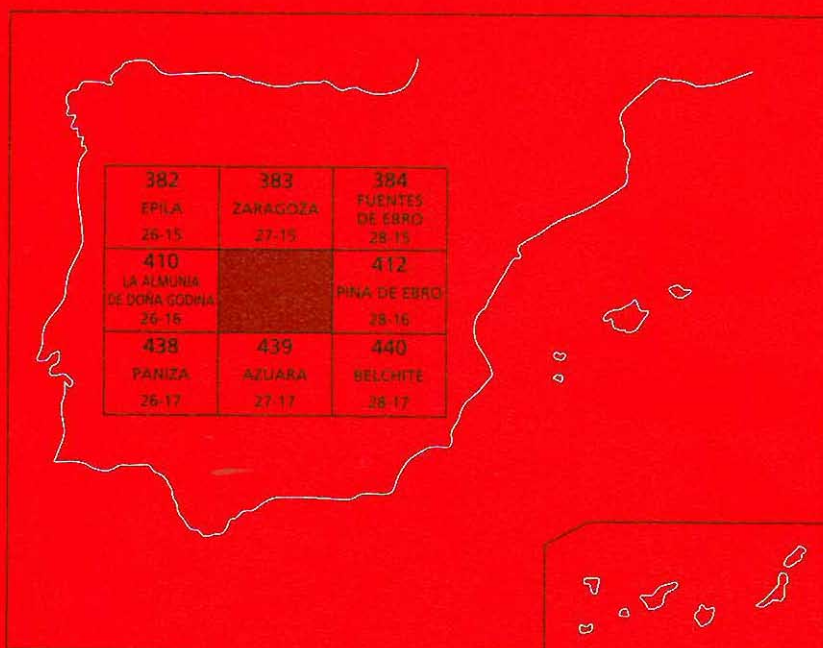




MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1 : 50.000

Segunda serie - Primera edición



LONGARES

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

SE INCLUYE MAPA GEOMORFOLÓGICO A LA MISMA ESCALA

LONGARES

© INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA
Ríos Rosas, 23. 28003 MADRID

Base topográfica: Servicio Geográfico del Ejército
Cartografía: Cartografía Madrid, S. A.

Depósito legal: M. 23588-2005
ISBN: 84-7840-584-4
NIPO: 675-05-012-5

Fotocomposición: Cartografía Madrid, S. A.
Impresión: Gráficas Muriel, S. A.

El Mapa Geológico y Memoria explicativa de Longares (411) han sido realizados por la Compañía General de Sondeos, S. A., habiendo intervenido los siguientes autores:

Antonio Hernández Samaniego (CGS):	Coordinación y dirección. Cartografía geológica del Terciario. Secciones estratigráficas. Sedimentología. Tectónica. Geotecnia. Memoria.
José Ignacio Ramírez Merino (CGS):	Cartografía geológica del Cuaternario. Geomorfología. Memoria.
José Javier Navarro Juli (CGS):	Tectónica. Neotectónica. Memoria.
Ángel Luis Cortes Gracia (Univ. Zaragoza):	Tectónica.
Regina Rodríguez Santisteban (CGS):	Hidrogeología. Memoria.
Francisco Babiano González (CGS):	Recursos minerales. Memoria.
David Gómez Gras (Univ. A. Barcelona):	Sedimentología de laboratorio.
José Ramírez del Pozo:	Micropaleontología.
Gloria Cuenca Bescos (Univ. Zaragoza):	Micromamíferos.
Manuel Pozo Rodríguez y José Casas Sainz de Aja (Univ. Autónoma Madrid):	Análisis de R.X.

Dirección y coordinación

Alejandro Robador Moreno (IGME):	Coordinación y dirección por parte del IGME.
----------------------------------	--

Se pone es conocimiento del lector que en el Centro de Documentación del IGME existe para su consulta una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria constituida por:

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

INDICE

0. INTRODUCCIÓN	9
1. ESTRATIGRAFÍA	11
1.1. JURÁSICO	15
1.1.1. Dolomías brechoides (Fm. Cortes de Tajuña) (1). Hettangiense-Sinemuriense	15
1.1.2. Calizas tableadas (Fm. Cuevas Labradas) (2). Sinemuriense	17
1.1.3. Margas y margocalizas nodulosas (Mb. Calizas nodulosas de Casinos) (3). Aalenense-Bajociense	18
1.1.4. Calizas y margas (Fm. Carbonatada de Chelva) (4). Dogger	18
1.1.5. Calizas bioclásticas (Mb. Calizas con esponjas de Yátova). Margas, margas arenosas, areniscas, calizas y margo-calizas (Fm. margas de Sot de Chera) (5). Oxfordiense-Kimmeridgiense	19
1.1.6. Calizas y margocalizas (Fm. Ritmita calcárea de Loriguilla) (6). Kimmeridgiense	20
1.1.7. Calizas con oncolitos (Fm. Calizas con oncolitos de Higuieruelas) (7). Kimmeridgiense	21
1.1.8. Calizas arenosas y margas (Unidad de Aguilón) (8). Titónico	22
1.2. CRETÁCICO	22
1.2.1. Cretácico inferior	22
1.2.1.1. Areniscas y lutitas rojas (Facies Weald) (9). Hauteriviense-Barremiense	23
1.2.1.2. Calizas laminadas, margocalizas y margas (10). Hauteriviense-Barremiense	24
1.2.2. Cretácico superior-Paleoceno	24
1.2.2.1. Margas amarillentas y calizas dolomíticas (F. Garumniense) (11). Maastrichtiense-Paleoceno	26
1.3. TERCIARIO	26
1.3.1. Unidad Torrente de Cinca-Alcolea de Cinca	30
1.3.1.1. Conglomerados de cantos calizos, areniscas y margas color salmón (12). Chattiense-Ageniense	30

1.3.1.2.	Calizas y margas blanquecinas (13). Chattiense-Ageniense ..	32
1.3.2.	Unidad Remolinos-Lanaja	32
1.3.2.1.	Conglomerados de cantos redondeados de cuarcitas y pizarras, areniscas amarillentas y lutitas (14). Aragoniense inferior	33
1.3.2.2.	Lutitas rojas, areniscas y conglomerados (15). Aragoniense inferior	38
1.3.2.3.	Yesos masivos (16). Aragoniense inferior	38
1.3.3.	Unidad Sierra de Pallaruelo-Monte de la Sora	38
1.3.3.1.	Conglomerados de cantos redondeados de cuarcita y caliza de tonos amarillentos (17). Aragoniense inferior	40
1.3.3.2.	Lutitas rojas (18). Aragoniense inferior	41
1.3.3.3.	Brechas, conglomerados y margas (19). Aragoniense inferior	41
1.3.3.4.	Yesos masivos y margas (30). Aragoniense inferior	42
1.3.3.5.	Arcillas rojas con yesos alabastrinos y margas grises (21). Aragoniense inferior	42
1.3.3.6.	Calizas y margas blanquecinas (22). Aragoniense inferior ..	43
1.3.3.7.	Margas amarillentas y verdosas (23). Aragoniense inferior ..	43
1.3.4.	Unidad Sierra de Lanaja-Montes de Castejón	43
1.3.4.1.	Conglomerados de cantos angulosos y subangulosos de cuarcita y caliza	46
1.3.4.2.	Areniscas y lutitas rojas con niveles de conglomerados (25). Aragoniense inferior-superior	46
1.3.4.3.	Lutitas rojas con niveles de calcisiltitas (26). Aragoniense inferior-superior	47
1.3.4.4.	Margas, margo-calizas y calizas blanquecinas (27). Aragoniense inferior-superior	48
1.3.4.5.	Margas yesíferas, yesos alabastrinos y niveles de caliza (28). Aragoniense inferior-superior	50
1.3.5.	Unidad San Caprasio	50
1.3.5.1.	Calizas arenosas y margas amarillentas y verdosas (29). Vallesiense	51
1.3.5.2.	Conglomerados de cuarcita, grises y blanquecinos (30). Vallesiense	53
1.3.5.3.	Calizas y lutitas rojas en la base (31). Vallesiense	54
1.3.6.	Cantos y gravas cuarcitas (32). Rañas. Plioceno superior-Pleistoceno inferior	54
1.4.	CUATERNARIO	55
1.4.1.	Cantos y gravas polimícticas redondeadas (33, 35, 36, 38, 40 y 44). Terrazas. Pleistoceno-Holoceno	55
1.4.2.	Gravas y cantos angulosos en matriz limo-arcillosa (34, 37, 39 y 41). Pleistoceno-Holoceno	55
1.4.3.	Gravas, arenas, limos y arcillas (42 y 45). Conos de deyección, aluviales y fondos de valle. Holoceno	56
1.4.4.	Cantos angulosos en matriz arcillosa (43). Coluviones. Holoceno	56

2. TECTÓNICA	56
2.1. MARCO TECTÓNICO REGIONAL	56
2.2. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA	58
2.3. EVOLUCIÓN TECTÓNICA	61
2.4. NEOTECTÓNICA	62
3. GEOMORFOLOGÍA	63
3.1. DESCRIPCIÓN FISIAGRÁFICA	63
3.2. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO	64
3.2.1. Estudio morfoestructural	64
3.2.2. Estudio del modelado	64
3.2.2.1. Laderas	64
3.2.2.2. Formas fluviales	65
3.2.2.3. Formas poligénicas	66
3.2.2.4. Formas kársticas	67
3.3. FORMACIONES SUPERFICIALES	68
3.4. EVOLUCION DINÁMICA	68
3.5. MORFOLOGÍA ACTUAL Y SUBACTUAL Y TENDENCIAS FUTURAS	69
4. NEOTECTÓNICA	69
5. GEOLOGÍA ECONÓMICA	73
5.1. RECURSOS MINERALES	73
5.1.1. Minerales metálicos y no metálicos	73
5.1.1.1. Aspectos generales e historia minera	73
5.1.2. Minerales energéticos	73
5.1.2.1. Aspectos generales e historia minera	73
5.1.3. Rocas industriales	73
5.1.3.1. Aspectos generales e historia minera	73
5.1.3.2. Descripción de los materiales	74
5.2. HIDROGEOLOGÍA	75
5.2.1. Climatología-Hidrología	75
5.2.2. Inventario y usos del agua	81
5.2.3. Caracterización hidrogeológica	82
5.2.3.1. Acuífero carbonatado de Muel-Belchite	82
5.2.3.2. Depósitos aluviales del río Huerva y resto de formaciones cuaternarias de alta permeabilidad	82
5.2.3.3. Formaciones cretácicas y terciarias de permeabilidad media-baja	83
5.3. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS GENERALES	83
6. PATRIMONIO NATURAL GEOLÓGICO. PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO (PIG) .	89
7. BIBLIOGRAFÍA	89

0. INTRODUCCIÓN

La hoja topográfica, a escala 1:50.000, de Longares (27-16) se halla comprendida entre los meridianos $1^{\circ}11'10'',5$ y $0^{\circ}51'10'',6$ y los paralelos $41^{\circ}20'04'',4$ y $41^{\circ}30'04'',4$. Esta hoja se encuentra situada en el sector central de la Depresión del Ebro y, administrativamente, su superficie está incluida en la provincia de Zaragoza.

La mayor parte del territorio, presenta un relieve irregular. Los puntos más altos topográficamente, son el Colladillo (767 m), Jaulín (748 m), Cerro Picocho (722 m), Cabezo del Pueyo (717 m), Kun (710 m), Valdesimpor (695 m), Cabezo Negro (658 m) y Pinar (642 m). Por el contrario, los puntos más deprimidos topográficamente, se localizan en las inmediaciones del cauce del Río Huerva (380 m) en el borde norte de la Hoja.

En el territorio ocupado por la hoja de Longares sólo hay un curso de agua continua, constituido por el Río Huerva, que atraviesa la zona en la dirección N-S y desemboca en el Río Ebro dentro de la hoja de Zaragoza (27-15).

En el resto de la región, el drenaje se realiza a través de una red de vales (nombre local que reciben los valles o barrancos), o cursos de agua esporádicos y estacionales. Estos cursos desaguan hacia el Río Huerva, o directamente hacia el Río Ebro.

En el sector central está situado el embalse de Mezalocha, a 480 m de cota máxima.

El clima de la región es de tipo continental árido, o sea con escasas lluvias estacionales de carácter torrencial, con temperaturas de invierno y de verano extremas y, además, con un elevado contraste térmico entre las medias anuales más frías y las más calurosas. La pluviosidad es muy baja, registrándose unos valores cercanos a los 350 mm anuales. Por otro lado la inversión térmica es importante durante el periodo invernal y, por lo tanto, las nieblas son frecuentes y persistentes. La cobertera vegetal es poco abundante en la región y se reduce a pequeñas zonas, donde se ha realizado una reforestación de pinos.

Las características climáticas y el roquedo de la zona, son los dos principales condicionantes del uso que se ha hecho del suelo y, por lo tanto, de la economía de la región. Debido a la escasez de vegetación, gran parte de las zonas donde afloran los materiales terciarios, han

sido usadas únicamente, como tierras de pasto para el ganado ovino, muy abundante en la zona. El resto del territorio se ha aprovechado para el cultivo de cereales, de la vid y del olivo, así como hortalizas en las vegas de los cursos fluviales principales.

La densidad de población es de media a baja, existiendo nueve núcleos habitados en el territorio. Estas localidades son: Longares con 959 habitantes, Muel con 1.330 habitantes, Villanueva del Huerva con 771 habitantes, Mezalocha con 357 habitantes, Jaulín con 334 habitantes, Puebla de Albortón con 196 habitantes, Fuendetodos con 166 habitantes, Mozota 158 habitantes y Valmadrid con 89 habitantes.

Los materiales que configuran el territorio que comprende la hoja, poseen una edad comprendida entre el Jurásico y el Mioceno superior, recubiertos parcialmente por sedimentos de edad cuaternaria.

En la hoja de Longares, la serie jurásica se encuentra irregularmente representada. Así, solamente afloran materiales del Lías en la Solana de Valhondo, al este de la población de Longares, y los correspondientes al Dogger de forma incompleta en la estructura anticlinal al noreste de Jaulín. Sin embargo los sedimentos del Malm, están ampliamente representados, formando una estructura en anticlinorio, tanto en los Montes de Jaulín como en Sierra Gorda, así como en pequeños afloramientos dispersos, formando estructuras muy apretadas en diversos puntos de las zonas de Villanueva del Huerva, de Muel, Jaulín, Valmadrid y Puebla de Albortón.

Los materiales de edad cretácica están distribuidos en dos grupos de edad Cretácico inferior en facies Weald y Cretácico superior (Maastrichtiense)-Paleoceno, respectivamente. Los primeros están constituidos por una serie detrítica en la base, de origen fluvial, que culminan en una serie carbonatada de origen lacustre. En la hoja de Longares faltan el resto de los términos correspondientes al Cretácico inferior y superior, a excepción de los materiales de edad Maastrichtiense-Paleoceno que se presentan en afloramientos de reducidas dimensiones, discordantes sobre distintos términos de la serie estratigráfica precedente, en diversos puntos de la hoja.

Respecto a los materiales de edad oligoceno y mioceno, estos están constituidos por sedimentos de origen continental, fluvio-aluviales, procedentes del desmantelamiento de la Cordillera Ibérica, situada al sur y oeste, respectivamente, de la zona cartografiada. Esta disposición respecto de la cuenca, así como la existencia de paleorelieves formados por materiales mesozoicos, condicionaron la distribución geográfica de las distintas litofacies. En el sector suroccidental de la hoja predominan los materiales detríticos, constituidos por conglomerados, areniscas y lutitas que evolucionan, hacia el NE y hacia el techo de la serie estratigráfica, intercalando depósitos carbonáticos, margas y calizas de origen lacustre-palustre, y evaporíticos, yesos y margas yesíferas.

Los sedimentos de edad cuaternaria, consisten principalmente en varios niveles de terrazas, correspondientes a los ríos Ebro, y Huerva. También consisten en depósitos aluviales, que recubren los fondos de las vales, en depósitos coluviales, de poca extensión y también en glacia.

La actividad tectónica ha afectado de forma significativa a los materiales terciarios. Así, son frecuentes las discordancias entre los distintos episodios sedimentarios comprendidos entre el

Oligoceno y el Mioceno. También son evidentes, en numerosos puntos, las deformaciones en los materiales por fallas, que corresponden con frecuencia a la reactivación de fracturas más antiguas. En la zona septentrional existe un ligero buzamiento generalizado hacia el N, que se corresponde con la dirección general hacia el centro de la Cuenca del Ebro.

El área cartografiada, se halla en la parte central de la Cuenca del Ebro, concretamente en el sector aragonés. Esta cuenca, se configura como una cuenca de antepaís, relacionada con la evolución de los orógenos que la circundan: el Pirineo por el N, los Catalánides, por el SE y la Cordillera Ibérica por el SO. De esta forma, desde el Oligoceno, hasta la actualidad, ha actuado como centro de deposición de materiales continentales procedentes del desmantelamiento de las cordilleras citadas. Dentro de la zona estudiada, existe una única área fuente para los materiales aluviales terciarios, la Cordillera Ibérica.

El modelado de la región presenta un marcado control estructural, con desarrollo de extensas superficies soportadas por niveles calizos y yesíferos. En las zonas con predominio de materiales detríticos existen relieves alomados disectados por las vales de fondo plano.

Los primeros trabajos realizados en la Cuenca del Ebro, consisten en mapas geológicos muy esquemáticos. Fueron realizados por geólogos franceses y españoles, a mediados y finales del siglo pasado. En el presente siglo, el estudio cartográfico y estratigráfico de la misma, recibe un fuerte impulso con los trabajos de LARRAGAN, *et al.* (1952), ALASTRUE, *et al.* (1957), QUIRANTES (1965, 1969), QUIRANTES (1966), RIBA (1967) RIBA, *et al.* (1967), RIBA (1973), RIBA, *et al.* (1975), COLOMBO (1980), CABRERA (1983), RIBA, *et al.* (1983), SAEZ (1987), PÉREZ, *et al.* (1988), SALVANY (1989), ARENAS, *et al.* (1989) y ARENAS y PARDO (1991).

Desde el punto de vista micropaleontológico, cabe citar los trabajos de AZANZA, *et al.* (1988), AGUSTI, *et al.* (1988), CUENCA, *et al.* (1989) y CUENCA, *et al.* (1991).

Para el estudio geológico de la hoja de Longares, se han levantado un total de 9 columnas estratigráficas, que han respaldado el estudio cartográfico. Se han realizado además los habituales estudios de sedimentología, tectónica y geomorfología.

1. ESTRATIGRAFÍA

Como se ha comentado en el capítulo de introducción, dentro del territorio comprendido en la hoja de Longares (27-16), afloran materiales que poseen una edad comprendida entre el Jurásico inferior y el Mioceno Superior.

La serie estratigráfica del Jurásico puede reconstruirse, casi completamente, a partir de los distintos afloramientos existentes en la hoja. Así, los materiales del Lías afloran a lo largo de la estructura monoclinial de dirección N-S, situada en el Pinar, a unos 3 km al este de Longares. El Dogger aflora, de forma incompleta, en el núcleo de la estructura anticlinal de Santa Bárbara (1 km al norte de Jaulín), y los materiales del Malm, que son los mejor representados en la hoja de Longares, constituyen las estructuras en anticlinorio de Montes de Jaulín (que en la zona de Mezalocha tiene una dirección E-O doblando hacia el este para tomar una dirección NO-SE), y de Sierra Gorda en la zona de Fuendetodos (de dirección E-O).

Estos afloramientos corresponden al sector central de la Cordillera Ibérica Septentrional (Rama Aragonesa), situados en el margen meridional de la Depresión del Ebro.

Diversos autores han realizado estudios con distintos enfoques en el Jurásico de este sector de la Cordillera Ibérica. Son de destacar los trabajos de BULARD (1972) en la zona de Aguilón (hoja de Azuara 27-17), Mezalocha y Jaulín, los de MÉLENDEZ, A. y BROCHWICH-LEWINSKI (1983) y MÉLENDEZ, A. (1984) que hacen interesantes aportaciones bioestratigráficas del Oxfordiense de Aguilón. Posteriormente AURELL, M. (1986) realiza un estudio estratigráfico y sedimentológico del Jurásico superior del sector de Aguilón, Mezalocha, Jaulín, Valmadrid y Fuendetodos, que es complementado, más tarde, por AURELL, M. y MÉLENDEZ, A. (1986-87) y por BÀDENAS, B. *et al.* (1993), que caracterizan el Jurásico superior desde el punto de vista sedimentológico.

En cuanto a los materiales del Cretácico inferior, representados en esta hoja por algunos afloramientos de dimensiones reducidas y recubiertas parcialmente por sedimentos terciarios, forman parte del área paleogeográfica de la Cubeta de Oliete (sector Maestrazgo) definida por CANEROT, *et al.* (1982). Asimismo, los materiales finicretácicos están escasamente representados adosados a algunas de las estructuras jurásicas presentes en esta hoja. En zonas próximas FOQUET, M. y MÉLENDEZ, A. (1982) estudian las características sedimentarias y paleogeográficas de los depósitos del Cretácico terminal.

El Terciario abarca el intervalo de tiempo comprendido entre el Oligoceno superior (Chat-tiense) y el Mioceno superior (Vallesiense).

Litológicamente, la hoja puede dividirse en dos dominios distintos. La mitad sur occidental está constituida por alternancias de tramos detríticos, conglomerados y areniscas en paleo-canales, arcillas y limos procedentes del dismantelamiento de los relieves paleozoicos y jurásicos. En la mitad Nororiental los materiales son mayoritariamente margo-yesíferos y yesíferos, en la parte inferior de la serie, pasando a margas y calizas a techo de la misma.

De esta forma, en los términos de la serie existe una evolución gradual de facies que se produce desde el cuadrante suroccidental, donde se localizan las facies detríticas más proximales, hasta la zona nororiental, donde se desarrollan los materiales margo-calcáreos y evaporíticos correspondientes a las facies distales de ambientes lacustres y lacustres-palustres.

Composicionalmente, las areniscas del Oligoceno y Mioceno del sector meridional son calca-renitas constituidas fundamentalmente por fragmentos de rocas sedimentarias, sobre todo calizas biomicríticas (20-30%), bioclastos (15-20%), generalmente gasterópodos y ostrá-codos, y cuarzo (15-30%), tanto en su tipología monocristalina como policristalina. Otros integrantes de estas areniscas, aunque no siempre están presentes en el esqueleto de las mismas son los fragmentos de areniscas de rocas metamórficas de bajo grado (0-5%). Los óxidos de hierro (0-3%) y los feldspatos potásicos (0-5%). Con respecto a estos últimos cabría señalar, que sólo aparecen como integrantes del esqueleto en la unidad superior del Mioceno.

Entre la mineralogía diagenética hay que destacar la presencia constante de cemento esparí-tico con porcentajes que oscilan entre el 20% y el 35% del total de la muestra. Otros cemen-tos de aparición más esporádica y en general con porcentajes muy bajos con la sílice y el cemento ferruginoso.

A diferencia de las anteriores, las areniscas del sector centro y occidental pueden clasificarse como litoarenitas, es decir, areniscas siliciclásticas en las que destacan como componente nuevo los fragmentos metamórficos de medio y bajo grado (15-20%), mientras que permanece con porcentajes similares el cuarzo mono y policristalino.

La mayor diferencia composicional se traduce en un porcentaje del 10% en fragmentos de areniscas (cuarzoarenitas) y en la no existencia de feldespatos ni de fragmentos de rocas calizas y si estos últimos aparecen son de diferente naturaleza.

La interpretación de estos datos implican probablemente la existencia de dos áreas fuente diferentes durante este periodo.

Las calizas que se encuentran interestratificadas en esta serie son, en general, calizas muy recristalizadas (microesparitas) en las que es difícil reconocer la textura primaria de la roca. Originariamente, fueron micritas (*wackstone-mudstone*) con porcentajes variables de bioclastos, fundamentalmente ostrácodos y gasterópodos.

En la ejecución de la cartografía geológica de esta hoja, que se realiza conjuntamente con otras 4 hojas próximas al borde ibérico de la Cuenca del Ebro (Epila, Pina de Ebro, Híjar y Alcañiz), se ha continuado con la misma metodología de estudio que la adoptada para la realización de la cartografía geológica de otras 28 hojas a escala 1:50.000 dentro de la Cuenca del Ebro, estudiadas entre 1989 y 1992. Esta metodología se basa en el estudio de la ciclicidad con que se ordenan los materiales sedimentarios de la hoja en la vertical. Se ha observado que los sedimentos que afloran en el área cartografiada se ordenan en secuencias positivas, que se suceden en el tiempo de manera que la base de cada una viene determinada por una reactivación de la energía del medio, lo que se manifiesta por un cambio brusco en la granulometría de los depósitos, o por una repentina instalación de unas facies más proximales sobre otras de mayor distalidad.

Se han reconocido en la hoja 5 unidades cíclicas, según estos criterios. Cada una de ellas está constituida, en general, por facies relativamente más energéticas en su parte inferior que en su parte superior, y más energéticas también que las que constituyen la parte superior de la unidad infrayacente. El paso de una unidad a la suprayacente es, por lo general, neto y brusco, mientras que dentro de cada unidad los cambios laterales y verticales de facies se realizan de forma gradual.

Estas unidades definidas corresponden a secuencias deposicionales (MITCHUM, 1977), es decir, «unidades estratigráficas, relativamente concordantes, compuestas por una sucesión de estratos genéticamente relacionados y cuyos límites, a techo y muro, son discordancias o sus conformidades relativas». Debido a la ausencia de un modelo bien definido en cuencas continentales (VAN WAGONER, *et al.*, 1990), hemos preferido usar para estas unidades el término de «unidad genético-sedimentaria».

En la Cuenca del Ebro, los equipos de CGS y ADARO, han diferenciado entre 1989 y 1992 hasta 20 unidades genético-sedimentarias, que abarcan una edad comprendida entre el Priabonense y el Aragonense-Vallesiense. En la presente hoja sólo se han distinguido cinco de ellas (Fig. 1), que tienen una edad comprendida entre el Oligoceno superior (Chattienense) y el

Figura 1. Cuadro sintético de los materiales miocenos de la hoja de Longares.

EDAD			UNIDADES GENÉTICO SEDIMENTARIAS	DESCRIPCIÓN DE LAS LITOLOGÍAS HOJA DE LONGARES	YACIMIENTOS PALEONTOLÓGICOS	
SERIE	PISO					U. MEIN.
M	VALLESIENSE		MN-10 MN-9	U. SAN CAPRASIO	31.- Calizas y lutitas rojas en la base 30.- Conglomerados de cuarcitas, grises y blanquecinos 29.- Calizas arenosas y margas amarillentas y verdosas	Puig Ladrón
	I	A	SUP.			
R		MED.		MN-7	U. SIERRA DE PALLARUELO-MONTE DE LA SORA	23.- Margas amarillentas y verdosas 22.- Calizas y margas blanquecinas 21.- Arcillas rojas con yesos alabastrinos y margas grises 20.- Yesos masivos y margas 19.- Brechas, conglomerados y margas 18.- Lutitas rojas 17.- Conglomerados de cantos redondeados de cuarcita y caliza de tonos amarillentos
O	A		MED.	MN-6		
	G	MED.		MN-5	UNIDADES GALOCHA Y BUJARALÓZ	NO AFLORANTES
C	O		MED.	MN-4b		
	E	I		INF.	MN-4a	UNIDAD TORRENTE DE CINCA-ALCOLEA DE CINCA
N		E	INF.		MN-3b MN-3a MN-2b	
	O	E		INF.	MN-2a MN-1	UNIDAD TORRENTE DE CINCA-ALCOLEA DE CINCA
AGENIENSE			MN-2a MN-1		UNIDAD TORRENTE DE CINCA-ALCOLEA DE CINCA	

Mioceno superior (Vallesiense). Estas unidades reciben, de base a techo, los nombres de: Unidad Torrente de Cinca-Alcolea de Cinca, Unidad de Remolinos-Lanaja, Unidad Sierra de Pallaruelo-Monte de la Sora, Unidad Sierra de Lanaja-Montes de Castejón y Unidad de San Caprasio, faltando las Unidades de Galocha-Ontiñena y Bujaraloz-Sariñena intercaladas entre la primera y la segunda.

Los depósitos cuaternarios, dentro de la hoja de Longares, presentan una gran extensión superficial. Entre ellos cabe destacar las terrazas del Río Huerva, los glaciares y distintos tipos repartidos entre coluviones, conos de deyección y fondos de valle.

1.1. JURÁSICO

Los afloramientos de los materiales jurásicos se encuentran dispersos por la superficie de la hoja de Longares, constituyendo cuatro zonas o áreas con predominio de sedimentos de esta edad. En el sector occidental, en las proximidades de Longares, afloran los materiales del Lías en una estructura monoclinada de orientación N-S; en el sector central de hoja, en las cercanías de Mezalocha, aflora el Jurásico superior formando una estructura en anticlinorio; en el sector sureste afloran estos mismos materiales formando estructuras complejas de direcciones E-O y NO-SE, y en el sector septentrional de la misma son numerosos los afloramientos de escasas dimensiones, formando estructuras de radio menor y limitadas frecuentemente por fallas, en parte ocultas por los materiales del Terciario. Todos los afloramientos anteriormente referidos, pertenecen a lo que se ha denominado tradicionalmente como Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica.

El Jurásico de esta zona está compuesto por un conjunto potente de rocas carbonatadas con tramos intercalados de margas y margocalizas que han sido subdivididas en una serie de unidades litoestratigráficas por GOY, A., *et al.* (1976), GÓMEZ, J. J. (1979) y GÓMEZ, J. J., y GOY, A. (1979), cuya distribución vertical puede observarse en la Figura 2. Estas unidades han sido utilizadas en la cartografía de la hoja de Longares.

1.1.1. Dolomías brechoideas (Fm. Cortes de Tajuña) (1). Hettangiense-Sinemuriense

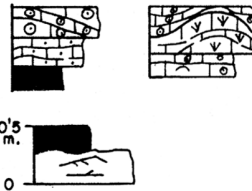
Afloran en la zona de Pinas (sector occidental de la hoja), donde constituyen la base de la serie monoclinada liásica que ocupan una franja de unos 3 km de longitud, de dirección N-S.

Han sido reconocidas en la columna estratigráfica PINAS-II ($x = 656.100$; $y = 4587.400$) donde afloran solamente los 20 m superiores de la unidad. En este punto está constituida por dolomías masivas, de aspecto brechoide, de tonos gris negruzcos en la parte inferior, y por bancos de 1,5 m de potencia y de tonos gris-beige hacia el techo de la unidad.

La calidad de los afloramientos no permite observaciones detalladas en estos materiales. Puntualmente, en algunos bancos, se diferencian estratificaciones cruzadas, algunas de bajo ángulo, y laminaciones de *ripples*.

Al microscopio son unas microdolomías, con «amígdalas» de esparita y textura carníolar.

Figura 1. Cuadro de unidades litoestratigráficas del Jurásico definidos en la Cordillera Ibérica.

		UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS	SECUENCIAS	AMBIENTES
JURASICO SUPERIOR	OXFORDIEN. KIMMERIDIENSE	Unidad de AGUILON		LITORAL
		Fm. Calizas con oncolitos de HIGUERUELAS		Plataf. interna de alta energía - Facies bioconstruidas
		Fm. Ritmita calcárea de LORIGUILLA		Plataforma Submareal
		Fm. Margas de SOT de CHERA Mb. Calizas con esponjas de YATOV		Plataforma externa
JURASICO MED.	AALLEN. BAJOCIENSE	Capa de Oolitos ferruginosos de ARROYOFRIO	GRUPO TURIA	Plataforma interna submareal somera
		Fm. Carbonatada de CHELVA		
		Oolitos ferruginosos		
		Mb. Calizas nodulosas de CASINOS		
JURASICO INFERIOR	TOARC. PLIENSBACHIENSE	Fm. Alternancia de margas y calizas de TURMIEL	GRUPO ABLANQUEJO	No aflorantes
		Fm. Calizas biocálcicas de BARAHONA		
		Fm. Margas grises de CERRO DEL PEZ		
		Calizas y margas de ALMONACID de la CUBA		
		Calizas nodulosas de RIO PALOMAR		
JURASICO INFERIOR	HETTANGIEN.- SINEMURIEN. PLIENSBACHIENSE	Fm. Calizas y dolomías de CUEVAS LABRADAS	GRUPO RENALES	Plataforma somera (inter y submareales)
		Fm. Carniolas de CORTÉS DE TAJUÑA		Plataforma somera (llanura de mareas)
TRIASI				

Por las observaciones realizadas en Pinas, así como por correlación con las características que presentan estos materiales en hojas próximas, se puede considerar que esta unidad se depositó en una plataforma somera en un ambiente dominado por una llanura de mareas.

No se han encontrado restos fósiles, por lo que no se pueden aportar datos precisos sobre su edad. Se asignan al Hettangiense-Sinemuriense por posición estratigráfica.

1.1.2. Calizas tableadas (Fm. Cuevas Labradas) (2). Sinemuriense

Estos materiales afloran, dentro de la hoja de Longares, en la misma zona que los de la unidad (1) descrita en el apartado anterior. También han sido reconocidos en la misma columna estratigráfica.

Está constituida por 130 m, sin que llegue a aflorar el techo de la unidad, de calizas micríticas (mudstone), de tonos grises y beige, dispuestas en capas bien estratificadas, cuyo espesor oscila entre 20 y 50 cm, de aspecto tableado, con bancos intercalados de calizas arenosas (*packstone* y *grainstone*) y oolíticas (*grainstone* oolítico).

Las estructuras sedimentarias más abundantes son las laminaciones debidas a la acción de algas, *ripples* de oscilación y de corriente, y estructuras de mayor energía como estratificaciones cruzadas en surco y planar, techos ondulados, etc. Los materiales y estructuras descritas se disponen en secuencias, cuya potencia oscila entre 10 y 20 m de tipo *thickening and coarsening upward*, en las que el término basal está constituido por calizas (*mudstone*), con laminaciones y *ripples*, y a techo por calizas arenosas y oolíticas (*packstone*, *grainstone* y *grainstone* oolíticos), con estratificaciones cruzadas, morfologías de barras y en algunos niveles restos de braquiópodos y equinodermos, terminando algunas secuencias en costras ferruginosas, con fósiles piritizados.

Las rocas carbonatadas de edad liásica son en su mayoría calizas microesparíticas con mayor o menor abundancia de aloquímicos, parcial o totalmente recristalizados. Las litologías más frecuentes son las calizas oolíticas con texturas *grainstone* o *packstone* oobioesparíticos, en las que los bioclastos (sobretudo, fragmentos de bivalvos y equinoideos) y los terrígenos (cuarzo) constituyen, a veces, el núcleo de los ooides y agregados. La matriz entre los aloquímicos suele ser una mezcla entre fango carbonático y cemento esparítico.

Interestratificadas con ellas, también aparecen calizas con texturas *wackstone* y *mudstone* con bioclastos entre los que cabe destacar los fragmentos de bivalvos, equinoideos, moluscos, braquiópodos, briozoos y en menor medida, ostrácodos y miliólidos.

El ambiente de sedimentación de la Fm. Cuevas Labradas corresponde al de una plataforma somera de carbonatos, en la que se distinguen subambientes de barras y depósitos inter- y submareales.

El contenido fosilífero de las muestras ha permitido clasificar las siguientes especies: *Mayncina termieri* HOTTINGER, *Involutina liassica* (JONES), *Praevidalina martana* (FARINACCI), *Lingulina* sp., *Fronicularia* sp., *Aeolisaccus* sp., *Dentalina* sp.) así como textuláridos, ostrácodos y

restos de gasterópodos, lamelibranquios, crinoideos y ostrácodos, que permiten asignar a la formación una edad Sinemuriense.

1.1.3. Margas y margocalizas nodulosas (Mb. Calizas nodulosas de casinos). (3). Aaleniense-Bajociense

Los materiales de esta unidad se disponen en dos pequeños afloramientos, en los que se pueden hacer observaciones con cierto detalle gracias a que se encuentran acanterados, muy próximos a los depósitos carbonatados (1) y (2) de la serie liásica descritos anteriormente, distantes 0,5 km y 1 km respectivamente de ellos. Además, la dirección y buzamiento de las capas es sensiblemente paralela en ambos conjuntos, por lo que es posible suponer, que aunque en superficie no haya continuidad de afloramiento entre ellos, en profundidad sí la exista, habiendo quedado recubiertas las formaciones intermedias del Lías, que no afloran en ningún punto de la hoja.

En ellos, pueden reconocerse unos 15 m constituidos en la base por 2 m de margas nodulosas, con costras ferruginosas, y el resto por calizas tableadas, en capas de 20 a 30 cm. de espesor, y margocalizas de tonos beige y blanquecinas, de aspecto noduloso, con abundantes conchas de terebrátulas.

Regionalmente se han interpretado como depositados en un ambiente de plataforma externa somera.

Las muestras recogidas han permitido clasificar: *Eothis alpina* LOMB., *Ammobaculites (haplophragmium)* sp, *Lenticulina* sp., *Textularia* sp., así como, microfilitos y restos de crinoideos, gasterópodos y ostrácodos.

Se les asigna una edad Aaleniense-Bajociense por microfácies.

1.1.4. Calizas y margas (Fm. Carbonatada de Chelva) (4). Dogger

En la hoja de Longares esta formación aflora, y de una forma incompleta, solamente en el núcleo anticlinal de la estructura de Jaulín. Geográficamente este afloramiento se encuentra separado del de las formaciones del Lías, por lo que no se puede establecer ningún tipo de correlación con ellas.

Las condiciones del afloramiento no han permitido levantar una columna estratigráfica de detalle, por lo que la descripción de estos materiales, se hará a partir de observaciones puntuales, así como por el resultado del estudio de las muestras analizadas. En este punto se componen de unos 25 m de una alternancia rítmica de calizas grises y margas ocre-amarillentas, organizadas en secuencias de 0,5 m de potencia, con abundantes ammonites y terebrátulas. Al microscopio los niveles calizos corresponden a biomicitas de filamentos con matriz peletoidal, que en las muestras analizadas han proporcionado las siguientes especies: *Eothis alpina* LOMBARD y *Lenticulina* sp., así como restos de crinoideos. En los niveles margosos se ha clasificado la siguiente asociación: *Lenticulina subalata* (REUSS), *L. guenstedti*

(GUMBEL) y *Progonocythere* sp., con restos de belemnites, braquiópodos y crinoideos, que indican una edad Dogger (probable Bathoniense).

En zonas próximas esta litofacies se interpreta como sedimentos de una plataforma externa submareal somera.

1.1.5. Calizas bioclásticas (Mb. Calizas con esponjas de Yátova). Margas, margas arenosas, areniscas, calizas y margo-calizas (Fm. margas de Sot de Chera) (5). Oxfordiense-Kimmeridgiense

En la cartografía de la hoja de Longares se han agrupado ambas unidades, porque de la primera, Mb. Calizas bioclásticas de Yátova, solamente se encuentra un pequeño afloramiento, no cartografiable, en la estructura anticlinal de Jaulín, en las proximidades de las calizas de la Fm. Carbonatada de Chelva, limitado a techo y muro por fracturas de pequeño salto. El resto de los afloramientos corresponden a la serie margosa de la Fm. de Sot de Chera, en los que no llega a observarse nunca la base de la formación.

El Mb. calizas con esponjas de Yátova, está formado por una alternancia de margas y calizas blanquecinas en capas centimétricas. Al microscopio son biomicritas de espongiarios cuyo contenido fosilífero es el siguiente: *Epistomina* (*Brotzenia*) sp., *Nubecularia* sp. y restos de espongiarios, espículas y ostrácodos. Los levigados han proporcionado la siguiente asociación: *Lenticulina* cf. *andax* LOEBLICH y TAPPAN, *L. quenstedti* (GÜMBEL) *Ammodiscus tenuissimus* (GÜMBEL), *Cytherella* cf. *woltersdorfi* OERTLI, *Pontocyprilla* cf. *suprajurassica* OERTLI, *Cytere-lloide* sp. 528 (BUCK), *Procytheridea martini* (BIZON), *Schuleridea* cf. *triebelsi* (STEGHAUS), así como, restos de ammonites, belemnites, briozoos, gasterópodos, crinoideos y cidáridos, que caracterizan al Oxfordiense superior.

La Fm. Margas de Sot de Chera aflora, aunque de forma incompleta, en numerosos puntos de la hoja de Longares, asociada a las estructuras que constituyen los niveles competentes del Jurásico superior en las zonas de Valmadrid, Jaulín, Muel y en el embalse de la Mezalocha.

Ha sido reconocida en las columnas estratigráficas 04-MEZALLOCHA (660.800; 4587.100) y 06-JAULÍN (669.100; 4590.800). En la primera afloran 10 m constituidos en la base por una alternancia, de aspecto rítmico de calizas y margocalizas, nodulosas, gris negruzcas, con láminas de mica y a techo por margas gris verdosas, algo arenosas, micáceas. En Jaulín afloran 63 m constituidos por los siguientes tramos:

- 22 m de margas grises, arenosas, con niveles centimétricos de arenas de grano medio con abundantes partículas ferruginosas, abundante mica y con venillas de yeso secundario.
- 13 m de calizas margosas y nodulosas de color beige.
- 20 m de margas y margas arenosas, con intercalaciones de calcarenitas grises y rojizas en capas de 0,5 m a 1,5 m de potencia, de formas canalizadas, y niveles centimétricos de areniscas de *ripples*.

— 8 m de calizas, margocalizas y margas en capas de 15 a 30 cm, de potencia, con restos vegetales.

Al microscopio los niveles carbonatados son calizas microcristalinas con arena fina y limo.

Regionalmente se interpretan como depósitos de una plataforma externa, a la que llegarían aportes detríticos procedentes del levantamiento de los macizos emergidos.

Estos materiales contienen abundante microfauna de la que se han clasificado las siguientes especies: *Ammobaculites cf. conostomum* DEECKE, *A. subaequalis* MJATLJUK; *Triplasia jurasica* (MJATLJUK), *Lenticulina cf. andax* LOEBLICH y TAPPAN, *L. subalata* (REUSS), *L. quenstedti* (GÜMBEL), *Cristellaria (Lenticulina) cf. treptensis* BASTIEN y SIGAL, *Astacolus flexuosa* (BRÜCKMANN), *A. aff. aphrastus* LOEBLICH y TAPPAN, *Marginulinopsis virga* LAUCKER, *Rectoglandulina vulgata* (BORNEMANN), *Spirillina cf. amphelicta* LOEBLICH y TAPPAN, *Cytherella woltersdorfi* OERTLI, *Pontocyprilla suprajurassica* OERTLI, *Ammodiscus cf. tenuissimus* (GÜMBEL), *Eothrix alpina* LOMBARD, *Neoflabelina* sp., *Dentalina* sp., *Macrodentina* sp., *Spirophthalmidium* sp., *Textularia* sp. que caracterizan al Oxfordiense superior.

1.1.6. Calizas y margocalizas (Fm. Ritmita calcárea de Loriguilla) (6). Kimmeridgiense

Esta unidad cartográfica es observable en numerosos puntos de la hoja de Longares, casi siempre protegida de la erosión por los relieves que constituyen los paquetes de calizas de la unidad (7). Así, aflora, de forma casi completa, en los barrancos que seccionan los anticlinorios de Fuendetodos y Mezalocha, al Sur y en el centro, respectivamente, de la hoja. Otros afloramientos parciales y de menos extensión se encuentran dispersos, en las estructuras existentes entre Jaulín y Muel, en Valmadrid y en Puebla de Albortón.

Se ha reconocido, detalladamente, en la columna estratigráfica 04-MEZALLOCHA (660.800, 4587.100) donde se han medido 65 m de una alternancia, de aspecto rítmico, de calizas, margas y margocalizas, de tonos grises y negruzcos, en capas de 20 a 50 cm. En los niveles inferiores se distinguen pequeños cubos de pirita y restos de conchas. Son *mudstone* limosos y localmente bioclásticos. Al microscopio son biomicroesparitas con siliciclastos.

Las estructuras sedimentarias son muy escasas y por lo general borrosas, algunas se han interpretado como estratificaciones cruzadas y *ripples* a techo de las capas de calizas.

Estos materiales se distribuyen en secuencias, de unos 50 cm de potencia, formados por un cuerpo carbonatado en la base, con estratificación cruzada y *ripples* a techo, y encima un cuerpo margoso (Fig. 3a).

Se generarían en medios tranquilos, por debajo del nivel de base del oleaje, en una plataforma submareal.

Los levigados han proporcionado la siguiente asociación: *Ammobaculites (haplophragmium)*, sp., *Epistomina (brotzenia)*, sp, *Ammodiscus cf. tenuissimus* (GÜMBEL), *Lenticulina cf. subala-*

ta (REUSS), *L. sp.*, *Galliaecytheridea sp.*, *Urgonina (parurgonina) sp.*, *Nautiloculina oolithica*, MOHLER, y *Eothrix alpina* LOMBARD, característica del Kimmeridgiense inferior.

1.1.7. Calizas con oncolitos (Fm. Calizas con oncolitos de Higuieruelas) (7). Kimmeridgiense

Es la unidad cartográfica del Jurásico que con mayor extensión aflora en la hoja de Longares, ocupando la mayor parte de la superficie de las estructuras de Fuendetodos, Mezalocha y Puebla de Albortón, así como, los afloramientos de índole menor entre Muel y Jaulín y en Valmadrid.

Ha sido estudiada, como la unidad anterior, en la columna estratigráfica 04-MEZALOCHA, donde afloran 35 m, constituidos en la base y techo por calizas bioclásticas y oncolíticas, grises, en bancos de 0,5 m de potencia, con un tramo intermedio de calizas bioconstruidas, tipo biohermo o biostromo, y oncolíticas, blanquecinas muy recristalizadas.

A diferencia de la Fm. Ritmita calcárea de Loriguilla, en esta, las estructuras sedimentarias son más abundantes y visibles, presentando estratificaciones cruzadas, de tipo planar y en surco, *ripples* y bioturbación de moderada a abundante.

En los afloramientos citados anteriormente se suelen encontrar dos tipos de facies, interrelacionadas entre sí, predominando una u otra en cada punto en concreto:

- *Facies de plataforma interna de alta energía*: representada por *shoals* oncolíticos, de geometría lenticular. Son las más abundantes en la hoja de Longares, y sobretodo hacia el NO (Fig. 3b).
- *Facies bioconstruidas*: en las que la estructura tipo *mud mound* se desarrolla en zonas protegidas de mínima energía. Corresponden a masas lenticulares (biohermos) superpuestas. En la columna de MEZALOCHA, los biostromos están bien representados por cuerpos estratiformes, de unos 2 m de potencia, en los que se aprecian corales ramosos en posición de vida (Fig. 3c).

Al microscopio, en la base de la serie, predominan las calizas con texturas *mudstone-wackestone* con bioclastos (sobre todo, miliólidos y fragmentos de bivalvos y equínidos) y siliciclastos (cuarzo, feldespato, mica biotita y moscovita y óxidos de hierro, generalmente angulosos). Hacia el techo, estas calizas van adquiriendo paulatinamente texturas *packstone-grainstone* con bioclastos (foraminíferos, fragmentos de braquiópodos, gasterópodos, espículas de equínidos, briozoos, moluscos y algas) y otros aloquímicos, tales como, oncolitos, intraclastos, ooides y agregados. A la vez que aumenta el porcentaje de estos componentes carbonáticos, disminuye el contenido en siliciclastos hasta llegar a cantidades accesorias (1%), a excepción de los estratos del techo de la serie, en la que vuelven a aparecer siliciclastos en porcentajes de incluso el 10%.

Entre los microfósiles se han clasificado: *Pseudocyclammina lituus* (YOKOYAMA), *Nautiloculina oolítica* MOHLER, *Aulotortus sinuosus* WEYNSCHEUK, *Epistomina (Brotzenia) sp.*, *Rectocy-*

clammina cf. arrabidensis RAMALHO, *Conicospirillina cf. basiliensis* MOHLER, *Aeolissacus* sp., *Clypeina* sp. *Solenopora (cayeuxia)* sp, *Bacinella irregularis* RADOICIC, *Everticyclammina virguliana* (KOECHLIN), *Labyrinthina mirabilis* WEYNSCHUEK, que indican una edad Kimmeridgiense medio-superior.

1.1.8. Calizas arenosas y margas (Unidad de Aguilón). (8). Titónico

La Unidad de Aguilón, constituye el tramo superior del Jurásico en la región, aunque no siempre es observable a techo de la unidad (7), sobre la que se apoya. Solamente se ha reconocido en el flanco sur de la estructura de Mezalocha, en ambas laderas del río Huerva y en un pequeño afloramiento situado a unos 3 Km. al este de Muel.

En la columna 04-MEZALOCHA, se reduce a unos 15 m de margas amarillentas y rosadas, con niveles de unos 0,5 m de conglomerados de cantos subredondeados, de hasta 0,5 m de diámetro, de calizas oncolíticas fundamentalmente. En la margen derecha del río Huerva, sobre los paquetes de calizas oncolíticas de la unidad (7), que en este punto finalizan con una costra ferruginosa, se dispone una alternancia de calcarenitas con ostreidos, margas amarillentas y areniscas micáceas, gris verdosas.

Estos materiales, que corresponden a ambientes litorales, representan el inicio de la regresión finijurásica.

Contienen: *Anchispirocyclus lusitanica* (EGGER), *Ophthalmidium* sp. *Pseudocyclammina lituus* (YOKOYAMA), *Everticyclammina virguliana* (KOECHLIN), *Freixialina planispiralis* RAMALHO, *Cypridea* sp, y *Darwinula leguminella* (FORBES) que datan un Portlandiense (Tithónico).

1.2. CRETÁCICO

Los materiales correspondientes a esta etapa, están representados por dos grupos sedimentarios, con un desarrollo desigual en la hoja de Longares. Por un lado, los que pertenecen al Cretácico Inferior (en. F. Weald) y por otro, los pertenecientes al Cretácico superior-Paleoceno, faltando el resto de materiales cretácicos comprendidos entre el Aptiense y el Campaniense.

1.2.1. Cretácico inferior

Los afloramientos de esta edad forman parte del área paleogeográfica de la «Cubeta de Oliente» (sector Maestrazgo) definida por CANEROT, *et al.* (1982). Se encuentran repartidos, dentro de la hoja, en dos zonas. En la zona sur, donde la serie es más completa, está en las proximidades de Villanueva de Huerva, donde se ha levantado la columna estratigráfica 05-VILLANUEVA DE HUERVA (664.350, 4579.000). El segundo grupo de afloramientos, en el sector norte, la serie aparece más incompleta y por lo general relacionada con fallas, se extiende a lo largo de la estructura comprendida entre Muel y Jaulín.

Dentro del Cretácico inferior se han diferenciado dos litofacies, la inferior de carácter detrítico, compuesta por areniscas y arcillas rojas, y la superior carbonatada.

1.2.1.1. *Areniscas y lutitas rojas (Facies Weald). (9). Hauteriviense-Barremiense*

La zona de mayor exposición de estos materiales se encuentra en los alrededores de Villanueva de Huerva, donde a unos 2 km al sur de dicha localidad, y en la margen izquierda del río, se ha levantado la columna 05-VILLANUEVA DE HUERVA.

En los 160 m medidos se pueden diferenciar tres tramos que de muro a techo, son:

- 40 m de areniscas y arcillas rojas con margas amarillentas y verdosas, que se apoyan discordantes sobre las calizas de la unidad (7). Las arenas son de grano medio a grueso y cemento carbonatado. Se encuentran rellenando formas canalizadas de entre 0,5 y 1 m. de potencia, presentando estructuras sedimentarias variadas, como estratificaciones cruzadas de tipo planar y en surco, laminación paralela de alta energía, laminación de *ripples*, estructuras sigmoidales, *herring-bone*, y en los niveles inferiores, cantos blandos, costras ferruginosas y bioturbación de moderada a abundante. En algunos bancos, se observan nodulizaciones concéntricas de origen diagenético.
- 35 m de areniscas amarillentas y rojizas, de grano medio a grueso, con cantos de cuarcita de 2 a 3 cm de diámetro, dispersos y con niveles de carbonatos a techo de algunos bancos. Internamente presentan estratificaciones cruzadas, en surco y planar, *ripples*, de corriente, estructuras sigmoidales y localmente cantos blandos, laminación convoluta y restos vegetales.
- 85 m de lutitas rojizas y margas grises con cuerpos canaliformes y capas centimétricas de areniscas amarillentas, violáceas y rojizas, con cantos calizos dispersos, láminas de micas y restos vegetales con las mismas estructuras que en el tramo anterior.

Al microscopio la unidad detrítica de las Facies Weald está constituida por arcosas, es decir, areniscas siliciclásticas cuyos componentes principales son el cuarzo mono y policristalino y el feldespato potásico, sobre todo, microclina y ortosa, que presentan en alguna de las muestras un recubrimiento sintaxial bastante importante. Como componentes secundarios de estas areniscas podemos destacar los fragmentos metamórficos de bajo grado, el *chert*, las plagioclasas generalmente alteradas a sericita y las micas moscovitas que se encuentran parcialmente reemplazadas por caolinita. Quizá merezca la pena destacar el hecho de que existe una disminución en la cantidad de feldespato potásico hacia el techo de esta unidad.

La matriz de estas rocas detríticas está constituida por illita y caolinita. La mineralogía autigénica está además integrada mayoritariamente por cemento calcítico y dolomítico y en menor proporción por cemento silíceo y de feldespato potásico.

Estos depósitos se interpretan como sedimentos de un medio deltaico somero, con tramos canalizados y estructuras de corrientes mareales.

Los levigados realizados en los niveles margosos, solamente han proporcionado fragmentos de vertebrados, inclasificables. La edad Hauteriviense-Barremiense se atribuye por su posición estratigráfica.

1.2.1.2. Calizas laminadas, margocalizas y margas (10). Hauteriviense-Barremiense

Los afloramientos de esta unidad cartográfica están asociados a los de la unidad (9) descrita anteriormente.

En la columna estratigráfica 05-VILLANUEVA DE HUERVA, está constituida por 120 m de calizas y calizas dolomíticas, blanquecinas, en tramos alternantes de aspecto laminado y masivas, con niveles intercalados de margas y margocalizas. Hacia la base, se encuentran intercaladas capas centimétricas de calizas arenosas y areniscas calcáreas, de grano medio a fino, y niveles de margocalizas brechoides.

Las estructuras sedimentarias más frecuentes son laminaciones paralela y de *ripples*, tanto de oscilación como de corriente, algal, *mud cracks* y láminas rotas. Localmente presentan formas canalizadas, sigmoidales, cantos blandos y laminación convoluta.

Estos depósitos se disponen formando secuencias de orden métrico (entre 2 y 12 m) de potencia, constituidas en la base por un tramo margoso, no siempre presente, encima un tramo de calizas y calizas dolomíticas de aspecto tableado, con laminaciones algal y de *ripples*, y a techo un tramo de aspecto masivo y brechoide, con láminas rotas, porosidad fenestral y cantos blandos (Fig. 3d).

Al microscopio la unidad carbonatada de las Facies Weald está constituida por calizas oobios-paríticas generalmente muy recristalizadas, hecho que impide en gran medida la correcta identificación de los diferentes componentes aloquímicos (oolitos y bioclastos) que integran el esqueleto de las mismas.

Corresponden a depósitos supramareales de relleno de marismas de agua dulce.

En los levigados se han clasificado: *Atopochara trivolis* PECK, *Globator trochiliscoides* GRAMBAST, *Damonella* cf. *henfieldensis* (ANDERSON), *Cypridea indigens* ANDERS, *C. gr. marina* ANDERS, *C. cf. aculeata* JONES, *Cypridea* sp., *Theriosynoecum fittoni* (MANTELL), *Nodosoclastor adnatus* MARTIN CLOSAS y GRAMB-FESSARD, *Clavatorites* sp.

La edad es Hauteriviense-Barremiense.

1.2.2. Cretácico superior-Paleoceno

Esta unidad cartográfica está representada por materiales fluviolacustres, originados por la actividad de las primeras manifestaciones orogénicas que se inician al finalizar el Cretácico. Se puede correlacionar con el Paleoceno de otros sectores de la Cordillera Ibérica y borde sur del Valle del Ebro. Los depósitos contemporáneos son la denominada «Facies Garumniense», si bien sus límites inferior y superior presentan un marcado carácter diacrítico.

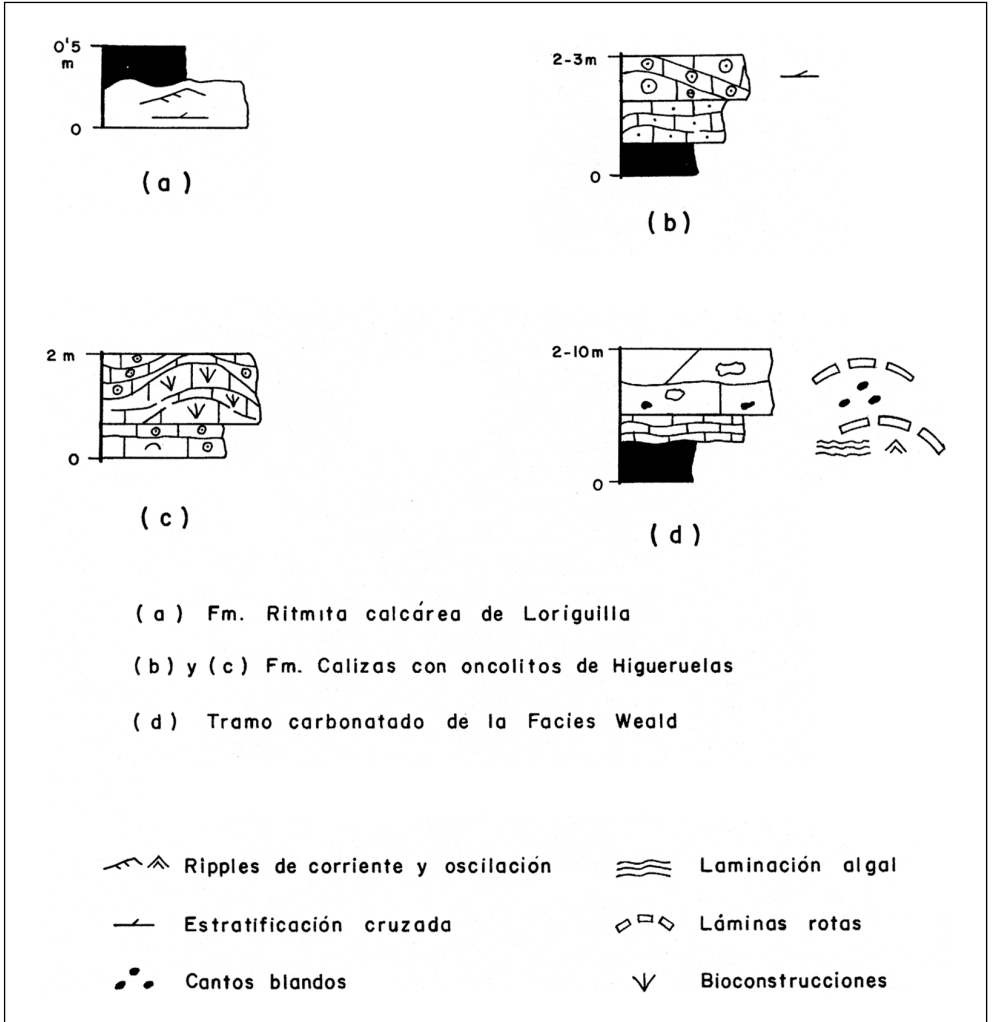


Figura 3. Secuencias representativas del Jurásico superior y Cretácico inferior (en Facies Weald).

En la hoja de Longares los afloramientos de esta unidad, se encuentran dispersos en varios puntos, siempre de reducidas dimensiones, a veces no cartografiables, adosados a las estructuras jurásicas, y fosilizadas, en parte por sedimentos más recientes. Solamente en aquellos barrancos con mayor incisión ha permitido que afloren estos materiales.

Aunque la litología es variada, compuesta por conglomerados, margas y calizas, no ha sido posible diferenciar en la cartografía más que una única unidad cartográfica, por las reducidas dimensiones de los afloramientos.

1.2.2.1. *Margas amarillentas y calizas dolomíticas (F. Garumniense) (11). Maastrichtiense-Paleoceno*

Afloran en los siguientes puntos de la hoja de Longares: en la Val de Zafrane (a 3 km al sur de la Puebla de Albortón), en Caseta Gazo (1 km al oeste del pk 18 de la carretera de Fuentodos a Jaulín), en un pequeño barranco junto al km 14 de la misma carretera, y en la pista de entrada a la Ermita de S. Antonio (por la carretera de Villanueva de Huerva a Muel).

Están constituidas por margas verdosas, amarillentas y asalmonadas, con una potencia que oscila entre 5 y 20 m. En el tercer afloramiento citado presentan en la base un nivel de conglomerados de cantos redondeados de caliza de diámetro menor de 3 cm. En el Val de Zafrane, sobre las margas color salmón afloran unos pocos metros de unas calizas dolomíticas blanquecinas.

Corresponden a depósitos de llanuras aluviales con desarrollo de zonas de ambientes palustres.

De los levigados estudiados se han clasificado:

Neocyprideis murciensis DAMOTTE y FOURCADE, *Gavelinella* sp., *Saportanella* sp., *Lycoptero-cypris* sp., *Cytheromorpha* sp., *Valvulammina* («*Nezzazatinella*») sp. y *Choffatella rugoretis* GENDROT, que datan al Cretácico superior-Paleoceno.

1.3. Terciario

Los depósitos terciarios constituyen la mayor parte de los afloramientos de la hoja de Longares. Son materiales de tipo continental que ocupan el borde meridional de la Depresión del Ebro, donde rellenan fosas y depresiones marginales ibéricas.

Las litofacies son muy variadas, pues mientras en la esquina suroeste de la hoja (sector de Longares-Villanueva de Huerva), predominan las facies groseras, constituidas por conglomerados, areniscas y lutitas, que corresponden a depósitos de abanicos aluviales, hacia el norte y este (sector de Jaulín-Valmadrid), evolucionan a facies margo-carbonatadas y yesíferas de tipo lacustre-palustre y de lago salino.

Las mayores potencias se alcanzan al norte de la estructura jurásica de La Mezalocha, donde están próximas a los 300 m visibles.

La edad de estos materiales varían entre el Oligoceno superior (Chattiense) y el Mioceno superior (Vallesiense).

Para la ejecución de la cartografía geológica de los materiales terciarios de esta hoja, que se realiza conjuntamente con otras 5 hojas próximas al borde ibérico de la Cuenca del Ebro (Epi-la, Pina de Ebro, Híjar, y Alcañiz, y Gandesa), se ha continuado con la misma metodología de estudio de la adoptada para la realización de la cartografía geológica de otras 28 hojas a escala 1:50.000 dentro de la Cuenca del Ebro, estudiadas entre 1989 y 1992. Esta metodología se basa en el estudio de la ciclicidad con que se ordenan los materiales sedimentarios de la hoja en la vertical. Se ha observado que los sedimentos que afloran en el área cartografiada, se ordenan en secuencias positivas que se suceden en el tiempo, de manera que la base de cada una viene determinada por una reactivación de la energía del medio y que se

manifiesta en un cambio brusco de la granulometría de los depósitos o en una repentina instalación de unas facies más proximales sobre otras de mayor distalidad.

Se han reconocido en la hoja 5 unidades cíclicas, según estos criterios. Cada una de ellas está constituida, en general, por facies relativamente más energéticas en su parte inferior que en su parte superior, y más energéticas también que las que constituyen la parte superior de la unidad infrayacente. El paso de una unidad a la suprayacente es, pues, neto y brusco, mientras que dentro de cada unidad los cambios verticales de facies se realizan de forma paulatina.

Estas unidades definidas, corresponden a secuencias deposicionales (MITCHUM, *et al.* 1977), es decir «unidades estratigráficas, relativamente concordantes, compuestas por una sucesión de estratos genéticamente relacionados y cuyos límites, a techo y muro, son discordancias o sus conformidades relativas». Debido a la ausencia de un modelo bien definido en cuencas continentales (VAN WAGONER, *et al.* 1990), hemos preferido usar el término de «unidad genético-sedimentaria».

En trabajos previos, realizados entre 1989 y 1992, los equipos de CGS y ADARO, han dividido el relleno sedimentario de la Cuenca del Ebro en 20 unidades genético-sedimentarias que abarcan una edad comprendida entre el Priaboniense y el Aragoniense-Vallesiense.

En la presente hoja sólo se han distinguido cinco de dichas unidades: la primera, denominada Torrente de Cinca-Alcolea de Cinca, corresponde al Oligoceno superior-Mioceno inferior (Chattiense-Ageniense), las otras cuatro, U. Remolinos-Lanaja, U. Sierra de Pallaruelo-Monte de la Sora, U. Sierra de Lanaja-Montes de Castejón y U. San Caprasio corresponden al Aragoniense y Vallesiense.

Los límites inferiores de estas unidades presentan en algunos casos rasgos de contacto discordante (en unos casos muy claros, y en otros, menos acusados), debido a la proximidad al borde de la cuenca. La más antigua yace discordante sobre los materiales mesozoicos.

La distribución geográfica de estas unidades, así como la disposición de las facies de cada una de ellas, en la hoja de Longares es variable. Así, se pueden diferenciar dos sectores, el primero que ocupa la esquina suroeste de la hoja limitado por el «Arco plegado de Fuendetodos-Mezalocha» y que representa el límite septentrional de la «Depresión de Villanueva de Huerva», constituye una cubeta rellena de materiales detríticos groseros, conglomerados y areniscas, pertenecientes por un lado a la U. Torrente de Cinca, discordantes sobre materiales de edad Jurásica y del Cretácico inferior (en F. Weald). Sobre ella, y asimismo con carácter discordante, se apoyan distintas facies detríticas de la U. Sierra de Pallaruelo faltando entre ambas la U. Galocha y la U. Remolinos, presentes en otros sectores de la Cuenca del Ebro (véase Fig. 1).

El segundo sector, que ocupa la esquina noreste de la hoja, se encuentra al norte del citado «Arco Plegado». A partir de ella y hacia el norte, están presentes las U.G.S. del Mioceno, diferenciadas en otras zonas de la Cuenca del Ebro. Afloran en facies detríticas, con carácter de mayor distalidad que las del primer sector, y facies carbonatadas y yesíferas. Estas últimas corresponden a las Fm. Zaragoza y Fm. Alcubierre de QUIRANTES (1969).

En la Fig. 4 se representa la evolución espacial y temporal de las unidades oligocenas y miocenas del sector Sur de Los Monegros, mientras que la Fig. 5 muestra el ensayo de correlación

Figura 4. Modelo secuencial de las unidades genético-sedimentarias del sector de Los Monegros.

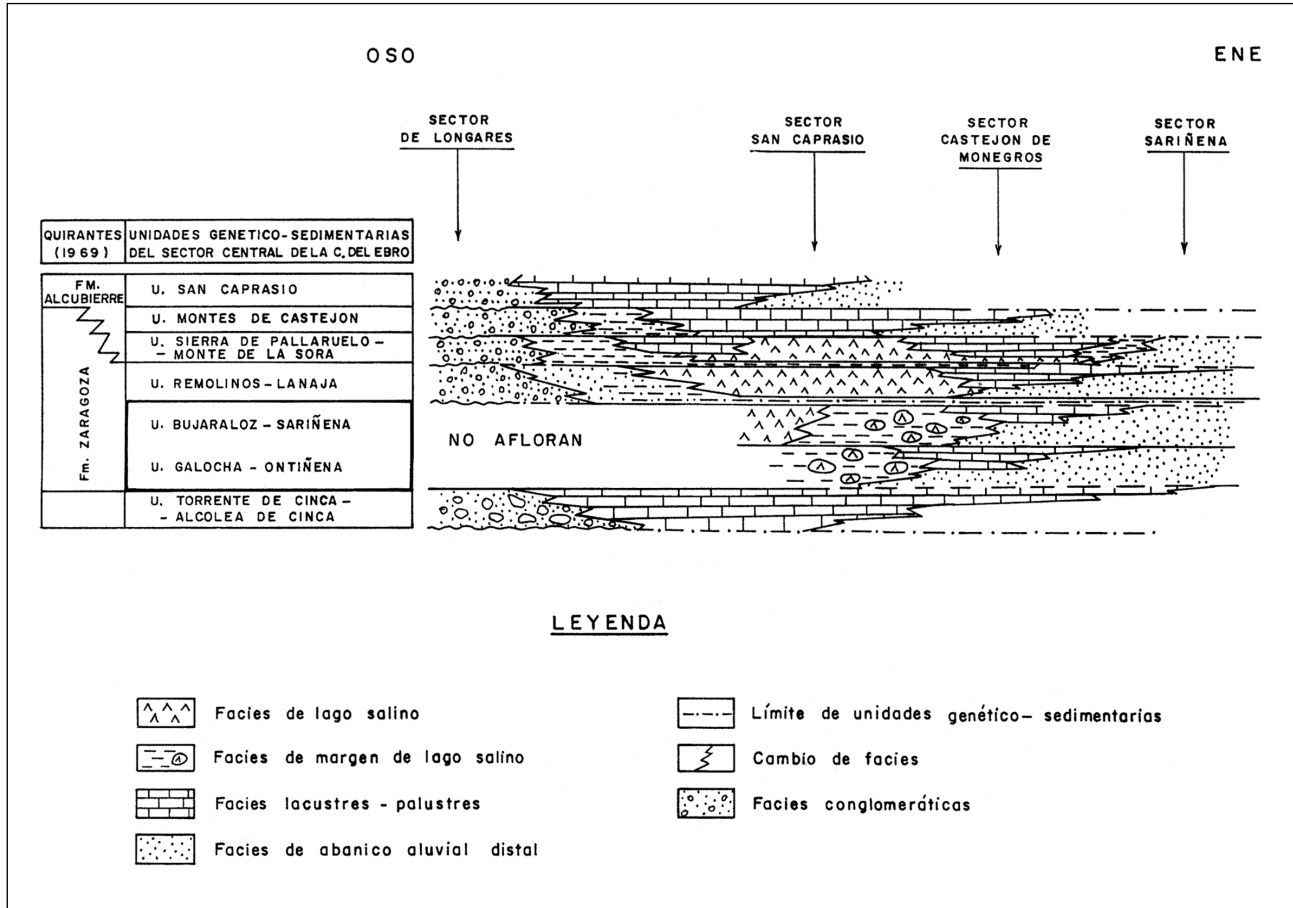


Figura 5. Ensayo de correlación de las unidades genético-sedimentarias diferenciadas en la hoja y las unidades tectosedimentarias de Pérez, et al. (1988).

EDAD		BIOZONAS MEIN	UTS.PEREZ et al(1988)	UNIDADES MAGNA	YACIMIENTOS MICROMAMIFEROS ESTUDIADOS EN EL MAGNA EBRO	OTROS YACIMIENTOS DE MAMIFEROS CUENCA DEL EBRO	
M I O C E N O	VALLESIENSE		MN-10 MN-9	N3	U. SAN CAPRASIO		- Monegrillo (1)
	A R A G O N I E N S E	SUP.	MN-8 MN-7 MN-6	N2	U. SIERRA DE LANAJA-MONTES DE CASTEJON		
		MED.	MN-5		U. SIERRA DE PALLA-RUELO-MONTE DE LA SORA		
			MN-4b	U. REMOLINOS-LANAJA			
	I N F.	MN-4a	N1	U. BUJARALUZ-SARIÑENA			
		MN-3b		T4	U. GALOCHA-ONTIÑENA		
		MN-3a			U.TORRENTE DE CINCA - ALCOLEA DE CINCA		
	AGENTIENSE		MN-2a MN-1				

(1) AZANZA, com. pers.

(2) CUENCA, et al. (1989)

(3) ALVAREZ SIERRA, et. al. (1990)

(4) PEREZ et al. (1989)

entre las unidades diferenciadas en el sector y las unidades tectosedimentarias definidas por PÉREZ (1989), PÉREZ, *et al.* (1988), ARENAS y PARDO (1991) y GONZÁLEZ (1989).

1.3.1. Unidad Torrente de Cinca-Alcolea de Cinca

Esta unidad aflora en el sector centro-meridional de la hoja de Longares, en las proximidades de Villanueva de Huerva. Donde presenta los mejores afloramientos es en varios puntos de la margen izquierda del río Huerva. En los materiales de este grupo, que presentan una evolución cíclica positiva, se diferencian dos unidades cartográficas. Estas se encuentran rellenando paleorrelieves de orientación E-O y NO-SE, no teniendo continuidad geográfica con los afloramientos de esta misma U.G.S. de hojas próximas, situadas al este y norte respectivamente de la de Longares. En esta, la disposición de los afloramientos y la composición de los cantos, exclusivamente calizos, lo que la diferencia de facies conglomeráticas posteriores, parecen indicar un desmantelamiento de áreas fuentes próximas, mesozoicas, y con direcciones de aportes E-O.

Regionalmente, esta unidad ha sido caracterizada en sus facies proximales, de carácter detrítico, en la zona de Alcolea de Cinca, en la hoja de Sariñena (357), mientras que sus facies de centro de cuenca se han definido en Torrente de Cinca, en la hoja de Mequinenza (415). A excepción, de en la Hoja de Castejón de Monegros (385), donde existen facies evaporíticas, se trata en los demás sectores de una unidad detrítica que evoluciona a condiciones lacustre-palustres hacia techo (véase Fig. 6).

PÉREZ, A., *et al.* (1985) citan un yacimiento de vertebrados en estos materiales en Las Torcas (hoja de Azuara-439), que datan un Oligoceno superior (MN-O de la biozona de Mein).

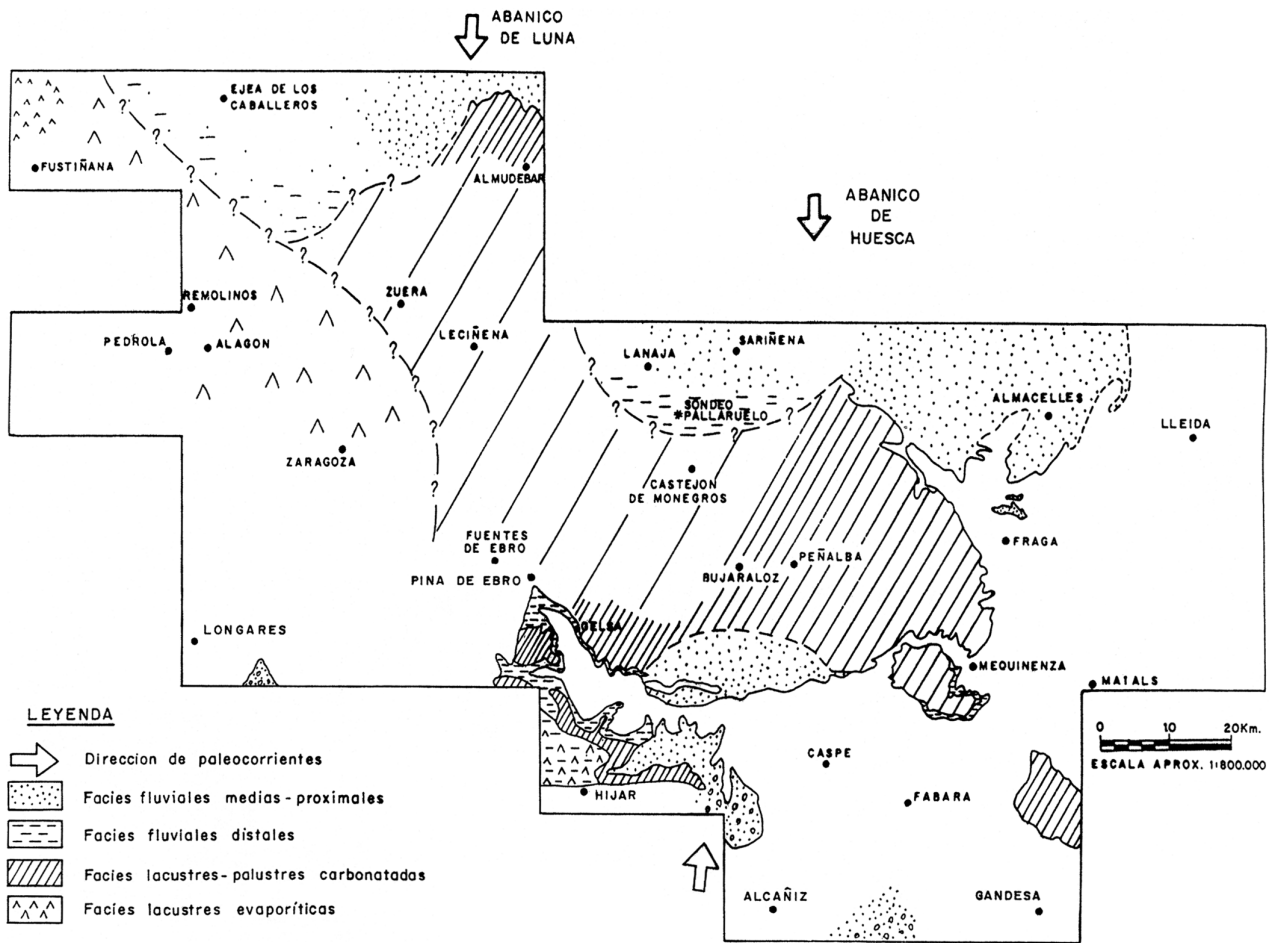
1.3.1.1. *Conglomerados de cantos calizos, areniscas y margas color salmón (12). Chattiense-Ageniense*

Estos materiales se han reconocido en la columna estratigráfica 07-FUENDETODOS donde se han medido 40 m. de conglomerados, de cantos subangulosos y subredondeados, de hasta 30 cm. de diámetro, exclusivamente de calizas mesozoicas, mayoritariamente jurásicas, y algunos cantos de sílex, poco cementados, con matriz arcilloso-arenosa, alternando con capas centimétricas de areniscas amarillentas de grano medio y arcillas de tonos rosados y salmón, con pequeños cantos dispersos. Se disponen en cuerpos de forma canalizada, de extensión lateral de orden métrico, y con una distribución interna de los cantos poco elaborada y aspecto desorganizado.

En el barranco de Valdemielfa, próximo a la carretera de Villanueva de Huerva a Fuentetodos, está constituida por unos 10 m de margas y arcillas rosadas y salmón, con cantos dispersos de caliza, y capas intercaladas de areniscas micáceas y caliza.

Corresponden a depósitos de *debris flow*, sedimentados en abanicos aluviales bajo condiciones áridas o semiáridas, con descargas rápidas, esporádicas y virulentas. Los tramos conglomeráticos son paraconglomerados *matrix-support* de cantos subangulosos, mal clasificados.

Figura 6. Esquema de distribución de facies de la unidad genético-sedimentaria de Torrente de Cinca-Alcolea de Cinca.



Al microscopio las areniscas son calcarenitas con fragmentos de ferricretas y silicoarenitas con un contenido de: cuarzo (17-19%), fragmentos de caliza (23-24%), fragmentos de rocas metamórficas (0-19%) y cemento calcáreo.

Las calizas son microcristalinas, muy arenosas y con grandes intraclastos.

El contenido fosilífero de las margas es muy pobre en especies autóctonas reduciéndose a restos de carofitas, sin embargo contienen abundantes especies resedimentadas de la F. Weald.

Por posición estratigráfica le atribuimos una edad Chattiense, pudiendo llegar su techo a corresponder al Ageniense.

1.3.1.2. *Calizas y margas blanquecinas (13). Chattiense-Ageniense*

Esta unidad cartográfica que se relaciona por cambio lateral de facies con la anterior, aflora solamente en el borde sur de la hoja de Longares, en el escarpe de la carretera de Villanueva de Huerva a Aguilón, con una potencia de unos 8 m.

Se trata de calizas margosas, blanquecinas, bioturbadas y margas a veces de aspecto noduloso. Al microscopio se presentan como micritas, con recristalizaciones esparíticas, en ocasiones con grandes intraclastos.

Corresponden a depósitos lacustres marginales, con episodios efímeros de desecación del lago, durante los cuales se producirían procesos pedogenéticos, que dan lugar a la nodulización de las calizas.

Como la unidad anterior se la atribuye una edad Chattiense-Ageniense.

1.3.2. **Unidad Remolinos-Lanaja**

Esta unidad genético sedimentaria aflora en dos sectores de la hoja de Longares. En el sector septentrional, al norte del Arco Plegado de Mezalocha, donde el río Huerva se encaja hasta la cota 440 m y permite la exposición en sus márgenes de los depósitos de esta unidad, pudiéndose observar a lo largo del cauce la evolución, desde facies conglomeráticas (adosadas al relieve formado por las calizas jurásicas) hasta las arenosas y lutíticas que se adentran, por esta zona, en la hoja de Zaragoza (383) y donde ya comienzan a intercalar niveles de yeso.

En el sector meridional, solamente está representada y de forma muy incompleta, en la esquina SE, en la pequeña depresión de Puebla de Albortón (depresión bordeada por las estructuras que forman los materiales jurásicos de Fuendetodos y La Plana) donde afloran, con escaso desarrollo, sedimentos lutíticos y margoso-carbonatados, adaptándose a los flancos de esta última estructura.

Sin embargo, no está presente en la zona SO (sector de Villanueva de Huerva) donde sobre los depósitos plegados de la Unidad Torrente de Cinca (descritos en el apartado anterior) se

apoyan discordantes los de la unidad Sierra de Pallaruelo, faltando las unidades Galocha-Ontiñena, Bujaraloz-Sariñena y Remolinos-Lanaja presentes en otros sectores de la Cuenca del Ebro (véase Fig. 7 y Fig. 8). Por tanto, en este sector y con posterioridad a la sedimentación de la U. Torrente de Cinca, se produciría la reactivación de los relieves, que formarían un alto en esta zona y durante esta época, pudiéndose sedimentar esta unidad solamente en las pequeñas depresiones originadas entre las estructuras recientes como la de Puebla de Albortón.

Regionalmente, dentro de las hojas estudiadas, la U. Remolinos-Lanaja presenta una distribución de facies que se ha representado en la Fig. 9. Así, las facies de centro de cuenca quedan restringidas en el sector de Remolinos, Zuera y Zaragoza, mientras que las facies detríticas más proximales se encuentran en la zona de Sariñena (Abanico de Huesca con aportes del NE) y en la zona de la Ibérica (Abanico de Paniza, con aportes del SO). Las facies de margen de lago salino forman un cinturón que se extiende por las zonas de Fuentes de Ebro, Bujaraloz y Leciñena. La potencia de esta unidad puede estimarse en 100-120 m.

Dentro de la hoja de Longares se han diferenciado tres unidades cartográficas.

1.3.2.1. *Conglomerados de cantos redondeados de cuarcitas y pizarras, areniscas amarillentas y lutitas (14). Aragoniense inferior*

Estos materiales afloran en la localidad de Mezalocha (en el barranco de los Conejos), donde se apoyan, mediante discordancias erosiva, sobre las calizas del Jurásico superior. Lateralmente, hacia el norte, evolucionan por cambio lateral de facies a las areniscas y lutitas de la unidad (15).

El estudio detallado de estos sedimentos se ha realizado en la columna estratigráfica 09-MEZA-LOCHA II, donde afloran 55 m constituidos por cuerpos de forma canalizada de conglomerados y areniscas, de tonos amarillentos y rojizos, que alternan con tramos de lutitas rojas. Los conglomerados están formados por cantos de hasta 30 cm de diámetro (el tamaño medio es de 3-5 cm), subredondeados a subangulosos; los más abundantes son de cuarcita, aunque también los hay de ofitas, de areniscas triásicas, etc. Hacia el techo de la unidad, el porcentaje de cantos de caliza jurásica aumenta, aunque siempre son mayoritarios los del paleozoico. Las areniscas son de grano medio a grueso con cantos dispersos de 1 cm de diámetro.

Estos materiales se disponen formando secuencias granodecrecientes, constituidas en la base por un cuerpo de forma canalizada, de 1,2 m de potencia, y con estructura interna con estratificaciones cruzadas, de surco y planar, y con menos frecuencia laminación paralela de alta energía, y laminación de *ripples*. El techo de la secuencia está formado por un tramo de 1-7 m de potencia de lutitas rojas con huellas de bioturbación por raíces (Fig. 10 A y B).

Al microscopio las areniscas son litoarenitas con fragmentos de costras edáficas (ferricretas) con: cuarzo (19-25%), fragmentos de rocas metamórficas (14-19%), fragmentos de areniscas (8-9%) fragmentos de rocas carbonatadas (0-4%) y con cemento calcáreo.

Se interpretan como *debris flow*, depositados en las partes proximales de abanicos aluviales.

La edad, por posición estratigráfica, es Aragoniense inferior.

Figura 7. Esquema de distribución de facies de la unidad genético-sedimentaria de Galocha-Oritina.

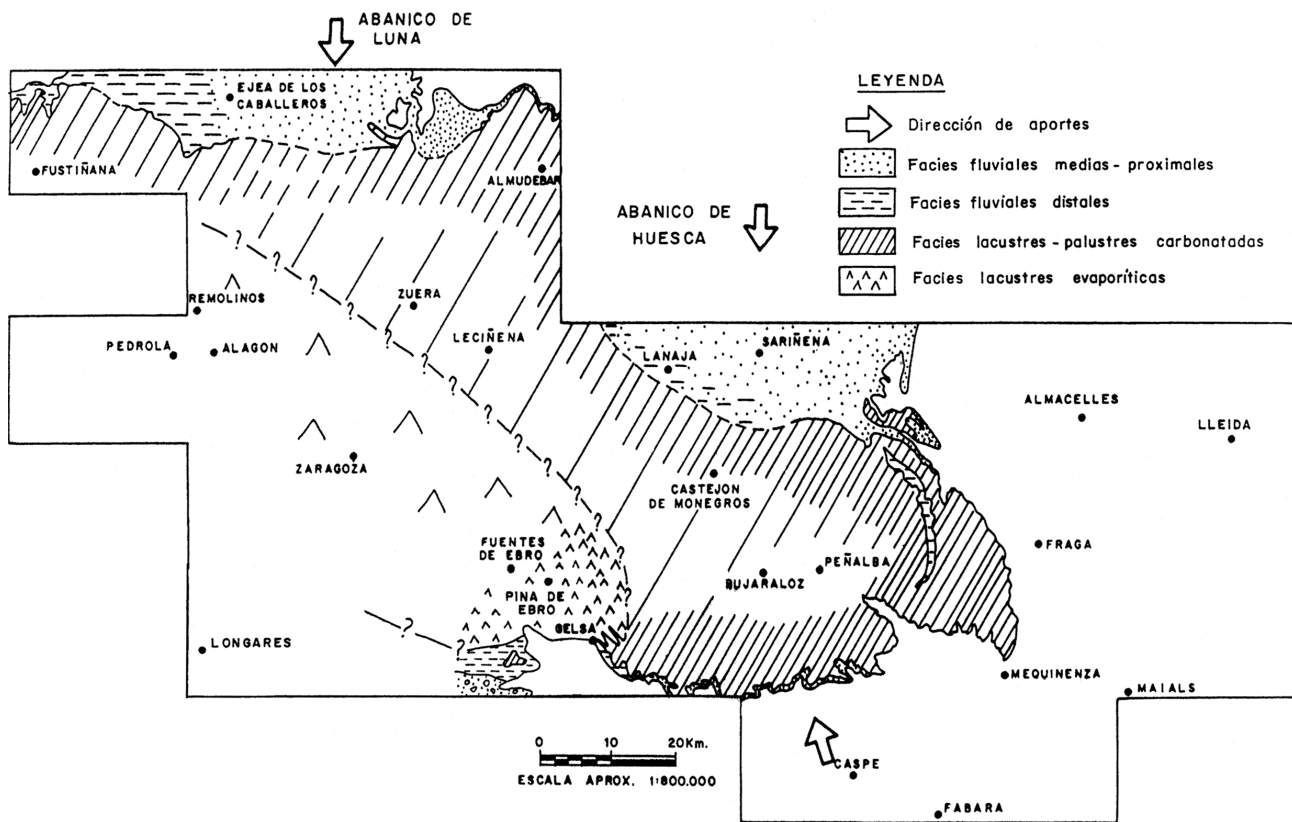


Figura 8. Esquema de distribución de facies de la unidad genético-sedimentaria de Bujaraloz-Sarriena.

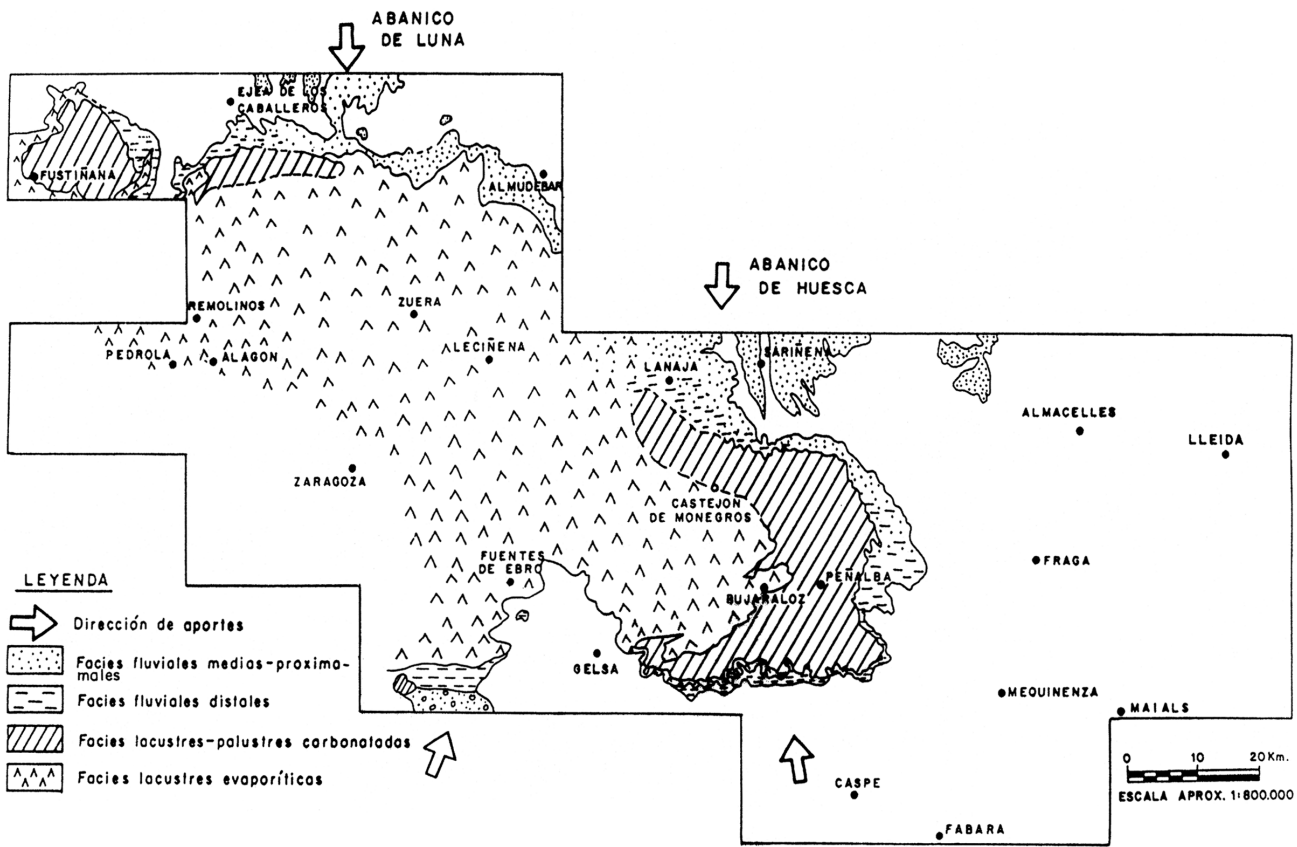
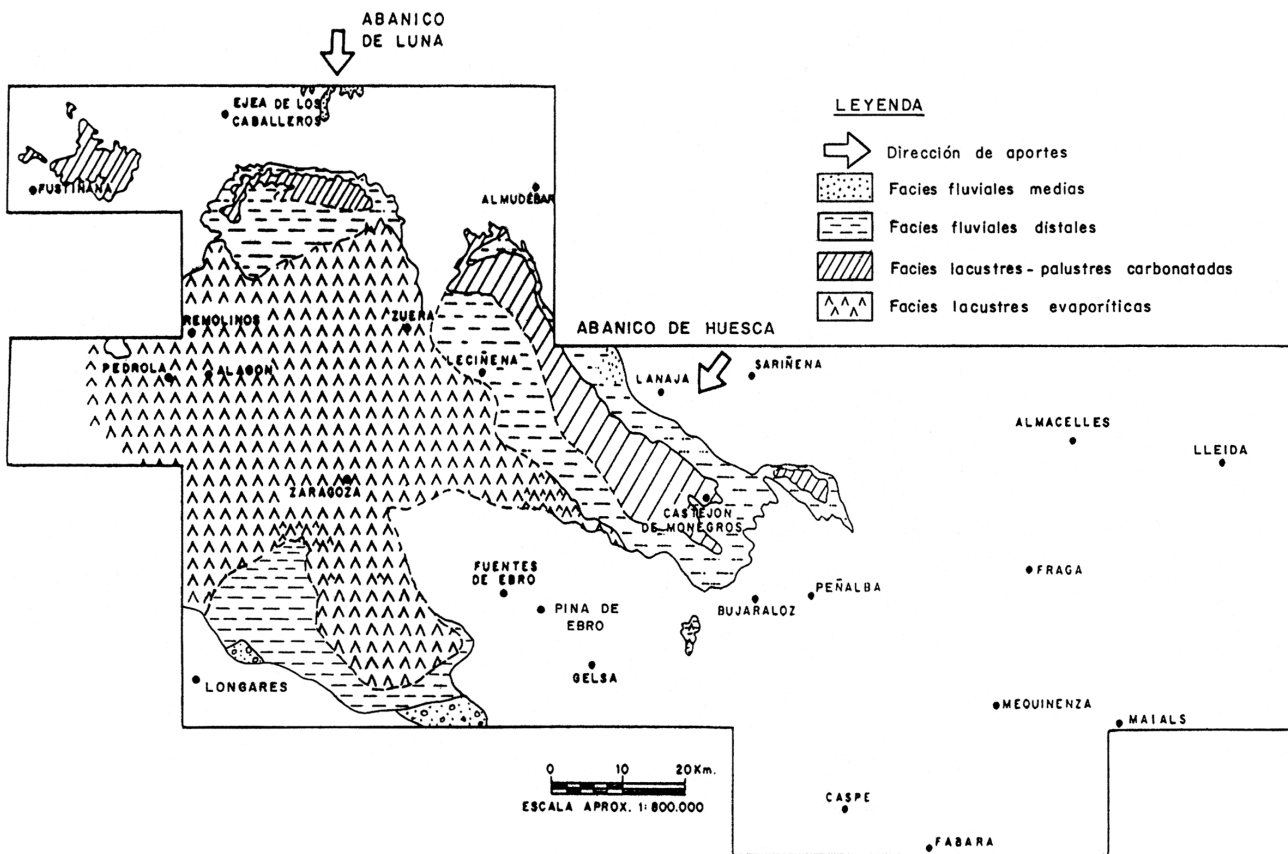
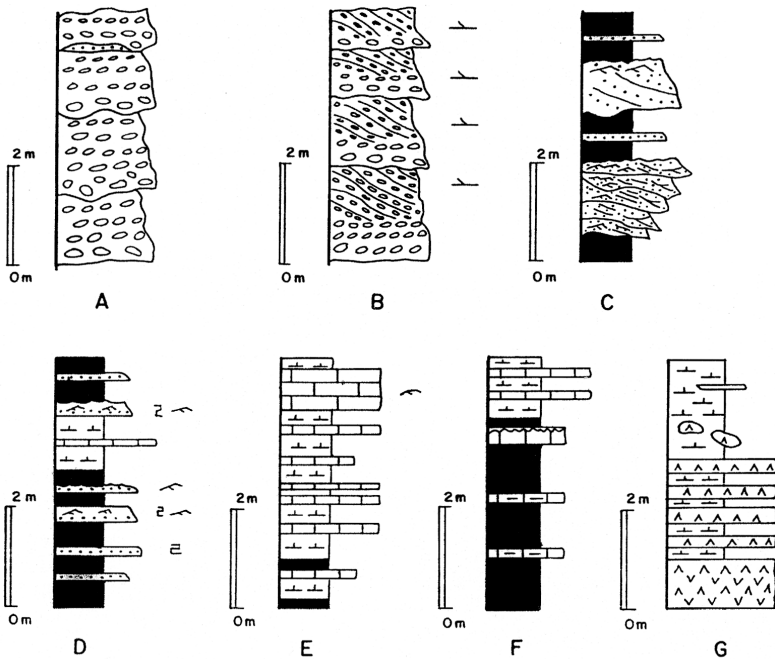


Figura 9. Esquema de distribución de facies de la unidad genético-sedimentaria de Remolinos-Lanaja.





- A.- Depósitos de barras longitudinales de canales "braided"
- B.- Depósitos de barras transversales de sistemas "braided"
- C.- Facies fluviales: 1- depósitos de barras de meandro, 2- depósitos de ríos de baja sinuosidad
- D.- Facies de llanura de inundación
- E.- Secuencias de facies lacustres
- F.- Secuencias de facies palustres
- G.- Secuencias de facies de lago salino

LEYENDA

	Calizas		Marcas de raíces
	Margocalizas		Laminación paralela
	Margas		Ripples ascendentes
	Conglomerados		Ripples de corriente
	Areniscas		Ripples de oscilación
	Lutitas		Estratíf. cruzada planar
	Yesos		Estratíf. cruzada en surco
			Cantos blandos

Figura 10. Secuencias de facies representativas de los ambientes deposicionales que se desarrollan en la hoja de Longares.

1.3.2.2. *Lutitas rojas, areniscas y conglomerados (15). Aragoniense inferior*

Desde la localidad de Mezalocha en dirección a Muel, y de ésta hacia Zaragoza se puede observar como los materiales de la unidad (14), descritos en el apartado anterior, evolucionan a facies más finas, por pérdida progresiva de la fracción conglomerática. Afloran del orden de 50 m. de lutitas rojizas, en la que permanecen algunos cuerpos de forma canalizada, de 1-1,5 m. de potencia, rellenos de arena y localmente con pequeños cantos cuarcíticos dispersos o concentrados en la base de los canales. Algunas capas son de gipsarenitas destacando por su coloración gris-verdosa. En las lutitas, que frecuentemente se encuentran bioturbadas, destacan nódulos de yeso, que hacia el borde norte de la hoja llegan a constituir horizontes de escasos centímetros de yeso blanco.

A esta unidad cartográfica se han asociado los afloramientos de la depresión de La Puebla de Albortón, en la esquina Sureste, de arcillas rojizas, y de tonos anaranjados y asalmonados, de aspecto laminado, con niveles centimétricos de calcisilitas grises, muy bioturbadas y con huecos de *mud-craks*. (Fig. 10 C y D).

Los sedimentos de esta unidad se interpretan como depósitos de las partes medias y distales de abanicos aluviales, con un gran desarrollo de la llanura lutítica, en las que ocasionalmente se formarían charcas de carácter efímero.

Las muestras levigadas han dado resultado negativo. No obstante, se le asigna una edad Aragoniense inferior por posición estratigráfica.

1.3.2.3. *Yesos masivos (16). Aragoniense inferior*

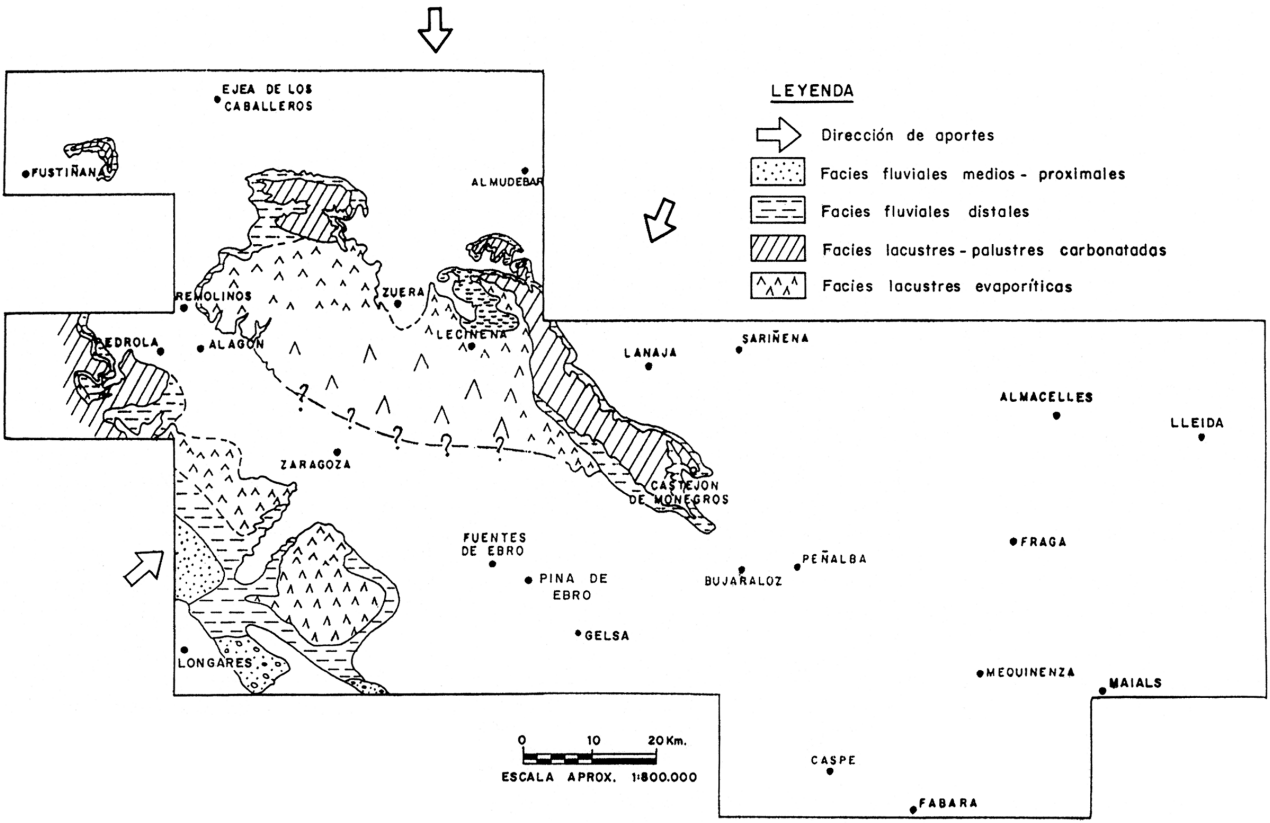
Esta unidad se ha diferenciado en la cartografía, en el sector noreste de la hoja, al norte de Valmadrid. En el escarpe de la carretera, que conduce desde esta localidad a Zaragoza, afloran unos yesos, de aspecto masivo y tonos gris verdosos, con una potencia que oscila entre 8 y 10 m. Se han asociado a la Unidad de Remolinos-Lanaja, por encontrarse por debajo del tramo de arcillas rojas de la unidad (18), y por tanto se le asigna una edad Aragoniense inferior.

1.3.3. Unidad Sierra de Pallaruelo-Monte de la sora

Esta unidad genético-sedimentaria toma el nombre de la Sierra de Pallaruelo, situada en la hoja de Lanaja (356), donde está representada por litofacies terrigenas. Las facies carbonatadas están situadas en el Monte de la Sora, hoja de Ejea de los Caballeros (284). En la fig. 11 se representa esquemáticamente la distribución de facies de esta unidad.

Ocupan gran parte de la hoja de Longares, con varias litofacies. Las facies conglomeráticas y arenosas se sitúan en el sector centro-meridional, en el cauce del río Huerva, entre Villanueva de Huerva y Mezalocha. Las facies arenosas y arcillosas predominan en el sector centro-septentrional, asimismo, en el cauce del río Huerva, desde Mezalocha a Mozota. También afloran en la esquina sureste, en las proximidades de Puebla de Albortón. Estas litofacies, hacia el techo de la unidad y hacia el NE, evolucionan a facies evaporíticas de centro de cuenca, representadas por yeso y margas yesíferas. Las facies lacustres y palustres, dentro de la hoja de Longares, tienen escaso desarrollo. En la mitad septentrional se reducen a las tablas de car-

Figura 11. Esquema de distribución de facies de la unidad genético-sedimentaria de Sierra de Pallaruelo-Monte de la Sora.



bonatos que se extienden desde las proximidades de Mozota a Jaulín, y en la mitad meridional, afloran en la zona comprendida entre Villanueva de Huerva y Fuendetodos, así como al sur de la Puebla de Albortón (Zona Carbonera).

La potencia media de esta unidad, en las zonas, de centro de cuenca, oscila entre 100 y 120 m. En esta hoja hay una disminución de potencia, desde la zona norte, donde alcanza los 80 m, hasta la zona sur, donde aflora solamente con 30 m.

El contacto con la unidad inferior (U. Remolinos-Lanaja) es de carácter paraconforme en el sector septentrional. Al sur, sin embargo, se apoya mediante discordancia sobre distintas unidades del Mesozoico y sobre la Unidad de Alcolea de Cinca-Torrente de Cinca.

PÉREZ, A., *et. al.* (1985) citan un yacimiento de vertebrados en los materiales de esta unidad en la zona comprendida entre Villanueva de Huerva y Fuendetodos, que data al Aragoniense superior.

En la cartografía geológica de esta unidad que corresponde con la parte basal de la Fm. Alcu-bierre y la parte superior del Mb. Sigena (QUIRANTES, 1969), se han distinguido las siguientes unidades cartográficas.

1.3.3.1. *Conglomerados de cantos redondeados de cuarcita y caliza de tonos amarillentos (17). Aragoniense inferior*

Afloran en la mitad meridional de la hoja de Longares, en las laderas del cauce del río Huerva y del barranco de La Perera, donde se encuentran rellenando una cubeta, cuyos márgenes lo constituyen los paleorrelieves formados por las calizas del Jurásico superior de Montes de Jaulín (Mozota) y de Sierra Gorda (Fuendetodos).

Han sido reconocidos con detalle en la columna estratigráfica 09-MEZALLOCHA-II, donde afloran 50 m de alternancia de conglomerados, areniscas y lutitas de tonos rojizos, anaranjados y amarillentos. Los primeros están constituidos por cantos subredondeados a subangulosos, de caliza jurásica y de cuarcita en dos cuerpos inferiores y exclusivamente de cantos cuarcíticos en los superiores, con matriz arcillo-arenosa.

Las areniscas de tonos amarillentos, son de grano medio y fino, con cantos dispersos de cuarcita.

Las lutitas, de colores variados, oscilando entre los tonos rojizos y amarillentos, presentan nodulizaciones carbonatadas y niveles centimétricos de limos carbonatados, bioturbados, con nódulos ferruginosos.

Estos materiales, forman secuencias granodecrecientes de varios metros de potencia, constituidos en la base por un cuerpo de forma canalizada y de base erosiva, compuesta por conglomerados o areniscas de grano grueso con cantos, que hacia el techo intercalan niveles arenosos de grano medio a fino, con estratificaciones cruzadas de surco y planar. A veces, los niveles arenosos tienen aspecto tabular, con laminación paralela de *ripples* o masivas. El techo de las secuencias lo constituyen unas lutitas, arenosas, versicolores, con huellas de bioturba-

ción. Estos últimos depósitos, junto con las areniscas tabulares, representan las facies de desbordamiento de los paleocanales (Fig. 10 D).

Al microscopio, las areniscas son sublitoarenitas con un contenido en cuarzo del 21%, en fragmentos de Rocas Metamórficas (13-17%), en fragmentos de areniscas (9-12%), en fragmentos de rocas calizas (0-6%) y cemento calcáreo (35-39%). Suelen estar parcialmente dolomitizadas y contener fragmentos de costras ferruginosas.

Se interpretan como depósitos de *debris-flow*, de abanicos aluviales de procedencia sur y suroeste.

Los levigados realizados han resultado negativos. La edad Aragoniense inferior se ha atribuido por posición estratigráfica.

1.3.3.2. *Lutitas rojas (18). Aragoniense inferior*

Los materiales conglomeráticos y arenosos (17) descritos anteriormente, evolucionan hacia el norte y este de la hoja de Longares, a lutitas rojizas con intercalaciones de capas centimétricas, bien de areniscas (en las zonas proximales), bien de yeso blanco de textura lenticular alabastrina (en las zonas distales).

Constituye un tramo de arcillas rojas muy característico en la región y que en numerosos puntos de la zona, ha sido objeto de explotación (Muel y Jaulín) para la industria cerámica.

Por lo general los afloramientos son parciales, encontrándose cubiertos, en parte, por cuaternario, debido al carácter blando de los materiales que la constituyen. Por ello, no se ha podido reconocer en ninguna columna estratigráfica.

La potencia máxima, dentro de la hoja de Longares es de unos 80 m, en la zona comprendida entre Mozota y Muel, adelgazándose tanto hacia el norte como hacia el este, pasando progresivamente a las facies yesíferas de la unidad (20), aunque nunca llega a desaparecer, permaneciendo como un buen nivel cartográfico guía. Así, en el barranco, de la Val (esquina NE de la hoja) entre los tramos de yesos masivos (16) y yesos y margas (20), siempre está presente la unidad de arcillas rojas, con una potencia que oscila entre 10 y 15 m. visibles en los escarpes, aunque a veces queden cubiertas por el lixiviado de los materiales yesíferos superiores.

La unidad se atribuye a ambientes distales, de tipo llanura lutítica, de abanicos aluviales.

Se le atribuye una edad Aragoniense inferior por posición estratigráfica.

1.3.3.3. *Brechas, conglomerados y margas (19). Aragoniense inferior*

Estos depósitos se han encontrado y diferenciado en la cartografía, solamente alrededor de los materiales jurásicos que forman la estructura situada al sur de Jaulín, donde constituyen una aureola de extensión decamétrica y cuya potencia no supera los 10-12 m.

Son equivalentes a la unidad conglomerática (18), de la que se han diferenciado por representar sedimentos menos evolucionados, que han sufrido menos transporte, y por estar asociados exclusivamente a las zonas de borde de los paleorrelieves.

Están constituidos por brechas y conglomerados de cantos de caliza de hasta 10 cm. de diámetro, con intercalaciones de areniscas yesíferas y lutitas laminadas rojizas. Lateralmente pasan a la unidad de arcillas rojas (18), descritas en el apartado anterior.

Se les atribuye una edad Aragoniense inferior por posición estratigráfica.

1.3.3.4. *Yesos masivos y margas (20). Aragoniense inferior*

Esta unidad cartográfica se extiende por la mitad nororiental de la hoja de Longares. Hacia el sur y oeste se acuña, pasando progresivamente a las facies arcillosas de la unidad (18), mientras que hacia el norte y noreste aumenta de potencia, constituyendo, ya en hoja de Zaragoza (383), casi exclusivamente la Unidad Genético Sedimentaria de Sierra de Pallaruelo, alcanzando potencias próximas a los 100 m. En esta situación, de mayor desarrollo, puede llegar a confundirse con la unidad yesífera (16), sobre todo cuando el tramo arcilloso rojizo que los separa se encuentra cubierto o esta poco desarrollado.

Está formada por una sucesión de bancos de 0,20 a 0,60 m de potencia, de aspecto tabular, de yesos nodulares y acintados y textura alabastrina, alternando con margas y margas yesíferas grises y verdosas y finos niveles limosos y carbonatados (Fig. 10 G).

Esta unidad se interpreta como depositadas en ambientes de lago salino y borde de lago salino.

La edad de estos sedimentos es Aragoniense inferior, por posición estratigráfica.

1.3.3.5. *Arcillas rojas con yesos alabastrinos y margas grises (21). Aragoniense inferior*

Esta unidad cartográfica se ha diferenciado en el borde noroccidental de la hoja, donde constituye un afloramiento de pocos km², en el paraje de Los Boqueros. Procede, por cambio lateral de facies, de la unidad arcillosa (18), en el tránsito a las facies de borde de lago salino en el sector noroeste.

En esta zona de Los Boqueros, afloran unos 15 ó 20 m de un tramo heterolítico, constituido por arcillas rojas y pardo rojizas, con capas de forma canalizada, de areniscas yesíferas, con capas, de varios decímetros de potencia, de yeso alabastrino blanco, margas grises y niveles centimétricos de carbonatos muy bioturbados.

Estos sedimentos se pueden interpretar como depositados en partes periféricas de lago salino o *playa-lake*, o sea, en la llanura lutítica salina. El crecimiento del yeso de esta unidad, se habría realizado, en su mayor parte, por circulación de salmueras entre el sedimento lutítico, escasamente consolidado.

Se le atribuye una edad Aragoniense inferior, por posición estratigráfica.

1.3.3.6. *Calizas y margas blanquecinas (22). Aragoniense inferior*

Este tipo de facies forma un nivel cartográfico, que culmina la Unidad Sierra de Pallaruelo, en las zonas de tránsito de las facies de llanura lutítica (18) a las de lago salino (20). Su área de afloramiento está restringida, en la zona norte, a los escarpes que bordean los relieves de la Plana de Jaulín, entre las localidades de Muel y Jaulín, y en la zona sur, a los afloramientos próximos a Villanueva de Huerva y en la cubeta de Puebla de Albortón (esquina sureste de la hoja de Longares).

El reconocimiento detallado de estos materiales se ha realizado en la columna estratigráfica 07-FUENDETODOS, así como en observaciones puntuales. La litología de esta unidad cartográfica, que puede alcanzar unos 40 m. en la zona norte, es básicamente margosa y carbonatada, con algún nivel limoso y arenoso.

En la columna citada, afloran 10 m de unas calizas blanquecinas, con moldes de gasterópodos, en capas centimétricas de aspecto laminado y margas blanquecinas, bioturbadas, con alguna capa de areniscas, que lateralmente se acuñan. En otros puntos consisten en calizas rojizas, con laminaciones debidas a la acción de algas, con oncolitos y cantos blandos. Localmente presentan nódulos de sílex y costras ferruginosas.

Al microscopio las calizas son microesparitas, recristalizadas, arenosas con escasos ostrácodos y fragmentos de gasterópodos. Los levigados han resultado negativos.

Estos materiales se interpretan como sedimentados en un ambiente lacustre-palustre.

La edad Aragoniense inferior se atribuye por posición estratigráfica.

1.3.3.7. *Margas amarillentas y verdosas (23). Aragoniense inferior*

Es un tipo de facies que aflora de forma muy localizada y restringida a la zona comprendida entre Puebla de Albortón y Valmadrid, donde las unidades de lutitas rojas (18) y de yesos y margas (20), en las proximidades del paleorelieve jurásico de Puebla de Albortón, en los parajes de La Revuelta y de Casilla de Valdescalera, pasan lateralmente a esta unidad cartográfica de composición margosa.

La potencia visible en estos puntos es de unos 30 m. estando constituida por margas de tonos amarillentos y verdosos, con intercalaciones de lutitas marrón rojizas y margocalizas. Estos materiales presentan pequeñas estructuras de pliegues y fallas.

Se atribuye una edad Aragoniense inferior, por posición estratigráfica.

1.3.4. Unidad Sierra de Lanaja-Montes de Castejón

En la hoja de Longares la Unidad Genético Sedimentaria Srra. de Lanaja-Montes de Castejón, es la mejor representada y la que mayor extensión ocupa dentro de la superficie de la misma. Por una parte, en la zona suroeste, está constituida por facies conglomeráticas (24) que evo-

lucionan a facies arenosas (25) y lutíticas (26), en dirección norte y este. A su vez, éstas, mediante cambio progresivo de facies, asimismo en ambos sentidos, evolucionan a facies margosas y carbonatadas (27 y 28), que representan etapas de sedimentación lacustre-palustre y ocupan gran parte de la esquina noreste de la hoja (Fig. 12).

El estudio detallado de estas litofacies, así como la potencia de las mismas, se ha realizado en las columnas estratigráficas 08-Ctra. de VILLANUEVA DE HUERVA a FUENDETODOS, 07-FUENDETODOS Y 09-MEZALLOCHA II, donde afloran con unas potencias de 40 m, 70 m y 85 m, respectivamente. Más al norte, en la zona de La Plana, alcanza potencias próximas a los 100 m, en facies de margas y calizas exclusivamente. Por tanto, esta unidad experimenta un progresivo aumento de potencias desde las zonas meridionales a las septentrionales, que coincide con la evolución de facies desde las aluviales (proximales) a las lacustres y palustres (distales).

El límite inferior de esta unidad genético sedimentaria se pone de manifiesto, en el sector suroccidental, zona de Villanueva de Huerva mediante discordancia erosiva entre las facies conglomeráticas de esta unidad y las de la unidad anterior (17). Más hacia centro de cuenca, el contacto con las facies yesíferas (20) inferiores, está representado por las arcillas y margas terrígenas, propias de abanico aluvial distal y margen de lago salino. En este caso el contacto representado en la cartografía es de carácter paraconforme.

Durante la elaboración de las 34 hojas del proyecto, se ha constatado que este límite tiene un reflejo sedimentario en gran parte de la Cuenca del Ebro, y que representa un nuevo periodo de reactivación de los sistemas deposicionales aluviales.

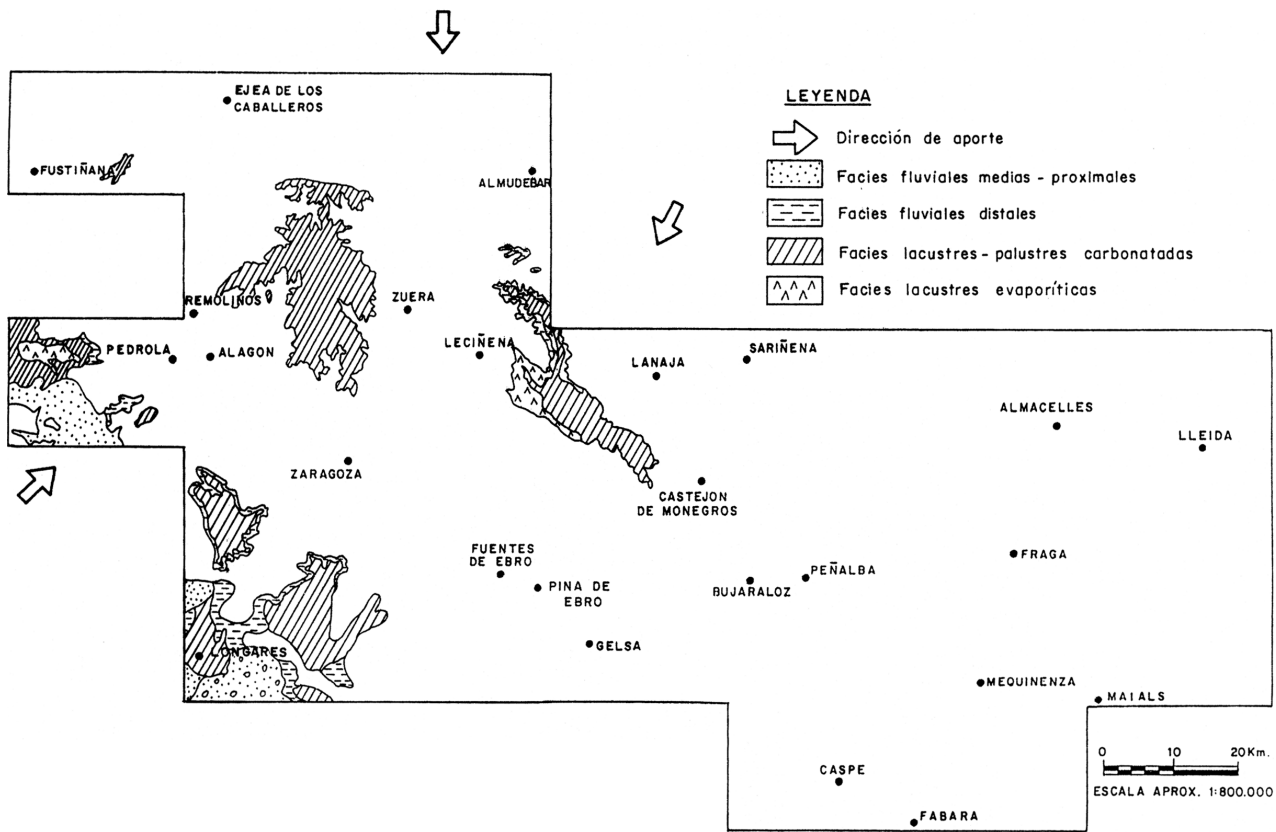
Así, se ha cartografiado con facies de abanico y de orla de abanico en el sector noroccidental, de la parte central de la Cuenca del Ebro (hojas de Fustiñana-283, Ejea de los caballeros-284 y Remolinos-322) y es el sector suroccidental de la misma (hojas de Zaragoza-383 y Longares-411). En el primero de procedencia pirenaica y en el segundo de procedencia Ibérica. Hacia el techo de la serie y hacia sectores de centro de cuenca, la unidad está representada por facies margosas y carbonáticas de origen lacustre-palustre (hojas de Zuera-323, Leciñena-355, Cas-tejón de Monegros-385). Únicamente en el sector central (hoja de Pedrola-353), estas facies pasan a facies de margen de lago salino y de lago salino (Fig. 12).

Por lo que se refiere a la posición cronoestratigráfica de esta unidad, el estudio paleontológico del yacimiento de Puigladrón, situado en la parte media de la misma, ha permitido acotar su edad, entre el Mioceno medio y el Mioceno superior. Por otro lado, en el yacimiento del Barranco de San Benito, también situado en la parte media-superior de la unidad, se han estudiado restos de macromamíferos, que permiten atribuirle una edad comprendida entre el Aragoniense medio y el superior (AZANZA, *com. pers.*).

Los materiales que configuran esta unidad, dentro del territorio estudiado, forman parte de la Fm. Alcubierre definida por QUIRANTES (1969) (véase Fig. 1).

En la cartografía, hemos diferenciado cinco unidades cartográficas, correspondientes a esta unidad genético-sedimentaria.

Figura 12. Esquema de distribución de facies de la unidad genético-sedimentaria de Sierra de Lanaja-Montes de Castejón.



1.3.4.1. *Conglomerados de cantos angulosos y subangulosos de cuarcita y caliza, con matriz arcillosa rojiz. (24). Aragoniense inferior-superior*

Los afloramientos de esta unidad detrítica de la U.G.S. de Sierra de Lanaja se distribuyen en el cuadrante suroccidental de la hoja, relleno de la depresión de Villanueva de Hueva, no sobrepasando hacia el norte los paleorelieves jurásicos de Montes de Jaulín, exceptuando un pequeño afloramiento existente en el Val de la Virgen (a unos 3 km al este de Mezalocha), adosado a las calizas del Jurásico superior.

Ha sido reconocida en la columna estratigráfica 08-Ctra. de VILLANUEVA DE HUERVA A FUEN-DETODOS, donde aflora con 37 m. de potencia, discordante sobre la unidad conglomerática (17). De ellos, la mitad inferior está constituida por conglomerados y brechas de carácter heterolítico y heterométricos, masivos, de cantos de hasta 40 cm de diámetro, subangulosos a subredondeados de caliza y cuarcita, estos últimos menos abundantes hacia el techo. Están poco cementados y con matriz arcillosa rojiza. La mitad superior está formada por una alternancia de conglomerados areniscas y lutitas, todos ellos de tonos rojizos, que forman secuencias granoderecientes. En los niveles conglomeráticos, los cantos son subangulosos a subredondeados, de hasta 30 cm. de diámetro, en la misma proporción de caliza y cuarcita, cementados.

El análisis realizado en las arcillas intercaladas en esta unidad, han dado los siguientes resultados:

- Mineralogía de la muestra: Filosilicatos 48%, cuarzo 13%, feldespato 2%, calcita 37%.
- Mineralogía de la arcilla: Illita 90%, clorita 3%, caolinita 7%.

La potencia máxima de esta facies conglomerática es de 50 m en el borde sur de la hoja, en la zona de Cerro Picocho. Hacia el Norte y Este pasan por cambio de facies a las unidades (25) y (26), arenosas y arcillosas respectivamente.

Se le atribuye una edad Aragoniense inferior-superior por posición estratigráfica.

1.3.4.2. *Areniscas y lutitas rojas con niveles de conglomerados (25). Aragoniense inferior-superior*

Esta litofacies arenosa, que procede de la anterior (24) por cambio lateral de facies hacia el norte, ocupa, dentro de la hoja de Longares, dos áreas de afloramiento diferenciadas y a su vez con características litológicas parcialmente diferentes. La descripción se realiza a partir de observaciones puntuales, porque la calidad de los afloramientos de esta unidad no ha permitido levantar columnas estratigráficas de detalle.

En el sector meridional al oeste de Villanueva de Huerva, la facies conglomerática (24) hacia el norte, pierde progresivamente la fracción gruesa, pasando a una alternancia de capas de areniscas y lutitas marrón rojizas con niveles de limos carbonatados, y nodulizaciones en las arcillas. Algunos cuerpos de areniscas presentan en la base, niveles de gravas y de composición cuarcítica y arenas gruesas, que nos recuerda su procedencia, y se corresponden con las avenidas más penetrativas hacia el centro de la cuenca. En ocasiones estos materiales se encuentran encañados. Lateralmente y hacia el techo esta unidad pierde paulatinamente la fracción arena, pasando a la unidad (26) de composición mayoritariamente arcillosa. La máxima potencia en la zona del barranco de la Zarza es de unos 50 m.

En el sector noroccidental está constituida por una alternancia de cuerpos arenosos, a veces con niveles de gravas en la base, de hasta 1 m de potencia, y lutitas pardo rojizas, con algún nivel de yeso alabastrino blanco, margas grises, y capas decimétricas de calizas muy bioturbadas. Las areniscas son de grano medio a fino, cemento yesífero, disyunción esferoidal, bioturbadas y con marcas de laminación convoluta.

En conjunto, esta unidad se interpreta como depósitos de las zonas medias de un abanico aluvial, de procedencia sur para los del primer sector y de procedencia oeste para los del segundo, y con desarrollo de niveles de desbordamiento y encharcamiento estacional en la llanura de inundación.

Se le atribuye una edad Aragoniense inferior-superior por posición estratigráfica.

1.3.4.3. *Lutitas rojas con niveles de calcisiltitas (26). Aragoniense inferior-superior*

Esta unidad cartográfica constituye el tránsito de las litofacies detríticas de la U.G.S. Sierra de Lanaja, descritas anteriormente y que ocupan la mitad Suroeste de la hoja de Longares, a las carbonatadas (27), que afloran de forma muy patente por el sector noreste de la misma.

Por tanto, sufre una disminución paulatina de potencia en este mismo sentido (SO-NE), acunándose y llegando a desaparecer, al poco de sobrepasar los paleorelieves constituidos por las calizas del Jurásico Superior, en la zona de los montes de Jaulín. Es explotada para la industria cerámica en la zona comprendida entre Muel y Mezalocha.

Ha sido reconocida en las columnas estratigráficas 07-FUENDETODOS y 09-MEZALOCHA-II. En la primera aflora, con una potencia de 23 m. una serie constituida por lutitas rojizas con nodulizaciones carbonatadas. Hacia la base del tramo se intercalan capas de poca potencia (0,5 m), de areniscas de grano fino, rojizas y poco cementadas con laminaciones de *ripples*. Hacia el techo, intercala niveles centimétricos de calizas limosas, bioturbadas con moldes de gasterópodos.

En la segunda afloran 25 m de lutitas rojas con intercalaciones de capas extensas de areniscas, grises y marrón rojizas, de grano fino, micáceas y de limos carbonatados. Algunos cuerpos tienen formas canalizadas, con poca incisión vertical. Las estructuras en las areniscas son laminaciones paralelas y de *ripples*.

Los análisis realizados en las arcillas han dado los siguientes resultados:

Zona de Fuendetodos

Mineralogía en fracción total:

— Filosilicatos	72%
— Cuarzo	12%
— Feldespato	2%
— Calcita	14%

Mineralogía de la arcilla:

— Illita	87%
— Clorita	1%
— Caolinita	9%
— Pirofillita	3%

Zona de Mezalocha

Mineralogía en fracción total:

— Filosilicatos	80%
— Cuarzo	12%
— Feldespato	1%
— Calcita	7%

Mineralogía de la arcilla:

— Illita	91%
— Esmectita	2%
— Clorita	2%
— Caolinita	5%

Los niveles carbonatados, al microscopio, son calizas micríticas con bioclastos (*wackstone*) (ostrácodos, gasterópodos), con cuarzo (4%), restos fósiles (10%), micrita (80%) y esparita (6%).

En conjunto, corresponden a facies de abanico aluvial distal, con gran desarrollo de las facies de llanura de inundación.

Por consideraciones regionales se le atribuye una edad Aragoniense inferior-superior.

1.3.4.4. *Margas, margo-calizas y calizas blanquecinas (27). Aragoniense inferior-superior*

Dentro del área cartografiada, aflora en gran parte de la mitad oriental de la hoja, formando los escarpes más abruptos de los relieves del Monte de Valmadrid, donde llega a alcanzar 80 m de potencia. Hacia el sur, son los únicos depósitos del Aragoniense que sobrepasan los paleorrelieves definidos por las calizas jurásicas, en la zona de Montes de Jaulín, aunque muy adelgazados de potencia (de 20 a 40 m) y donde, movimientos posteriores, en la vertical de dichas estructuras, han producido un cuarteamiento de estos materiales, en pequeñas cubetas y a distintas cotas.

Localmente puede encontrarse ligeramente discordantes sobre la unidad yesífera (20), sobre todo en zonas próximas a estructuras jurásicas, como las de Jaulín o Muel, que nos indica una reactivación tectónica entre la sedimentación de ambos episodios.

Otros afloramientos de menor extensión se encuentran en el sector occidental de la hoja, formando parte de los relieves situados al oeste de Mezalocha y al norte de Longares, donde no sobrepasan los 30 m. de potencia. Por tanto, el acuñamiento de esta unidad se produce, tanto en sentido sur como hacia el oeste.

Esta unidad, ha sido reconocida con detalle en las columnas estratigráficas 07-FUENDETODOS, 09-MEZALLOCHA y 01-JAULÍN.

En la primera citada aflora con 45 m de potencia y está constituida por una alternancia de lutitas rojizas y margas grises y blanquecinas, con intercalaciones centimétricas de calizas limosas blancas, con moldes de gasterópodos, y algún banco de areniscas, de grano medio, poco cementadas.

Al microscopio son calcarenitas con porosidad media, granos micríticos y bioclastos (ostrácodos, gasterópodos). El contenido es: cuarzo (13%), fragmentos de rocas calizas (31%) y de

areniscas (1%). El cemento, que en la lámina delgada está sustituido por la porosidad, es posiblemente yesífero.

Los levigados de los tramos margosos han proporcionado: *Rotalia tepida* CUSMAN, *Sphaerochara* cf. *inconspicua* (AL. BRAUN ex UNGER) FEIST-CASTEL, *Nitellopsis (tectochara) meriani* (L. y N. GRAMBAST) y *Parakrithe* aff. *crystallina* (REUSS).

En Mezalocha afloran 40 m de una alternancia de bancos de caliza blanquecina, de hasta 1 m de potencia, y margas blancas y grises, con capas centimétricas de calcisiltitas. Forman secuencias de 0,5 a 1,5 m de potencia, formadas en la base por un tramo arcilloso o margoso, encima un tramo de caliza laminada y bioturbada, y a techo por un banco potente de caliza, con restos de gasterópodos y huellas de retracción (*mud-cracks*).

Los levigados proporcionan escasos y raros ostrácodos lacustres fragmentados referibles a *Candonopsis* aff. *kingsleii* (BRADY y ROBERTSON), que representa al techo del Aragoniense y hasta al Vallesiense.

El análisis de las arcillas han dado los siguientes resultados:

Mineralogía en fracción total:

— Filosilicatos	85%
— Cuarzo	12%
— Feldespato	3%

Mineralogía de las arcillas:

— Illita	47%
— Esmeclita	49%
— Caolinita	4%

La columna 01-JAULIN, es la más representativa para los afloramientos de la mayor parte de la hoja, sobre todo los del sector oriental. Aquí, se pueden distinguir dos tramos, uno fundamentalmente margoso, el inferior, y otro carbonatado que corona la unidad, con un total de 80 m. De ellos los 42 m inferiores están constituidos por un conjunto de margas grises y blanquecinas, de aspecto laminado, en corte fresco, y con costras ferruginosas, con niveles centimétricos de calizas y calizas margosas. Los levigados de las muestras estudiadas han dado resultado negativo, habiéndose obtenido únicamente un ejemplar de *Chara* sp. 7 RAMIREZ.

Los 38 m superiores lo constituyen una alternancia de aspecto rítmico, de margas blancas y bancos de hasta 1 m de calizas y margocalizas, en capas planoparalelas de 5-10 cm, algunas de aspecto noduloso, y otras masivas bioturbadas. La potencia de los bancos de caliza aumenta hacia el techo, a la vez que incluyen nódulos de siliceo, a veces con formas arrosariadas. Las estructuras se reducen a laminación paralela, costras ferruginosas y huellas de bioturbación, en ocasiones por raíces, que suelen encontrarse en posición de vida. En algunos bancos, se aprecian bases canalizadas y estructura interna de oleaje. Por la carretera de la Puebla de Albortón, así como en numerosos puntos de Monte de Valmadrid, se observan en estos materiales estructuras de deslizamiento intraformacionales que nos indican una inestabilidad en la cuenca durante la sedimentación de esta unidad.

Los levigados contienen fragmentos de ostrácodos, oogonios de carofitas y de gasterópodos, todos ellos inclasificables, excepto las muestras del techo del tramo que contienen: *Cavernocandona roaixensis* CARBONNEL, *Candona bitruncata* CARBONNEL, *Cyclocypris* cf. *ovom*

(JURINE), *Nitellopsis (T.) meriani* (L. y N. GRAMBAST), *Rabdochara* sp., *Stephanochara berdoensis* FEIST-CASTEL y *Chara* sp. 7 RAMIREZ.

Estos materiales se depositaron en un ambiente deposicional lacustre-palustre.

Se le atribuye una edad Aragoniense inferior-superior.

1.3.4.5. *Margas yesíferas, yesos alabastrinos y niveles de caliza (28). Aragoniense inferior-superior*

En la U.G.S. Sierra de Lanaja, en este sector de la Cuenca del Ebro, las facies de centro de cuenca, están representadas fundamentalmente por carbonatos, como los descritos en la unidad (27), sin embargo, localmente, puede encontrarse intercalado, preferentemente hacia la base de la unidad, un tramo de margas yesíferas y niveles de yeso, característicos de ambientes de margen de lago salino.

Éste es el caso del tramo diferenciado en la cartografía de la zona de Cabezo del Cuervo (en los resaltes situados al este de Muel). Está constituido por margas yesíferas y arcillas rojas con capas de yeso, laminados hacia la base y de aspecto tableado a techo. La potencia máxima es del orden de 20 m.

Se le atribuye una edad Aragoniense inferior-superior, por posición estratigráfica.

1.3.5. Unidad San Caprasio

En la hoja de Longares los materiales de la U.G.S. de S. Caprasio constituyen los depósitos que culminan la serie miocena de este sector de la Cuenca del Ebro.

Desde un punto de vista litológico, en ella, pueden diferenciarse dos tramos cartográficos, uno de carácter detrítico (30) y otro carbonatado (29). El primero está mejor desarrollado en el sector meridional (de procedencia sur) y hacia la base de la unidad, mientras que el segundo se desarrolla fundamentalmente hacia el norte del área estudiada y hacia el techo de la misma. Otros afloramientos asociados a esta unidad, los constituyen los representados en el sector occidental de la hoja con el número (31) que, aunque presentan características similares a los anteriores, en la base está formado por detríticos de tonos rojizos, que se interpretan heredados de los relieves paleozoicos de la sierra de Vicort (hoja de Almunia de Doña Godina-410) y por tanto de procedencia oeste, mientras que los detríticos (30) se consideran de procedencia sur.

La potencia medida en la columna estratigráfica 07-FUENDETODOS alcanza los 62 m.

El límite inferior de esta Unidad Genético Sedimentaria representa un nuevo periodo de reactivación de los sistemas deposicionales aluviales, y que se pone de manifiesto, en el sector meridional de la hoja, a través del contacto, considerado en este trabajo de carácter discordante, entre las facies conglomeráticas de esta unidad y las, asimismo, conglomeráticas y car-

bonatadas de origen lacustre-palustre, que caracterizan la parte superior de la U. Sierra de Lanaja. Este contacto se ha prolongado hacia las facies de centro de cuenca, (sector septentrional de la hoja), donde continúa existiendo una disarmonía entre los depósitos carbonatados de ambos conjuntos.

Cabe destacar que a grandes rasgos, este límite coincide con el de las unidades tectosedimentarias N₂ y N₃, caracterizado en la región por ARENAS y PARDO (1991).

En la parte central de la Cuenca del Ebro, la Unidad Sierra de Lanaja-Montes de Castejón, se ha caracterizado en la presente hoja y también en las hojas de Leciñena (28-14), Lanaja (29-14), Zaragoza (27-15) y Pina de Ebro (28-16), donde en la base está constituida básicamente por facies terrígenas de abanico aluvial distal, y en el techo, por facies carbonáticas de origen lacustre-palustre (Fig. 13).

Por lo que se refiere a la posición cronoestratigráfica de esta unidad, si bien los estudios de los yacimientos situados dentro del territorio han permitido atribuir a la unidad infrayacente al Aragoniense medio-superior, el hecho de que esta unidad coincida con la UTS N₃, definida y caracterizada por Pérez, *et al.* (1989) y por ARENAS y PARDO (1991), condiciona que atribuyamos al Vallesiense a casi toda esta unidad, exceptuando su parte inferior.

Los materiales que configuran esta unidad, dentro del territorio estudiado, forman parte de la Fm. Alcubierre definida por QUIRANTES (1969). GUTIÉRREZ ELORZA, M., *et al.* (1982), estudian las series terminales neógenas en este sector de la Cuenca del Ebro y su relación con la morfogénesis.

En la cartografía, hemos diferenciado tres unidades cartográficas, correspondientes a esta unidad genético-sedimentaria.

1.3.5.1. *Calizas arenosas y margas amarillentas y verdosas (29). Vallesiense*

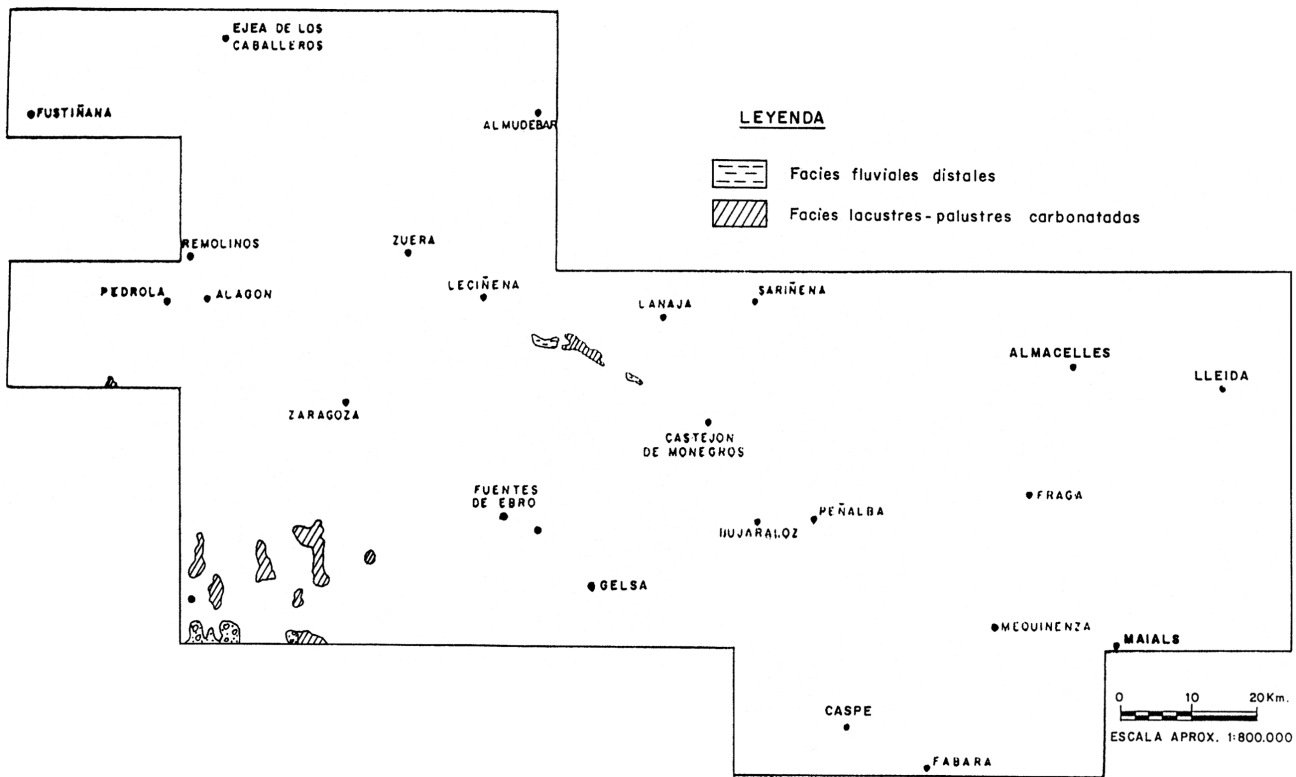
Estos materiales se disponen a techo de la serie vallesiense, ocupando los puntos topográficos más elevados de la hoja.

En la mayor parte de los afloramientos está constituida, en la base, por margas grises, amarillentas y verdosas y hacia el sur pasan, por cambio lateral de facies, a la unidad detrítica (30), y que marcan claramente una interrupción sedimentaria sobre las calizas de la unidad (27). Hacia el techo intercalan capas de carbonato, progresivamente más abundantes, hasta llegar a constituir una sucesión de paquetes de 0,2 a 0,5 m de calizas muy bioturbadas, con grietas de retracción (*mud-cracks*) y gasterópodos.

Las mayores potencias de esta unidad se encuentran La Plana, sector norte de la hoja, donde no sobrepasan los 50 m.

Una facies muy característica de esta unidad se encuentra en el borde meridional, tanto en Fuendetodos como entre Villanueva de Huerva y Cariñena. En la primera localidad se ha medido la siguiente sucesión de muro a techo:

Figura 13. Esquema de distribución de facies de la unidad genético-sedimentaria de San Caprasio.



- 7 m de margas y areniscas amarillentas, formando secuencias negativas, con costras ferruginosas a techo.
- 13 m de margas blanquecinas y grises, laminadas con dos niveles intercalados de 0,5 m de potencia, de calizas tableadas.
- 5 m de calizas arenosas en bancos gruesos, con laminaciones de *ripples*, y estratificación cruzada planar.
- 4 m de calizas lumaquéllicas formadas por conchas de gasterópodos, amarillentas, en bancos de 0,4 a 0,6 m de potencia.

Las características sedimentológicas de estos sedimentos permiten interpretarlos como depósitos de un ambiente lacustre-palustre, efímero con desecaciones locales en zonas relativamente proximales, con intercalaciones repetidas de depósitos de llanura aluvial.

La edad de estos materiales es Vallesiense, por posición estratigráfica.

1.3.5.2. Conglomerados de cuarcita, grises y blanquecinos (30). Vallesiense

En el sector suroccidental de la hoja, se encuentran excelentes afloramientos de estos materiales, tanto en la carretera de Villanueva de Huerva a Cariñena, y de esta a Tosos, como en la de Fuendetodos, a unos 2 km al oeste de esta localidad. En este punto se ha levantado la columna estratigráfica 07-FUENDETODOS. Otros afloramientos de conglomerados, de menor entidad y que hemos asociado a esta unidad, se encuentran adosados a los flancos de las estructuras jurásicas del Pinar (al este de Longares) y de Montes de Jaulín (al este de Meza-locha).

Regionalmente, estos materiales pasan lateralmente a la unidad carbonatada (29), descrita anteriormente, donde llegan a formar niveles de conglomerados intercalados entre las margas blancas, pudiéndose visualizar en un mismo afloramiento el paso lateral a calcarenitas amarillentas con gasterópodos.

En la citada columna se han medido 60 m de una alternancia de areniscas de grano medio a grueso, de tonos amarillentos, blanquecinos y rojizos con cantos redondeados, dispersos y en hiladas, de hasta 20 cm de diámetro, de cuarcita, con fragmentos de gasterópodos y margas blanquecinas y verdosas. A techo, se encuentran intercalados, cuerpos de unos 50 cm de potencia, de conglomerados de cantos redondeados de cuarcita, de hasta 5 cm de diámetro, de tonos grises y blanquecinos, que quedan culminados por un nivel de lumaquelas, formadas por gasterópodos, de tonos amarillentos y aspecto travertínico. Estos materiales, se distribuyen en secuencias positivas, formadas en la base por un cuerpo canalizado de base erosiva, de areniscas y conglomerados, con estratificaciones cruzadas en surco y planar, laminaciones de *ripples*, y superficies de reactivación que conforman cuerpos amalgamados. El techo de la secuencia lo forman unos cuerpos de margas y/o calizas arenosas, con costras carbonatadas y laminaciones algales, muy bioturbadas, con restos de gasterópodos de los géneros *Planorbis*, *Helix* e *Hydrobia*.

Al microscopio las areniscas son calcareníticas con cuarzo (28%), feldespato potásico (5%), fragmentos de rocas calizas (28%), fósiles (15%) y cemento calcáreo (22%).

Estos materiales se interpretan como depósitos de una llanura lutítica, atravesada por canales dispersos, en zonas lacustres marginales.

Los levigados han proporcionado la siguiente asociación: *Rotalia tepida* CUSHMAN, *Haplocytheridea dacica dacica* (HEJJAS), *Parakrithe* aff. *crystallina* (REUSS), *Cyprinotus salinus* (BRADY y BRESSANUS CARBONNEL). En la vecina hoja de Azuara (439) se han encontrado restos de dientes faríngeos de peces dulceacuicolas tipo *Barbus*, *Rutilus* y *Ciprinidae*, y entre los huesos y dientes: molar M₃ izquierdo de *Cricetodon* sp, molar M₂ inferior de *Fahlbuschia* cf. *darcensis*, falange de lagomorfo *Ochotonidae* metápodo y falange de *Caenotherium*.

En el afloramiento situado al este de Mezalocha, esta unidad está constituida por conglomerados, muy cementados, con cantos de cuarcitas y pizarras, de hasta 30 cm de diámetro, con matriz arenosa pardo amarillenta, sobre los que se apoya un tramo carbonatado cartografiado como unidad (29).

La edad de estos materiales es Vallesiense, por posición estratigráfica.

1.3.5.3. Calizas y lutitas rojas en la base (31). Vallesiense

Esta unidad, que es equivalente lateral de las anteriores (29) y (30) se ha diferenciado en la cartografía del sector occidental de la hoja en los relieves del Balcón de Pilatos y de las Zagueras (al este y norte respectivamente de Longares).

Está constituida en la base por 3 a 4 m de lutitas marrón-anaranjadas, con huellas de edafizaciones, con pasadas de arenas y gravas cuarcíticas. A techo se intercalan niveles de calizas laminadas, no sobrepasando en conjunto los 25 m de potencia.

Aunque la interpretación sobre el ambiente de sedimentación es equivalente al de las otras unidades de la U. San Caprasio, se ha diferenciado de ellas, por la presencia en la base de facies detríticas rojizas, se presupone una procedencia del oeste (de Sierra Vicort).

La edad de estos materiales es Vallesiense, por posición estratigráfica.

1.3.6. Cantos y gravas cuarcitas (32). Rañas. Plioceno superior-Pleistoceno inferior

El principal afloramiento está constituido por el Balcón de Pilatos, localizado a unos 3 km al ESE de Longares.

Litológicamente se tratan de cantos y gravas de naturaleza cuarcítica, en una matriz arenoso-arcillosa anaranjada.

El centil de los cantos llega a los 50 cm, siendo el tamaño medio de 4 a 8 cm. Se presentan muy redondeados, y con frecuencia tienen pátinas carbonatadas de génesis espeleotécnica.

La potencia media de estos depósitos es de 3 m y la parte superior presenta encostramientos carbonatados de tipo pulverulento y laminar.

Por la similitud litológica y facial que presentan estos depósitos con los de las Rañas de la Meseta Central Española, así como por su desconexión con la red fluvial cuaternaria (SORIANO y GUTIÉRREZ ELORZA, 1983) se les asigna tentativamente una edad Plioceno superior-Pleistoceno inferior, posiblemente Villafranquiense.

1.4. CUATERNARIO

Los depósitos cuaternarios presentan una gran extensión superficial en la Hoja de Longares.

El mayor desarrollo lo alcanzan los sucesivos niveles de terrazas del Río Huerva y los extensos glacis que se concentran en la mitad oeste.

1.4.1. Cantos y gravas polimícticas redondeadas (33, 35, 36, 38, 40 y 44). Terrazas. Pleistoceno-Holoceno

Estos depósitos están asociados al curso del río Huerva.

Presentan espesores entre 3 y 4 m. Litológicamente están compuestas por cantos y gravas de cantos mayoritariamente cuarcíticos y calizos, pero también de pizarras, areniscas y sílex que generalmente se presentan imbricados. El centil puede superar los 70 cm. y el tamaño medio es de 6-8 cm, estando los cantos bien redondeados. La matriz es limo-arenosa, pudiendo incorporar niveles arenosos de espesor decimétrico con laminación cruzada. Se observan frecuentes cicatrices erosivas, en ocasiones con *lags* de cantos.

Los cuatro niveles superiores de terraza (33, 35, 36 y 38) presentan encostramientos carbonatados de tipo laminar y en ocasiones pulverulentos, indicios de una marcada etapa de aridez.

A dichos niveles superiores se les atribuye una edad Pleistocena, mientras que a los dos mas bajos (40 y 44) se les atribuye una edad Holocena.

1.4.2. Gravas y cantos angulosos en matriz limo-arcillosa (34, 37, 39 y 41) Glacis. Pleistoceno-Holoceno

Estos depósitos de glacis alcanzan una gran extensión en la hoja, particularmente en su mitad occidental.

Están formados por gravas y cantos angulosos y subangulosos cuyo aspecto litológico es de procedencia local, en función de sobre qué materiales del sustrato se sitúan las raíces del glacis. Así, los cantos pueden ser de calizas terciarias y/o jurásicas, de cuarcitas, yesos, sílex, etc. empastados en una matriz limo-arcillosa de tonos pardos.

El tamaño medio de los cantos es de 4-6 cm, y el centil puede superar los 25 cm. Frecuentemente están recubiertas por una pátina de carbonato cálcico.

El espesor de estos depósitos es de 2 a 4 m, y a menudo los niveles más altos presentan encostramientos carbonatados de tipo laminar y bréxico.

A los niveles superiores (34, 37 y 39) se les atribuye una edad Pleistoceno, mientras que el inferior sería Holoceno.

1.4.3. Gravas, arenas, limos y arcillas (42 y 45). Conos de deyección, aluviales y fondos de valle. Holoceno

Este conjunto de depósitos engloba tanto a los sedimentos del cauce activo del río Huerva como a los numerosos fondos de valle plano (denominados vales en la cuenca del Ebro) y conos de deyección localizados en la salidas de algunos barrancos.

Los depósitos aluviales del río Huerva corresponden a gravas bien redondeadas, polimícticas (cantos de cuarcitas, calizas y sílex principalmente) con una matriz arenosa y limo-arcillosa.

Los depósitos de fondos de vales y conos de deyección tienen una constitución litológica similar, con cantos subangulosos a subredondeados de naturaleza calcárea, areniscosa y cuarcítica distribuidos de forma irregular en una matriz de arenas, limos y arcillas de tonos pardos y ocre.

La edad de estos depósitos es Holoceno.

1.4.4. Cantos angulosos en matriz arcillosa (43). Coluviones. Holoceno

Los depósitos de ladera se distribuyen irregularmente por todo el ámbito de la hoja, desarrollándose principalmente asociados a los niveles detríticos terciarios.

El aspecto litológico de los cantos que engloban es variable, y está ligado a los materiales del sustrato que sustenta los coluviones. Así, engloban cantos generalmente subangulosos de calizas, areniscas, cuarcitas, yesos y sílex, heterogeneamente englobados en una matriz arcillosa y limosa de tonos ocre y anaranjados.

El espesor de los coluviones no suele ser elevado pudiendo llegar a 3 m como máximo.

La edad de estas formaciones superficiales es Holoceno.

2. TECTÓNICA

2.1. MARCO TECTÓNICO REGIONAL

Desde el punto de vista geológico-estructural, el área comprendida en la Hoja de Longares (27-16) se sitúa en el límite de la Cordillera Ibérica y el sector central de la Cuenca del Ebro.

La Cordillera Ibérica es una cadena intracratónica de directriz general NO-SE, situada entre los dos orógenos alpinos principales de la Península Ibérica: Los Pirineos, al Norte y las Cordilleras Béticas, al Sur. Durante la compresión alpina su comportamiento tectónico se caracterizó por la diferenciación de dos niveles estructurales distintos, mostrando notables diferencias en cuanto a los mecanismos de deformación que actuaron en el zócalo hercínico y los de la cobertera mesozoico-terciaria (ÁLVARO, *et al.*, 1979; GUIMERA y ÁLVARO, 1990; LIESA y CASAS, 1994). El despegue entre ambos niveles estructurales está situado en las lutitas y yesos del Triásico medio y superior (GUIMERA, 1988; SAN ROMÁN y AURELL, 1992, *etc.*).

Esta cadena representa una extensa zona (unos 500 km de longitud) del interior de la Placa Ibérica, deformada durante el Ciclo Alpino. En primer lugar, la extensión tectónica mesozoica dio lugar a la formación de una importante cuenca sedimentaria. Con posterioridad, la compresión terciaria originó deformaciones del relleno sedimentario y de la propia cuenca, con desarrollo de pliegues y cabalgamientos de distintas orientaciones, fundamentalmente NO-SE y, en menor grado, E-O y N-S (ÁLVARO, *et al.*, 1979; CAPOTE, 1983; SIMÓN-GÓMEZ, 1982; GUIMERA, 1988; GUIMERA y ÁLVARO, 1990). La fracturación tardía del Orógeno Hercínico (ARTHAUD y MATTE, 1975), con direcciones NO-SE y NE-SO en el dominio de la actual Cordillera Ibérica (CAPOTE, 1983), tuvo una gran repercusión en la evolución alpina de la cadena, ya que estos accidentes preexistentes condicionaron notablemente la localización de la deformación, funcionando como fallas normales durante la distensión mesozoica y como direccionales o inversas en la compresión terciaria.

La cuenca del Ebro constituyó una zona relativamente elevada o sin subsidencia durante la sedimentación mesozoica, y durante la compresión alpina pasó a constituir una fosa de antepaís tanto respecto a la Cordillera Ibérica como respecto al Pirineo. En superficie, sus límites están marcados por ambas cadenas y los Catalánides y en subsuelo su extensión es mayor, ya que está recubierta parcialmente por las unidades alóctonas del Pirineo y su prolongación occidental, la Cordillera Cantábrica, y por parte de la Cordillera Ibérica. De estos orógenos, son los Pirineos los que han ejercido una mayor influencia en la génesis y evolución de la cuenca.

Los materiales sobre los que se disponen los sedimentos terciarios y que constituyen el sustrato de la Cuenca del Ebro son principalmente de edad triásica y jurásica, con retazos cretácicos aislados, excepto en la parte oriental, donde llega a aflorar extensamente el zócalo paleozoico. Los mapas de subsuelo permiten observar (RIBA, *et al.*, 1986) la inclinación generalizada de la superficie superior del sustrato hacia Los Pirineos, llegando a sumergirse bajo las unidades deslizadas que constituyen el frente surpirenaico. Esta superficie alcanza en la parte Norte de la Cuenca profundidades superiores a los 4.000 m bajo el nivel del mar (más de 5.000 en La Rioja Alavesa), mientras la parte meridional se mantiene siempre a menos de 1.000 m.

Esta disimetría de la cuenca se manifiesta también en la edad del relleno sedimentario. Los primeros sedimentos depositados sobre la superficie basal de la cuenca son de edad paleocena y eocena y de carácter marino sólo en la parte septentrional (en buena parte bajo los cabalgamientos pirenaicos) y oriental (sector catalán), siendo continentales y de edad progresivamente más moderna cuanto más próximos al margen ibérico se encuentran, de manera que en la parte meridional de la cuenca es el Mioceno quien constituye la base del Terciario.

El relleno sedimentario de la cuenca se organiza en secuencias deposicionales controladas por la evolución de las cordilleras circundantes (PUIGDEFABREGAS, *et al.*, 1986). En líneas generales la deformación es más joven, o ha perdurado durante más tiempo, en sentido E a O. Así, es en La Rioja donde se registra la actividad compresiva más moderna, hasta el Mioceno medio en las Sierras de Cameros y Demanda y hasta el Vindoboniense en la Sierra de Cantabria, mientras que en esta misma época los Catalánides se encuentran sometidos a un régimen distensivo dominante. La complejidad de esta evolución tectónica, con migración de la deformación en el espacio y en el tiempo, se refleja en las características de las secuencias deposicionales y la complejidad de sus límites respectivos.

El estudio de superficie de la Cuenca del Ebro muestra una estructura geológica muy sencilla, con capas subhorizontales o con buzamientos muy suaves en la mayor parte de la cuenca, excepción hecha de aquellas áreas próximas a las cadenas colindantes. Las deformaciones más abundantes en la cuenca están ligadas a fenómenos halocinéticos. Sin embargo, la cartografía de detalle pone de manifiesto la existencia de estructuras que, si bien no suelen ser deformaciones de gran intensidad, sí presentan cierta continuidad lateral que refleja la presencia de direcciones paralelas a las estructuras ibéricas a lo largo de prácticamente la totalidad de la cuenca, así como otras de orientación NNE a NE, más difíciles de detectar. Estas direcciones preferentes también se manifiestan en los lineamientos detectados con imágenes de satélite y parecen ser reflejo en superficie de estructuras mayores que en algunos casos llegan a afectar al sustrato, como ponen de relieve los hasta el momento no muy abundantes datos de subsuelo.

La hoja de Longares se encuentra ubicada en el límite entre la Cuenca del Ebro y la Cordillera Ibérica, con abundantes afloramientos de materiales mesozoicos fosilizados por depósitos terciarios en parte sinorogénicos. A pesar de la importancia del Pirineo en el control regional de la evolución de la Cuenca del Ebro, en esta zona no se registran apenas influencias pirenaicas, sino que dominan los rasgos relacionados con la Cordillera Ibérica debido a su evidente proximidad.

En este sector de la cuenca las principales deformaciones compresivas se registran durante el Paleógeno, prolongándose al Mioceno inferior en algunas áreas, siendo el Mioceno medio la etapa de tránsito a la distensión, que se continúa hasta la época actual (SIMÓN, 1982 y 1986).

2.2. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

El sector estudiado presenta una cobertera mesozoica y terciaria plegada según direcciones que varían de E-W a NW-SE. Esta se despega, por encima del Keuper, de un zócalo paleozoico compartimentado por grandes fallas tardihercínicas de dirección NNW-SSE, y plegado durante la etapa alpina, con dirección general NW-SE. Las principales estructuras de la Hoja son los anticlinales de Fuendetodos, Mezalocha, Longares y las estructuras cabalgantes de Muel-Jaulín que presentan longitud plurikilométrica y amplitud menor de 1.000 metros. En general, los buzamientos de los flancos de los pliegues son más bajos que en las estructuras situadas al sur (Hoja de Azuara), superando rara vez los 20-25°; sin embargo, las capas se encuentran hasta verticales o incluso invertidas en aquellos anticlinales asociados a cabalgamientos ciegos o propagación de fallas (CORTES, 1994; CORTES y CASAS, 1995a). En gran

parte del área estudiada la estructura no ha podido ser claramente definida, debido a la presencia de una extensa cubierta neógena y cuaternaria subhorizontal sobre los materiales mesozoicos plegados. Aparecen pliegues de dirección WNW-ESE (estructuras de Muel-Jaulín), E-W a NW-SE (anticlinal de Mezalocha) y otros de dirección NNW-SSE (Anticlinal de Longares), asociados en algunos casos a fallas o pliegues en el zócalo paleozoico (CORTES, 1994).

Los principales pliegues presentan diferentes geometrías: 1) pliegues asimétricos claramente vergentes al Norte, con este flanco vertical o invertido, como las estructuras de Muel-Jaulín, en cuyos frentes aparecen asociadas estructuras cabalgantes. 2) Pliegues simétricos con charnela amplia y suaves buzamientos en los flancos. Este es el caso del anticlinal de Mezalocha, que presenta pliegues menores y numerosas fallas normales y direccionales en la zona de charnela.

Los cabalgamientos mesozoicos del sector de Muel, Mozota y Jaulín constituyen dos alineaciones NO-SE subparalelas cuya disposición y características permiten dos interpretaciones diferentes de su estructura. Por un lado, CORTES (1994) propone que ambas alineaciones constituyen los flancos de un anticlinal desventrado, con la región del núcleo oculta por depósitos terciarios; los pliegues y fallas que se observan en los afloramientos mesozoicos serían deformaciones de flanco que complican la estructura. Por otro lado, en la presente cartografía se representan dos estructuras cabalgantes paralelas con vergencia septentrional. No se han encontrado criterios definitivos para inclinarse por una u otra interpretación, pero la abundancia de pliegues y estructuras compresivas en ambas alineaciones, así como el hecho de que la erosión no ha conseguido desventrar ninguno de los demás anticlinales mesozoicos del área induce a elegir la segunda posibilidad.

De acuerdo con las relaciones entre la sedimentación sin y post-tectónica y las principales estructuras localizadas en áreas próximas (Hojas de Azuara y Belchite, ITGE, 1989 a, b), la edad de la mayor parte de los pliegues y cabalgamientos está comprendida entre el Paleoceno y el Mioceno inferior (Pérez, 1989; CORTES, 1994). Las unidades más modernas (Aragoniense-Vallesiense) únicamente están afectadas por fallas normales sin relación aparente con la etapa compresiva (GUTIÉRREZ, *et al.*, 1986; CORTES, *et al.*, 1994). El tránsito de la compresión a la distensión en la Cordillera Ibérica y Cuenca del Ebro tendría lugar de manera progresiva durante el Mioceno medio (SIMÓN, 1982, 1986).

Los depósitos terciarios se presentan generalmente subhorizontales en la mayor parte de la hoja, si bien se reconocen numerosas deformaciones, en general mucho más tenues que las estructuras dibujadas por el Mesozoico. Las deformaciones más importantes se desarrollan sobre los terciarios más antiguos (Oligoceno superior) aflorantes en el sector de Villanueva de Huerva, que se presentan con buzamientos elevados y se encuentran afectados por estructuras compresivas con vergencia septentrional, estructuras que también parecen afectar parcialmente a depósitos del Aragoniense en este mismo sector meridional, así como en la zona septentrional, donde el Jurásico cabalga sobre capas aragonienses en algunos segmentos de las estructuras ONO-ESE de Muel-Jaulín. Estos fenómenos se interpretan como representantes de las etapas terminales de la compresión en este sector de la Cuenca, aunque seguramente en el sector de Villanueva las capas aragonienses no estén afectadas por estructuras compresivas, sino por reactivaciones de las mismas con componente normal.

Durante el Aragoniense se produce el tránsito gradual a un régimen distensivo muy activo en este sector, como prueba la enorme cantidad de estructuras extensionales (mayoritariamente fallas normales) que afectan por igual a toda la serie miocena, alcanzando incluso a los depósitos vallesienses que culminan en los extensos replanos carbonatados de la hoja.

Estas facturas se distribuyen fundamentalmente con orientación subparalela al borde ibérico en el tercio nor-oriental de la hoja. Esta orientación coincide aproximadamente con la dirección preferente de una densa red de lineamientos extendida por una gran parte del sector meridional de la Cuenca del Ebro, red que también se reconoce en la hoja y que viene marcada generalmente por valles rectilíneos, en ocasiones alineados a través de zonas de interfluvio. Esta red de fracturas constituye, seguramente, el reflejo superficial del movimiento de una o varias fallas de zócalo con componente normal. Según ARLEGUI, *et al.* (1994), estas fallas de zócalo habrían articulado los movimientos de reajuste isostático post-alpino.

Este haz de fracturas se encuentra interferido por un nuevo haz de orientación submeridiana al Norte de Fuendetodos que crea sobre el relieve jurásico un sistema de fosas donde se han preservado de la erosión materiales aragonienses e, incluso, vallesienses. La distribución de estas fracturas sugiere la presencia de un accidente N-S en profundidad, si bien de pequeño salto.

Otro accidente N-S, que seguramente involucra al zócalo, se manifiesta por el afloramiento jurásico situado al Este de Longares. Si se prolonga hacia el Sur la directriz de esta estructura, fuera de la hoja encontramos una fractura que afecta al zócalo y supone un salto importante en la vertical, con el labio oriental levantado (CORTES, 1994).

El anticlinal E-O de Mezalocha, constituido por materiales mesozoicos, presenta un borde septentrional con acentuado carácter rectilíneo, y con un evidente «arrastre» de las capas miocenas que lo fosilizan, lo cual sugiere que se trata de una falla normal. La serie miocena presenta, en relación con esta falla, varias intercalaciones de conglomerados de cantos jurásicos asociadas con discordancias locales que atestiguan la actividad de la falla en varias etapas a lo largo del Aragoniense superior y base del Vallesiense. Las propias capas vallesienses se hallan deformadas por el «arrastre» de la falla. En Fuendetodos se observa otra falla E-O que afecta también al Mioceno superior.

En el sector de Villanueva de Huerva se observan relaciones de discordancia de la Unidad Sierra de Pallaruelo-Monte de la Sora sobre el Cretácico y sobre la Unidad Torrente de Cinca-Alcolea de Cinca, faltando por erosión parte del Mioceno (unidades Galocha-Ontiñena y Remolinos-Lanaja), lo cual supone la existencia de una importante actividad tectónica durante el Mioceno inferior (previa al depósito de la Unidad Sierra de Pallaruelo-Monte de la Sora) en este sector, ya que las unidades inferiores presentan buzamientos elevados.

La actividad tectónica se extiende durante todo el Terciario, llegando a encontrarse deformaciones en depósitos del Aragoniense superior (pliegues y *slumps*) e incluso, del Vallesiense (fallas, fundamentalmente). Destacan las deformaciones de gran radio que se advierten en las capas aragonienses y vallesienses que recubren parcialmente las alineaciones mesozoicas de Muel-Jaulín y que denotan una leve reactivación reciente de tales estructuras, seguramente bajo un régimen extensional.

2.3. EVOLUCIÓN TECTÓNICA

En la hoja de Longares existen una serie de afloramientos de materiales del Jurásico marino que han permitido el estudio de mesoestructuras frágiles (fallas, picos estilolíticos, juntas de extensión, diaclasas) de gran utilidad en la determinación del estado o estados de esfuerzos responsables de la formación de las principales estructuras (CORTES, 1994; CORTES y CASAS, 1995b).

Entre los tensores de esfuerzos obtenidos, existe una clara tendencia NNE a NE en las direcciones de s_1 , cuando este eje se encuentra en posición horizontal (régimen de compresión o desgarre). También se puede observar la existencia de máximos compresivos de dirección E-W a WNW-ESE, confirmados por la aparición de picos estilolíticos de esta orientación en diferentes puntos. La mayor parte de los tensores de esfuerzo deducidos a partir del análisis de fallas corresponde a un régimen de desgarre, en ocasiones cercano a la compresión uniaxial, existiendo tensores en régimen de compresión triaxial (asociados a las estructuras cabalgantes de Jaulín y Mozota) y compresión uniaxial.

La interpretación de los resultados del análisis mesoestructural (CORTES, 1994), permite explicar la mayoría de las direcciones de los esfuerzos compresivos mediante un campo primario regional que presenta una dirección NNE-SSW para s_1 , en general, dentro de un régimen de compresión uniaxial o desgarre. En el estado de conocimientos de la tectogénesis alpina de la Cordillera Ibérica, los resultados obtenidos en recientes trabajos (CORTES, 1994; CORTES y CASAS, 1995 b) apoyan la existencia de una compresión principal en dirección N-S a NNE-SSW. Esta compresión explica prácticamente todas las macroestructuras compresivas de la zona de estudio, con dirección general E-W a NW-SE y los movimientos de las principales fallas de zócalo. Las direcciones de compresión NW-SE y NE-SW son minoritarias en relación a la anterior, al igual que ocurre en otros puntos de la Cordillera Ibérica, sobre todo en el borde Norte (GUIMERA, 1988; CASAS, 1990; MAESTRO, 1994). Estas dos compresiones pueden explicarse como desviaciones de la compresión principal NNE-SSW debida al funcionamiento de grandes fallas de zócalo de tipo transcurrente durante la formación de las mesoestructuras, o bien a la desviación del campo de esfuerzos regional para disponerse en dirección perpendicular o paralela a las grandes macroestructuras.

Asimismo, se han encontrado varios tensores de esfuerzos en régimen de distensión uniaxial y triaxial, con orientación del eje s_3 entre E-W y NE-SO. En el sector de Fuendetodos aparecen bien desarrolladas dos familias subperpendiculares de grietas de extensión, de las cuales se obtienen direcciones NNE y ESE horizontales para el eje s_3 . Las relaciones de corte entre las dos familias de juntas tensionales muestran que la extensión ESE es anterior a la NNE; sin embargo, no existen datos que permitan inferir el régimen tectónico en que se formaron (compresión uniaxial, desgarre o distensión).

En el cuadrante SE de la Hoja han sido medidos planos de fracturación situados sobre la charnela de una suave estructura anticlinal de dirección NW-SE, donde las fracturas (posiblemente diaclasas), con orientaciones predominantes N020°E y N130°E, presentan espaciados centimétricos. Patrones de fracturación similares han sido encontrados en Mezalocha y Fuendetodos con familias N010°E a N020°E y N090°E a N110°E. Las direcciones de fracturación coinciden aproximadamente con las obtenidas por nosotros y por ARLEGUI (1992) y ARLEGUI y SIMÓN (1993) en sectores próximos de la cuenca del Ebro, afectando a materiales terciarios. Para dichos autores, la familia N-S se desarrolla perpendicular al eje s_3 de un campo regional inicialmente compresivo con s_1 relativamente pequeño debido a la colisión de las pla-

cas Ibérica y Africana. La evolución de este campo a otro distensivo con s_2 en dirección N-S a través del intercambio de los ejes s_1 y s_2 en el plano vertical, es producto de la superposición de la compresión N-S y una extensión inducida por *rifting* en el margen mediterráneo. De este modo, la familia E-W se forma como consecuencia de intercambios de los ejes s_2 y s_3 del campo distensivo, de similar magnitud en los últimos estadios de la evolución, y a la presencia de la familia de diaclasas N-S, que perturbaría las direcciones de esfuerzos dando lugar a nuevas diaclasas perpendiculares a las primeras.

Los datos existentes en la hoja abundan en la idea, expuesta por SIMÓN (1982, 1986) de que el tránsito de la compresión a la distensión tendría lugar de manera progresiva durante el Ara-goniense.

2.4. NEOTECTÓNICA

Durante el Neógeno se produjo en la región una tectónica de tipo distensivo que se manifiesta por fallas normales de escala cartográfica y sistemas de diaclasas (bastante homogéneos en amplios sectores de la cuenca).

Estas estructuras afectan por igual a toda la serie miocena, incluyendo los depósitos de edad neotectónica (Vallesiense) que afloran en la hoja y, en áreas próximas, llegan a involucrar a materiales cuaternarios. Estas observaciones permiten afirmar que esta situación extensional se prolonga hasta etapas del Cuaternario reciente sin apenas variaciones. El campo de esfuerzos puede describirse como una distensión tendente a radial con valores muy próximos de s_2 y s_3 que provocan etapas de intercambio de ambos ejes, dando lugar a la aparición de sistemas de diaclasas subortogonales en gran parte de la Cuenca del Ebro y la Cordillera Ibérica (SIMÓN GÓMEZ, 1989).

Del análisis estructural de las diaclasas y poblaciones de microfallas existentes en la hoja se desprende que este campo de esfuerzos regional, distensivo con las direcciones de s_2 y s_3 en torno a N-S y E-O, se encuentra presente en la hoja a lo largo del Mioceno, pero con frecuentes perturbaciones locales, consistentes, en la mayor parte de los casos, en desviaciones de las trayectorias de los esfuerzos principales horizontales debidos a la proximidad de accidentes mayores preexistentes en el sustrato. Estos accidentes mayores se manifiestan en superficie como fracturas con entidad cartográfica, orientadas según dos familias principales: NO-SE y N-S.

ARLEGUI, *et al.* (1994), considerando que el movimiento de una falla normal en el zócalo rígido induciría la propagación de fracturas paralelas en la cobertera, de manera que conforme alcanzan niveles superiores de la misma afectarían a una banda cada vez más amplia en la horizontal, sugieren que la elevación isostática tardía del Pirineo induce movimientos verticales que se resuelven en fracturas de zócalo de orientación preferente NO-SE cuya manifestación en superficie son las fracturas paralelas detectadas en el sector meridional de la Cuenca del Ebro. En la hoja de Longares es evidente la actividad neotectónica de las estructuras NO-SE, con cierto acentuamiento de la deformación debido a procesos halocinéticos, dado el gran espesor de materiales yesíferos bajo los terrenos vallesienses. Lo mismo sucede con las fracturas N-S, que deben ser reflejo superficial de estructuras alpinas que afectan al zócalo. En la hoja se reconocen dos de estas estructuras mayores submeridianas con actividad neotectó-

nica, la situada al E de Longares, con afloramiento de materiales mesozoicos, y una banda de fracturación desarrollada desde Fuendetodos hasta La Plana.

Otro fenómeno notable desde el punto de vista de la Neotectónica es la deformación de la superficie superior de las calizas vallesienses, correlacionada por diversos autores con la superficie de erosión fundamental de la Cordillera Ibérica (GUTIÉRREZ, *et al.*, 1986). En la hoja, esta superficie, que presenta una inclinación generalizada de 1° hacia el NO, se encuentra dislocada en relación con un sistema de fosas desarrollado en la zona de Fuendetodos, está también afectada por la falla normal E-O que limita por el Norte la estructura mesozoica de Mezalocha, y presenta numerosas deformaciones locales en relación con asomos mesozoicos y con fallas normales.

3. GEOMORFOLOGÍA

3.1. DESCRIPCIÓN FISIAGRÁFICA

La Hoja de Longares (27-16, 411) se encuentra ubicada en el sur de la provincia de Zaragoza, en la zona centro-meridional de la gran unidad fisiográfica que constituye la Depresión Terciaria del Ebro, en su límite con los relieves mesozoicos de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica.

El clima de la zona es de tipo mediterráneo con una influencia continental muy marcada. La temperatura media anual está comprendida entre los 14 y 15 °C y las precipitaciones medias entre los 400 y 500 mm.

Estos valores otorgan una marcada semiaridez a la región, desarrollándose un paisaje vegetal de tipo subdesértico con escasa vegetación arbórea.

La orografía de la hoja es compleja, alternando las extensiones más o menos llanas con los relieves montañosos.

Las cotas principales se sitúan en el borde S. de la hoja con los vértices Corral Nuevo (802 m) y Colladillo (767 m).

La cota mínima situada en el valle del río Huerva en el límite N. de la hoja, es de 370 m, estando las alturas generales comprendidas entre las 500 y 600 m.

El curso fluvial principal es el río Huerva, el cual atraviesa la hoja en una dirección sensiblemente S-N.

El resto de la misma es drenada por una apretada red de barrancos y valles de fondo plano, de los cuales el más importante es el Barranco de las Vales, sobre el que se asienta la población de Jaulín.

Por último hay que reseñar que la densidad de población de la hoja es baja, existiendo diversos núcleos habitados entre los que el mayor es Muel (1330 habitantes según el censo de 1981). El resto de los municipios, entre los que destacan Longares, Villanueva de Huerva y

Fuendetodos, tiene poblaciones comprendidas entre los 900 y 100 habitantes. La economía de la región está basada en la agricultura, tanto de secano como de regadío, la ganadería principalmente ovina y algunas pequeñas industrias del sector servicios.

3.2. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO

3.2.1. Estudio morfoestructural

Dentro del análisis geomorfológico de una región uno de los factores principales a considerar en su estudio morfoestructural.

La morfoestructura viene condicionada por condicionantes intrínsecos al sustrato geológico, tales como son su composición litológica, y su disposición geométrica, controlada por la tectónica.

Ambos factores condicionan la actuación de los agentes erosivos externos, y por tanto, la evolución del modelado.

La hoja de Longares se caracteriza por presentar un modelado estructural dominante en las cotas culminantes de la misma, con desarrollo de grandes «superficies estructurales» (1, 2, y 3) tabulares limitadas por «escarpes» (4, 5 y 6) que localmente pueden presentarse en forma de «cresta» (7), «cerros cónicos» aislados a manera de antecerros.

La principal de ella es la Plana de Zaragoza, aunque otras no son menos significativas: Plana de Jaulín, Cerro de San Roque, etc.

En el dorso de diversas cuestas estructurales, básicamente las elaboradas sobre los materiales carbonatados mesozoicos, se encuentran morfologías de tipo «Chevron» (11). Son también frecuentes los resaltes producidos por «líneas de capa» (9 y 10) principalmente sobre materiales terciarios.

Se han señalado también algunas «fallas con expresión morfológica» (12).

El anticlinal de Las Pedreras en la esquina SE de la hoja, constituye un «relieve conforme» (13), mientras que en las cercanías de Muel, el cerro del Vértice Alto corresponde a un «sinclinal con relieve invertido» (14).

Hay que señalar la influencia de la tectónica en el trazado de algunos vales y barrancos, principalmente de direcciones ONO-ESE y NE-SO. La edad de los materiales afectados por factores de dichas direcciones llega a ser Vallesense, por lo que pueden considerarse las últimas etapas de fracturación como claramente neotectónicas.

3.2.2. Estudio del modelado

3.2.2.1. Laderas

Las laderas constituyen elementos principales en la evolución del paisaje, dada la función que tienen de proveedoras de agua y sedimentos a la red de drenaje.

En la hoja de Longares son frecuentes las vertientes de perfil cóncavo sometidas a un proceso de regularización. Enlazan sin solución de continuidad con sus niveles de base locales, generalmente fondos de vales. Suelen estar recubiertas por una cobertera detrítica de escaso espesor por lo general, la cual se ha cartografiado como «coluviión» (15) cuando su espesor y/o extensión superficial lo han permitido.

Otro tipo de laderas, particularmente frecuentes en el cuadrante NE de la hoja, son las laderas desnudas, desarrolladas a favor de las litologías margo-yesíferas.

3.2.2.2. *Formas fluviales*

Los depósitos fluviales de la hoja de Longares están ligados al valle del río Huerva, el cual posee un sistema de «terrazas» (17) bien desarrollados.

Los niveles más antiguos se presentan en pequeños retazos aislados a manera de cerros testigo, y se localizan en la margen izquierda del río, al N de la localidad de Muel. Los «escarpes» a que dan lugar estas terrazas son de génesis erosiva y de tipo colgado (25), al ser de mayor competencia litológica el material conglomerático constituyente de las terrazas que el Terciario sobre el que éstas se sitúan.

Los tres niveles inferiores de terrazas están presentes en ambas márgenes del Huerva y en toda su extensión dentro de la hoja, salvo en las zonas próximas a Mezalocha donde atraviesa afloramientos de calizas jurásicas, produciéndose un encajamiento del curso fluvial que impide el ensanchamiento del valle y la sedimentación del sistema de terrazas. Las dos inferiores presentan «escarpes encajados» (26).

Se han distinguido cartográficamente los siguientes niveles, con indicación de sus cotas relativas sobre el lecho actual del río Huerva:

Nivel	Cota
g	+1-3 m
f	+10-12 m
e	+17-22 m
d	+35-40 m
c	+50 m
b	+70-75 m

A estas terrazas habría que añadir como depósito fluvial el «fondo aluvial» (16 h) del Huerva, de escasa anchura a todo lo largo de la hoja de Longares.

Las últimas acumulaciones fluviales presentes son los «conos de deyección» (18, i), localizado preferentemente en la salida de ciertos barrancos sobre el nivel f de terraza. Estos depósitos pueden llegar a ser coalescentes, como ocurre al N de Mezalocha, en la margen derecha del río.

En el resto de la hoja son los procesos de erosión activa los dominantes. Así, la «incisión lineal» (19) es un proceso frecuente, que puede llegar a ser, en zonas relativamente pendientes y con litologías lábiles, tan intenso como para permitir el desarrollo de «cárcavas» (21) y «cabeceras de cárcavas» (22) funcionales en la actualidad.

Donde la incisión lineal afecta a los materiales carbonatados competentes del Jurásico, el encajamiento de la red fluvial secundaria desarrolla «gargantas» (20). muy estrechas y con relativamente escasa altura bajo los farallones que las limitan.

Por último hay que señalar la existencia frecuente de «pérdidas de drenaje» (23) en el punto donde los valles en «V» pasan a ser valles de fondo plano («vales»). La naturaleza litológica del relleno de sus fondos es fina, limos y arcillas mayoritariamente, con una permeabilidad relativamente elevada que favorece los fenómenos de infiltración. Eventualmente, estas aguas infiltradas pueden originar fenómenos de erosión subsuperficial o *piping* dando lugar a «surgecias» (24) que generalmente originan en su inicio barrancos estrechos y poco profundos de paredes verticales denominadas *tollos* en la región.

3.2.2.3. *Formas poligénicas*

Se incluyen en este epígrafe aquellos depósitos y morfologías en cuya génesis ha intervenido más de un sólo proceso generador.

Entre ellos cabe destacar, por su importancia en el modelado, el relleno de la «vales» (32) o valles de fondo plano tan frecuentes en la hoja. Presentan forma de artesa, generalmente con un cuello de enlace con las laderas, escarpadas que las limitan.

En la génesis de los depósitos que las rellenan tienen importancia tanto los procesos gravitacionales asociados a la dinámica de las laderas, como los de índole fluvial, que trabajan longitudinalmente a lo largo de las vales los materiales aportados por las laderas. También tiene, posiblemente, una gran importancia la aportación eólica de materiales limosos (GIMÉNEZ, et al., 1984). Por otra parte, al ser zonas particularmente aptas para el cultivo, están aterrizados, por lo que indudablemente el factor antrópico tiene gran importancia desde el punto de vista de la preservación de los depósitos, al controlar la dinámica de los procesos rexiásticos.

Procesos genéticos similares originan los «depósitos aluvial-coluvial» (31) cartografiados en la esquina NO de la hoja. Morfológicamente originan zonas llanas relativamente extensas y de planta irregular y posiblemente los procesos de génesis fluvial alcanzan predominio sobre los de génesis coluvial en su formación.

Se han cartografiado como «techos de piedemonte» (*rañas*) (29) los depósitos clásicos gruesos que ocupan parajes del Balcón de Pilatos y La Planilla de Longares, así como los pequeños relictos existentes en las cotas culminantes situadas al N de dicha localidad.

Estos materiales ocupan cotas relativas sobre el cauce del río Huerva de unos 140-150 m, y su distribución no presenta ningún tipo de conexión con la red fluvial actual, estando esta frecuentemente encajada en estos depósitos.

Su génesis (SORIANO y GUTIÉRREZ, 1983) parece deberse a grandes abanicos aluviales cuyo ápice se encontraba en las sierras paleozoicas pertenecientes a la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica próximas al borde S. de la hoja. Su etapa final de elaboración debió producirse bajo un clima de características áridas, dado el desarrollo de potentes costras carbonatadas que presentan.

A partir de este nivel se desarrolló un sistema de «glacis» de acumulación (30) encajados. Los cuatro niveles de glacis cartografiados (k, l, m y n) enlazan con sus correspondientes terrazas fluviales, y presentan asimismo frecuentes fenómenos de encostramientos carbonatados.

Su génesis está en relación con fenómenos de arroyada difusa y en manto que arrastran los materiales de las laderas, desarrollándose un proceso de peneplanización previo al depósito de los materiales detríticos evacuados.

En el Mapa Geomorfológico se ha señalado como «alteraciones (carbonataciones)» (28) aquellos lugares, situados preferentemente sobre glacis y también sobre niveles carbonatados terciarios, donde se ha producido un gran desarrollo de encostramientos carbonatados. Estos afectan en general a todos los depósitos más antiguos, como son las rañas, los tres niveles superiores de glacis y los cuatro niveles superiores de terrazas, de edad Pleistocena en sentido lato.

Los afloramientos jurásicos están sometidos a un arrasamiento generalizado algo retocado por la erosión posterior y que corresponde a una «superficie de erosión degradada» (27). Este aplanamiento corresponde a la superficie de erosión fundamental de la Cordillera Iberica, según GUTIÉRREZ, SIMÓN y SORIANO (1986) y enrasa con la superficie estructural de techo de las calizas que constituyen la Plana de Zaragoza.

Los mecanismos genéticos que intervienen en el desarrollo de las superficies de erosión son de tipo areolar según PELLICER y ECHEVARRÍA (1989).

El desarrollo de esta superficie de erosión fundamental alcanza un intervalo comprendido entre el Miceno superior, fin de la etapa de sedimentación en régimen endorreico de la Cuenca del Ebro hasta el Plioceno medio, con retoques erosivos posteriores de edad cuaternaria.

3.2.2.4. *Formas kársticas*

Ligadas a los términos carbonatados culminantes de la serie terciaria que constituyen las Planas de Zaragoza y Jaulín, se desarrollan una serie de morfologías de disolución que dan lugar a «dolinas con fondo plano» (33) alguna de ellas «capturada» por la red fluvial (34) y «campos de pequeñas dolinas» (35).

Estas dolinas son de pequeño tamaño y formas desde subcirculares a ovaladas, con diámetros que oscilan entre los 30-40 m de media y los 400 m de las mayores. Tienen una profundidad escasa, comprendida entre los 3 y 5 m. Las dolinas con morfología elongada presentan un gran paralelismo con las direcciones de fracturación dominantes en la zona, preferentemente la NO-SE.

En los afloramientos de calizas Jurásicas con frecuencia pueden apreciarse morfologías kársticas de tipo lapiaz a microescala.

3.3. FORMACIONES SUPERFICIALES

En los capítulos anteriores se ha realizado una descripción detallada de las características litológicas y genéticas de las formaciones superficiales, así como del contexto geomorfológico en que se localizan, con especial referencia a la morfogénesis.

Por ello, aquí haremos referencia al proceso más o menos general de regularización de vertientes que afecta a la superficie de la hoja. Este genera un tapiz de sedimentos irregularmente repartidos y de escaso espesor, de litología predominantemente arcillo-margosa, y que en ningún caso constituye un revestimiento notable. Donde su potencia y extensión superficial lo han hecho aconsejable, se han cartografiado como coluviones.

También aquí hay que mencionar la existencia, sobre la superficie estructural que constituye la Plana de Zaragoza, de un tapiz de cantos de naturaleza principalmente calcárea, provenientes de los materiales jurásicos, que por su escaso espesor no han sido reflejados en la cartografía.

3.4. EVOLUCIÓN DINÁMICA

Una vez terminadas las fases de sedimentación miocenas, las cuales transcurrieron bajo un régimen de tipo endorreico, el establecimiento de la red fluvial del río Ebro, como sistema de erosión y transporte exorreico hacia el Mediterráneo, constituye el punto de partida de la evolución geomorfológica de la región.

Este cambio de régimen provocó el inicio del vaciado erosivo de la Depresión, y debió producirse hacia el tránsito Mioceno-Plioceno (RIBA, *et al.*, 1983) o quizá algo antes, aunque la escasez de dataciones en las facies terminales miocenas, dificulta el establecimiento preciso de este momento. Este episodio debió estar acompañado de un levantamiento generalizado de la Cuenca del Ebro.

El comienzo de la exhumación de las series miocenas y oligocenas permite el desarrollo de procesos erosivos diferenciales que paulatinamente y hasta la actualidad van elaborando las distintas morfologías estructurales en forma de mesas o cuestas de bajo buzamiento, ligadas a los niveles litológicos de mayor resistencia a la erosión. Hay que considerar los fenómenos de arroyada como agentes principales de este modelado.

Asimismo, durante esta etapa se produce la formación de la superficie de erosión presente en la hoja de Longares, posteriormente retocada erosivamente y probablemente desnivelada por fenómenos de índole neotectónica.

Los depósitos más antiguos existentes son de edad Plioceno-Pleistoceno inferior, y corresponden a los materiales de tipo raña de génesis aluvial.

Con posterioridad a estos episodios, la evolución de la red fluvial regional va modelando el relieve en sucesivas etapas de encajamiento con el desarrollo de los distintos niveles de terrazas asociados al curso del río Huerva. De forma correlativa a la sedimentación de las mismas se generan sucesivos sistemas de glacis de acumulación, bien representados en toda la hoja de Longares.

La alternancia de etapas de acumulación y encajamiento fluvial que forma distintas secuencias de glacis y terrazas, demuestra la alternancia de momentos climáticos cálidos y fríos durante el Pleistoceno, correspondiendo las acumulaciones a climas fríos y húmedos y los encajamientos a climas cálidos y secos, similares al existente en la actualidad.

Durante el Holoceno se desarrollan las últimas acumulaciones, representadas por los depósitos de relleno de las vales, aluviales y terrazas bajas del Huerva, conos de deyección, coluviones y el más reciente depósito poligénico del tipo glacis de acumulación.

Todos estos depósitos son más o menos coetáneos y su desarrollo corresponde al Cuaternario reciente.

En la actualidad, algunas de estas acumulaciones recientes aparecen localmente disectadas por procesos de arroyada, como consecuencia de un cambio climático hacia la aridez, de menor entidad que los que se interpretan para los sistemas glacis-terrazas.

3.5. MORFOLOGÍA ACTUAL Y SUBACTUAL Y TENDENCIAS FUTURAS

La morfogénesis actual en el sector de la cuenca del Ebro ocupado por la hoja de Longares está dominada, como ya se ha dicho, por la tendencia a la semiaridez del clima de la región.

Por tanto, los procesos generadores de morfología, más funcionales en la actualidad, son de carácter fluvial, tanto de tipo acumulativo (aluvionamientos del río Huerva, y conos de deyección en las salidas de los barrancos) como erosivo (incisión lineal, arroyada en regueros y acar-cavamientos).

Los procesos de *piping* son también muy funcionales. Generalmente se producen en los fondos de las vales, significando un proceso de relleno no activo, o bien un estado de equilibrio acumulación-erosión bastante inestable en el que pequeñas variaciones del entorno pueden modificar la dinámica de las vales.

Cara al futuro, debe considerarse la acción antrópica como el factor principal de cambios potenciales en las condiciones morfodinámicas actuales. Las actuaciones humanas, sobre todo respecto al uso de recursos naturales como agua, suelo y vegetación, pueden modificar de forma rápida el delicado equilibrio entre los procesos de erosión y sedimentación.

4. NEOTECTÓNICA

La hoja de Longares se sitúa en el sector centro-meridional de la Cuenca del Ebro, en el límite de la Cordillera Ibérica.

La Cordillera Ibérica, como se ha indicado en el capítulo de tectónica, es una cadena intracratónica de dirección O-SE.

Aunque en la hoja no afloran sedimentos anteriores al Jurásico, daremos una somera explicación de las condiciones de sedimentación durante el Triásico, por la influencia que tuvo en el desarrollo posterior de la cuenca durante el resto del Mesozoico. Así, este periodo comienza con la sedimentación de las facies Buntsandstein, depositada a una cuenca distensiva refinada a partir de un proceso de *rifting*, controlado por una tectónica de bloques, durante el cual se producirían potentes series detríticas que rellenarían los surcos recién formados. La disminución progresiva de la actividad tectónica y la subsidencia diferencial, provocaría la colmatación de la cuenca y la implantación en la misma de episodios marinos generalizados, durante la sedimentación de la Fm. Muschelkalk. En ella pueden reconocerse tres ciclos, el primero de carácter transgresivo-regresivo, el segundo regresivo-transgresivo, y el superior de carácter regresivo, y que se caracteriza por la sedimentación de los depósitos lutítico-evaporíticos de la base del Keuper y en la que en etapas posteriores se operarían cambios en los mecanismos de subsidencia por *rifting* a otro de subsidencia térmica, y en la que la actividad ígnea, representada por las ofitas, reflejaría la existencia de una corteza continental adelgazada y fracturada, como consecuencia del estado avanzado del proceso de *rifting*.

Posteriormente, durante el límite Triásico-Jurásico se instala una extensa plataforma carbonatada que cubre toda la región. Fenómeno que va unido a una subsidencia generalizada, aunque con breves periodos de tectónica sinsedimentaria con la ruptura de la rampa triásica y la formación de una serie de subcuencas de semigraben (originadas por fallas lítricas normales) que provocan localmente discordancias angulares y/o erosivas (SAN ROMAN, J. y AURELL, M. 1992). Así se origina una potente serie de brechas sedimentarias, reconocibles en todo el sector de la Ibérica (Fm. Carniolas de Cortes de Tajuña) y atribuidas tradicionalmente a brechas de colapso, generadas por la disolución diagenética de los niveles evaporíticos intercalados entre las dolomías, y depositadas en ambientes supramareales.

Durante el Lias-Sinemuriense y Pliensbachiense la plataforma carbonatada se estabilizó depositándose sedimentos correspondientes a una llanura de mareas, con episodios inter- y submareales con el depósito de calizas laminadas, oolíticas y bioclásticas (Fm. Cuevas Labradas) hasta depósitos de rampa externa con ammonites y braquiopodos. Posteriormente se produciría un basculamiento de la plataforma que marcaría una discontinuidad de carácter general en toda la Cordillera, instalándose en la zona un ambiente de *lagoon*, donde se deposita la Fm. Margas grises de Cerro del Pez, iniciándose un nuevo ciclo sedimentario transgresivo con la sedimentación de calizas bioclásticas (Fm. Calizas bioclásticas de Barahona) en condiciones submareales, margas y calizas con fauna pelágica que reflejan ambientes de plataforma externa (Fm. Margas de Turmiel), para finalizar el ciclo con el Mb Casinos (parte inferior de la Fm. Carbonatada de Chelva), cuyos materiales se hacen progresivamente más restringidos, quedando marcada en su techo una discontinuidad, por un nivel de oolitos ferruginosos, perforaciones y removilizaciones.

Se inicia un nuevo ciclo sedimentario (el del Jurásico medio), durante el cual la plataforma jurásica sufre una nueva reestructuración interrumpida únicamente por breves episodios de inestabilidad que quedan reflejados en los sedimentos por superficie de removilización. Es, durante esta etapa, cuando suelen diferenciarse unos cinturones de facies bien definidos. Así,

pueden distinguirse facies de plataforma somera de alta energía (representadas por *grainstones* oolíticos), facies de rampa externa de baja energía (representadas por facies micríticas) este es el caso de los materiales que afloran en la hoja de Longares en las que, a veces, se desarrollan montículos arrecifales. Al finalizar, el Dogger se cierra el ciclo sedimentario del Jurásico medio con nivel de oolitos ferruginosos de Arroyo Frío, que marca una nueva discontinuidad en la columna estratigráfica.

La sedimentación se reanuda en el Oxfordiense con el desarrollo de calizas con esponjas (Fm. Calizas con esponjas de Yátova), aunque localmente, en áreas próximas al Macizo del Ebro, está presente otro tipo de litofacies detrítica procedente del desmantelamiento de las zonas emergidas. Los dos tipos de facies están representadas en la hoja de Longares, predominando la segunda en el sector de Jaulín (noreste de la hoja). Estos materiales pasan, tanto lateralmente como en la vertical, a la Fm. Ritmita calcarea de Loriguilla, que representan una sedimentación tranquila en medios submareales. A continuación se instala una plataforma somera (Fm. Calizas con oncolitos de Higuieruelas) mediante una discontinuidad de carácter regional y que en la hoja de Longares, quede remarcada a techo de la Fm. Ritmita calcarea de Loriguilla con la inclusión de bloques y cantos procedentes de la plataforma. En esta plataforma creada se originan una serie de subambientes, de los que, en este sector, predominan los de isla barrera-*lagoon*. Tras un breve episodio transgresivo se sucede una colmatación generalizada de la cuenca que marca el inicio de una fase regresiva. Los depósitos detríticos de la F. Purbeck, en el límite Jurásico-Cretácico reflejan una renovada actividad tectónica.

Al comienzo del Cretácico los movimientos neokiméricos estructuran la cuenca en una serie de surcos y umbrales (nueva fase de rifting), por la que se produce una descarga de terrígenos de origen continental, que está representada en este sector de la Cordillera Ibérica por la sedimentación del tramo inferior de la F. Weald. Posteriormente se inicia una etapa transgresiva que queda remarcada con la sedimentación carbonatada del tramo superior de la F. Weald.

El siguiente proceso viene marcado por los movimientos austríacos que crean nuevos dispositivos de *horst* y *graben*, controlados por fallas de zócalo. En la hoja de Longares no queda registro sedimentario del Cretácico superior, aunque en otros sectores próximos de la cordillera Ibérica se llegan a diferenciar tres secuencias deposicionales, la primera durante el Cenomaniense, la segunda durante el Turoniense, y la tercera durante gran parte del Senoniense, para finalizar con una etapa regresiva, que viene remarcada por la sedimentación de tipo continental, lacustre.

En el Terciario se inicia una nueva configuración de la cuenca pasando esta de ser un surco sedimentario complejo, subsidente en un régimen extensional, a configurarse como un área emergida sometida a compresión, mediante pliegues y cabalgamientos. Las sucesivas fases tectónicas de distinta intensidad de la compresión alpina, va a provocar una sedimentación de tipo continental entre el Paleoceno y el Mioceno, en cubetas individualizadas, que quedan cubiertas de este tipo de depósitos.

El relleno de la cuenca se organizará en secuencias deposicionales, a partir de entonces controladas por la evolución de las cordilleras que las circundan. En líneas generales, en la Cuenca del Ebro, la deformación es más joven progresivamente en sentido E-O.

En esta nueva disposición se desarrollarían extensos sistemas de abanicos aluviales y redes fluviales, distributivas desde los márgenes de la cuenca hacia los sectores más interiores. Relacionados con las partes distales y marginales de los mismos, se formaron importantes depósitos lacustres y evaporíticos, bajo condiciones climáticas que favorecieron el endorreísmo de la cuenca. Por otra parte, durante todo el Oligoceno y Mioceno se produce la migración de los depocentros lacustres hacia el O desde el sector catalán de la Depresión, hasta situarse en el área de Los Monegros, relacionada con el desplazamiento, en el mismo sentido de la deformación tectónica en el borde pirenaico.

Los sedimentos más antiguos del Terciario aflorantes en la hoja de Longares pertenecen al Oligoceno superior-Mioceno inferior (Chattiense-Ageniense) corresponden a la unidad genético-sedimentaria de Torrente de Cinca-Alcolea de Cinca discordantes sobre los paleorelieves jurásicos. Está formada por conglomerados calcáreos en la base y calizas y margas a techos. Los primeros representan las facies proximales de abanicos aluviales, cuyos ápices se situarían en la Cordillera Iberica, y los segundos originados en ambientes lacustres.

Con posterioridad a la sedimentación de estos depósitos vendría un episodio de actividad tectónica que explica el hiato, en esta zona de las unidades genético sedimentarias que se encuentran en hojas próximas a la de Longares (U. de Galocha-Ontiñena y e Bujaraloz-Sariñena).

A partir del Aragoniense inferior comienza una etapa de incierta estabilidad tectónica, durante la cual se desarrollaría un nuevo ciclo sedimentario (U. Remolinos-Lanaja) y en el que todavía la distribución de altos y surcos originados por los relieves jurásicos, ejercerían una notable influencia en este sector de la hoja de Longares, sobre la distribución de facies. En la zona suroeste, esta representada por conglomerados, de cantos mayoritariamente silíceos, procedentes de la erosión de los relieves paleozoicos próximos de la Cordillera Ibérica, que evolucionan hacia el sector septentrional a facies de llanura fangosa distal alternando con episodios lacustres evaporíticos.

Es a partir de este momento (Aragoniense inferior) cuando la sedimentación en este sector de la cuenca, se estabiliza, dando lugar al depósito de facies conglomeráticas, representativas de zonas apicales de abanicos aluviales, en la zona meridional y facies lacustres carbonatadas y/o evaporíticas en la septentrional, donde se situarían los depocentros de los distintos ciclos representados. Esta disposición se repetiría, provocados por episodios tectónicos, hasta tres veces constituyendo ciclos de carácter positivo (detríticos en la base y facies lacustres a techo), en el Aragoniense inferior-medio (U. Sierra de Pallaruelo-Monte de la Sora), en el Aragoniense medio-superior (U. Sierra de Lanaja-Montes de Castejón) y durante el Vallesiense (U. San Caprasio).

En el tránsito Mioceno-Plioceno, se produce un fuerte cambio en las condiciones de sedimentación de la cuenca tras la apertura por parte del río Ebro, de una salida a través de la Cordillera Costero Catalana, se modifica el régimen endorreico, dominante hasta entonces, siendo posible el desagüe exorreico de la misma hacia el Mediterraneo.

Desde este momento y durante todo el Cuaternario, se produce una alternancia de etapas denudativas y acumulativas en la región, relacionadas con cambios climáticos, y con claro predominio global, de las primeras.

El intenso proceso de vaciado erosivo configura la morfología actual del área, mediante un modelado de erosión diferencial. Las etapas acumulativas permiten la formación de sucesivos niveles de glaciares y terrazas, asociados a los cauces fluviales principales.

Regionalmente hay constancia de una moderada actividad neotectónica en la cuenca, relacionada principalmente con el régimen distensivo y con los procesos asociados a la peculiar mecánica de los materiales evaporíticos presentes en diversos sectores de la cuenca.

5. GEOLOGÍA ECONÓMICA

5.1. RECURSOS MINERALES

5.1.1. Minerales metálicos y no metálicos

5.1.1.1. Aspectos generales e historia minera

No hay constancia de la existencia de indicios o explotaciones antiguas o actuales, de minerales metálicos dentro de la hoja.

Como minerales no metálicos o industriales podrían considerarse algunas calizas, utilizadas para la fabricación de cemento y cal, o arcillas usadas como correctores de módulos en cementos. Sin embargo, parece más indicado incluir estas sustancias en el apartado de rocas industriales.

5.1.2. Minerales energéticos

5.1.2.1. Aspectos generales e historia minera

No se conoce la existencia, ni actual ni pasada, de explotaciones o indicios destacables de este tipo de sustancias en el ámbito de la hoja.

5.1.3. Rocas industriales

5.1.3.1. Aspectos generales e historia minera

La hoja presenta un número de explotaciones de rocas industriales de cierta significancia, especialmente si se le compara con la escasa densidad de población y bajo desarrollo industrial de la zona.

En total se han inventariado 38 explotaciones, entre activas y abandonadas, que afectan a las siguientes sustancias:

- Arcillas 14 explotaciones
- Calizas 21 explotaciones
- Grava y arena 2 explotaciones
- Alabastro 1 explotación

Las arcillas han sido especialmente explotadas en la zona comprendida entre Muel, Jaulín y Botorríta. Se han utilizado tradicionalmente para: a) cerámica estructural, con un amplio mercado en Zaragoza. b) correctores sílico-aluminoso-férricos para las fábricas de cementos de Muel y Morata de Jalón. c) cerámica artesanal de Muel. Actualmente, de las 14 explotaciones de arcilla inventariadas tan solo 3 de ellas (nos. 4, 17 y 27) tienen actividad extractiva de consideración. Aunque se mantienen todavía pequeñas extracciones de arcillas, muy seleccionadas, realizadas por los alfareros de Muel en diversos puntos o antiguas canteras de la zona, siendo tradicionales las afectadas en la nº 5 denominada «El Balson».

Las calizas constituyen otro de los materiales más explotados. Sus usos más tradicionales han sido: cementos, áridos de machaqueo y rocas de construcción u ornamentales.

Se han inventariado 21 explotaciones, de las cuales solo 4, las nºs 15, 29, 34 y 36 están activas actualmente.

De gravas y arenas solo se han reseñado dos explotaciones, realizándose esporádicas extracciones en una de ellas (nº 31) para áridos naturales.

Por último, hay un punto donde se explotaron bolos de alabastros con fines ornamentales, pero hace ya mucho tiempo.

5.1.3.2. *Descripción de los materiales*

Las explotaciones de arcilla se sitúan sobre la Formación Longares y la Formación Zaragoza, ambas del Mioceno medio. Las primeras son de color marrón rojizo y están recubiertas de margas, calizas y yesos. En las segundas predominan los tonos rojizos y van acompañadas de yeso y margas. Los niveles explotados oscilan habitualmente entre 20 y 30 m de potencia y se presentan subhorizontales.

Son arcillas fundamentalmente illíticas, altas en hierro y potasio, moderados contenidos de alúmina y bajos en sílice, y con un cierto contenido carbonatado. Esto, junto con una plasticidad adecuada, le infiere un buen carácter para cerámicas estructural y artesanal, donde la temperaturas necesarias de cocción son bajas. Su mayor inconveniente proviene de la posible presencia de yeso, que cuando no se evita produce «efluorescencia» en las piezas.

Por su composición química, estas arcillas son igualmente válidas para la adecuación de los módulos fundentes y silíceos de los cementos.

De las tres explotaciones de arcilla en activo actualmente, la nº 4 se utiliza para cerámica estructural, y las nºs 17 y 27 para la formulación de cementos.

Las calizas explotadas en la hoja pertenecen al Lías, Malm, y Mioceno superior. Las calizas del Malm son las que han soportado mayor número de explotaciones, 15 en total. Son calizas grises o beige de tonos claros, en general tienen altos contenidos en carbonato cálcico y bajos en magnesio, lo que permite su utilización en cemento (explotación nº 29). Son también calizas compactas y bien estratificadas, con buenas aptitudes como roca de construcción y para la obtención de áridos por machaqueo, que es para lo que más se han utilizado. Existe una

variedad de color más rojizo en la Puebla de Albortón que está siendo explotada (estación nº 34) como roca ornamental y de construcción. Puntualmente, debido a su pureza, se utilizaron hace tiempo calizas del Malm, extraídas de la cantera nº 7, en industrias varias, posiblemente en azucareras y alcoholeras y fabricación de piensos compuestos.

En el Lías hay tres explotaciones, hoy abandonadas. Son calizas de tonos claros, bien estratificadas y compactas, que se utilizan para áridos de machaqueo.

Las calizas del Mioceno superior se han explotado en tres puntos. Son calizas muy fosilíferas y, a veces, arenosas o con intercalaciones arenosas. En Fuendetodos (Explotación nº 36) se explotan actualmente, de forma intermitente, como roca de sillería para la restauración de monumentos en Zaragoza. En esta misma zona también se utilizaron hace tiempo para fabricación de cal.

Las gravas y arenas extraídas en dos puntos de la hoja, corresponden a terrazas del río Huerva. Son materiales, por tanto, con bastante matriz y sin clasificar que solo pueden ser utilizados como áridos naturales o materiales de préstamo.

5.2. HIDROGEOLOGÍA

5.2.1. Climatología-Hidrología

El Instituto Nacional de Meteorología dispone de siete estaciones en la Hoja, todas ellas de tipo pluviométrico:

Código estación	Denominación
9424E	Tosos (Lobera)
9426	Longares
9426A	Longares (2)
9442E	Villanueva de Huerva
9443	Mezalocha (Embalse)
9505	Puebla de Albortón (apeadero)
9506	Puebla de Albortón

La mayoría de estas estaciones llevan controlándose durante un período prolongado, en general más de 30 años, de manera casi continua. Según datos elaborados por la C.H. del Ebro, las precipitaciones medias para el período 1940-1984 en las estaciones más representativas, son las siguientes:

Estación 9426. Precipitaciones medias mensuales

MES	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Total
MEDIA	32,5	30,4	28,8	20,3	22,3	28,6	37,2	52,1	37,4	21,1	18,9	28,7	358,1

Minerales energéticos y rocas industriales

Número	Coordenadas UTM		Sustancia	Término municipal y provincias	
1	660.600	4595.200	Arena y grava	La Muela (Zaragoza)	
2 (153)	664.500	4594.650	Arcilla	Botorrita (Zaragoza)	
3 (156)	664.675	4594.50	Arcilla	Botorrita (Zaragoza)	
4 (155)	664.900	4594.250	Arcilla	Botorrita (Zaragoza)	
5 (119)	657.950	4593.400	Arcilla	Muel (Zaragoza)	
6 (118)	659.900	4593.100	Caliza	Muel (Zaragoza)	
7 (117)	662.600	4593.650	Caliza	Mozota (Zaragoza)	
8 (154)	665.350	4593.800	Arcilla	Botorrita (Zaragoza)	
9 (128)	666.600	4593.650	Arcilla	María de Huerva (Zaragoza)	
10	666.700	4593.300	Arcilla	María de Huerva (Zaragoza)	
11 (126)	660.325	4592.550	Caliza	Muel (Zaragoza)	
12 (127)	660.875	4592.650	Caliza	Muel (Zaragoza)	
13 (129)	666.900	4592.650	Arcilla	María de Huerva (Zaragoza)	
14 (130)	667.100	4592.450	Arcilla	María de Huerva (Zaragoza)	
15 (132)	668.100	4592.375	Caliza	María de Huerva (Zaragoza)	
16 (125)	660.400	4591.400	Arcilla	Muel (Zaragoza)	
17 (124)	660.400	4591.175	Arcilla	Muel (Zaragoza)	
18 (131)	667.350	4591.975	Arcilla	Jaulín (Zaragoza)	
19 (133)	667.600	4591.950	Caliza	Jaulín (Zaragoza)	

	Observaciones
	Explotación abandonada de áridos naturales de terraza del río Huerva.
	Explotación abandonada «Valdeladueña», son arcillas de posible uso en cerámicas estructural, de revestimiento y artesanal.
	Explotación abandonada «El Turco», son arcillas de posible uso en cerámicas estructural, de revestimientos y artesanal.
	Explotación en activo «Las Subidas». Produce 100.000 t/año de arcilla para cerámica estructural en Muel y otros.
	Explotación abandonada «Balson». Son arcillas rojizas de posible uso en cerámicas estructural, de revestimientos y especialmente, artesanal.
	Cantera abandonada de calizas beige claras de posible uso como árido de machaqueo.
	Cantera abandonada «Mozota» de caliza gris clara que en parte debió utilizarse para fabricación de piensos o en industrias azucareras y alcoholeras.
	Explotación abandonada «Sta. Barbara». Son arcillas marrón rojizas de posibles usos en cerámica estructural y de revestimientos, alfarería y cementos.
	Explotación abandonada de arcillas rojas de posible uso en cerámica estructural y de revestimiento.
	Explotación abandonada de Cerámicas Álvarez. Son arcillas de posible uso en cerámica estructural y de revestimiento.
	Cantera abandonada «El Collado II» de caliza gris para áridos de machaqueo.
	Cantera abandonada «El Collado» de caliza gris para áridos de machaqueo.
	Explotación abandonada de arcillas rojas de posible uso en cerámica estructural y de revestimiento.
	Explotación abandonada «Peña Caida» de arcillas marrón-rojizas de posible uso en cerámicas estructural, de revestimiento y artesanal.
	Cantera en activo «El Vellotar» de caliza blanca, con producción de 200.000 t/año para áridos de machaqueo. Tiene planta de tratamiento a pie de cantera.
	Explotación abandonada de arcillas rojas de posibles usos en cerámica estructural y cementos.
	Explotación en activo «Royal» de arcillas con una producción anual de 25.000 t. Se utilizan como correctores sílico-aluminoso-férricos en la fábrica de Cementos de Morata de Jalón, S. A., de Muel.
	Explotación abandonada de arcillas marrones de posible uso en cerámica estructural y de revestimiento y alfarería.
	Cantera abandonada de caliza beige de posible uso en áridos de machaqueo.

Minerales energéticos y rocas industriales (continuación)

Número	Coordenadas UTM		Sustancia	Término municipal y provincias	
20 (234)	668.500	4589.500	Caliza	Jaulín (Zaragoza)	
21	677.300	4590.000	Alabastro	Valmadrid (Zaragoza)	
22 (105)	655.600	4588.550	Caliza	Muel (Zaragoza)	
24	654.650	4587.700	Caliza	Longares (Zaragoza)	
25 (104)	654.850	4587.500	Caliza	Longares (Zaragoza)	
26 (122)	658.850	4587.450	Arcilla	Mezalocha (Zaragoza)	
27	659.000	4587.300	Arcilla	Mezalocha (Zaragoza)	
28 (120)	660.050	4587.650	Caliza	Mezalocha (Zaragoza)	
29 (121)	660.000	4587.500	Caliza	Mezalocha (Zaragoza)	
30	660.950	4587.700	Caliza	Mezalocha (Zaragoza)	
31	669.450	4587.500	Grava y arena	Jaulín (Zaragoza)	
32 (123)	660.500	4586.200	Caliza	Mezalocha (Zaragoza)	
33 (110)	676.300	4584.200	Caliza	Fuendetodos (Zaragoza)	
34 (109)	678.200	4581.875	Caliza	Puebla de Alborton (Zaragoza)	
35 (107)	670-.650	4579.525	Caliza	Fuendetodos (Zaragoza)	
36	670.200	4570.00	Caliza	Fuendetodos (Zaragoza)	
37 (106)	658.500	4578.500	Caliza	Cariñena (Zaragoza)	
38	670.700	4578.550	Caliza	Fuendetodos (Zaragoza)	

	Observaciones
	Cantera abandonada de caliza blanquecina de posible uso para áridos de machaqueo.
	Explotación abandonada de alabastro blanco de posible uso ornamental.
	Cantera abandonada de calizas blanquecinas que se empleó para balasto de ferrocarril.
	Cantera de caliza abandonada de posible uso como árido de machaqueo.
	Cantera abandonada de caliza beige de posible uso como árido de machaqueo
	Explotación abandonada «Carolina», de arcillas limosas que se utilizó como corrector sílico-aluminoso-férrico, en Cementos de Morata de Jalon, S. A., de Muel.
	Explotación en activo de arcillas limosas empleadas como correctores sílico-aluminoso-férricos en la fábrica de cementos Portland Zaragoza, S. A. Producción anual 40.000 t.
	Cantera abandonada «Los Martínez», de caliza gris clara de posibles usos como roca de construcción, árido de machaqueo y cementos.
	Cantera en activo «Lolita» de caliza gris clara con una producción anual de 250.000 t. Se utiliza para la fábrica de Cementos de Morata de Jalon en Muel.
	Cantera abandonada de caliza gris clara de posible uso como árido de machaqueo.
	Explotación con actividad intermitente de gravas en una terraza del río Huerva que se utiliza como árido natural.
	Cantera abandonada de caliza gris clara, de posibles usos en áridos de machaqueo, cementos y como roca de construcción.
	Cantera abandonada «La Princesa» de caliza beige clara y fosilíferas, con posibilidades de uso como roca de construcción y áridos de machaqueo.
	Cantera activa de nombre «Capilla». Se explotan calizas gris claras y rosáceas para roca ornamental y de construcción por la empresa Mármoles Rubio, S. L. La producción anual es de unos 1.000 m ³ .
	Cantera abandonada de calizas gris clara de posibles usos como roca de construcción y como árido de machaqueo.
	Cantera con actividad intermitente de nombre «Fuendetodos». Son calizas arenosas que explota la empresa OCISA para roca de construcción. En esta zona existen otros numerosos frentes abandonadas en un radio de 300 m.
	Cantera abandonada de caliza fosilífera que se utilizó para la fabricación de cal y posiblemente también como árido de machaqueo.
	Cantera abandonada de caliza lumaguélica que se ha utilizado como roca de construcción.

Estación 9443. Precipitaciones medias mensuales

MES	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Total
MEDIA	36,9	29,1	25,1	22,0	20,1	26,8	33,5	48,9	44,4	21,6	22,1	27,1	357,6

La distribución de las precipitaciones a lo largo del año es bastante uniforme, con un máximo poco marcado a final de la primavera. Los valores totales anuales en torno a 350 mm son característicos de la árida zona central de la cuenca del Ebro.

A pesar de que no existen estaciones de control térmico, se ha establecido a nivel provincial (MAPA, 1987) la correlación entre la temperatura media y altitud de todas las estaciones termopluviométricas y completas, y se ha utilizado la ecuación de la recta de regresión para extrapolar sus datos a las de tipo pluviométrico.

Estación 9426. Temperaturas medias mensuales

MES	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Media
MEDIA	14,5	9,2	5,8	5,1	6,6	9,8	12,4	16,2	20,2	23,1	22,7	19,8	13,8

Estación 9443. Temperaturas medias mensuales

MES	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Media
MEDIA	14,3	9,0	5,7	5,0	6,4	9,6	12,1	15,9	20,0	22,9	22,4	19,5	13,6

La temperatura media anual es cercana a 14 °C, presentando valores máximos en julio (aprox. 23 °C) y mínimos en enero (5 °C). La oscilación térmica anual es elevada, del orden de 17 °C. En invierno es frecuente que se produzcan fenómenos de inversión térmica dando lugar a nieblas persistentes.

La evapotranspiración potencial calculada según el método de Thornthwaite es del orden de 850 mm/año lo que conlleva unos fuertes déficits, especialmente en el periodo más cálido.

La clasificación agroclimática de Papadakis considera como características fundamentales del clima el régimen térmico y el régimen de humedad, traduciéndolos al tipo de cultivo que puede vegetar en estas condiciones. Según esto, la Hoja de Longares pertenece a una zona agroclimática Av,O;Me (invierno avena cálido, verano arroz y régimen de humedad mediterráneo seco).

La red hidrográfica principal está formada por el río Huerva, afluente por la margen derecha del río Ebro, y se adapta a las direcciones de fracturación S-N. Este río pierde buena parte de su caudal entre Villanueva y Mezalocha, al atravesar los afloramientos del acuífero carbonatado jurásico. El resto de cursos de agua superficial no son de carácter permanente y también presentan una distribución acorde a las directrices estructurales (ONO-ESE y NE-SO).

En el cauce del río Huerva se sitúa el embalse de Mezalocha, con una capacidad de 4 hm³, destinado a regadío. La Confederación Hidrográfica del Ebro dispone aquí de una estación de aforo (número 813) y de las estaciones 408 y 409 que controlan respectivamente la derivación derecha e izquierda del canal de Mezalocha.

5.2.2. Inventario y usos del agua

El inventario total existente en la Hoja consta de 69 puntos, cuya distribución por octantes figura en la siguiente tabla.

Octante	N.º de puntos			Total
	Manantiales	Pozos	Sondeos	
1			4	4
2	5		15	20
3	1	4	2	7
4	1	1	3	5
5	2		3	5
6	8	2		10
7	4	3	2	9
8		3	6	9
Total	21	13	35	69

Los sondeos, con profundidades entre 50 y 100 m, son las obras de captación de agua más extendidas. Los únicos sondeos con una productividad importante (15-30 l/s) se sitúan en el entorno de Muel, y explotan los niveles jurásicos calcáreos de la unidad acuífera de Muel-Belchite. El resto de sondeos han resultado en su mayoría negativos, con el factor añadido de que a los problemas de cantidad del recurso se suman los de calidad, ya que estas aguas suelen estar fuertemente mineralizadas.

Los pozos excavados afectan a los depósitos más superficiales (aluviales, fondos de valle, glaciares, etc.), y en su mayor parte no están instalados, reduciéndose su explotación a abastecimiento de ganadería y pequeños regadíos.

Entre los manantiales cabe destacar el 271620004, fuente de la Virgen, que sirve de abastecimiento de la población de Muel. Esta surgencia tiene un caudal elevado (150-250 l/s) y constante. Junto al manantial de Mediana en la vecina Hoja de Pina de Ebro constituyen el drenaje de la unidad acuífera de Muel-Belchite.

Al sur de Villanueva de Huerva se sitúa el manantial 271660001 considerado como minero medicinal; también el punto 271660002 muy cercano a este puede considerarse como de cierta singularidad (es conocido como Baño Caliente).

El resto de surgencias en la Hoja son de escasa importancia: sus caudales son inferiores a 1 l/s, y se asocian a los niveles detríticos de la parte suroccidental y a descargas locales de los niveles calcáreos más permeables.

5.2.3. Caracterización hidrogeológica

En la Hoja de Longares se pueden distinguir según su comportamiento hidrogeológico 3 grupos:

5.2.3.1. Acuífero carbonatado de Muel-Belchite

Esta unidad hidrogeológica (nº 38 según la codificación del S.G.) pertenece a la zona Jalón-Aguasvivas, dentro del sistema acuífero 58 «Mesozoico ibérico de la depresión del Ebro». Se incluyen dentro de esta unidad los materiales pertenecientes al Jurásico superior aflorantes sobre el recubrimiento terciario. Es precisamente este recubrimiento el que dificulta la investigación de las conexiones en profundidad de este acuífero. El límite inferior viene dado por los niveles margosos del Malm y salinos del Keuper.

Su cota de afloramiento se sitúa en torno a los 700 m s.n.m. y el drenaje principal se dirige a través de fracturas hacia los manantiales de Muel y de Mediana (nacimiento del río Ginel), que surgen en el contacto con el terciario.

La permeabilidad de los materiales es bastante elevada y presentan un alto grado de karsificación. La recarga se produce fundamentalmente por infiltración directa en los afloramientos carbonatados de la Cordillera Ibérica, así como de forma localizada en los ríos (por ejemplo, río Huerva entre Villanueva y Mezalocha). La circulación del agua subterránea sigue la disposición de los materiales liásicos en profundidad, y las descargas se realizan a favor del contacto con el terciario (manantial de la Virgen de Muel, La Ginebrosa, Virgen de Los Arcos) o a través de las propias formaciones terciarias (Pontil, Toroñel, Mediana).

Estos manantiales se caracterizan por no presentar variación temporal en los caudales de surgencia, características termales (22-26 °C) y mineralización elevada. De todas las surgencias mencionadas, la que se sitúa dentro de la Hoja de Longares (271620004, manantial de la Virgen de Muel) es la que presenta una mayor influencia de condiciones superficiales debido al aporte de las aguas del río Huerva infiltradas en las proximidades del manantial.

5.2.3.2. Depósitos aluviales del río Huerva y resto de formaciones cuaternarias de alta permeabilidad

El aluvial del río Huerva adquiere importancia como acuífero a partir de Muel, formando parte del denominado sistema 62 «Aluvial del Ebro y afluentes». Estos depósitos, así como el res-

to de formaciones cuaternarias, están constituidos por gravas de caliza y margocaliza, con distintas proporciones de arenas, arcillas y yesos. En general suelen estar recubiertos por una capa de sedimentos yesíferos que llegan a salinizar parte de los recursos hídricos asociados.

En el cauce central del Huerva se pueden alcanzar entre 5 y 8 m de potencia, y para el resto de vales y barrancos esta potencia se reduce a menos de 1 m.

Ocasionalmente en los vales se producen fenómenos de *piping*, debidos a las aguas infiltradas de circulación subsuperficial que surgen en barrancos estrechos y poco profundos de paredes verticales (*tollos*).

La naturaleza litológica de estas formaciones cuaternarias condiciona que las aguas captadas en las mismas sean fundamentalmente sulfatadas cálcicas.

5.2.3.3. Formaciones cretácicas y terciarias de permeabilidad media-baja

Tanto los materiales cretácicos del Weald, como buena parte de los terciarios (el denominado dominio suroccidental), se caracterizan por su naturaleza detrítica, en la que se alternan niveles conglomeráticos con otros de arenas, arcillas y limos, lo que proporciona al conjunto una permeabilidad variable, pero que en general puede considerarse como baja. En el dominio nororiental predominan los materiales yesíferos, que solo localmente presentaran permeabilidad asociada a fenómenos de karstificación.

Los caudales obtenidos en estas formaciones son inferiores a 1 l/s, y la calidad química de las aguas puede considerarse como mala ya que su elevada salinidad puede llegar a imposibilitar su uso en abastecimiento y regadío.

5.3. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS GENERALES

En la hoja de Longares pueden diferenciarse, atendiendo a los aspectos litológicos, geomorfológicos e hidrogeológicos de los materiales que la constituyen, tres áreas de comportamiento geotécnico diferente. Estas a su vez se han subdividido en zonas que engloban distintas unidades cartográficas del mapa geológico.

En el cuadro resumen se han diferenciado las características geotécnicas más importantes de los materiales de la hoja.

AREA III: Comprende los depósitos mesozoicos que con predominio de facies carbonatadas y conglomeráticas, respectivamente, constituyen los relieves de Montes de Jaulín, Montes de Valmadrid, Sierra Gorda y Picocho, además de otros afloramientos de menor extensión, repartidos por la hoja.

Dentro de este área podemos distinguir las siguientes zonas:

Zona I₁: A ella pertenecen las unidades cartográficas: (1), (2), (6) y (7).

Está constituida por calizas desde aspecto masivo a tableadas, de edad Jurásico. Están estructuradas formando anticlinales y sinclinales, generalmente con buzamientos próximos a los 45° y raramente subverticales.

Estas formaciones no son ripables, y presentan una capacidad de carga elevada. El drenaje tanto superficial como profundo es elevado. La estabilidad de los desmontes es elevada, existiendo riesgos de desprendimientos de bloques cuando el corte del talud sea a favor de la estratificación y con ángulo mayor al del buzamiento.

Zona I₂: A ella pertenecen las unidades cartográficas: (9), (15) y (25).

Está constituida por alternancias de lutitas versicolores, areniscas, calizas y conglomerados, de edades comprendidas desde el Cretácico inferior hasta el Mioceno medio.

Estas unidades son por lo general ripables, salvo en aquellos puntos en los que la potencia de las capas de conglomerados y caliza lo impidan. El drenaje superficial y profundo es deficiente, por lo general, por la impermeabilidad de las lutitas. La capacidad de carga es moderada, pudiendo aparecer en cimentaciones asientos diferenciales.

Zona I₃: A ella pertenecen las unidades cartográficas siguientes: (12), (14), (17), (19), (24), (30) y (32).

Está constituida por conglomerados, areniscas y lutitas en bancos que en ocasiones tienen más de 3 m de potencia media.

Esta unidad se comporta como no ripable, sobre todo en las zonas en que los tramos conglomeráticos presentan una cementación elevada.

La alternancia de tramos coherentes e incoherentes, puede ocasionar el desprendimiento de bloques, de los tramos resistentes, por la socavación de los incoherentes.

Zona I₄: A ella pertenecen las unidades cartográficas siguientes: (3), (4), (5), (8), (10), (11), (13), (22), (27), (29) y (31).

Está constituida por calizas con intercalaciones de margas, en capas de escasos centímetros. Disposición subhorizontal.

No presenta problemas de ripabilidad, por la escasa potencia de los niveles carbonatados.

Posee mal drenaje profundo, debido a la impermeabilidad de las margas. Capacidad de carga moderada pudiendo aparecer en cimentaciones asientos diferenciales.

AREA II: Comprende los depósitos terciarios con predominio de facies arenosas y margoso-carbonatadas que no constituyen relieves de importancia.

Dentro de este área podemos distinguir las siguientes zonas:

Zona II₁: A ella pertenecen las unidades cartográficas: (18), (21), (23) y (26).

Está constituida por arcillas de aspecto masivo, con capas intercaladas de areniscas y calizas.

Es una zona compuesta por capas y bancos subhorizontales, de pendientes suaves. Esta disposición facilita el ripado, sobre todo en los tramos lutíticos y de estos con niveles de areniscas poco potentes.

El drenaje tanto superficial como profundo es deficiente debido a la impermeabilidad de los tramos arcillosos.

La estabilidad en desmontes es deficiente, sobre todo por desprendimiento de bloques, debido a la erosión diferencial sobre los bancos más blandos.

Zona II₂: A ella pertenecen las unidades cartográficas: (16), (20) y (28).

Está formada por yesos tabulares, con intercalaciones margosas. Presentan un aspecto masivo y tabular.

No son ripables y en conjunto se comportan como impermeables, aunque subverticales estables.

Estos materiales pueden presentar agresividad a los hormigones, por la acción de los sulfatos.

AREA III: Comprende los depósitos cuaternarios, formados por gravas, arenas, limos y arcillas, generalmente.

Se han distinguido las siguientes zonas:

Zona III₁: Está formada por la unidades cartográficas: (33), (35), (36), (38), (40) y (44).

Está constituida por bloques y cantos redondeados de rocas metamórficas y carbonatadas y arenas.

Presentan morfología de Terrazas.

Esta formación es perfectamente ripable y los materiales que las constituyen son aptos para la obtención de gravas y prestamos.

Cuadro resumen de las características geotécnicas de los materiales de la hoja de Longares

Área	Zonas	Unidades cartográficas	Litología	
I	I ₁	(1), (2), (6) y (7)	Calizas.	
	I ₂	(9), (15) y (25)	Lutitas, areniscas, calizas y conglomerados.	
	I ₃	(12), (14), (17), (19), (24), (30) y (32)	Calizas con intercalaciones de margas.	
	I ₄	(11), (13), (22), (27), (29) y (31)	Conglomerados areniscas y lutitas.	
II	II ₁	(18), (21), (23), y (26)	Arcillas masivas con intercalaciones de areniscas y calizas.	
	II ₂	(16), (20), y (28)	Yesos tabulares.	
III	III ₁	(33), (35), (36), (38), (40) y (44)	Bloques y cantos redondeados y arenas.	
	III ₂	(42), y (43)	Cantos y gravas en matriz limo-arcillosa.	
	III ₃	(45)	Limos, arcillas, arenas y gravas.	
	III ₄	(34), (37), (39) y (41)	Gravas y cantos con matriz limo-arcillosa.	

Estructura	Características geotécnicas
Capas plegadas, en ocasiones subverticales.	No ripable. Capacidad de carga elevada. Drenaje superficial y profundo elevado. Estabilidad en desmontes elevada.
Disposición subhorizontal.	Ripables. Drenaje superficial y profundo deficiente. Capacidad de carga moderada.
Disposición subhorizontal.	Ripables e impermeable. Estabilidad en desmontes deficiente. Capacidad de carga moderada.
Bancos de hasta 3 m de potencia.	No ripable. Drenaje profundo deficiente. Capacidad de carga elevada.
Capas subhorizontales.	Formación fácilmente ripable. Drenaje superficial y profundo deficiente. Estabilidad en desmontes deficiente.
Disposición subhorizontal.	Materiales no ripables e impermeables. Taludes subverticales estables. Problemas de agresividad a los hormigones.
Morfología de terrazas.	Formación ripable. Materiales aptos para la obtención de gravas y préstamos. Admite taludes prácticamente verticales. Elevada permeabilidad.
Coluviones.	Taludes inestables. Ripabilidad elevada. Permeabilidad muy baja.
Relleno de cauces poco potentes.	Ripabilidad elevada. Permeabilidad de media a alta. No presenta problemas de drenaje. Los taludes naturales son por lo general bajos.
Glacis.	Taludes inestables. Ripabilidad elevada. Permeabilidad baja.

Los taludes se mantienen prácticamente verticales.

En general son materiales permeables, donde el drenaje se efectúa por filtración.

Zona III₂: Está formada por las unidades cartográficas: (42), y (43).

Está constituida por cantos y gravas en matriz limo-arcillosa.

Estos materiales presentan la estructura típica tipo coluvión.

La ripabilidad es alta, mientras que la permeabilidad es muy baja y puede presentar problemas de aterramientos locales.

Zona III₃: Está formada por la unidad cartográfica: (45).

Está constituida por limos, arcillas, arenas y gravas.

Estos depósitos rellenan cauces fluviales y son, por lo general, poco potentes.

La ripabilidad de estos depósitos es alta y la permeabilidad del conjunto es de media a alta y no presenta problemas de drenaje. Los taludes naturales son por lo general bajos.

Zona III₃: Está formada por la unidad cartográfica: (45).

Está constituida por limos, arcillas, arenas y gravas.

Estos depósitos rellenan cauces fluviales y son, por lo general, poco potentes.

La ripabilidad de estos depósitos es alta y la permeabilidad del conjunto es de media a alta y no presenta problemas de drenaje. Los taludes naturales son por lo general bajos.

Zona III₄: Está formada por las unidades cartográficas: (34), (37), (39) y (41).

Está constituida por gravas y cantos con matriz limo-arcillosa.

Presentan la estructura tipo glacis con pendientes de 5 a 10°.

Los taludes son bastante inestables por su fácil erosionabilidad.

La ripabilidad es alta, mientras que la permeabilidad es muy baja, con problemas de aterramientos locales, por la naturaleza incoherente de los materiales que la forman.

6. PATRIMONIO NATURAL GEOLÓGICO. PUNTOS DE INTERES GEOLÓGICO (PIG)

La hoja de Longares se sitúa en el sector central de la Cuenca del Ebro.

Orográficamente se caracteriza por su relieve irregular, con elevaciones como Colladillo, Jau-lín, Cerro Picocho, Cabezo del Pueyo y Kun que superan los 700 m y las zonas más deprimidas topográficamente, en las inmediaciones del cauce del río Huerva, con 380 m. La litología presentada también es variada, comprendiendo los materiales carbonatados del Jurásico, los detríticos y carbonatados del Cretácico inferior, así como los de edad terciaria que varían desde conglomerados, areniscas y lutitas, próximos a las sierras a las facies distales representadas por calizas y yesos. Además de diversos depósitos de edad cuaternaria.

FIG 1: Deformaciones en los materiales del Mioceno medio y superior en las inmediaciones de estructuras jurásicas. Se producen ligeros basculamientos asociados con pequeñas discordancias locales.

Durante el Aragoniense se produce una fase distensiva que da lugar a rejuegos de estructuras compresivas heredadas, produciendo basculamientos de la Unidad Sierra de Pallaruelo (Aragoniense inferior). La unidad Montes de Castejón se dispone sobre la unidad anterior con pequeñas discordancias locales.

FIG 2: Estructuras de deslizamientos gravitacionales en las margocalizas del Aragoniense medio-superior.

En el sector de La Puebla de Albortón, las capas del Aragoniense medio-superior (Unidad Montes de Castejón) se hallan afectadas por una cascada de espectaculares pliegues de *slumping* de clara vergencia meridional, y dirección N 80° E, en los que las capas llegan a invertirse. La naturaleza de los materiales favorece el fenómeno de deslizamiento a favor de una suave paleopendiente.

FIG 3: Canteras «Piedra Caracoleña» de Fuendetodos, en las cercanías de la localidad del mismo nombre.

Este punto incluye las zonas accesibles y visitables de las antiguas canteras de roca de construcción cuya explotación data de la época Romana, y que se han usado desde entonces en los monumentos de la cercana ciudad de Zaragoza. Esta explotaciónes son unos magníficos afloramientos de las facies calcareníticas de la U.T.S N₃, presentando una gran riqueza en fósiles (Gasterópodos, Bivalvos y Foraminíferos) que marcan unas condiciones paleoecológicas atípicas en un medio lacustre continental.

7. BIBLIOGRAFÍA

AGUSTI, J., CABRERA, L., ANADON, P. y ARBIOL, S. (1988). A late Oligocene-Early Miocene rodent biozonation from the S.E. Ebro Basin (NE Spain): A potential mammal stage stratotype. *News. Stratigr.* 18 (2), pp. 81-97, 5 fig. Berlin-Stuttgart.

ALLEN, J., R. L. (1965). A review of the origin and characteristics of Recent alluvial sediments. *Sedimentology*, v. 5, pp. 89-191.

- ALASTRUE, E.; ALMELLA, A. y RIOS, J.M. (1957). Explicación del mapa geológico de la provincia de Huesca. IGME, Madrid.
- ALBERTO, F.; GUTIÉRREZ, M.; IBÁÑEZ, M. J.; MACHIN, J.; PEÑA, J. L.; POCOVI, A. y RODRÍGUEZ VIDAL, J. (1984). *El Cuaternario de la Depresión del Ebro en la región aragonesa. Cartografía y síntesis de los conocimientos existentes*. Univ. de Zaragoza. Estación Experimental de Aula Dei. Zaragoza, 217, pp. 2 mapas.
- ÁLVARO, M.; CAPOTE, R. y VEGAS, R. (1978). Un modelo de evolución geotectónica para la Cadena Celtibérica. *Acta. Geol. Hisp., Libro. Hom. Prof. Solé Sabaris*, nº 14, pp. 174-177.
- ANADON, P.; VIANEY-LIAUD, M.; CABRERA, L. y HARTENBERGER, J. L. (1987). Gisements à vertébrés du Paléogène de la zone orientale du bassin de l'Ebre et leur apport à la stratigraphie. *Paleontología i Evolució*, T. 21, pp. 117-131.
- ARENAS, C. y PARDO, G. (1991). Significado de la ruptura entre las unidades Tectosedimentarias N₂-N₃ es el centro de la cuenca del Ebro. *Geogaceta* 9, 67-70 p.
- ARLEGUI, L. (1992). Métodos de investigación aplicables a diaclasas. Ejemplos de Los Monegros, Cuenca del Ebro. *III. Congr. Geol. España*. Salamanca. Actas t. 1, pp. 259-263.
- ARLEGUI, L. (1992). Variación del patrón de diaclasas a lo largo de la Sierra de Sigena (Huesca): posible relación con el campo de esfuerzos y su perturbación. *Geogaceta* 12, 25-28.
- ARLEGUI, L. y SIMÓN, J. L. (1993). El sistema de diaclasas N-S en el sector central de la cuenca del Ebro. Relación con el campo de esfuerzos Neogeno. *Rev. soc. Geol. España* 6, 115-122.
- ARTHAUD, F. y MATTE, PH. (1975). Les décrochements Tardi-Hercyniens du Sud-Ouest de l'Europe. Geometrie et essai de reconstitution des conditions de la deformation. *Tectonophysics*. 25, 134-171 p.
- AURELL, M. y MÉLENDEZ, A. (1986-87). Sedimentología de la Formación Calizas con oncolitos de Higuieruelas (Malm en la región de Muel-Belchite (prov. de Zaragoza). *Acta Geológica Hispánica*, t. 21-22, pp- 307-312.
- AZANZA, B., CANUDO, J. I. y CUENCA, G. (1988). Nuevos datos bioestratigráficos del Terciario Continental de la Cuenca del Ebro (sector centro-occidental). *II Congreso Geológico de España*. Granada, vl. 1, pp. 261-264.
- BÁDENAS, B.; AURELL, M. y MÉLENDEZ, A. (1993). características sedimentológicas, zonación y evolución de una rampa carbonatada dominada por tormentas (Kimmeridgiense, Cordillera Ibérica Septentrional). *Rev. Soc. Geol. España*. Nº 6 (3-4).
- BULARD, P. F. (1972). *Le Jurassique moyen et supérieur de la Chaîne Ibérique sur la bordure du bassin de l'Ebre (Espagne)* Thèse. Fac. Sciences, Univ. Nice: 1-702 pp.

- CABRERA, L. (1983). *Estratigrafía y sedimentología de las formaciones lacustres del tránsito Oligo-Mioceno del SE de la Cuenca del Ebro*. Tesis doctoral, Univ. Barcelona. 443 pp.
- CANEROT, J., CUGNY, P., PARDO, G., SALAS, R. y VILLENA, J. (1982). Ibérica central - Maestrazgo en: *El Cretácico de España*. Univ. Complutense, Madrid, 273-344 p.
- CAPOTE, R.; DÍAZ, M.; GABALDÓN, V.; GÓMEZ, J.J.; SÁNCHEZ DE LA TORRE, L.; ROSSEL, J.; SOPEÑA, A. y YÉBENES, A. (1.982). *Evolución sedimentológica y tectónica del Ciclo Alpino en el tercio Noroccidental de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica*. Temas Geológicos - Mineros. IGME, Madrid, 290 pp.
- CAPOTE, R. y GONZÁLEZ, F. (1983). La estructura Herencia de los afloramientos paleozoicos de la Cordillera Ibérica. En: *Geología de España*, Libro Jubilar. J. M. Ríos I. 513-529 p. IGME, Madrid.
- CASAS, A. y BENITO, G. (1988). Deformaciones cuaternarias debidas a procesos diapíricos en la Depresión del Ebro (prov. de Zaragoza, Navarra y La Rioja). *II Congreso Geol. de España, Granada. Comunicaciones*, vol. 1, pp. 375-378.
- CASAS, A. M. (1988). El estado de esfuerzos durante el Terciario en la Depresión de Arnedo (La Rioja). *Acta Geol. Hisp.* 23 (3), pp. 223-231.
- CASAS SAIZ, A. M. (1990). *El frente Norte de la Sierra de Cameros: estructuras cabalgante y campo de esfuerzos*. Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza, 187 pp.
- COLOMBO, F. (1980). *Estratigrafía y sedimentológica del Terciario inferior continental de las Catalánides*. Tesis Doctoral. Univ. Barcelona. 609 p (ined.).
- CORTES, A. L. (1994). *Geometría y cinemática de las estructuras alpinas en el sector de Cariñena-Belchite (borde Norte de la cordillera Ibérica)*, Tesis de Licenciatura. Universidad de Zaragoza, 171.
- CORTES, A. L. y CASAS, A. (1996). Deformación alpina de zócalo y cobertera en el borde norte de la cordillera ibérica. (Cubeta de Azuara-Sierra de Herrera). *Rev. Soc. Geol. España*. 9 (1-2) 51-56 p.
- CORTES, A. L. y CASAS, A. (1996). Aplicación del análisis de Paleoesfuerzos a regiones plegadas; la compresión terciaria en el sector de Cariñena-Belchite (borde Norte de la Cordillera Ibérica). *Estudios Geológicos* 52 (5-6): 243-257.
- CUENCA, G.; AZANZA, B., CANUDO, J. I. y FUERTES, V. (1989). Los micromamíferos del Mioceno inferior de Peñalba (Huesca). Implicaciones bioestratigráficas. *Geogaceta*, nº 6, pp. 75-77.
- CUENCA, G. (1991a). Nuevos datos bioestratigráficos del sector oriental de la cuenca del Ebro. *I Congreso del Grupo Español del Terciario, CONGET'91*. Vic, pp. 97-100.
- CUENCA, G. (1991b). Nuevos datos bioestratigráficos del Mioceno del sector central de la cuenca del Ebro. *I Congreso del Grupo Español del Terciario, CONGET'91*. Vic, pp. 101-104.

- CUENCA, G.; CANUDO., J. I.; LAPLANA, C. y ANDRES, J. A. (1992). Bio y cronoestratigrafía con mamíferos en la Cuenca Terciaria del Ebro: ensayo de síntesis. *Acta Geológica Hispanica*, vol. 27, nºs 1-2, pp. 127-143.
- CUENCA, G.; DAAMS, R.; FREUDENTHAL, M.; GABALDÓN, V.; LACOMBA, J. L.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, N.; SACRISTÁN, M. A. y VEGA, C. (1983). La sucesión de micromamíferos en el Mioceno inferior de España. El proyecto «Ramblense». *Publ. del Dep. de Paleontología de la Univ. Compl. de Madrid*, pp. 7-12.
- DAAMS, R. y VAN DER MEULEN, A. J. (1983). Paleoeological interpretation of micromammal faunal successions in the Upper Oligocene and Miocene of Spain. En *Mediterranean Neogene continental paleoenvironments and paleoclimatic evolution*. RCMNS. Interrim. Colloquium, Montpellier.
- DÍAZ, M.; ANADON, P. y DABRIO, C. J. *Ciclo de seminarios de sedimentología*. Vol. 1, IGME, pp. 194.
- ELIAS CASTILLO, F. y RUIZ BELTRÁN, L. (1973). *Clasificación agroclimática de España*. Servicio Meteorológico Nacional.
- FLOQUET, M. y MÉLENDEZ, A. (1982). Características sedimentarias y paleogeográficas de la regresión fincretácica en el sector central de la Cordillera Ibérica. *Cuadernos Geología Ibérica*. Vol. 8, pp. 277-257.
- FOUCH, T. D. y DEAN, W. E. (1982). Lacustrine Environments. En *Sandstone depositional environments*, Scholle, P. A. y Spearing, D. editores. AAPG. Tulsa, pp. 49-86.
- FREYET, P. y PLAZIAT, J. C. (1982). Continental Carbonate Sedimentation and Pedogenesis-Late Cretaceous and Early Tertiary of Southern France. *Contributions to Sedimentology*, 12, Füchtbauer, H., Lisitzyn, A., Milliman, J.D. Seibold, E. Eds. Stuttgart, 1982.
- GALLART GALLEGU, F. (1977). Los glacia: problema de nomenclatura, clasificación y génesis (Estudio Bibliográfico). *Acta Geológica Hispanica*, T. XII, M 1/3, pp. 12-17.
- GÓMEZ, J. J. (1979). *El Jurásico en facies carbonatadas del sector levantina de la Cordillera Ibérica*. Tesis Doctoral. Seminario de Estratigrafía, Serie Monografías. 4, 683 pp.
- GÓMEZ, J. J. y GOY, A. (1979). Las Unidades Litoestratigráficas del Jurásico medio y superior, en facies carbonatadas del sector levantino de la Cordillera Ibérica. *Estudios Geológicos*, 35, pp. 596-598.
- GONZÁLEZ, A. (1989). *Análisis Tectosedimentario del Terciario del borde SE de la depresión del Ebro (sector bajoaragones) y cadenas ibérica marginales*. Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza. 507 p.
- GOY, A.; GÓMEZ, J. J. y YÉBENES, A. (1976). El Jurásico de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica (Mitad Norte) I. Unidad litoestratigráfica. *Est. Geológicos*, 32, 391-423.

- GUIMERA, J. (1984). Paleogene evolution of deformation in the Northeastern Iberian Peninsula. *Geol. Mag.* 121 (5), pp. 413-420.
- GUIMERA, J. (1988). *Estudi estructural de l'enllaç entre la Serralada Iberica y la Serralada Costanera Catalana*. Tesis Doctoral. Univ. Barcelona. 600 pp.
- GUIMERA, J. y ÁLVARO, M. (1990). Structure et évolution de la compression alpine dans la Chaîne ibérique et la Chaîne côtière catalane (Espagne). *Bull. Soc. Géol. France*, 1990, n° 2, pp. 339-348.
- GUTIÉRREZ ELORZA, M.; MÉLENDEZ, A. y SORIANO, A. (1982). Las series terminales neógenas en el sector centro meridional de la Depresión del Ebro y su relación con la morfogénesis. *Boletín Geológico y Minero*. T. XIII-VI, pp. 465-469.
- GUTIÉRREZ, M. e IBÁÑEZ, M. J. (1979). Las *gnammas* de la región de Alcañiz. *Estudios Geológicos*, vol. 35, pp. 193-198. Madrid.
- GUTIÉRREZ, M.; MÉLENDEZ, A. y SORIANO, A. (1982). Las series terminales neógenas en el sector centromeridional de la Depresión del Ebro y su relación con la morfogénesis. *Boletín Geológico y Minero*, T. XCIII-VI, pp. 465-469.
- GUTIÉRREZ, M.; SIMÓN, J. L. y SORIANO, A. (1986). Algunos aspectos de la tectónica neógeno y cuaternaria en el sector central de la Depresión del Ebro. *Boletín Geológico y Minero* T.XCVIII-I, pp. 9-21.
- GUTIÉRREZ, M.; RODRÍGUEZ, J. y BENITO, G. (1988). Piping in badlands areas of the middle Ebro Basin. *Catena Supplement*, 13, 49-60.
- IBÁÑEZ, M. J. (1976). *El piedemonte ibérico bajo-aragonés. Estudio geomorfológico*. CSIC, Madrid, 523 p.
- IBÁÑEZ, M. J. y MENSUA, S. (1976). Contribución al estudio de vertiente en condiciones semiáridas. Tipos de vertientes sobre yesos en el valle del Ebro. *Bol. R. Soc. Geográfica*, t. CXII, pp. 381-394. Madrid.
- IBÁÑEZ, M. J. y MENSUA, S. (1977). Los valles asimétricos de la orilla derecha del Ebro. *II Reunión Nac. del Grupo Español de Trab. del Cuatern. Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario*, 6, pp. 113-122.
- ITGE (1989a). *Mapa Geológico de España a escala 1:50.000*. Serie MAGNA. Hoja N° 439, Azuara. ITGE, Madrid.
- ITGE (1989b). *Mapa Geológico de España a escala 1:50.000*. Serie MAGNA. Hoja N° 440, Belchite. ITGE, Madrid.
- ITGE (1998). *Mapa Geológico de España a escala 1:50.000*. Serie MAGNA. Hoja N° 410, Zaragoza. ITGE, Madrid.

- LARRAGAN, A. y CASTELL, J. (1952). *Explicación del Mapa nº 286 «Huesca», a escala 1:50.000*. IGME, Madrid.
- LIESA-CARRERA, C. y CASAS-SAINZ, A. M. (1994). Reactivación alpina de pliegues y fallas del zócalo hercínico de la Cordillera Ibérica; ejemplos de la Sierra de la Demanda y la Serranía de Cuenca. *Cuad. Lab. Xeol. Laxe*, 19:119-135.
- LLAMAS, R. (1962). Estudio geológico-geotécnico de los terrenos yesíferos de la cuenca del Ebro y los problemas que plantean en los canales. *Bol. Serv. Geol. Obras Públicas*, 12, 192 p. Madrid.
- MAESTRO, A. (1994). *Las deformaciones alpinas de la cuenca de Almazán (Provincias de Soria y Zaragoza)*. Tesis de Licenciatura, Univ. de Zaragoza 159 pp (inédita).
- MAPA (1986). *Atlas Agroclimático de España*.
- MEIN, P. (1975). Report on Activity. *RCMNS Working groups*. Bratislava, pp. 78-81.
- MEIN, P. (1975). Biozonation de Neogène Méditerranéen á partir des Mammifères. IUGS. RCMNS. *Report on the Activity of the RCMNS working groups: 78-81*, Bratislava.
- MÉLENDEZ, G. (1989). *El Oxfordiense en el Sector Central de la Cordillera Ibérica (provincias de Zaragoza y Teruel)*. Instituto de Estudios Turolenses, Zaragoza-Teruel: 418 pp.
- MÉLENDEZ, G. y BROCHWICZ-LEWINSKI, W. (1983). El Oxfordiense inferior en el Sector Central de la Cordillera Ibérica (S. Zaragoza - N. Teruel). *Teruel*, 69: pp. 211-226.
- MENSUA, S. y IBÁÑEZ, M. J. (1977). Terrazas y Glacis del Centro de la Depresión del Ebro. *III Reunión Nacional Grupo Trabajo Cuaternario*, Zaragoza, pp. 3-18, 5 mapas enrollados.
- MITCHUM R. M., VAIL P. R. y THOMPSON III, S. (1977). Seismic stratigraphy and global changes of sea level, part 2: the depositional sequence as a basic unit for stratigraphic analysis. In C. E. Payton ed, *seismic stratigraphy-applications to hydrocarbon exploration: AAPG Memoir 26*, pp. 53-62.
- MUÑOZ, A. (1992). *Análisis tectosedimentario del Terciario del sector occidental de la Cuenca del Ebro (Comunidad de La Rioja)*. Tesis Doctoral. Univ. Zaragoza. Inst. Est. Riojanos. Logroño, 347 pp.
- NIEVA, S., AURELL, M. y MÉLENDEZ, A. (1986-87). EL Jurásico superior en el sector central de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica. Sedimentología y Paleogeografía. *Acta Geológica Hispánica*, t. 21-31, pp- 373-380.
- PELLICER, F. y ECHEVARRIA, M. T. (1989). *Formas de Relieve del centro de la depresión del Ebro*. Inst. Fernando el Católico. 216 p, Zaragoza.

- PÉREZ, A.; AZANZA, B.; CUENCA, G.; PARDO, G. y VILLENA, J. (1985). Nuevos datos estratigráficos y paleontológicos sobre el Terciario del borde meridional de la Depresión del Ebro (provincia de Zaragoza). *Estudios geológicos*, 41, pp. 405-411.
- PÉREZ, A.; VILLENA, J. y PARDO, G. (1986-87). Presencia de estratificación cruzada *hummocky* en depósitos lacustres del Terciario de la Depresión del Ebro. *Acta Geológica Hispánica*, T. 21-22, pp. 27-33.
- PÉREZ, A.; MUÑOZ, A.; PARDO, G.; VILLENA, J. y ARENAS, C. (1988). Las unidades tectosedimentarias del Neógeno del borde Ibérico de la Depresión del Ebro (sector central). En: A. Pérez, A. Muñoz y J.A. Sanchez eds. *Sistemas lacustres neógenos del margen ibérico de la Cuenca del Ebro*. Guía Campo III. Reunión Grupo Especial de Trabajo. PICG 219: 7-20.
- PÉREZ, A. (1989). *Estratigrafía y Sedimentología del Terciario del borde meridional de la Depresión del Ebro (Sector Riojano-Aragonés) y Cubetas de Muniesa y Montalbán*. Tesis Doctoral. Dpto. de Ciencias de La Tierra, Univ. de Zaragoza, 525 pp.
- PUIGDEFABREGAS, C.; MUÑOZ, J.A. y MARZO, M. (1986). Thrust belt development in the eastern Pyrenees and related depositional sequence in the southern foreland basins. *Spec. Publ. Int. Ass. Sediment.* N° 8, pp. 319-336.
- QUIRANTES, J. (1965). Nota sobre las lagunas de Bujaraloz-Sástago. *Geographica*. Año 12, pp 30-34, Zaragoza.
- QUIRANTES, J. (1966). Estudio sedimentológico de las calizas del Terciario continental del Ebro. *Mem. y Com. de la IV Reun. Grupo Español de Sed.*, Oviedo, t. III, pp. 109-115.
- QUIRANTES, J. (1969). *Estudio sedimentológico y estratigráfico del Terciario continental de Los Monegros*. Tesis Doctoral. Univ. Granada. Institución «Fernando El Católico» (CSIC), Diputación Provincial de Zaragoza, 1978, 200 p.
- QUIRANTES, J. (1971). Las calizas en el Terciario Continental de Los Monegros. *Estudios Geológicos*, vol. XXVII (4), pp. 355-362.
- RIBA, O. (1967). Resultado de un estudio sobre el Terciario continental de la parte este de la depresión central catalana. *Acta Geológica Hispánica*, 1, pp 1-6.
- RIBA, O.; VILLENA, J. y QUIRANTES, J. (1967). Nota preliminar sobre la sedimentación en paleocanales terciarios de la zona Caspe-Chiprana. *Anales de Edafología y Agrobiología*, CSIC, T. 26, núm. 1-14, Madrid, pp. 617-637.
- RIBA, O. (1976). Tectogenèse et sédimentation: deux modèles de discordances syntectoniques pyrénéennes. *Bulletin du B.K.G.M.* (2ª Serie). Section 1, n° 4, pp. 383-401, 12 figs.
- RIBA, O. (1983). «La Cuenca del Ebro. Evolución geológica postalpina y neotectónica». En Libro Jubilar J. Mª Ríos. *Geología de España*, T. 2, tema IV.1.3, p. 921. IGME.

- RIBA, O.; REGUANT SERRA, S. y VILLENA MORALES, J. (1983). Ensayo de síntesis estratigráfica y evolutiva de la cuenca terciaria del Ebro. En Libro Jubilar J. M^a Ríos. *Geología de España*, T. 2, IGME, pp. 131-159.
- ROYO y GÓMEZ, J. (1926). Tectónica del Terciario continental ibérico. *Comptes Rendus del XIV Congr. Geol. Int. España*. T. II, pp. 593-623.
- SAEZ, A. (1987). *Estratigrafía y sedimentología de las formaciones lacustres del tránsito Eoceno-Oligoceno del NE de la Cuenca del Ebro*. Tesis doctoral. Univ. Barcelona 2 tomos.
- SALVANY, J. M. (1989a). *Las formaciones evaporíticas del terciario continental de la cuenca del Ebro en Navarra y la Rioja. Litoestratigrafía, petrología y sedimentología*. Tesis doctoral. Univ. de Barcelona, 397 pp.
- SAN ROMAN, J. y AURELL, M. (1992). Palaeogeographical significance of the Triassic-Jurassic unconformity in the north Iberian basin (Sierra del Moncayo, Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 99. Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam, pp 101-117.
- SIMÓN, J. L. (1982). *Compresión y distensión alpina en la cadena Ibérica Oriental*. Tesis Doctoral. Universidad Zaragoza, 301 p.
- SIMÓN, J. L. (1986). Analysis of gradual change in stress regime (example from the eastern Iberian Chain, Spain). *Tectonophysics*, 124, 37-53.
- SIMÓN, J. L. y PARICIO, J. (1988). Sobre la compresión neógena en la Cordillera Ibérica. *Estudios Geológicos*, 44, pp. 271-283.
- SIMÓN, J. L.; GIL PEÑA, I. y CASAS, A. (1989). La fracturación distensiva cuaternaria en el sector occidental de la Cuenca del Ebro. *II Reunión Cuaternario Ibérico*, Madrid. Resúmenes, pp. 56.
- SIMÓN, J. L. (1989). Late Cenozoic stress field and fracturing in the Iberian Chain and Ebro Basin (Spain). *Journal of Structural Geology*, vol. 11, n° 3, pp. 285-294.
- SORIANO, A., y GUTIÉRREZ- ELORZA (1983).- Notas geomorfológicas de la región de Muel y Fuentetodos Prov. Zaragoza. *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol)* 81, 94-110.
- VAIL, P. R. MITCHUM, R. M. y THOMPSON III, S. (1977). Seismic Stratigraphy and global changes of sea level, part 3: relative changes of sea level from coastal onlap, En C. W. Payton, Ed. *Seismic Stratigraphy applications to hydrocarbon exploration*. AAPG Memoir 26, pp. 63-97.
- VAN WAGONER, J. C.; MITCHUM, R. M.; CAMPION, K. M. y RAHMANIAN, V. D. (1990). Siliciclastic Sequence. Stratigraphy in well logs, cores, and outcrops. *AAPG Methods in Exploration Series*, N° 7, 55 pp.

ZUIDAM, R. A. VAN (1976). Geomorphological development of the Zaragoza region, Spain. *Int. Inst. of Aerial Survey and Earth Sc. (ITC)*, Enschede, 211 p.

ZUIDAM, R. A. VAN (1980). Un levantamiento geomorfológico de la región de Zaragoza. *Geographicalia*, nº 6, pp. 103-134, 4 figs., Zaragoza.



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN Y CIENCIA

ISBN 84-7840-584-3



9 788478 405848