-arena fina, en la que los peletoides están debilmente cementados dejando porosidad intergranular y dolomicrita ferrosa con granos de cuarzo (10%), tamaño limo fino-medio. Trazas de Ostrácodos. Pequeños fragmentos y agregados de calcita podrían corresponder a moldes de restos fósiles.

Las areniscas son de grano grueso, morfoscopia SA-SR, formada por cuarzo (15%), feld. K (10%), fragmentos de rocas calizas (45%) que en su mayor parte son fragmentos de Lamelibranquios y Orbitolinas y cemento de calcita. Orientación paralela de los clastos entre los que destacan algunos fragmentos de fósiles ferruginizados.

Los materiales de esta unidad corresponderían a depósitos de un ambiente lacustre, de cierta profundidad, con estratificación de masas de agua, periodos de anoxia en el fondo, etc., como lo prueba la ausencia de bioturbación, preservación de ritmitas, materia orgánica y restos vegetales delicados, etc.

#### **1.4.4. Arenas y areniscas amarillentas y brechas. (21). Aragoniense**

Esta unidad aflora en la Loma de Ballester y cercanías de Rubielos de Mora, en la parte oriental de la cuenca.

Constituye un cambio lateral de facies de las dos últimas unidades descritas (19 y 20). Está formada por arenas y areniscas generalmente amarillentas, parduzcas y más raramente grises, con abundantes nódulos e hiladas ferruginosas y algunas intercalaciones de lutitas y margas grisáceas. La potencia de esta unidad sobrepasa los 100 m. En el borde sur se apoya directamente sobre materiales cretácicos por medio de un tramo de brechas de grandes cantos que a menudo sobrepasan el metro de diámetro.

En la zona occidental de la Loma de Ballester se observa la indentación de materiales de esta unidad con tramos de calizas arenosas que contienen Moluscos lacustres y no se observan niveles conglomeráticos.

#### **1.4.5. Conglomerados, areniscas y lutitas rojas. (22). Mioceno superior-Plioceno**

Esta unidad aflora extensamente en esta hoja y se prolonga fuera de los límites de la misma, ocupando parte de la depresión de Sarrión.

Está constituida por tramos de lutitas arenosas rojas, localmente amarillentas, que intercalan niveles de areniscas y conglomerados con estratificación cruzada correspondiendo a depósitos de canales fluviales. Los cantos varían en su composición en función del área de aportes, generalmente son de calizas, pero localmente el porcentaje de cantos de areniscas silíceas o de cuarzo puede ser superior. El porcentaje de niveles de conglomerados es variable, presentándose localmente esta unidad en facies casi exclusivamente conglomeráticas.

Al microscopio las areniscas son de grano medio, subanguloso, compuestas por granos de cuarzo (40%), feld. K (10-15%), plagioclasas (0-5%), fragmentos de calizas y fósiles (15%) (algunos muy ferruginizados), y cemento de calcita fina-media de relleno poral, con zonas poco cementadas y desarrollo de OxFe peliculares. Microestratificación paralela en todos los niveles muestreados. Como accesorios turmalina, moscovita, biotita y OxFe.

En la zona del Molinete, en las cercanías del puente sobre el río Mijares, en la base de esta unidad, y en discordancia sobre los materiales mesozoicos reposa un tramo de conglomerados fuertemente cementados, con matriz roja y con niveles de calizas blancas, masivas, recristalizadas y travertínicas (tubos huecos de tallos vegetales) de unos 10 m. de potencia, que se prolonga por la vecina hoja de Manzanera.

En el borde norte de dicha hoja, en las cercanías del Río Mijares se localiza el yacimiento de la Escaleruela que ha permitido datar como «Pontiense» esta unidad (GAUTIER 1967).

El ambiente de depósito de esta unidad correspondería a medios flu-

viales relacionados con abanicos aluviales del borde septentrional de la cuenca de Sarrión.

#### **1.4.6. Gravas, arenas y arcillas. (23). Villanyense**

Discordante sobre la unidad anterior y aflorando en la zona occidental de la hoja se localiza un conjunto de gravas, con arenas y arcillas intercaladas y con morfología de glacis, con procedencias del Oeste (zona de la Puebla del Valverde) y del Norte. Los conglomerados aparecen en niveles lenticulares, generalmente amalgamados, con cantos subangulosos o angulosos, generalmente calcáreos y a menudo de gran tamaño. La superficie de glacis que generalmente corona esta unidad aparece constituida por una costra calcárea de origen edáfico (Loma de la Royuela, zona de la Rambla de la Tejería, Loma de San Cristóbal, etc.).

La datación de esta unidad se ha establecido en base al yacimiento de La Puebla de Valverde (CRUSAFONT *et al.*, 1964), cuya edad correspondería al límite Plioceno-Cuaternario (ADROVER *et al.* 1976 y 1978). En varios lugares la superficie y depósitos asociados han sufrido importantes deformaciones (Llano Pedregoso, Loma de San Cristobal, etc.).

### **1.5. CUATERNARIO**

#### **1.5.1. Gravas angulosas. Aluvial-coluvial. (24). Pleistoceno**

Depósito de más de 10 m. de potencia de gravas de cantos calcáreos, angulosos y aplanados, con escasa matriz parduzca.

Aflora principalmente en la zona de las Casas de la Matilla, en la parte oriental de la hoja, disectadas por la rambla de Peñafior. Probablemente se trata de un nivel de terraza aluvial, bastante antiguo con depósitos de retrabajamiento de los materiales del glacis villanyense y aportes laterales procedentes en parte de los mismos.

#### **1.5.2. Gravas, arenas y lutitas. Terraza. (25). Pleistoceno**

Depósitos constituidos por gravas de cantos redondeados, arenas y limos correspondientes a terrazas de los ríos Mijares y Valbona, en la zona occidental de la hoja. No poseen un desarrollo muy importante.

#### **1.5.3. Gravas, arenas y lutitas. Glacis. (26). Pleistoceno**

Constituyen los depósitos asociados a un glacis superior de la Cubeta de Rubielos, constituyendo las superficies de la Loma del Calvario y otros cerros de alturas semejantes. Está constituido por lutitas arenosas ocres y rojizas y gravas más o menos cementadas, con encostramiento calcáreo a techo.

#### **1.5.4. Gravas, arenas y lutitas. Glacis. (27). Pleistoceno**

Depósitos asociados al glacis inferior de la cubeta de Rubielos, constituidos por varios metros de gravas arenas y lutitas, generalmente éstas culminando la sucesión. En la superficie formada por estos depósitos se encajan los ríos que atraviesan la cubeta de Rubielos. La superficie de este glacis queda a unos 50 m. bajo la superficie del glacis superior en la zona de la Loma del Calvario. En otras zonas de la cubeta es posible que se trate de más de un nivel de glacis, si bien han sido agrupados en una sola unidad cartográfica dado su pequeña entidad.

#### **1.5.5. Gravas, arenas y lutitas. Coluvial. (28). Pleistoceno**

Se trata de depósitos de ladera, constituidos por materiales en general poco seleccionados. Alcanza cierta importancia en la zona de Mas del Señor (parte occidental de la hoja), donde los cantos poseen cierto rodamiento debido a proceder de materiales neógenos y cuaternarios antiguos.

#### **1.5.6. Gravas, arenas y lutitas. Aluvial. (29). Holoceno**

Se incluyen aquí todos los depósitos aluviales subactuales y recientes correspondientes a los cursos fluviales de la hoja y acumulados en los fondos de los valles de los mismos.

#### **1.5.7. Lutitas arenosas y gravas. Coluvial-aluvial. (30). Holoceno**

Se trata de una formación de alteración del sustrato mesozoico o terciario, con aporte coluvial y localmente retrabajamiento aluvial, que ocupa una cierta extensión llana entre Mora de Rubielos y Valbona.

## **2. TECTONICA**

### **2.1. TECTONICA REGIONAL**

El área estudiada está situada en la Rama Aragonesa de la Cordillera Celtibérica. Esta cadena está clasificada por JULIVERT *et al.* (1974), como una cadena de tipo intermedio entre las áreas de plataforma y los orógenos alpinos ortotectónicos, pues, a pesar de la a veces intensa deformación de los materiales mesozoico-terciarios, no presenta las características del orógeno alpino propiamente dicho, al no tener ni su evolución sedimentaria ni su estilo tectónico en forma de mantos. Carece, por otra parte, de metamorfismo y la actividad magmática, si bien presente (vulcanismos jurásicos, ofitas triásicas, etc.) es ciertamente reducida.

El conjunto de la Cadena Celtibérica ha sido recientemente interpretada (ALVARO *et al.* 1979), como una estructura tipo aulacógeno, desarrollada por distensión desde el Trias hasta finales del Jurásico; esta evolución fue interrumpida por los movimientos tectónicos neokimméricos y austrícos, cuyo carácter fue esencialmente de tipo vertical. Durante el Cretácido superior la evolución muestra algunos rasgos del anterior desarrollo tipo aulacógeno, pero esto definitivamente terminó cuando fue intensamente acortado y plegado, como consecuencia de los esfuerzos comprensivos transmitidos al interior de la Península desde las zonas móviles pirenaica y bética.

El estilo tectónico es de *zócalo* y *cobertera* y su esencial característica es la presencia de dos grandes ciclos orogénicos diferentes, el Ciclo Hercínico, que estructuró los materiales paleozóicos del zócalo, y el Ciclo Alpídico que afectó tanto al zócalo como a la cubierta sedimentaria mesozoica-terciaria.

El modelo de tipo aulacógeno explica la evolución tectónica de la región estudiada durante la etapa de sedimentación mesozoica. En este contexto se considera que la Cadena Celtibérica fue una estructura tipo *rift* complejo, creada por estiramiento a partir del Trias. Este *graben*, orientado según la dirección NW-SE, al haber reactivado el estiramiento de viejas fallas tardihercínicas de esa dirección, formaba parte de una unión triple tipo *r r r*, centrada sobre un punto caliente del manto que ALVARO *et al.* (op. cit.) localizan hacia la región valenciana.

La secuencia de etapas geotectónicas sigue el esquema propuesto por HOFFMAN *et al.* (1974) para los aulacógenos es decir, una sucesión que en la Cadena Celtibérica es la siguiente:

— **Etapla pregraben.** Corresponde a la actividad pérmica (sedimentación, vulcanismo, fracturación).

— **Etapla graben.** Las fallas previamente existentes, que habían actuado como desgarres (ARTHAUD y MATTE, 1975) lo hacen ahora bajo régimen distensivo, como fallas normales. La sedimentación sincrónica, rellenando los bloques deprimidos, es la correspondiente al Buntsandstein (Fase cuarcita de HOFFMAN) y culmina con los carbonatos del Muschelkalk.

— **Etapla de transición.** Al aumentar el estiramiento, los movimientos verticales según las fallas que limitaban el *graben* pierden importancia relativa, los bordes de la Cuenca se hunden y la sedimentación se hace expansiva, excediendo los límites del graben. Se inicia un magmatismo básico al ascender material fundido, desde el manto, a lo largo de fracturas que cuartejan la corteza adelgazada. En términos de fenómenos desarrollados en el área investigada se produce la sedimentación arcilloyesífera del Keuper. Las ofitas, que se localizan en ciertas áreas de la Cadena Celtibérica representan el magmatismo básico del modelo.

— **Etapla de «downwarping».** El estiramiento regional y el adelga-

zamiento cortical se hace más importante todavía. La sedimentación, ahora carbonatada, se realiza en un esquema de subsidencia diferencial que predominó en la etapa *graben*. En la región investigada corresponde a la sedimentación carbonatada jurásica. Los vulcanismos basálticos, de edad jurásica existentes en la región entre Teruel, Valencia y Castellón atestiguan el carácter fuertemente distensivo de esta etapa geotectónica. Este vulcanismo de tipo piroclástico y coladas de basaltos y traquibasaltos tuvo lugar durante el Pliensbachiense superior-Toarciense y el Bajo-ciense.

Al final del Jurásico, y durante el Cretácico inferior se produjo un período de inestabilidad que interrumpió la evolución del aulacógeno celtibérico. Dos épocas de actividad tectónica (movimientos neokimméricos y movimientos aústricos) introdujeron cambios paleográficos importantes relacionados con movimientos verticales que van acompañados de erosión en bloques levantados y sedimentación en bloques deprimidos, condicionando las áreas de depósito del Cretácico inferior.

Durante el Cretácico superior se detectan algunos rasgos similares a los de las etapas anteriores, principalmente un cierto control de los espesores por parte de las fallas de zócalo, si bien no puede decirse que el aulacógeno siga existiendo como tal.

A partir del final del Cretácico se detectan los primeros movimientos tectónicos claramente compresivos, que van a culminar con el plegamiento y estructuración de toda la Cadena Celtibérica, sincrónicamente con la sedimentación molásica continental del Terciario.

Hay evidencia, a escala de la Cadena, de tres fases de compresión, una NO-SE, otra NE-SW y otra ENE-OSO todas ellas dan lugar a macropliegues y microestructuras propias, principalmente juntas estilolíticas, grietas de calcita y microdesgarre (CAPOTE *et al.* 1982).

En el conjunto de la cadena son frecuentes las figuras de interferencia de pliegues cruzados y los afloramientos de calizas con más de una familia de juntas estilolíticas de orientación diferente, evidenciando también la existencia de al menos, dos fases de plegamiento, una que da lugar a pliegues de dirección NW-SE (Pliegues Ibéricos) y otra que origina pliegues cruzados (NE-SW).

Después del plegamiento, posiblemente a partir del Mioceno medio, la región fue sometida a estiramiento. En la Cadena se reconocen al menos dos períodos distensivos (VIALLARD, 1979), uno que origina fallas longitudinales (NO-SE) y otra que da lugar a fallas transversales (NNE-SSO), estas últimas relacionables con la creación de la cuenca valenciana (ALVARO *et al.* 1978).

Son frecuentes las huellas de actividad tectónica reciente en las fosas neógenas, siendo observables localmente señales de una relativamente intensa neotectónica intracuaternaria.

## 2.2. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA Y CRONOLOGÍA DE LAS DEFORMACIONES

La estructura de la Hoja de Mora de Rubielos, como del conjunto de la Cordillera Celtibérica, está configurada por la naturaleza y disposición de los materiales que constituyen la serie sedimentaria y la secuencia y orientación de las fases de deformación que han afectado al sector. Ambos factores controlan el estilo y la geometría de las estructuras visibles en la actualidad.

La zonación tectónica de los materiales en la hoja es la común en todo el ámbito de la Cordillera: un zócalo paleozoico compartimentado en bloques limitados por fallas tarditerciarias, un *tegumento* constituido por el Buntsandstein y el Muschelkalk que presenta una tectónica de revestimiento, por adaptación al zócalo con el que se comporta de manera solidaria, aunque la presencia de un nivel plástico en el Muschelkalk medio introduce un nivel de despegue secundario que desolidariza con frecuencia el paquete dolomítico del Muschelkalk superior, originando zonas con desarrollo de escamas intracutáneas y pliegues desenraizados.

Las margas y evaporitas del Keuper (cuyo volumen posiblemente haya sido superior al observable en la actualidad) constituyen el *nivel de despegue* regional, que individualiza el tegumento de la cobertera, permitiendo que ésta haya deslizado independientemente durante la estructuración. Su comportamiento plástico ha condicionado también notablemente el estilo estructural, migrando hacia las zonas anticlinales, mientras que queda laminado en las charnelas sinclinales y flancos.

La *cobertera mesozoica* es un conjunto esencialmente calcodolomítico de más de 4.000 m. de espesor que se ha deformado esencialmente mediante flexión y fractura, originando pliegues, fallas inversas, cabalgamientos y desgarres durante las fases de compresión, y fallas normales y pliegues de gran radio en las etapas distensivas.

En el dominio de la hoja de Mora de Rubielos el nivel de erosión actual solamente permite la observación de la cobertera jurásico-cretácica y los depósitos terciarios. Los materiales postorogénicos están limitados en la hoja a dos afloramientos existentes en el área Sur y sur-occidental. Se disponen discordantemente sobre los materiales mesozoicos y fosilizan sus estructuras.

El estilo estructural de la zona puede definirse como de plegamiento y fracturación: amplios pliegues de rumbo NW-SE a los que se les impone una fracturación densa posterior al plegamiento, según dos sistemas de fallas, NW-SE y NE-SW.

La estructura de plegamiento está condicionada por el gran espesor de la cobertera jurásico-cretácica, que al estar individualizada en su base del tegumento, se ha deformado según pliegues de gran radio y dimensiones kilométricas. La estructura dominante en la hoja es el sinclinal situado en su mitad nororiental, que alberga en su núcleo los materiales

del Cretácico superior. En las zonas anticlinales adyacentes llegan a aflorar los materiales del Jurásico.

La tectónica de fractura posterior oblitera en gran medida las estructuras del plegamiento, confiriéndole a la región un aspecto característico de «mosaico» de bloques. Las fallas normales se agrupan según dos sistemas de dirección NW-SE y NE-SW, aproximadamente. Las fallas longitudinales respecto a los pliegues alcanzan recorridos superiores a la decena de kilómetros y saltos en vertical de hasta 1.000 m., como en el caso de la falla que limita el flanco norte del sinclinal antes mencionado, que pone en contacto el Jurásico superior-Cretácico inferior con el Cenomaniense. Magnitudes análogas (decenas de kilómetros de recorrido y saltos de varios centenares de metros) son reconocibles también en el sistema de fallas transversales. Respecto a la cronología relativa es difícil establecer las relaciones entre ambos sistemas posiblemente por el juego de las fracturas en varias etapas, aunque algunas observaciones y criterios regionales hacen pensar que el sistema longitudinal es más antiguo.

El establecimiento de la cronología de las deformaciones alpinas en el marco de la hoja presenta dificultades derivadas de la escasez o ausencia de un registro sedimentario adecuado. Las estructuras de plegamiento manifiestas en las zonas deben atribuirse por la orientación de los pliegues, a la fase principal de compresión en la Cordillera Celtibérica, la fase *Castellana*, de edad finioligocena. No existen macroestructuras ni registro sedimentario que revelen la presencia de deformaciones más antiguas, que sin embargo, si se conocen en otros puntos de la Cadena. Las fallas normales longitudinales cabría relacionarlas en este contexto con la etapa subsiguiente de relajación de esfuerzos, como estableció VIALARD (1973) para otras áreas de la Cordillera.

Por el contrario las fracturas transversales deben interpretarse como la culminación de una etapa de distensión NW-SE desligada del plegamiento, que posiblemente se inició ya en el Oligoceno superior y se acentúa durante el Mioceno inferior e inicio del medio. La distensión durante esta época genera un sistema de *horsts* y *fosas* NE-SW. En algunas de estas fosas se instala un relleno, a base de sedimentos fluviales y lacustres, coetáneos con la actividad de las fallas que limitan las cubetas. En la fosa de Rubielos la simultaneidad de la actividad tectónica de los márgenes y la sedimentación queda atestiguada por la progresiva profundización del ambiente lacustre y el emplazamiento de olistolitos y fenómenos de *slumping*.

Regionalmente se ha descrito una fase de compresión al final de este proceso, en el Mioceno inferior (la fase *Neocastellana* de AGUIRRE *et al.* 1976), y aunque en la hoja de Mora de Rubielos no existen estructuras atribuibles, a no ser la disposición sinforme del relleno de la fosa de Mora, que en parte puede ser sinsedimentaria, en zonas próximas y similares (fosa de Ribesalbes) se han descrito recientemente microestructuras asignables a esta fase (SIMON GOMEZ, 1981). Por otra parte los

depósitos del Mioceno Superior presentan unas pautas de distribución y una disposición que señalan la existencia de una discordancia entre ambas unidades tectosedimentarias.

Las últimas evidencias de actividad tectónica en la región corresponden a fases de distensión, que provocaron la reactivación de los antiguos sistemas de fracturas. La fase Ibero-manchega I queda señalada por la discordancia de los depósitos del Plioceno superior sobre su sustrato, mientras que la actividad tectónica durante el Pleistoceno es patente por las deformaciones que presentan los materiales Villanyenses.

### 3. GEOMORFOLOGIA

Siguiendo el pliego de condiciones técnicas del proyecto se ha realizado un Mapa Geomorfológico a escala 1:50.000, acompañándose a esta memoria una reducción del mismo a escala aproximada a 1:100.000. Los términos utilizados en la leyenda del mapa quedan subrayados en la memoria.

Afloran en esta hoja sedimentos del Mesozoico y Terciario que presentan una morfología que responde a la unión de un conjunto de procesos que se suceden en el tiempo y que dejan impresa su acción sobre el modelado.

Se han cartografiado formas de *crestas*, *hog-backs* y *cuestas*, presentando, estas últimas, *chevrans* en su reverso con frecuencia. Además, y en cuanto a modelados estructurales se refiere, se han diferenciado numerosas *líneas de capa dura*, así como algunas *fallas con clara expresión morfológica*. También se han cartografiado algunos *relieves tabulares* que, a favor de niveles más o menos horizontales, presentan morfología de gradas y mesas con *escarpes* de borde.

De forma discontinua y en diversos puntos del área de afloramientos mesozoicos, se reconoce una *superficie de erosión* localizada preferentemente en torno a los 1.200 m. de altitud. Esta superficie, que en muchos casos aparece degradada, se encuentra afectada por una tectónica posterior que justifica la presencia de retazos de la misma a otras cotas o incluso basculándola. La superficie de erosión citada es observable regionalmente, alcanzando en otras zonas gran desarrollo y continuidad.

Con posterioridad a la generación de esta superficie tiene lugar una importante fase de Karstificación, no muy desarrollada en el ámbito de esta hoja, pero reconocible, sin embargo, por la existencia de algunas *dolinas*.

La edad de esta fase principal de Karstificación la consideran GUTIERREZ ELORZA *et al.* (1979) como del Plioceno superior en base a dataciones paleontológicas.

Tras la actividad tectónica que desnivela la superficie de erosión, los relieves generados tienden a rellenarse por medio de sistemas de abanicos aluviales, de edad plio-cuaternaria (Villanyense). En la zona occiden-

# MORA DE RUBIELOS

591  
28-23

## MAPA GEOMORFOLOGICO



### LEYENDA

#### MODELIDOS ESTRUCTURALES

- Cuestas y hog-backs
- Crestos
- Chevrans
- Línea de cape dura
- Relieves tabulares
- Fallos con clara expresión morfológica

#### SUPERFICIES DE EROSION

- Superficie de erosión sobre Mesozoico (Fundamentalmente plioceno)

#### MODELIDOS DEPOSICIONALES

- Glacis Villanyens
- Glacis pleistocenos
- Terrazas fluviales
- Terrazas bajas y/o llanura de inundación. Valles de fondo plano

#### VERTIENTES

- Deslizamientos rotacionales

#### RED FLUVIAL

- Red fluvial principal
- Cárcavas
- Gargantas y hoces

#### FORMAS KARSTICAS

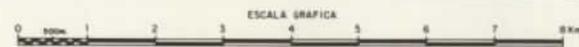
- Dolinas

#### ESCARPES

- Escarpe de relieves tabulares
- Escarpe de terrazas y glacis

#### MODELIDO ANTROPICO

- Nucleos urbanos



AUTOR: A. OLIVE DAUO

tal de la hoja se pueden reconocer depósitos de este tipo con morfología de *glacis*, de potencia variable y que, en las áreas frontales, pueden llegar a alcanzar los 6-8 m. de potencia. Localmente los materiales constitutivos de los mismos aparecen encostrados.

La red fluvial cuaternaria se encaja profundamente dando lugar a *gargantas* y *hoces*, en cuyas laderas aparecen, localmente, depósitos de *grezes littées*. En los valles de algunos ríos existen niveles de *terrazas* no muy desarrollados, así como niveles de *glacis* disectados por los barrancos de incisión lineal. Se trata de *glacis* por derrame convertidos en *glacis* encajados y que van ligados a la red fluvial de menor orden. Su datación es imprecisa pero, en cualquier caso, estimamos que son más modernos que el nivel de *glacis* Villanyense ya citado. La incisión lineal más reciente da lugar a la existencia de *cárcavas* sobre todo en los materiales deleznable del Terciario.

Es notable en el ámbito de la hoja estudiada la existencia de una regularización de vertientes notable, que no se ha cartografiado debido a la generalización de la misma, habiéndose apreciado en algunos puntos la existencia de *deslizamientos rotacionales*. La red fluvial que, en las zonas de cabecera, es fundamentalmente de incisión lineal, evoluciona en las zonas bajas de los cursos principales a *valles de fondo plano*.

Lógicamente las diferentes formas existentes en la hoja responden a la acción de un conjunto de procesos que se suceden en el tiempo y dejan impresa su acción sobre el modelado. Establecer una historia geomorfológica para esta hoja no es fácil si únicamente se tiene en cuenta la existencia de la misma, por ello acudiremos a los conocimientos y experiencias geomorfológicas regionales.

Con posterioridad a la generación de la superficie de erosión pliocena tuvo lugar una importante fase tectónica en la que se produjo la formación de esta superficie y la generación de áreas elevadas y deprimidas. Sobre los materiales carbonatados existentes en la superficie tuvo lugar la fase principal de karstificación.

Las áreas elevadas generadas como consecuencia de la anterior etapa tectónica fueron sometidas a erosión tendiendo a rellenar las depresiones creadas en forma de *glacis* continuos.

Los momentos fríos que tuvieron lugar en el curso del Cuaternario motivaron la acción de la crioclastia, que tapizó, junto a la movilización en vertiente, las laderas del área, imprimiendo una extensa regularización de vertientes. Acompañando a la misma se desarrollaron valles de fondo plano con concavidad de enlace con las vertientes que los alimentaban. Posteriormente las circunstancias climáticas se modificaron y la red varió su funcionalidad hacia una incisión lineal muy generalizada que evacúa parcialmente los depósitos de las vertientes.

#### 4. HISTORIA GEOLOGICA

Los materiales más antiguos que afloran en la hoja pertenecen al

Triásico superior. Los afloramientos más próximos del Paleozoico, se encuentran lo suficientemente alejados de la zona de estudio, como para permitir una interpretación, aunque sea aproximada, de las condiciones reinantes en la región, durante ese largo periodo de tiempo. No ocurre así para la siguiente etapa, el Triásico de las que existen suficientes datos, en hojas vecinas, como para permitir una resumida y aproximada introducción a la Historia Geológica de la región.

El inicio de la sedimentación durante el Permian, se produce como respuesta a una serie de movimientos tardihercínicos que reactivan, en régimen distensivo, las fracturas existentes de dirección NO-SE. La cuenca queda compartimentada en una serie de bloques que conforman surcos y umbrales y que van a condicionar la distribución de facies y espesores de los materiales de la facies Buntsandstein. Estos se inician con depósitos de abanicos aluviales y terminan con facies de estuarios y fluviodeltaicas, reelaboradas por corrientes litorales y de marea, que culminan con facies de llanuras de mareas.

Al finalizar esta etapa la cuenca se encuentra casi totalmente nivelada, instalándose posteriormente en la región una extensa plataforma sometida a la acción de las mareas. En estas condiciones se produce la sedimentación carbonatada de la F. Muschelkalk, en ambientes intermareales y supramareales.

Más tarde, se pasa a una etapa de transición con el depósito de los materiales arcillosos y evaporíticos del Keuper, en condiciones de llanura supramareal a *sebkha* costera. Al finalizar ésta, se instala en la zona un mar epicontinental, en el que se desarrolla una amplia plataforma carbonatada en la que se depositan, en un régimen de subsidencia generalizada, los materiales del ciclo Jurásico. Estos se encuentran escasamente representados en la hoja, pero la existencia de discontinuidades de ámbito suprarregional, permiten subdividir el mismo en varias secuencias deposicionales.

Comienza con materiales depositados (en referencia a datos de zonas próximas) en ambientes que van desde submareales de alta a moderada energía a intermareales (Dolomías tableadas de Imón). Hacia el techo muestran cierta tendencia regresiva.

En el Lías se reconocen sedimentos de *lagoon* abierto, llanura de mareas y *shelf*-cuenca. Es en el Lías medio superior cuando la cuenca jurásica alcanza su máxima extensión, quedando en comunicación con el mar abierto, situado al Noroeste de la zona que nos ocupa. Es al finalizar esta etapa cuando se alcanza el máximo estiramiento cortical, fenómeno que está en relación con el vulcanismo fisural basáltico, emitido a través de fallas tardihercínicas de dirección NO-SE que sufren una nueva reactivación (GOMEZ *et al.* 1976).

Durante el Dogger se reconocen en áreas próximas gran variedad de ambientes deposicionales, margen de plataforma, talud, *shelf*-cuenca, asociados a umbrales y surcos producidos por la reactivación de las fallas enunciadas anteriormente.

A principios del Malm se producen una serie de movimientos relativos de Iberia respecto de Europa y Africa, que tienen gran influencia en la distribución de los elementos paleogeográficos que habían actuado anteriormente y provocando un cambio en la evolución de la cuenca, al emerger los márgenes y situarse el mar abierto hacia el Mediterráneo. Durante esta etapa se reconocen una gran variedad de ambientes, depósitos de plataforma, de *lagoon* y de margen de plataforma.

En el Malm superior tiene lugar una regresión generalizada que se pone de manifiesto por la entrada de facies terrígenas y que tiende a la colmatación de la cuenca. En esta zona, durante el Kimmeridgiense superior y el Portlandiense, se depositan materiales mixtos carbonatados-terrágenos sedimentados en ambientes de llanuras de marea y playas. Termina este ciclo regresivo con los sedimentos detríticos que constituyen la Fm. Areniscas de Mora de Rubielos del Valanginiense.

Posteriormente se inicia el ciclo del Cretácico inferior que comienza con carácter transgresivo en el Hauteriviense, continúa durante el Barremiense, Bedouliense y Gargasiense, para finalizar con la regresión que afecta al Gargasiense superior y se extiende hasta el Albiense inferior y medio.

Así, en el Hauteriviense se instala un mar epicontinental en la zona del Maestrazgo. mientras en la zona que nos ocupa se depositan descargas terrígenas de las areniscas de Camarillas, de posible origen fluvial sobre un dominio bastante llano y fácilmente inundable. Esta situación continúa durante el Barremiense inferior.

A partir del Barremiense superior se instala un régimen marino en el que se depositan las calizas masivas y bioclásticas de la Fm. Ares del Maestre. Al finalizar esta etapa y a comienzos del Bedouliense se produce una nueva pulsación regresiva (Fm. Arcillas de Morella), en él tienen lugar depósitos de llanuras litorales, pantanosos y deltaicos, y con elementos detríticos de ríos meandriformes. Posteriormente, todavía durante el Bedouliense, se instala en esta zona una plataforma carbonatada, donde se depositan calizas y margas con abundantes Equínidos (Fm. Calizas y margas de Chert y Fm. margas de Forcall).

En el Gargasiense la sedimentación carbonatada responde al tipo Urgoniano, depositándose materiales de facies de *lagoon* con barras arrecifales que pasan progresivamente hacia el techo a sedimentos claramente continentales.

En el Albiense inferior se inicia el segundo ciclo correspondiente al Cretácico superior. La evolución de este ciclo va ligada a los movimientos tectónicos de la fase Austrica, que han producido la emersión de la parte occidental del dominio estudiado. Los materiales procedentes de las zonas de umbral afluyen a una extensa llanura fluvial o fluviodeltaica.

A partir del Albiense superior y hasta el Cenomaniense inferior comienza a instalarse en la región una extensa plataforma carbonatada, somera, con importantes aportes de materiales terrígenos. Durante el

Cenomaniense disminuyen progresivamente los aportes detríticos, teniendo lugar la sedimentación en una plataforma interna no protegida, con pequeños intervalos de exposición subaérea.

En esta zona no existe registro fósil hasta el Mioceno inferior.

Comparando con zonas próximas se puede dar como probable una etapa de compresión durante el Oligoceno (Fase Castellana de AGUIRRE *et al.* 1976).

Durante el Mioceno inferior-medio comienza la etapa de distensión y se produce la formación de la fosa cubeta de Mora de Rubielos, que sufre una evolución con profundización de los medios lacustres a lo largo de su historia. Queda registro de la actividad tectónica de los márgenes, como emplazamiento de olistolitos y facies asociadas, formación de *slumps* etc. Al final de esta etapa distensiva aparece otra fase de plegamiento con compresión ENE-OSO (Fase Neocastellana, AGUIRRE *et al.* 1976).

Durante el Mioceno superior hay depósito de materiales procedentes de la erosión de los relieves de las Sierras de Camarena y de Nogueruelas.

A comienzos del Plioceno superior se produce una importante fase tectónica distensiva (Fase Ibero-manchega de AGUIRRE *et al.* 1976) con la formación de fallas normales de gran salto NO-SE y NNE-SSO que en parte reactivan las fallas miocenas o afecta a fracturas anteriores que no habían actuado en dichos tiempos.

En la hoja no hay evidencias de neotectónica.

## **5. GEOLOGIA ECONOMICA**

### **5.1. MINERIA Y CANTERAS**

En la actualidad no existe en la hoja ninguna explotación minera en activo, tan sólo existen algunas canteras de explotación intermitente y pequeño volumen.

Dos zonas tuvieron importancia minera. Una en los alrededores de Linares de Mora y otra en la cubeta terciaria de Rubielos de Mora.

Hace tiempo que estas explotaciones mineras dejaron de funcionar y cuando lo hicieron fue de forma artesanal. Las más importantes se encontraban en Sierra Ferriz, dedicadas a extracción de limonita una, y malaquita, calamina y blenda otra, y próximo a Linares de Mora junto al río Linares de galena. Todas estas mineralizaciones, están relacionadas con las dolomías del Aptiense (Bedouliense) en zonas próximas a fallas y fracturas. Se trata de yacimientos de tipo exógeno de cementación.

En la cubeta de Rubielos de Mora se han explotado esporádicamente varios niveles de lignitos por medio de minas y canteras. En la actualidad una empresa privada está llevando a cabo una campaña de explotación mediante sondeos.

Los niveles de pizarras bituminosas fueron objeto de explotación a principios del presente siglo en el Cerro Porpol (Rubielos de Mora). Recientemente se han efectuado por parte del IGME diversos trabajos de exploración mediante sondeos y valoración de reservas de las mismas.

Antiguamente las areniscas del Cretácico inferior (facies *Weald*) eran utilizadas para construcción (Castillo de Mora de Rubielos) pero actualmente está en desuso, sólo las calizas tableadas rojas de un tramo del Gargasiense superior se utilizan para la construcción en forma de lose-tas. Las arenas de las facies Utrillas también se utilizan como material de obra.

Los depósitos pliocuaternarios y los aluviales de algunos cursos fluviales también han sido y aún lo son objeto de explotación como material de construcción.

## 5.2. HIDROGEOLOGIA

La existencia de tramos permeables e impermeables a lo largo de toda la serie, favorece la formación de acuíferos, los cuales drenan o bien a través de fracturas o fallas, o en el contacto de dichos niveles. Como ejemplos tenemos, la fuente del Hocino, cerca de Mora de Rubielos y la fuente del Hontanar, en el barranco de Villarejo.

Debido a la intensa fracturación existente en la hoja, los acuíferos están compartimentados, por lo que sólo un estudio concreto de la zona en cuestión y la posible interrelación entre los distintos tramos, que quedan aislados por fallas o tengan comunicación, nos daría la importancia del acuífero en sí.

Existen multitud de fuentes en la hoja, algunas con un caudal importante que suministran de agua a los núcleos de población próximos y la mayoría de ellos en contactos arenosos del Weald o de niveles impermeables más altos en la serie, alimentados por las formaciones calcáreas superiores.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- ADROVER, R.; MEIN, P. et MOISSENET, E. (1976): Mise en evidence du Pliocene moyen continental dans le nord du fossé de Teruel (Espagne). Le gisement de Villalba Alta. *Nouv. Arch. Mus. Hist. Nat. Lyon*, Vol. 14, pág. 11-14.
- ADROVER, R.; MEIN, P. et MOISSENET, E. (1978): Nuevos datos sobre la edad de las formaciones continentales neógenas de los alrededores de Teruel. *Est. Geol.* vol. 34, pág. 205-214.
- ADROVER, R.; GUTIERREZ, M. y PEÑA MONNE, J.L. (1981): Geología de los alrededores de Teruel. *XV Curso de Geología Aplicada*. Teruel. Col. Univ. pág. 213-238.
- AGUILAR, M.L.; RAMIREZ DEL POZO, J. y RIBA, O. (1971): Algunas precisiones sobre sedimentación y paleontología del Cretácico inferior en la zona de Utrillas-Villarroya de los Pinares (Teruel). *Est. Geol.* nº 27, pp. 497-512.
- AGUIRRE, E.; DIAZ MOLINA, M. y PEREZ GONZALEZ, A. (1976): Datos Paleomastológicos y fases tectónicas en el Neógeno de la Meseta Sur Española. *Trab. sobre Neog. y Cuatern.* Vol. 5, pp. 7-29.
- ALMELA, A. y RIOS, J.M. (1952): Estudio sobre el Mesozoico del borde meridional de la cuenca del Ebro. *Inst. Geol. y Min. de España, Libro jubilar, t. II Madrid.*
- ALONSO MILLAN, A. y MAS, R. (1981): Trabajo estratigráfico sedimentológico y paleogeográfico del Cretácico superior del sector suroccidental de la Cordillera Ibérica IGME. Inédito.
- ALVARO, M.; CAPOTE, R. y VEGAS, R. (1978-1982): «Un modelo de evolución geotectónica para la Cadena Celtibérica». *Acta Geol. Hisp. Libro Homenaje al profesor Solé Sabarís*. Barcelona. T. 14, pág. 172-177.

- ARCHE, A.; COMAS, M.J.; GOMEZ, J.J. y GOY, A. (1977): «Evolución vertical de los sedimentos carbonatados del Lias Medio y Superior en la Sierra Palomera (Teruel)». *Est. Geol.* Nº 23, pp. 571-574.
- ARTHAUD, F. y MATTE, R. (1975): «Les décrochements tardihercyniens du Sud-Ouest de l'Europe. Géométrie et essai de reconstruction des conditions de la déformation». *Tectonophysics*. V. 25, pp. 139-171.
- BEHMEL, J.; GEYER, O.F. (1966): Beitrage sur Stratigraphie und Palaontologie des Juras von Spanien. Stratigraphie und fossilführung in inter Jura von Albarracin. *N. Jb. Geol. Palaontol. Abh.* Vol. 124, nº 1, pp. 1-52. Stuttgart.
- BOULOUARD, C. y CANEROT, J. (1970): «Donées nouvelles sur l'Aptien Supérieur et l'Albien dans le bas Aragon et le haut Maestrazgo (Espagne)». *Bull. Centre Rech. Pau.* Vol. 4, nº 2, pp. 453-463. PAU.
- BULARD, P.F. (1971): «La Discontinuité entre le Callovien et l'Oxfordien sur la bordure Nord-Est des chaines Ibériques. *Cuad. Geol. Ibérica.* Vol. 2, pp. 425-438.
- BURILLO, F.; GUTIERREZ ELORZA, M. y PEÑA MONNE, J.L. (1981): El Cerro del Castillo de Alfambra (Teruel). *Kalathos* 1. Col. Univ. Teruel pp. 1-63.
- CANEROT, J. (1964): Le question de L'Utrillas dans le domaine Iberique. *Com. Rend. Somm. Sc. Soc. Geol. France, T. L, nº 1*, pp. 11-12.
- (1969): Sur le Cretace inferieur de la Region de la Peñagolosa, Chodos et Vistabella del Maestrazgo (prov. de Castellón, Espagne), *C.R. Somm. Soc. Geol. France, fac. 6*, pp. 209, 1 fig., Paris.
- (1974): Recherches geologiques aux confins des chaines Ibériques et Catalane (Espagne). These ENADIMSA, serie 5 nº 4.
- CANEROT, J. y SOUQUET, P. (1972): «Le Facies Utrillas. Distinction du Wealdien et place dans le phase dependages terrigenes Alb-Cénomaniens». *C.R. Ac. Sc. Paris.* T. 275, Vol. 4, pp. 527-530.
- CAPOTE, R. (1978): «Tectónica Española». *Seminario sobre criterios sísmicos para las instalaciones nucleares y obras públicas.* Asociación Española de Ingeniería Sísmica, pp. 1-30.
- CAPOTE, R.; GUTIERREZ, M.; HERNANDEZ, A. y OLIVE, A. (1981): Movimientos recientes en la fosa del Jiloca (Cordillera Ibérica). *Actas V. Reun. Nac. Grupo Esp. Trabaja. Cuatern.* (Sevilla).
- CAPOTE, R.; DIAZ, M.; GABALDON, V.; GOMEZ, J.J.; SANCHEZ DE LA TORRE, L.; RUIZ, P.; ROSELL, J.; SOPEÑA, A.; YEBENES, A. (1982): Evolución sedimentológica y tectónica del ciclo alpino en el tercio norooccidental de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica. 2 vols. IGME «Temas geológicos mineros». 390 pp.
- CARRILLO, L.; GISBERT, J. (1979): Análisis sedimentológicos de unos depósitos tipo «wadi» en el Plio-Cuaternario de Escorihuela (Teruel). *Bol. Geol. y Min. IGME*, vol. 90, nº 4, pp. 329-332.

- COMAS, M.J. y GOY, A. (1978): El Pliensbachiense y Toarciense en la Rambla del Salto (Sierra Palomera, Teruel) *Grp. Esp. Mosozoico-Jurásico Cord. Iber.* (Excursiones). Estratigrafía. Madrid. Nº 1, pp. 1-11.
- CORTAZAR, D. (1885): «Bosquejo geológico y minero de la provincia de Teruel». *Bol. Com. Mapa Geol. España*. T. 12, pp. 263-607.
- CRUSAFONT, M.; HARTENBERGER, J.L. et HEINTZ, E. (1964): Un nouveau gisement de mammiferes d'age villafranchien de la Puebla de Valverde (prov. de Teruel, Espagne). *C.R. Acad. Sc. Paris*. Pp. 2869-2871.
- CRUSAFONT, M.; VILLALTA, J.F.; JULIVERT, N. (1966): Notas para la estratigrafía y Paleontología de la Cuenca de Calatayud. Teruel. *Not. y Com N.º 90*, pp. 53-76.
- DAAMS, R.; FREUDENTAL, M. y VAN DE WEERD, A. (1977): Aragonian a new stage for continental deposits of miocene age. *Newsl. Stratig.* Vol. 6, nº 1, pp. 42-55.
- DEREIMS, A. (1898): «Recherches géologiques dans le sud de l'Aragon. *Annales Hébert. Ler Bigot Freres*. Edit. T. 2, nº 3, pp. 1-199.
- ESTERAS, M. y AGUIRRE, E. (1966): «Paralephas Trogontherii Pohlig en una terraza media de Teruel». *Rev. Teruel*. Nº 32, pp. 244-253. Teruel.
- ESTERAS, M. y ADROVER, R. (1974): Nota sobre la existencia del Plioceno en los alrededores de CONCUD (Teruel). *Bol. R. Soc. Esp. His. Nat.* Tomo 72, pp. 95-97.
- FELGUEROSO, C.; RAMIREZ DEL POZO, J. (1971): Estratigrafía del Jurásico en la zona de Teruel-Morella (Maestrazgo). *Cuad. Geol. Ibérica*. Vol. 2, pp. 439-488.
- FERNANDEZ NIETO, C.; FERNANDEZ, R.; GUTIERREZ ELORZA, M. y ARRESE, F. (1981): Papel de la Karstificación en la Génesis de los yacimientos de hierro de Sierra Menera (Teruel y Guadalajara). *Bol. Geol. y Minero, IGME*. Tomo 92, nº 2, pp. 127-140.
- GARRIDO, A. y VILLENA, J. (1977): «El Trias Germánico de España: Paleogeografía y su estudio secuencial. *Cuad. Geol. Ibérica*. Nº 4, pp. 37-56.
- GAUTIER, F. (1967): «Nouvelles observations sur le Tertiaire continental de la Chaîne Ibérique au Sud-Est. de Teruel (Espagne). *Comp. Rend. Som. Soc. Geol. France* fasc., pp. 64-65, Paris.
- (1968): «Sur la Stratigraphie et les facies du Jurassique et du Crétacé inférieur de Nord du Teruel». *C.R. Somm. Sc. Géol. France*. V. 2. pp. 43-48.
- (1969): «Mapa Geológico de la Puebla de Valverde». Informe inédito.
- (1972): Mapa Geológico de España 1:50.000 H. 614. Manzanera.

- GAUTIER, F. y MONGIN, D. (1965): «Observations Stratigraphiques et Paleontologiques sur le Weald de l'Est de la province de Teruel». *Bull. Mus. Nat. d'Hist. Nat. Paris*. V. 37, nº 1, pp. 192-197.
- GAUTIER, F.; MOISSENET, E. y VIALARD, F. (1972): «Contribution a l'étude stratigraphique et tectonique du fossé Néogène de Teruel (Chaines Ibériques, Espagne). *Bull. Mus. Nat. d'Hist. Nat. Paris*. V. 77, pp. 179-200.
- GEYER, O. (1965): Beitrage zur Stratigraphie und Palaontologie des Jura von Ostspanien 2. Eine Kirallen Faune aus dem Coberjura des Montes Universales (Teruel). *N. Jabh. Geol. Palaont. Abh.* Tomo 121, nº 3, pp. 219-253. Stuttgart.
- GINER, J. (1980): Estudio sedimentológico y diagenético de las formaciones carbonatadas del Jurásico de Catalánides, Maestrazgo y Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica. *Tesis Doct. Dto. Geolog. Univ. Barcelona*.
- GOMEZ, J.J.; BRELL, A.; PEREZ, P. (1976): Presencia y edad de Vulcanitas en el Jurásico del Norte de Valencia (Cord. Ibérica, España). *Acta Geológica Hisp.* Vol. 11, nº 1, pp. 1-8.
- GOMEZ, J.J.; GOY, A. (1979): Las unidades litoestratigráficas del Jurásico Medio y Superior en facies carbonatadas del Sector Levantino de la Cord. Ibérica. *Est. Geol. ...* Vol. 35, pp. 569-598.
- GOY, A. (1974): El Lías de la mitad norte de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica. *Tesis Doct. Univ. de Madrid. Paleontol. Madrid*. Pp. 1-940.
- GOY, A.; GOMEZ, J.J. y BARCELAR, V. (1973): El Bathoniense Calloviense y Oxfordiense en facies de oolitos ferruginosos en el límite SW del Rincón de Ademuz. *Est. Geol.* V. 29, pp. 355-366.
- GOY, A.; GOMEZ, J.J. y YEBENES, A. (1976): «El Jurásico de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica (Mitad Norte). Unidades litoestratigráficas». *Est. Geol.* V. 32, pp. 391-423.
- GOY, A. y YEBENES, A. (1977); «Características, extensión y edad de la formación Dolomías Tableadas de Imón». *Cuad. Geol. Iber.* V. 4, pp. 375-384. Madrid.
- GUTIERREZ ELORZA, M. y PEÑA MONNE, J.L. (1979): El karst de Villar del Cobo (Sierra de Albarracín). *Est. Geol.* Vol. 35, pp. 651-654.
- (1979): Deslizamientos Intracuaternarios de Bloques en la región de Vilel (Prov. Teruel). *Est. Geol. IGME*. Vol. 35, pp. 299-303.
- (1975): Karst y periglacialismo en la Sierra de Javalambre (Prov. Teruel). *Bol. Geol. Min. IGME*. Tomo 86, nº 6, pp. 561-572.
- (1976): Glacis y terrazas en el curso medio del río Alfambra (Prov. de Teruel). *Bol. Geol. y Min. IGME*. Vol. 87, Nº 6 pp. 561-570.
- (1977): Las acumulaciones periglaciares del Macizo del Tremedal

- (Sierra de Albarracín). *Bol. Geol. y Min. IGME*. Vol. 88, nº 2 pp. 109-115.
- HAHNE, K. (1943): «La Cadena Celtibérica al Este de la línea Cuenca-Teruel-Alfambra». *Public. Alem. Geol. España*. T. II, pp. 7-50. Madrid.
- (1944): «Investigaciones estratigráficas y tectónicas en las provincias de Teruel, Castellón y Tarragona». *Public. Alem. Geol. España*. T. II, pp. 51-97. Madrid.
- HARTLEB, J. (1967): *Stratigraphie, Tectonik und vererzung un der ostlochen hesperischen ketten spanien. Inang. Diss. Ined. Heidelberg Paleont.* Madrid, pp. 1-101.
- HINKELBEIN, K. (1969): «El Triásico y Jurásico de los alrededores de Albarracín (Teruel)». *Rev. Teruel*. Nº 41, pp. 36-75. Teruel.
- HOFFMAN, P.; DEWEY, J.F. y BURKE, K. (1974): «Aulacogens and their genetic relation to geosynclines, with a Proterozoic example from Greast Slave Lake. Canada». *Bol. Scoc. Econ. Pal. Mineral. Spec. Publ.* V. 19, pp. 38-55.
- INST. GEOL. MIN. ESP. (1931): «Memoria explicativa de la Hoja número 567 (Teruel) del Mapa Geológico de Esp. E: 1:50.000». *IGME*. Madrid.
- (1959): «Memoria explicativa de la Hoja número541 (Santa Eulalia) del Mapa Geológico de España E: 1:50.000». *IGME*. Madrid.
- (1959): «Memoria explicativa de la Hoja número 542 (Alfambra) del Mapa Geológico de España E: 1:50.000». *IGME*. Madrid.
- (1971): «Memoria explicativa de la Hoja número 591 (Mora de Rubielos) del Mapa Geológico de España. E: 1:50.000». *IGME*. Madrid.
- (1972): «Memoria explicativa de la Hoja número 539 (Peralejos) del Mapa Geológico de España. E: 1:50.000». *IGME*. Madrid.
- (1972): «Memoria explicativa de la Hoja número 564 (Fuertescusa) del Mapa Geológico de España E: 1:50.000». *IGME*. Madrid.
- (1972): «Memoria explicativa de la Hoja número 578 (Las Majadas) del Mapa Geológico de España E: 1:50.000». *IGME*. Madrid.
- (1972): «Memoria explicativa de la Hoja número 611 (Cañete) del Mapa Geológico de España E: 1:50.000». *IGME*. Madrid.
- (1972): «Memoria explicativa de la Hoja número 588 (Zafrilla) del Mapa Geológico de España E: 1:50.000». *IGME*. Madrid.
- (1972): «Mapa geológico de España 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Explicación de la hoja número 47 (Teruel)». *IGME*. Madrid.
- (1973): «Programa sectorial de exploración de hierro subsector y Centro-Levante, Area I Almohaja-Sierra Menera-Pedregales». *IGME*. Madrid.
- (1973): «Memoria explicativa de la Hoja número 28-24 (Manzanera) MAGNA». *IGME*. Madrid.

- (1977): «Memoria explicativa de la Hoja número 27-20 (Argente) MAGNA». *IGME*. Madrid.
- (1977): «Memoria explicativa de la Hoja número 26-24 (Ademuz) MAGNA». *IGME*. Madrid.
- (1978): «Memoria explicativa de la Hoja número 27-24 (Camarena de la Sierra) MAGNA». *IGME*. Madrid.
- (1978): «Memoria explicativa de la Hoja número 28-22 (Alcalá de la Selva) MAGNA». *IGME*. Madrid.
- (1979): «Memoria explicativa de la Hoja número 25-21 (Checa) MAGNA». *IGME*. Madrid.
- (1980): Evolución sedimentológica y Tectónica del ciclo Alpino en el tercio Noroccidental de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica (Inédito).
- JULIVERT, M.; FONTBOTE, J.M.; RIBERO, A. y CONDE, C. (1974): «Mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares». *IGME*. Pp. 1-113.
- LAPPARENT, A.F. (1960): Los dos dinosaurios de Galve (Teruel). *Rev. «Teruel»*. Nº 24.
- LOPEZ, N. (1977): Revisión sistemática y bioestratigráfica de los *Iagophormia* (Mammalia) del Neógeno y Cuaternario de España. Pág. 469. Tesis Facult. de C. Geológicas. Univ. de Madrid.
- LOTZE, F. (1929): Stratigraphie und Tektonik des Keltibersichen Grundgebirges (Spanien), *Beitr. Westf. Mediterrangebiete*, nº 3. *Abh. Ges. Wiss. Gottingen., Math. Phys. Kl. N.F. t. 14, nº 2*. Berlín. Trad. esp. en *Publ. Extr. Geol. Esp. Inst. «L. Mallada»*. T. 8, pp. 315. Madrid.
- MELENDEZ, A.; PARDO, G.; PENDON, J.C. y VILLENA, J. (1981): «Las facies terminales del Jurásico en el sector central de la Cordillera Ibérica». *Cuad. Geol. Univ. Granada*. Nº 10, pp. 137-148.
- MELENDEZ HEVIA, F. (1971): «Estudio geológico de la Serranía de Cuenca en relación a sus posibilidades petrolíferas». Tesis Doctoral Univ. Madrid. Pp. 1-245.
- (1972): «El sinclinal Cretácico del Alto Tajo-Valdecabriel (Serranía de Cuenca)». *Bol. Geol. Min. IGME*. V. 83, nº 3, pp. 211-220.
- MELENDEZ HEVIA, F. y RAMIREZ DEL POZO, J. (1972): «Nuevos datos sobre el Cretácico Superior del extremo occidental de la Serranía de Cuenca». *Bol. Geol. Min. IGME*. Vol. 83, nº 5, pp. 1-15.
- MELENDEZ HEVIA, F. y RAMIREZ DEL POZO, J. (1972): «El Jurásico de la Serranía de Cuenca». *Bol. Geol. y Min. IGME*. V. 83, nº 4, pp. 313-342.
- MELENDEZ HEVIA, F.; VILLENA, J.; RAMIREZ DEL POZO, J.; PORTERO GARCIA, J.M.; OLIVE DAVO, A.; ASSENS CAPARROS, J.; SANCHEZ SORIA, P. (1974): Síntesis del Cretácico de la zona Sur de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica. *I. Reunión campo sobre Cret. Serranía de Cuenca*.

- MOISSENET, E. (1979): Relief et tectonique récente: Quelques transversales dans les fossés internes des chaînes ibériques orientales. *Travaux de la RCP: Relief et Néotectonique dans le pays méditerranéen*. Vol. 461, pp. 159-207.
- (1980): Reliefs et déformations récents: trois transversales dans les fossés internes des Chaînes Ibériques orientales. *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*. T. 51, pp. 1-25.
- MOISSENET, E.; ADROVER, R.; AGUIRRE, E. (1974): Fosa de Teruel. *Col. Ins. sobre Bioestr. Cont. del Neógeno Sup. y Cuat. Inf. Libro guía*. Pp. 51-68.
- MOISSENET, E. y GAUTIER, F. (1971): «La región de Rubielos de Mora (provincia de Teruel, Chaînes Ibériques orientales). Contribution a l'étude géologique et morphofogique». *Mélanges de la Casa de Velázquez*. T. VII, pp. 28, Paris.
- OLIVE, A.; PORTERO, J.M.; CAPOTE, R. y GUTIERREZ, M. (1981): Geología de la fosa del Jiloca y sus alrededores. *XV Curso Geolog. práctica Teruel. Col. Univ. Teruel*. Pp. 79-98.
- PARDO TIRAPU, G. (1979): Estratigrafía y sedimentología de las formaciones detríticas del Cretácico inferior terminal en el bajo Aragón Turolense. *Tesis Doct. Univ. Zaragoza*.
- PARGA, J.R. (1969): «Sistemas de fracturas tardihercínicas del Macizo Hispánico». *Trab. Labo. Geol. Lage*. Nº 37, pp. 3-17.
- PEÑA MONNE, J.L. (1981): Las acumulaciones cuaternarias de la confluencia de los ríos Alfambra y Guadalaviar en las cercanías de Teruel. *Actas VII Coloquio Geog. Pamplona. Col. Univ. Teruel*. Pp. 1-13.
- PEÑA MONNE, J.L.; SANCHEZ FABRE, M. y SIMON GOMEZ, J.L. (1981): Algunos aspectos de la tectónica cuaternaria en el margen oriental de la fosa de Alfambra-Teruel. *Rev. Teruel Inst. Est. Turolense*. Nº 66.
- PHILIPPOT, A.; RIBA, O. (1952): Sur la faune graptolitique de la Sierra d'Albarracín (Chaîne Ibérique). *C.R. Somn. Soc. Bol. Géol. France*. Pp. 74-74.
- RAMIREZ DEL POZO, J. y MELENDEZ HEVIA, F. (1972): Nuevos datos sobre el Cretácico Superior-Eoceno de la Serranía de Cuenca». *Bol. Geol. y Min. IGME*. V. 83, Nº 5, pp. 443-456.
- (1972): Nuevos datos sobre el Cretácico Inferior en Facies Weald de la Serranía de Cuenca». *Bol. Geol. y Min. IGME*. V. 83, nº 6, pp. 569-581.
- RAMOS, A. y DOUBINGER, J. (1979): Decouverte d'une microflore thuringienne dans les Buntsandstein de la Cordillère Ibérique (Espagne). *C.R. Acad. Sc. Paris*. T. 289, Sér. D, pp. 525-528.
- RAMOS, A. (1979): Estratigrafía y Paleogeografía del Pérmico y Triásico

- al Oeste de Molina de Aragón (Prov. de Guadalajara)». *Sem. Estratig. Dep. Geolog. Econ. Univ. de Madrid*. Nº 6, pp. 1-317.
- RIBA, O. y RIOS, J.M. (1962): Observations sur la structure Sud-Ouest de la Chaîne Ibérique (Espagne)». *Liv. Mém. Prof. P. Fallot. Soc. Géol. France*. V. I, pp. 275-290.
- RIBA ARDERIU, O. (1949): Bibliografía geológica y fisiográfica de la provincia de Teruel. *Rev. Teruel*, t. I, nº 2.
- (1959): Estudio geológico de la Sierra de Albarracín. *CSIC. Monogr. Inst. «Lucas Mallada»*. 16, 283 pp. 1 mapa.
- RIBA ARDERIU, O. y Equipo del IGME (1972): Mapa Geológico de España E 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. *Memoria nº 47 «Teruel»*, 43 pp. IGME. Madrid.
- RIBA ARDERIU, O. (1982): Sierra de Albarracín. *XVI Curso de Geología Práctica, Teruel. Memoria* pp. 44-66, 2 figs.
- RICHTER, G. y TEICHMULLER, R. (1933): Die Entwicklung der Keltiberischen ketten. *Beir. zur Geol. Westl. Mediterrangebiete. Abh. Ges. Wiss. Gottingen, Math. Phys. kl.* 3 Folge, H. 7, 118 pp. Berlin.
- SACHER, L. (1966): Stratigraphie und Tektonik der Norwestlichen Hesperische Ketten bei Molina de Aragón. *N. Jb. Palaont. Abh.* 124. 2pp. 151-167. Stuttgart.
- (1968): Das jungpaläozoikum der Keltiberischen ketten (Spanien). *Insug. Diss. (Tesis), Naturwiss Mathem. Fakultat. Univ. Heidelberg. Geol. Pal. Inst.* 105 pp. 56 fig.
- SAEFTEL, H. (1961): «Paleogeografía del Albiense en las Cadenas Celtibéricas de España». *Not. y Com. Inst. Geol. y Min. España*, nº 63, pp. 163-192. Madrid.
- SAENZ GARCIA, C. (1957): Observaciones acerca de la extensión de las facies lacustres del Cretácico Superior y del Eoceno a lo largo de la Cordillera Ibérica. *Rev. Las Ciencias*. Vol. 22, nº 4.
- SIMON GOMEZ, J.L. (1981): Estructuras de superposición de plegamientos en el borde NE de la Cadena Ibérica». *Acta Geol. Hisp.* 14 (5): 137-140.
- SOLE SABARIS, L.; RIBA, O. (1952): El relieve de la Sierra de Albarracín y sus zonas limítrofes de la Cordillera Ibérica. *«Teruel»*. Pp. 7-22, nº 7.
- TINTAN, H. et VIALARD, P. (1970): Le Jurassique moyen et supérieur de la Chaîne Iberique sud-occidentale aux confins des provinces de Teruel, Valencia et Cuenca. *C.R. Somm. Séanc. Soc. Géol. Fr. ... fasc.* 6, p. 207-209.
- TRICALINOS, J. (1928): Untersuchungen über den Bau der keltiberischen

- ketten des Nordostlichen Spaniens. *Z. deutsch. geol. Ges. Abh.* t. 80, pp. 409-482. Berlin.
- TURNIT, P. (1964): Trias-Machtigkeiten in der Sierra de Albarracín Hesperische ketten (Spanien). *N. Jb. Géol. Palaontol. Mh.* t. UU. pp. 641-651.
- (1966): Stratigraphie und Tektonik der Sudostlichen Sierra del Tremendal (Hesperische ketten, Spanien). *Z. deutsch. geol. Ges. Jhrg.* 1963 Bd. 115, pp. 679-681.
- VAN DE WEERD, A. y DAAMS, R. (1978): Quantitative composition of Rodent Faunas in the Spanisch neogene and Paleological Implications. *Proc. of the konin klijke Nederlandse Akademie (Amsterdam)*. Vol. 81, nº 4, pp. 448-473.
- VIALARD, P. (1966): Sur le Crétacé de la Chaîne Ibérique Castellaine entre le rio Turia et la Haute vallée du rio Júcar (Valencia-Cuenca). *C.R. Acad. Sc. Paris*. Tomo 262, pp. 1996-1997.
- (1968): «Neocretace Chaîne Ibérique sud-occidentale aux confins de les provinces du Cuenca, Teruel et Valencia. *C.R. Somm. Sc. Soc. Geol. France*. V. 6, pp. 184-185.
- (1973): Recherches sur le cycle Alpin dans la Chaîne Ibérique Sud-Occidentale. *Tesis Doctoral*. Univ. Toulouse, pp. 1-445.
- (1978): «Tectogenese de la Chaîne Ibérique: Relations substratum-couverture dans une tectonique polyphasée».
- (1979): «La Chaîne Ibérique: Zone de cisaillement intracontinentale pendant la tectogénese Alpine». *C.R. Acad. Sc. Paris*. V. 289, pp. 65-68.
- VIALARD, P. y GRAMBAST, L. (1970): «Sur l'age post-Stampien Moyen du plissement majeur dans la Chaîne Ibérique Castellaine». *C.R. Somm. Soc. Bol. Geol. France*. V. 1, pp. 1-9.
- VILLENA, J. (1971): «Estudio geológico de un sector de la Cordillera Ibérica comprendido entre Molina de Aragón y Monreal del Campo». *Tesis Doctoral*. Univ. Granada. Pp. 291.
- VILLENA, J.; RAMIREZ DEL POZO, J.; LINARES, A. y RIBA, O. (1971): «Características estratigráficas del Jurásico de la Región de Molina de Aragón». *Cuad. Geol. Ibér.* Vol. 2, pp. 355-374.
- WEER, A. VAND DE (1976): «Rodent faunas of the Mio-Plioceno Continental Sediments of the Teruel-Alfambra Region Spain. *Utrecht Micropaleontological Bull. Spec. Publ. Indet.* Nº 2, pp. 1-127.
- WIEDMANN, J. (1975): Subdivisiones y precisiones estratigráficas en el Cretácico Superior de la cadena Celtibérica: *I. Sim. Cret. Cord. Iber.* Pp. 137-151.

- WIEGAND, K.D. (1966): Sediment strukturen und Sedimentation in Ordoviciu Keltiberiens (NE-Spanien) und der Franken walden (NE Bayern). Inaug. Diss. Universitat zu. Heidelberg.
- YEBENES, A. (1974): «Estudio petrológico y geoquímico de las carniolas del Cretácico Superior de la Serranía de Cuenca». *I. Simp. Cret. Cord. Iber.* Pp. 99-111.
- YEBENES, A.; GOY, A. y COMAS-RENGIFO, M.J. (1978): «el Lías en el sector septentrional de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica». *Grp. Esp. del Meso z. excurs. al Jurásico de la Cordillera Ibérica. Univ. Madrid. Fac. Geol. Nº 1*, pp. 1-29.