



IGME

491

26-19

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

CALAMOCHA

Segunda serie - Primera edición



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

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



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

CALAMOCHA

Segunda serie - Primera edición

**SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA**

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por la COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS, S.A. dentro del programa MAGNA, con normas, dirección y supervisión del I.G.M.E., habiendo intervenido los siguientes técnicos superiores:

Cartografía: A. Hernández (C.G.S.), A. Olivé (C.G.S.), E. Moissenet (Univ. París), G. Pardo (Univ. Zaragoza), J. Villena (Univ. Zaragoza).

Geomorfología: J.M. Portero (C.G.S.), A. Olivé, M. Gutiérrez (Univ. Zaragoza).

Formaciones superficiales: A. Olivé.

Secciones estratigráficas: A. Hernández, A. Olivé, C. Puigdefábregas y J. Giner (Univ. Barcelona).

Petrografía, Sedimentología de Laboratorio: M.J. Aguilar (C.G.S).

Micropaleontología: M.C. Leal (C.G.S.).

Macropaleontología: Graptolites y Trilobites: J.C. Gutiérrez (Univ. Madrid) y M.D. Gil (Univ. Madrid), Micromamíferos: R. Adrover (Univ. Lyon).

Laboratorios: C.G.S. y Estratigrafía de Madrid.

Memoria: A. Olivé, A. Hernández, J.M. Portero, E. Moissenet, M. Gutiérrez, M.J. Aguilar y M.C. Leal.

Coordinación y dirección por C.G.S.: J.M. Portero.

Dirección y supervisión: V. Gabaldón (I.G.M.E.).

Se pone en conocimiento del lector que en el I.G.M.E. existe para su consulta una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria constituida por:

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

Servicio de Publicaciones - Doctor Fleming, 7 - Madrid-16

Depósito Legal: M. 27.854 - 1983
I.S.B.N.: 84-7473-071-5

Imprime Gráficas Topacio, S.A. - Príncipe de Vergara 210 - Madrid-2

INTRODUCCION

La hoja de Calamocha se sitúa en la Cordillera Ibérica. Administrativamente pertenece en su mayor parte a la provincia de Teruel. La provincia de Zaragoza está representada en su ángulo noroeste. El relieve es accidentado con cotas que van desde los 800 m en el valle del Jiloca a los 1.500 m en las elevaciones montañosas de la Sierra del Berrueco. Se presenta suave y alomado con desarrollo de extensas planicies en el área de la Laguna de Gallocanta, y Valle del Jiloca con predominio de las cotas comprendidas entre 900 y 1.100 m.

El curso fluvial más importante es el río Jiloca, que atraviesa totalmente la hoja en su parte central con un trazado rectilíneo de dirección prácticamente S-N. También destaca el río Pancrudo afluente por la derecha del Jiloca, y que drena el tercio oriental de la zona.

En el ángulo noroccidental destaca la existencia de un área endorreica permanente, que forma la Laguna de Gallocanta, de gran importancia ecológica por constituir un punto de escala para las aves migratorias. También en esta zona se localiza una red poco importante de arroyos intermitentes tributarios del área endorreica.

La densidad de población es bastante baja, destacando como principal núcleo Calamocha encontrándose el resto muy disperso. Se trata de una zona esencialmente agrícola con algunas manchas forestales dispersas.

Desde el punto de vista geológico la región estudiada se sitúa en el Sistema Ibérico o Sistema Celtibérico (TRICALINOS, 1928; LOTZE, 1929). El Sistema Ibérico está limitado por las Cuencas terciarias del Tajo (al suroeste), Duero (al noroeste) y Ebro (al noreste) y está constituido fundamentalmente por una amplia gama de materiales, que van desde el Precámbrico más superior hasta el Paleógeno continental, deformados según una dirección general NO-SE (Directriz Ibérica) con vergencias al SO en la parte occidental y hacia el NE en la oriental de la cordillera. También se observan estructuras de dirección NE-SO (Directriz Guadarrama) y NNE-SSO. Se conservan numerosas Cuencas internas rellenas por sedimentos continentales del Neógeno en disposición subhorizontal o suavemente deformados y basculados, entre las que destacan las de Calatayud-Teruel y Teruel-Alfambra orientadas según la directriz Ibérica y la NNE-SSO.

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

Tradicionalmente el Sistema Ibérico se divide en dos ramas: Aragonesa o Bilbilitana (que incluye también la Sierra de la Demanda) y Castellana separadas por la Cuenca Terciaria de Calatayud-Teruel. Esta división se basa en las analogías que presentan entre sí los sedimentos mesozoicos en cada una de ellas (RIBA, 1959). Por lo que respecta al Paleozoico LOTZE (1929) distingue entre las cadenas Ibéricas Orientales y Occidentales a uno y otro lado de la citada Cuenca.

Algunos autores (GUTIERREZ MARCO 1980) proponen que la división de las Ramas Aragonesa y Catalana tenga un límite en el borde occidental de los afloramientos del Ordovícico situados en el SO de la hoja de Daroca, cuyas alineaciones se prolongan por las de Calamocha (26-19), Used (25-18) y Ateca (25-17). Tal propuesta se basa en las analogías que presentan entre sí los materiales paleozoicos a uno y otro lado de la Cuenca de Calatayud-Teruel y en las diferencias de los mismos con los equivalentes del resto del Sistema Ibérico.

La morfología de la región tiene un claro control estructural con desarrollo de relieves tabulares ("Páramos") sobre gran parte del Neógeno. El valle del Jiloca tiene un origen tectónico reciente. Sobre el Paleozoico y Mesozoico se desarrollan relieves estructurales, suavizados, debidos a la alternancia de capas plegadas duras y blandas. Una extensa superficie de erosión

desarrollada en el Plioceno imprime carácter a la mitad Sur de la hoja.

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

Las dataciones del Terciario continental se apoyan en el estudio de microvertebrados fósiles obtenidos mediante el lavado y tamizado de grandes masas de sedimentos.

Se han elaborado también mapas geomorfológicos de tipo morfográfico y de depósitos superficiales a escala 1/50.000, de los que se incluyen en la presente memoria una reducción a escala aproximada de 1/100.000.

1 ESTRATIGRAFIA

En la hoja de Calamocha afloran materiales que pertenecen al Cámbrico, Ordovícico, Silúrico, Pérmico inferior, Triásico, Jurásico (Lías), Cretácico (Albiense-Senoniense), al Neógeno (Mioceno, Plioceno) y Cuaternario. (figs. 1, 2 y 3).

1.1 CAMBRICO

La estratigrafía del Cámbrico de la Cordillera Ibérica fue descrita por LOTZE en 1929. En los trabajos posteriores se ha respetado en general la nomenclatura que el citado autor dio a las distintas unidades litoestratigráficas.

El propio LOTZE, junto con SDZUY (1961), realiza la biozonación y subdivisión del Cámbrico inferior y medio, modificados más tarde por SDZUY (1971).

Otras aportaciones al estudio del Cámbrico de la Ibérica, se deben a CARLS (1962), BARTSCH (1966), QUARCH (1967), SCHMIDT-THOME (1968), ALIAGA (1968), SCHEUPLEIN (1970), SCHMITZ (1971), JOSO-PAIT (1972), MANSOURIAN (1974) y WOLF (1980).

La subdivisión estratigráfica utilizada para el Cámbrico y Ordovícico,

resumida en la figura 1 se basa en datos de LOTZE y SDZUY (1961) JOSOPAIT (1972) y WOLF (1980).

1.1.1 Arenisca de Daroca. Areniscas (2). Cámbrico inferior

Existen pocos afloramientos dentro de la Hoja. En el borde Noreste, en las proximidades de Valverde hay unos manchones de areniscas de esta formación, así como al Este de Luco de Jiloca.

Están formadas por areniscas de color gris claro a blanquecinas, algo amarillentas, distribuidas en bancos de unos 30 cm, con intercalaciones de pizarras verdes, tanto menos frecuentes cuanto más a techo de la formación.

Debido a la falta de buenos afloramientos no ha sido posible levantar ninguna columna estratigráfica.

1.1.2 Capas de Valdemiedes y Murero. Pizarras, areniscas, limolitas calcáreas cuarcitas y dolomías (3). Cámbrico inferior medio

Como la unidad anterior, son muy escasos los afloramientos de esta formación y generalmente se encuentran muy tectonizados y cubiertos debido al carácter plástico y deleznable de los materiales que lo componen.

Son pizarras con niveles centimétricos de areniscas, y limolitas verdes con nódulos calcáreos, más abundantes hacia el techo, donde llegan a formar niveles nodulosos dolomíticos.

En la hoja vecina de Daroca, en Manchones, se han estudiado aproximadamente 100 m correspondientes al techo de la Fm. Capas de Valdemiedes en contacto con la Fm. Murero a la que se pasa de forma insensible por enriquecimiento de la fracción arenosa (regionalmente esta unidad tiene una potencia de 160-170 m. Se diferencian dos tramos: 1) 70m de limolitas calcáreas tableadas, a veces laminadas, de colores grises y verdosos, con intercalaciones de areniscas calcáreas de grano muy fino; son frecuentes los nódulos dolomíticos, que a veces se disponen en lentejones de forma arrosariada. Hay niveles con restos de fauna. 2) 30 m de areniscas de grano muy fino a limolíticas con intercalaciones de limolitas calcáreas. Continúan en este tramo los nódulos de dolomías y de pirita.

En cuanto a las características petrográficas de las rocas estudiadas corresponden a limolitas de grano medio formadas por granos de cuarzo (40-60%), láminas de moscovita (10%), y matriz de sericita-clorita (15-35%) más o menos impregnada por óxidos de hierro dispersos (15%). Se aprecia microbandeado con orientación paralela y acumulación de óxido de hierro en nivelillos algo lenticulares. La moscovita está ligeramente cloritizada. Se observa alguna fracturilla rellena de clorita.

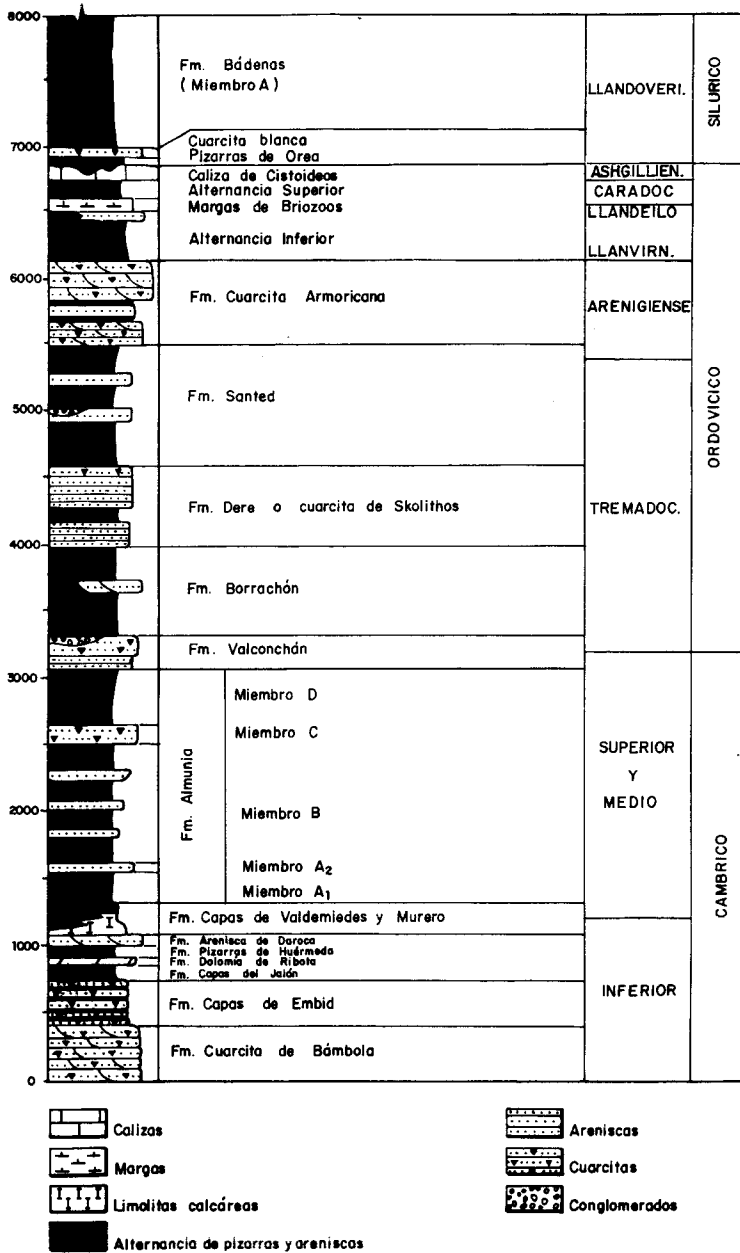


Fig. 1.— Columna estratigráfica sintética del Cámbrico-Ordovícico

En toda la unidad predomina la laminación paralela con escasos niveles que presentan *ripples*, *wavy bedding* y bioturbación.

El ambiente sedimentario corresponde a una plataforma abierta muy somera.

La fauna clasificada es la siguiente: Trilobites: *Mimacca* sp, *Termierella* sp, *Lusatiops* sp, *Hematolenus* (H) *ibericus* SDZUY, *H. (Lotzeia) Lotzei* SDZUY, *Alueva undulata* SDZUY, *Alanisia hastata* SDZUY, *Strenuaeva sam-pelayoi moratrix* SDZUY, *Paradoxides mureroensis* SDZUY, *Agnostacea*. Braquiópodos: *Trematobolus simplex* (VOGEL), *Lingulella* ? sp. Así como Hyolitos y placas de Equinodermos.

Esta asociación es típica de la parte superior del Bilbiliense.

En Manchones, se reconocen 110 m de serie correspondientes a la base de la Fm. Murero (regionalmente tienen una potencia de 120 a 130 m).

Los 20 m inferiores corresponden a areniscas de grano muy fino a fino en capas centimétricas, con laminación de *ripples*, y más raramente laminación paralela, con intercalaciones de pizarras. En las pizarras los niveles arenosos dan lugar a estratificación *linsen* y *wavy*. Ocasionalmente, en los niveles de mayor granulometría aparece estratificación *flaser*. En algunos puntos se observan granoselección positiva y cantos blandos.

Por encima se sitúan 55 m de pizarras, localmente calcáreas, grises, con intercalaciones de capas centimétricas (máximo 20 cm) de areniscas de grano fino a muy fino, formadas por granos de cuarzo (50%) moscovita (15%) y matriz clorítica (25%) con óxido de hierro disperso (10%), con microbandeado granulométrico. En las areniscas se observan *ripples* y a veces laminación paralela. A techo de las capas presentan morfología de *ripples* de oscilación. En los bancos más potentes estratificación cruzada de gran escala, en ocasiones con superficies de reactivación. Localmente este tramo está bioturbado.

A techo de la serie se encuentran 30 m de areniscas de grano muy fino de características semejantes a las de la base.

Estos tramos se interpretan como depositados en un ambiente de plataforma abierta y somera.

La fauna clasificada es la siguiente: Trilobites: *Conocoryphe* sp, *C. (P). Languedocensis* THORAL; *C. (C). heberti*. MUN-CHALM & BERG; *Agraulos longicephalus* HICKS; *Badulegia paschi* SDZUY; *B. granieri* THORAL; *B. juliverti* SDZUY; *Ctenocephalus* (Hartella) *antiquus* THORAL; *C. (C). bergeroni* THORAL; *Paradoxides* sp; *P. brachyrhachis* LINNARSSON; *P. rouvillei* MIQUEL; *P. pradoanus* VERNEUIL & BARRANDE; *P. mediterraneus* POMPECKJ; *P. cf. granulatus* COURTESOLE; *Parda hilhania hispanica* SDZUY; *Parda hilhania hispida* THORAL; *Condylropyge rex*. BARRANDE;

Peronopsis fallax LINNARSSON; *Solenopleuropsis simula* SDZUY; *Solenopleuropsis marginates*, SDZUY; *Agnostacea*. Braquiópodos articulados, inarticulados *Lingulella* sp, Equinodermos, Graptolitos, Ortocerátidos e Hyolitos.

1.1.3 Fm. Almunia, Miembro A₁. Pizarras y areniscas (4). Cámbrico medio-superior

Aflora en las proximidades del río Jiloca, preferentemente en la margen izquierda, donde forman una franja de dirección NO-SE paralela al río. Con frecuencia se encuentra cubierto de sedimentos terciarios y cuaternarios que dificultan su observación.

En la hoja vecina de Daroca, en las proximidades de Murero se ha reconocido esta unidad.

En esta columna se han medido 90 m correspondientes al techo de la unidad. Regionalmente tiene una potencia aproximada de 350 m. Son areniscas de grano fino a muy fino grises, con intercalaciones de limolitas y pizarras grises.

Los 12 m inferiores, están formados por capas centimétricas de areniscas grises de grano fino, granodecrecientes, con estructura interna de *ripples* y laminación paralela, con techos ondulados que alternan con limolitas y arcillas grises.

Por encima se sitúan 44 m de un tramo arenoso, constituido por areniscas de grano fino, excepcionalmente de grano medio, grises, en capas de escasos centímetros a 0,40 m, con estructura interna de *ripples* y *flaser* dispersos. Estos materiales están ligeramente bioturbados, a excepción de algunas capas en los que la bioturbación ha borrado todo tipo de estructuras.

A techo de la unidad aparece una alternancia de areniscas y pizarras (34 m), en capas de 10 a 30 cm. Las areniscas son de grano fino, a muy fino con estratificación cruzada de pequeña escala. En las pizarras se intercalan lentículas (*linsen*) de areniscas. En algunos bancos hay estratificación cruzada de gran escala y bajo ángulo. En conjunto la bioturbación aumenta hacia el techo.

Las areniscas están formadas por granos de cuarzo (25-75%), feldespatos (plagioclasas predominantemente) muy alterados a sericita-clorita (0-20%), moscovita (5-10%) y matriz clorítica (10-35%) más o menos impregnada por óxidos de hierro. Como accesorios circón, turmalina y rutilo. Se desarrollan contactos de presión solución, con ligera movilización de sílice en los contactos.

Estos depósitos definen una mesosecuencia que indica régimen de flujo creciente (secuencias *coarsening and thickening upward*), sedimentados en un ambiente intermareal.

1.1.4 Fm. Almunia, Miembro A₂. Areniscas cuarcíticas y pizarras (5). Cámbrico medio-superior

Aflora como la unidad anterior intermitentemente a lo largo de una franja de dirección NO-SE, paralela al cauce del río Jiloca, en su margen izquierda.

Ha sido estudiado este miembro en la sección anteriormente citada (Murero). Está constituido por areniscas cuarcíticas con algunas intercalaciones de pizarras gris oscuras. El conjunto, de 285 metros, se puede subdividir en dos tramos. El inferior forma una megasecuencia estrato creciente constituida en la base por areniscas de grano fino, rara vez de grano medio, de colores grises a verdosas, en capas de 0,10 a 0,30 m, con *ripples* y esporádicamente *flaser*; se observan bases erosivas, bancos con laminación paralela y con estratificación cruzada de gran escala. El conjunto se encuentra ligeramente bioturbado. A techo del tramo las areniscas se disponen en bancos de 0,5 a 1,20 m de potencia y en ellos no se observan estructuras sedimentarias debido a la intensa bioturbación. Son areniscas formadas por granos de cuarzo (50%), feldspatos (plagioclasa dominante) muy alterados a sericita-clorita (20%) y matriz clorítica (20%), impregnada por óxidos de hierro (10%).

El tramo superior está formado por cuatro megasecuencias estrato y granocrecientes, aunque interiormente se observan otras de menor entidad de carácter positivo, o granodecrecientes. En la parte inferior de las secuencias las areniscas tienen aspecto lajeado con estratificaciones cruzadas de pequeña escala y ocasionalmente *flaser*. Hacia el techo las areniscas en bancos de 0,50 a 1 m presentan estructuras de mayor energía, estratificaciones cruzadas de gran escala de surco, a veces planar, con techos ondulados y superficies de reactivación. Se encuentran ligeramente bioturbadas y en algún punto hay estructuras de *escape de agua*. Las areniscas están formadas por granos de cuarzo (25-60%), feldspatos (plagioclasa dominante) muy alterados a sericita clorita (10-15%) y matriz clorítica (20-35%), más o menos impregnada por óxidos de hierro. En los niveles superiores de las secuencias se intercalan finos de pizarras y limolitas entre los bancos de areniscas.

Esta unidad se ha interpretado como depósitos de barras sobre sedimentos depositados en una llanura de mareas.

1.1.5 Fm. Almunia. Miembro A₁ y A₂. Areniscas y pizarras (6). Cámbrico medio-superior

En las proximidades de Luco de Jiloca hay zonas en las que los afloramientos de las unidades A₁ y A₂ descritas anteriormente, no permiten distinguir una de otra. Por ello en la cartografía se las ha englobado dentro de una unidad comprensiva.

1.1.6 Fm. Almunia. Miembro B. Pizarras y areniscas (7). Cámbrico medio-superior

Aflora según una franja de dirección NO—SE, paralela al curso del río Jiloca.

Está formada por pizarras y areniscas de grano muy fino disminuyendo hacia el techo el porcentaje de arenas. Los colores son gris y verde oscuros a negruzcos.

Ha sido reconocida en la vecina hoja de Daroca (26-18) en las secciones de Murero y de Valdehorna.

En la primera se cortan únicamente los 95 m inferiores. Son areniscas de grano muy fino a limolitas. En la mitad inferior predomina la estratificación cruzada de pequeña escala debida a *ripples*, con algunos niveles muy bioturbados.

En la mitad superior las areniscas son en general de grano más fino a limolíticas, con estructuras de tipo *flaser*, y muy bioturbadas.

En la sección de Valdehorna este miembro tiene 800 m. Está constituido por secuencias de energía creciente. En la base de éstas predominan las pizarras y limolitas, ligeramente bioturbadas, con *ripples* aislados e intercalaciones de capas centimétricas de areniscas de grano fino (*wavy bedding*). A veces en los niveles arenosos se encuentra estratificación *flaser*. El tramo superior arenoso está formado por bancos de hasta 1 m de potencia de areniscas de grano fino a medio, en secuencias generalmente granocrecientes, con *ripples* generalmente de oscilación y a veces estratificación *flaser*. Otros bancos tienen estratificación cruzada de gran escala, en ocasiones con *ripples* sobreimpuestos y superficies de reactivación. Es frecuente la bioturbación en los tramos arenosos, que en ocasiones borran todo tipo de estructuras anteriores.

Las areniscas están formadas por granos de cuarzo (50-70%), feldespatos alterados (10-20%) en los que se aprecia una cierta proporción de feldespato potásico (5-20%), a veces sustituidos por carbonatos y óxidos de hierro. Parte de la matriz sericítico-clorítica, proviene de la matrización

(diagénesis) de pequeños fragmentos de rocas lábiles, también aparece biotita ferruginizada y opaquinizada.

El ambiente de sedimentación se ha interpretado como intermareal (*mudflat* a *sand flat*).

1.1.7 Fm. Almunia. Miembros A₁, A₂ y B. Pizarras, areniscas cuarcíticas (8). Cámbrico medio-superior

Esta unidad cartográfica comprende parte de los Miembros A₁, A₂ y B de la Fm. Almunia que no han podido ser diferenciados en las proximidades de Valverde (borde Este de la hoja).

La descripción corresponde a las citadas anteriormente para las unidades 4, 5 y 7.

1.1.8 Fm. Almunia. Miembro C. Cuarcitas (9). Cámbrico medio-superior

Aflora como el resto de las unidades de la formación Almunia en la banda de materiales paleozóicos al O del cauce del Jiloca. También se encuentra un pequeño afloramiento al sur de Valverde, en el borde E de la hoja.

Ha sido estudiada en la sección de Valdehorna dentro de la hoja de Daroca, donde alcanza una potencia de 140 m. En otros puntos de la región se encuentra potencias del orden de los 200 m.

Está constituido fundamentalmente por areniscas de grano muy fino a fino, en capas mayores de 0,5 m de potencia con algunos niveles intercalados de pizarras limolíticas.

La composición de las areniscas es semejante a la de los otros miembros de la Fm. Almunia. Los granos de cuarzo (60-80%) tienen contactos de presión-solución con algunos crecimientos secundarios que a veces da a la roca un aspecto cuarcítico; feldespatos (0-25%) y matriz (20%).

Suelen presentar estratificaciones cruzadas de tipo tabular y de bajo ángulo a veces de surco, con techos ondulados y con morfología de barras. Hacia el techo aumenta la proporción en arena, así como el tamaño del grano. En este mismo sentido aumenta la bioturbación. En el resto de los niveles arenosos se encuentran laminaciones debidas a *ripples* generalmente de oscilación.

En los niveles de pizarras y limolitas intercalados es frecuente la estratificación lenticular (*linsen* y *wavy bedding*).

Estos materiales se han depositado en una plataforma somera, dominando los términos intermareales (*sand flat*) y siendo frecuente el desarrollo de barras.

1.1.9 Fm. Almunia. Miembro D. Pizarras y areniscas (10). Cámbrico medio-superior

Aflora siguiendo una franja de dirección NO-SE paralela al cauce del río Jiloca.

Se ha reconocido en la sección citada anteriormente de Valdehorna (Hoja de Daroca), donde alcanza una potencia de 930 m.

Teniendo en cuenta que la potencia media en la región es de unos 500 m es posible que la potencia medida en esta sección sea superior a la real debido a la repetición de tramos por causas tectónicas.

Se caracteriza por el predominio de las pizarras de colores negruzcos, sobre las areniscas.

Las areniscas son de grano fino a muy fino, excepcionalmente de grano medio. Su composición es parecida a la de otros miembros de la Fm. Almunia. Los granos de cuarzo (60-75%) tienen contactos de presión-solución; hay feldspatos (0-15%); fragmentos de rocas (0-10%) y matriz (0-25%). En algunas muestras el porcentaje de óxidos de hierro alcanza el 25%.

Hay estratificaciones cruzadas de pequeña escala, y techos ondulados a veces con estratificación *flaser*. En los bancos más potentes y de fracción arenosa media se observan estratificaciones cruzadas de gran escala, con techos ondulados, superficies de reactivación y bioturbación intensa.

En los tramos limolíticos, la fracción arena se distribuye en lentículas (*linsen*) y en capas delgadas de cierta continuidad lateral (*wavy bedding*).

El ambiente sedimentario de los materiales anteriormente descritos se ha interpretado como una llanura mareal dominando en la serie los términos correspondientes al *mud flat*.

1.1.10 Fm. Valconchán. Cuarcitas, areniscas y niveles pizarrosos (11). Cámbrico superior-Tremadociense

Aflora como el resto de las unidades del Cámbrico a lo largo de una franja de dirección NO-SE. Ha sido estudiada en las proximidades de la localidad de Valconchán (Hoja de Daroca), donde se encuentra el corte típico con una potencia de 440 m.

Está formada por cuarcitas de tonos blanquecinos bien estratificadas, areniscas de colores oscuros y pizarras gris verdosas. Esta unidad presenta cambios de facies y de potencia acusados.

Normalmente son areniscas de grano muy fino a fino, excepcionalmente de grano medio, en capas que oscilan desde laminadas a tabicadas (menos de 20 cm) y en bancos de 30 a 60 cm de aspecto masivo.

Las muestras de arenisca estudiadas al microscopio son de grano fino y muy fino, formadas por granos de cuarzo (60-75%), feldespatos (potásicos y plagioclasas) muy alterados (0-25%), moscovita y biotita y matriz clorítica (10-25%). Normalmente hay orientación paralela de los granos, a veces se observa bandeado granulométrico y composicional. En niveles o bandas con poca matriz los granos tienen contactos de presión-solución. Como accesorio hay circón, turmalina y rutilo.

A techo de la unidad se encuentran lentejones discontinuos de conglomerados, formados por cantos de cuarzo y cuarcita redondeados de tamaño máximo 2 cm. En estas capas se encuentran las huellas de anclaje del *Oryctoconus*.

En conjunto la unidad forma una megasecuencia estrato creciente, constituida a su vez por otras de menor entidad que cuando se encuentran completas, empieza en la base por areniscas de grano muy fino, con *ripples* aislados de granulometría más gruesa con techo ondulado (*wavy bedding*). Siguen niveles formados por *ripples* de oscilación y de corriente alternantes. Por encima bancos de 0,5 a 1 m de potencia, de areniscas con estratificación cruzada de gran escala y bajo ángulo, ocasionalmente de surco, y frecuentes superficies de reactivación.

A techo de algunos bancos se encuentran superficies ferruginizadas que indican episodios sin sedimentación y posible exposición aérea.

El medio de sedimentación se ha interpretado como el de una llanura de mareas con predominio de términos de *mixed* y *sand flat* y desarrollo de barras y canales mareales.

1.2 ORDOVICICO

Sobre el Ordovícico de la zona destacan los trabajos de SCHMITZ (1971), JOSOPAIT (1972) y WOLF (1980).

1.2.1 Fm. Borrachón. Pizarras y cuarcitas (12). Tremadociense

Su nombre procede de la colina de Borrachón, situada al sur de Val de San Martín (Hoja de Daroca). Aflora en la mitad Norte de la hoja, según una franja de dirección NO-SE.

Está formada por pizarras y limolitas gris verdosas a negruzcas, con bancos de areniscas intercalados.

Ha sido estudiada en la sección de Calamocha (x: 798.500; y: 705.750).

La potencia observada en esta sección es de 250 m aunque regional-

mente puede alcanzar los 900 m. No obstante esta unidad como la anterior (11), sufre fuertes variaciones de potencias con el aumento en el sentido SE-NO.

Está formada por pizarras y limolitas verdosas a negruzcas, con intercalaciones de areniscas de grano muy fino en capas desde lenticulares (*linsen*) hasta de 25 cm.

Las muestras estudiadas al microscopio son areniscas formadas por cuarzo (45-75%), feldespatos (15-25%) con predominio de las plagioclasas, sobre los feldespatos potásicos, moscovita (10% en algunas muestras) y matriz clorítica, que puede estar impregnada de óxido de hierro. También se observa biotita totalmente alterada a clorita y óxido de hierro. Como minerales accesorios: circón, turmalina y rutilo.

Estos materiales se ordenan en secuencias de 2 a 6 m, en las que en la base predomina la arena media con estratificación cruzada de gran escala con superficies de reactivación y techos planos y ondulados; por encima la arena es de grano medio a fino con *ripples* de oscilación y localmente *flaser*; hacia el techo la arena es de grano muy fino a limolítica con *ripples* aislados de arena media a fina. Las medidas de corriente en *mega ripples*, tomadas en esta unidad, han dado direcciones comprendidas entre 220° y 260°.

El medio de sedimentación se ha interpretado como llanura de mareas (*tidal flat*); la existencia local de bancos de cuarcita, del orden de 4 a 5 m de potencia, con estructura interna de estratificación cruzada de surco con base canalizada y marcadas superficies de acreción lateral, se han interpretado unos como *point bars* en canales mareales y otros como barras sobre el *tidal flat*.

Más al N de la zona estudiada se han encontrado trilobites y braquiópodos. WOLF (1980) da microfauna rica en *acritarcos* que indican una edad Tremadociense.

1.2.2 Fm. Cuarcita de Scolithus. Areniscas, cuarcitas y niveles pizarrosos, (13). Tremadociense.

Aflora en la mitad norte de la hoja, extendiéndose a lo largo de una franja de dirección NO-SE.

El corte más representativo de la hoja se encuentra a lo largo de la carretera de Calamocha a Odón, donde se ha estudiado en la sección de Calamocha citada anteriormente. En este corte afloran 450 m de areniscas de tonos blanquecinos y amarillentos, algún banco de cuarcita, y escasos niveles pizarrosos intercalados.

Las areniscas son de grano muy fino a fino, localmente de grano medio

preferentemente a techo de la unidad. También la potencia de los estratos aumenta hacia la parte superior, por lo que forma una secuencia estratocreciente (secuencia *thickening*). El aspecto externo de las areniscas es lajeado, con estructura interna de *ripples*, ocasionalmente con laminación paralela y bioturbadas. Intercalados existen bancos con estratificación cruzada tabular. En algunos tramos y preferentemente en la parte superior de la formación predominan las areniscas en bancos de 30 a 80 cm con estructuras de mayor energía, estratificación cruzada tabular con techos ondulados debido posiblemente a retoque mareal. La bioturbación tanto en la superficie de los estratos como en la vertical (*scolithus*) es muy abundante lo cual indica una sedimentación rápida con cortos períodos de tranquilidad.

Las muestras de areniscas estudiadas son de grano fino formadas por granos de cuarzo (50-60%) feldespatos (25%) con mayor porcentaje del feldespato potásico que la plagioclasa, moscovita en algún nivel hasta el 15%, y escasa matriz clorítica. La biotita está totalmente alterada a clorita y óxido de hierro. Los granos tienen contacto de presión-solución y la textura cuarcítica se produce por cementación de sílice en crecimientos secundarios. Como accesorios circón y rutilo.

El ambiente de sedimentación se ha interpretado como el de una llanura de mareas, dominando los términos intermareales (*sand-flat*) y con desarrollo esporádico de barras.

Esta unidad es pobre en fauna. Fuera de la zona se ha encontrado algunos trilobites que permiten una atribución al Tremadoc o al Arenig. Las huellas como *Cruziana semiplicata* y *C. rugosa*, además la fauna de acritarcos indican sin duda Tremadociense.

1.2.3 Fm. Santed. Cuarcitas y pizarras (14). Tremadociense-Arenigiense

Aflora como relieves residuales entre depósitos de glaciares en la mitad Noroccidental de la hoja, entre las localidades de Castejón de Tornos y Berruenco.

Regionalmente tiene una potencia muy variable. En el Sur de la Rama Castellana varía entre 200 y 400 m, aumentando hacia el N hasta los 950 m. Está constituido por una alternancia de areniscas de tonos pardo amarillentos y limolitas verdes y rojizas.

En la sección de Berruenco (x: 789.050; y: 711.450) se han reconocido 300 m parcialmente cubiertos. Está constituida por una alternancia de areniscas de tonos pardo amarillentos y limolitas verdes y rojizas con un ligero dominio de la fracción arenosa.

Las areniscas son de grano fino, formadas por granos de cuarzo

(50-60%), feldespato potásico (10-15%), plagioclasa (5-10%), biotita (5%), moscovita (0-5%) y matriz clorítica. Como accesorios circón, turmalina y rutilo. Hay óxido de hierro procedente de la ferruginización de la biotita y alteración de feldespatos. También se observan reliquias de caolinita por transformación de micas y feldespatos. Generalmente presentan microestratificación paralela con niveles de acumulación de minerales pesados.

La mitad inferior, muy monótona, forma capas de aspecto laminado con estructura interna de *ripples*, en la mayor parte de los casos de oscilación. Ocasionalmente se encuentran microsecuencias granodrecientes y laminaciones paralelas. La bioturbación es escasa. Las direcciones de corriente medidas en los *ripples* es de 45°.

En la mitad superior aparecen con frecuencia granulometrías y potencias de bancos mayores. En ellos se encuentran estratificaciones cruzadas de gran escala de tipo tabular y en menor proporción de surco (*through*). Las direcciones de aporte en estas capas es de 280°. Presentan frecuentes superficies de reactivación.

Los tramos limolíticos contienen niveles centimétricos de areniscas de *ripples* y con laminación paralela.

Estos materiales se han depositado en una llanura de mareas de carácter predominantemente arenoso (*mixed-sand flat*).

En la vecina hoja de Ateca (25-17) a techo de la unidad aparece fauna de Trilobites que data un Arenigiense-inferior.

1.2.4 Fm. Cuarcita Armoricana, (15). Arenigiense.

Aflora en la mitad suroccidental de la hoja formando una franja de dirección NO-SE.

Regionalmente se reconocen tres tramos, el inferior representado por cuarcitas blanquecinas; el medio formado por pizarras y areniscas con estrechos bancos cuarcíticos, y el superior constituido por cuarcitas en bancos potentes.

En esta hoja el tramo intermedio suele encontrarse cubierto por sedimentos neógenos y cuaternarios. La sección estudiada con detalle en esta unidad se ha levantado en Berrueco, citada en el apartado anterior.

El inferior tiene una potencia de 180 m, y está constituido por cuarcitas blanquecinas y rojizas, generalmente muy recristalizadas, en capas de 0,30 a 0,60 m. En los bancos inferiores se observan cantos de cuarzo subredondeados, de 1,5 cm de diámetro, dispersos. Ocasionalmente intercalan pizarras.

Suelen presentar estratificaciones cruzadas de gran escala de tipo tabular (ocasionalmente en surco) y tener morfología de barras. En algunos

niveles de arenisca hay laminación cruzada de *ripples* y laminación paralela. La bioturbación en general inexistente, se limita a horizontes muy delimitados.

El tramo medio tiene una potencia de 45 m. Está constituido por una alternancia de pizarras y areniscas. Las areniscas son de grano fino laminadas, entre las que se intercalan bancos de areniscas más compactas en capas del orden de 20-30 cm. En los niveles arenosos se encuentran laminaciones paralelas o de muy bajo ángulo y sobre todo *ripples* de oscilación. Estas areniscas están medianamente bioturbadas.

El tramo superior tiene una potencia de 85 m. Está constituido por bancos de 0,5 a 2 m de cuarcitas blanquecinas y rojizas, con algunos niveles de areniscas cuarcíticas y pizarras. Suelen presentar estratificación cruzada de gran escala de tipo tabular, y morfología de barras. La bioturbación aumenta hacia el techo del tramo en donde las areniscas presentan con abundancia tubos gruesos de *Scolithus*, a la vez que las estructuras sedimentarias se difuminan.

Al microscopio normalmente son ortocuarzitas (cuarzoarenitas) con granos subredondeados, de tamaño arena fina a media, bien clasificados, sin apenas matriz y cemento bien desarrollado de cuarzo en crecimientos secundarios, con bordes interpenetrados por presión-solución. Los minerales accesorios son circón, turmalina y rutilo.

El tramo medio son depósitos de llanura de mareas (*sand a mixed flat*), mientras que los tramos inferior y superior se interpretan como depósitos de barras litorales desarrolladas sobre esa llanura mareal.

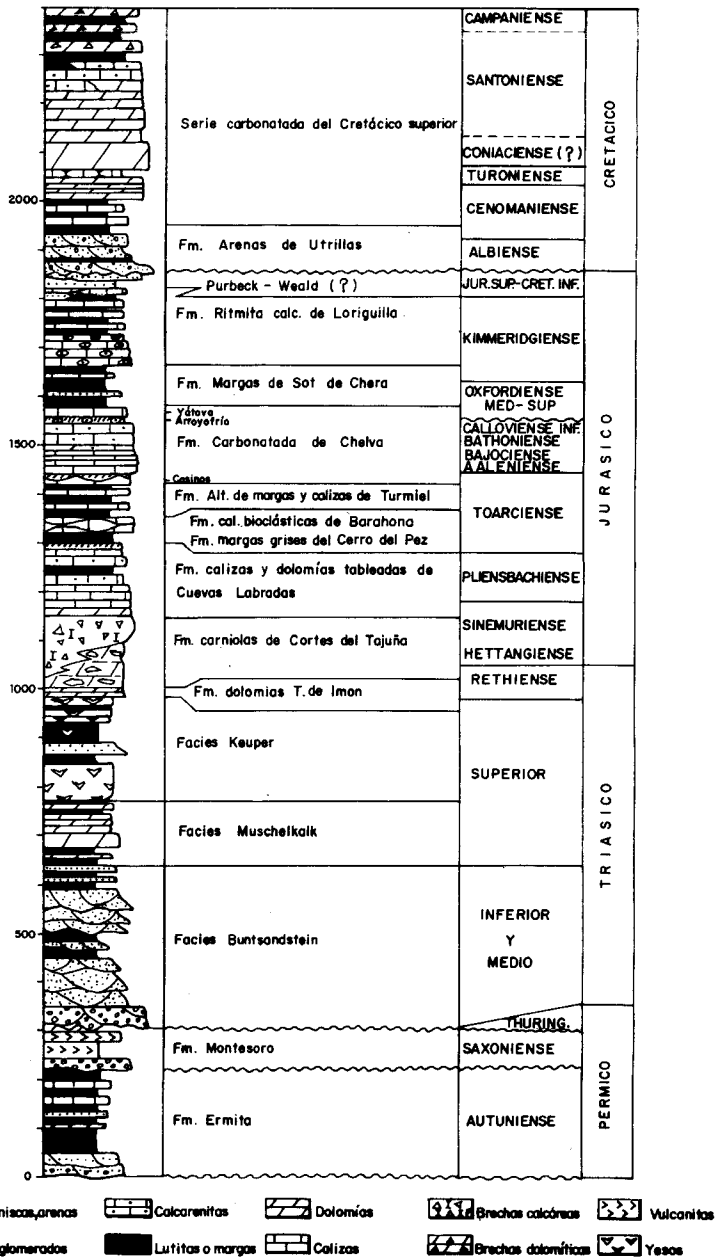
Contienen pistas atribuibles a *Cruziana* y *Scolithus* y se datan como Arenigienses.

1.2.5 Pizarras y areniscas (16). Ordovícico medio (Llanvirniense)

Aflora a lo largo de una franja de escasa potencia y discontinua entre Berrueco y el Poyo (mitad noroccidental de la hoja). Generalmente se encuentra cubierta por coluviones y sedimentos neógenos que enmascaran los afloramientos.

Esta unidad, denominada "Alternancia inferior" por los geólogos alemanes de Wurzburg (CARLS, 1968 y 1975), está formada por limolitas de tonos pardo verdosos y verde oscuros teñidas superficialmente por óxidos de hierro, y areniscas de grano fino a medio y de aspecto lajeado. Próximo a la base se encuentra un oolito ferruginoso de potencia próxima a 0,5 m.

No se ha podido reconocer en detalle, debido a la mala calidad de los afloramientos existentes.



~~~~~ Superficie ferruginosa

Fig. 2.— Columna estratigráfica sintética del Pérmico, Triásico, Jurásico y Cretácico.

En la zona de Berrueco se ha encontrado la siguiente fauna de Graptolites: *Didymograptus speciosus* (EKSTROM), *Didymograptus* sp aff. *D. Murchisoni* (BECK), *Didymograptus* cf. *acutus* (EKSTROM), que datan un Llanvirniense superior.

### 1.3 ROCAS VOLCANICAS (1) ¿PERMICAS?

Se describen en este apartado los afloramientos de rocas volcánicas que afloran en la carretera de Calamocha a Tornos. Intruyen en la Cuarcita de *Scolithus* a favor de planos de estratificación y fracturas de dirección NO-SE coincidentes con el rumbo de las capas. Por consideraciones regionales y comparación con otras rocas volcánicas existentes en hojas próximas: Ateca (25-17), Used (25-18) se atribuyen al Pérmico.

Son rocas de textura porfídica, micro a hipocristalina con fenocristales alargados de sílice microcristalina asociada a óxidos de hierro. La matriz es de sílice-sericita y óxidos de hierro. Hay reliquias texturales de microlitos de feldespatos potásico.

Es una roca de carácter ácido-intermedio probablemente una dacita (o traquita?) muy silicificada y ferruginizada.

### 1.4 TRIASICO

El Triásico de las regiones próximas a la hoja de Calamocha ha sido estudiado por RIBA (1959), VILLENA (1971), RAMOS (1979) y en el informe litoestratigráfico, sedimentológico y paleogeográfico del IGME (1980). En la década de los 70 han aparecido numerosos trabajos petrográficos sobre el Muschelkalk.

La facies Buntsandstein no llega a aflorar, por encontrarse recubierta por depósitos del Neógeno y Pliocuaternario. Por la posición paleogeográfica que ocuparían sus afloramientos, los espesores deben ser muy reducidos (Umbral de Ateca).

#### 1.4.1 Facies Muschelkalk

Regionalmente se divide la "Formación carbonatada media" del Triásico en cuatro unidades litológicas (IGME 1980) que de muro a techo son:

- 1.— Dolomías y limos.
- 2.— Dolomías en capas gruesas.

3.— Dolomías en capas finas.

4.— Alternancia de margas y dolomías.

Todas estas unidades se sitúan en el Karniense (parte inferior del Triásico superior) (IGME 1980).

Aflora en la zona centro sur occidental de la hoja y tiene un espesor total del orden de los 100-120 m. Se han diferenciado tres unidades cartográficas que en líneas generales se corresponden con los tramos 1, 2+3 y 4.

Ha sido estudiado en la columna de Villalba de los Morales-N. (x: 792.350; y: 700.300).

#### 1.4.1.1 Arcillas y Calizas (17). *Facies Muschelkalk inferior*

Aflora en el núcleo de una extensa *combe* anticlinal en cuyo interior resaltan niveles de capas duras debidas a los bancos carbonatados, frentes de *cuestas* y *hog-backs* originados por las dolomías superiores.

Está constituida por lutitas (limos) rojas con abundantes intercalaciones de dolomías y calizas dolomíticas en capas de orden centimétrico a decimétrico. Hacia la base hay bancos calizos de orden métrico. Hacia el techo aparecen margas grises. Entre los limos pueden aparecer niveles de areniscas en capas finas. Tiene un espesor del orden de 30 m.

Las dolomías tienen textura densa y son de grano medio, con distinto tamaño de cristal, formando bandeados ondulados. Las areniscas suelen ser arkosas ricas en feldespato potásico. Las calizas y calizas dolomíticas son más o menos recristalizadas.

Se encuentran estructuras de laminación estromatolítica, con las láminas rotas o no y *ripples* de oscilación.

Esta unidad se ha depositado en un ambiente de llanura de mareas.

#### 1.4.1.2 Dolomías (18). *Facies Muschelkalk media*

Originan un resalte morfológico muy típico constituyendo los frentes y reversos de *cuestas* y *hog-backs*

Esta unidad cartográfica comprende los niveles de "dolomías en capas gruesas" y "dolomías en capas finas" si bién sobre el terreno no se reconoce bien la superposición de ambos tramos encontrándose entremezclados.

Está constituida por unos 80 m de dolomías grises, de tonos asalmonados e incluso amarillentas que se estratifican en bancos desde masivos, con aspecto brechoide, a tableados en capas de 20-40 cm. Son normalmente dolomías con textura en mosaico denso, de cristales subidiomorfos de tamaño medio a grueso, dispuestos en forma de microestratificación paralela

ondulada. Hay sombras de Crinoideos. También aparecen en los niveles más tableados de micritas-dolomicritas con fina recristalización dolomítica, zonas no recristalizadas a modo de nódulos, sombras de Ostrácodos y huecos de disolución de sales. La dolomitización es penecontemporánea con la sedimentación, que han sufrido una importante recristalización.

Suelen presentar laminación estromatolítica con las láminas rotas o no y *ripples* normalmente de oscilación. Aunque no se ha observado debido a la fuerte recristalización los bancos masivos de la base suelen presentar, en otras zonas (Used, 25-18, Odón 25-19), estratificación cruzada de gran escala con morfologías de barras y canales.

El depósito de la unidad se ha llevado a cabo en una llanura de mareas y pasándose de las zonas sub o intermareales (?) con barras y canales (?) al intermareal alto.

La unidad ha resultado azoica.

#### 1.4.1.3 Dolomías, calizas y margas (19). Facies Muschelkalk superior

Forma los reversos de las *cuestas* y *hog-backs* del Muschlekkalk dando origen a formas de tipo *chevron*.

Tiene un espesor aproximado de 25 m. Se trata de una alternancia irregular de margas (dolomíticas?) grises y verdes (entre las que se intercalan niveles delgados de dolomías arcillosas) y bancos de dolomías, dolomías arcillosas y calizas muy dolomíticas estratificadas en capas decimétricas. Dominan las microdolomías.

Normalmente (IGME 1980) en la parte inferior dominan la bioturbación y *ripples* de oscilación así como los niveles de Bivalvos y Gasterópodos. A veces aparecen cuerpos con morfología de barras. En la parte superior hay niveles estromatolíticos con láminas rotas, y moldes de cristales de sal. En zonas próximas a la hoja de Calamocha (corte de Castellar de la Muela, IGME 1980) aparecen en la parte media domos estromatolíticos y estructuras de *slumping*.

Se trata de materiales depositados en una plataforma somera en la zona intermareal alta, con tendencia supramareal hacia el techo, como paso a las condiciones de *sebkha* litoral del Keuper.

#### 1.4.2 Arcillas y margas varioladas. Yesos (19) Facies Keuper

Aparece siempre muy recubierto por derrubios y coluviones, formando los núcleos de *combes* complejas y arrasadas. No ha podido ser estudiado en ninguna columna estratigráfica.

Está constituido fundamentalmente por arcillas abigarradas (rojas, verdes, grises, etc.) yesos con texturas secundarias (fibrosos, nodulosos, alabastinos) y existen algunos niveles de margas y dolomías. Es bastante frecuente la presencia de un nivel de arenas finas de potencia métrica hacia la parte media de la unidad. Regionalmente es característica la presencia de minerales de tipo autigénico: aragonitos, jacintos de Compostela. A techo se intercalan niveles dolomíticos discontinuos de tránsito a la Fm. Dolomías tableadas de Imón.

Los materiales de la Facies Keuper se depositan en una llanura próxima al litoral, que temporalmente sufría pequeñas transgresiones marinas, que dejaban sedimentos de llanura de marea.

En esta llanura se desarrollaban lagos efímeros, semejantes a las playas o *sebkhas* continentales (yesos). Esporádicamente la llanura estaría surcada por pequeños canales (IGME 1980).

La unidad es normalmente azoica, sólo se han encontrado lumaquelas con pequeños lamelibranquios en niveles dolomíticos presentes en la hoja de Ateca (25-17).

Se le atribuye tentativamente una edad Triásico-superior probablemente Noriense.

## 1.5 TRIASICO SUPERIOR Y JURASICO

El Jurásico de este sector de la Cordillera Ibérica ha sido estudiado desde muy antiguo destacando los trabajos de TRICALINOS (1928), RIBA (1959), VILLENA (1971), VILLENA et al (1971), GOY et al (1976), YEBENES (1973) y GOMEZ et al (1979).

En los trabajos de GOY et al y GOMEZ et al se definen varias unidades litoestratigráficas que convenientemente agrupadas constituyen las unidades cartográficas distinguidas en la hoja. Los procesos erosivos neokimméricos y aústricos han desmantelado la mayor parte del Jurásico, preservándose únicamente niveles del Lías inferior y medio.

### 1.5.1 Fm. Dolomías tableadas de Imón. Fm. Carniolas de Cortes del Tajuña. Brechas y carniolas. Dolomías tableadas en la base (21). Rethienese. Hettangiense. Sinemuriense inf.-med.?

Esta unidad cartográfica aflora en forma de manchas aisladas en el cuadrante suroccidental de la hoja, constituyendo principalmente núcleos fallados de estructuras anticlinales. Morfológicamente forma parte de las



zonas internas de *combes* complejas, dando origen a resaltes morfológicos sobre los materiales arcillosos del Keuper. En otras ocasiones se encuentra arrasada por las superficies de erosión pliocena. Ha sido estudiada parcialmente en la columna estratigráfica de Villalba de los Morales (x: 791.300; y: 699.400).

De muro a techo se encuentran las siguientes litofacies:

La Fm. Dolomías de Imón, viene dada por dolomías grises, tableadas, en capas de orden centimétrico que presentan laminación paralela y estromatolítica, en otros puntos tienen además *ripples* de oscilación, y ocasionalmente moldes de evaporitas. Al microscopio son microdolomías, finamente recristalizadas con tendencia peletóide y reliquias de laminación estromatolítica. También aparecen doloesparitas. Contienen fantasmas de Equinodermos y Lagénidos (*Fronicularia* sp). Tiene un espesor del orden de 6-7 metros pero pueden faltar parte por la laminación tectónica.

Regionalmente se interpretan como depósitos de *tidal flat-lagoon*.

En la Fm. Carniolas de Cortes de Tajuña se distinguen dos litofacias o miembros:

Miembro Carniolas: Son dolomías vacuolares, masivas de aspecto brechoide con colores pardo amarillentos y rojizos, que presentan una potencia variable; 40 m en Villalba de los Morales.

Este miembro ha sufrido transformaciones diagenéticas muy complejas y de gran importancia. Muy probablemente debió tratarse de un depósito originalmente carbonatado pero con frecuentes niveles de evaporitas intercalados, cuya disolución dio origen a la brechificación y aspecto vacuolar de las "carniolas".

Se interpretan como depósitos de *lagoon* restringido hipersalino.

El miembro Brechas, se encuentra en parte en cambio lateral con las "carniolas" y tiene espesores muy variables, habiéndose medido unos 85 m. Son brechas calcáreo-dolomíticas masivas, de aspecto caótico, sin clasificación, con los clastos en contacto o flotando en la matriz (*clast y mud-supported*).

Presentan una gran variedad de clastos: calizas y dolomías laminadas "carniolas", calizas bioclásticas, etc. Normalmente son angulosos de menos de 40 cm de diámetro. El estudio microscópico revela que han sufrido procesos complejos de recristalización, disolución y cementación.

GINER (1980) sugiere un origen para estos términos en el que intervienen tres factores: disolución de evaporitas, resedimentación y control tectónico en períodos penecontemporáneos a la sedimentación. El predominio local de cada uno de estos factores da lugar a colapsobrechas o a auténticas brechas sedimentarias.

Por lo que respecta al conjunto de la unidad cartográfica puede afirmarse que es prácticamente azoica o carece de fósiles con valor cronoestratigráfico. De modo tentativo puede indicarse que las Dolomías tableadas de Imón pertenecen al Triásico superior debiendo situarse el límite Triásico dentro de las Carniolas de Cortes de Tajuña.

#### 1.5.2 Fm. Calizas y dolomías tableadas de Cuevas Labradas (22). Dolomías calizas y margas. Sinemuriense superior-Carixiense

Aflora en las mismas condiciones que la unidad anterior. Hay que resaltar que se encuentra muy desmantelada por la erosión pre-Utrillas conservándose sólo sus términos basales.

Sin embargo en zonas muy próximas en la localidad Pozuel, al Norte de la hoja colindante por el Sur (Monreal del Campo 26-20) el Jurásico aparece muy completo hasta el Kimmeridgiense. Por esta razón en la descripción global de la unidad se incluyen los términos de margas, que regionalmente aparecen en la parte media alta de C. Labradas, ya que en profundidad y hacia el Sur la unidad debe estar completa (incluso es posible que estén presentes niveles del Dogger y Malm bajo Utrillas por la misma causa).

En la columna de Villalba de los Morales se han estudiado los primeros 15 metros de la formación. Está constituida por calizas grises a veces dolomíticas (*mudstones*) bien estratificadas en capas de 0,2 a 0,4 metros, que suelen presentar laminación paralela y estromatolítica. Son micritas con trazas de fósiles y a veces cuarzo accesorio, con un microbandedado debido a bandas de micrita con limo de cuarzo y Ostrácodos, alternantes con otros peletoides más ricos en Ostrácodos, Crinoides y cuarzo.

Además hay restos de Lamelibranquios y Lagenidos. Se han clasificado: *Ophthalmidium* sp y *Dentalina* sp datándose un Sinemuriense, probablemente superior por microfacies. La edad total de la formación se da por consideraciones regionales.

Estos materiales se han depositado en un ambiente de plataforma somera algo restringida.

### 1.6 CRETACICO

Los materiales cretácicos más antiguos pertenecen a la Fm. Arenas de Utrillas. Reposa discordante sobre distintos términos del Lías inferior e incluso sobre el Keuper (Umbral de Ateca).

Los trabajos más destacables sobre el Cretácico de la región son los de

RIBA (1959), VILLENA (1971), AGUILAR et al (1971) definen formalmente la Formación Arenas de Utrillas MOJICA et al y MOJICA (1977 y 1979), precisan el límite Cenomaniense-Turonense mediante Ammonites en la zona de Nuévalos y Alhama de Aragón. MELENDEZ et al (1980) estudia la sedimentología de los materiales carbonatados del Cretácico superior de Nuévalos (hoja 25-17, Ateca). En el informe del IGME (1980) se realiza un exhaustivo estudio de la sedimentología, paleogeografía y evolución tectónica del ciclo alpino en un sector de la Cordillera situado inmediatamente al este de nuestra hoja.

Aflora en el cuadrante suroccidental de la hoja. El Cretácico superior carbonatado ha sido estudiado en la columna de Villalba de los Morales E (x: 790.500; y: 698.100).

#### 1.6.1 Fm. Arenas de Utrillas. Arenas conglomeráticas y lutitas (21). Albiense-Cenomaniense inferior

Sus materiales se encuentran siempre muy recubiertos y afloran en los núcleos de *combes* (anticlinales) o en las vertientes bajo los escarpes de los materiales duros del Cretácico superior. Ha sido estudiado parcialmente mediante muestras sueltas, pues no existen buenas condiciones de afloramiento para efectuar series detalladas.

Su espesor oscila entre los 60 y 105 metros en las hojas circundantes. En la de Calamocha puede cifrarse en 60-70 m como máximo.

Se trata de una alternancia de lutitas de diversos colores, verdes, rojovioláceas, parduzcas, etc. con niveles de arenas de grano medio a grueso y abundantes clastos de cuarzo dispersos o concentrados en niveles, en capas de potencia irregular de varios decímetros a algunos metros.

Las lutitas suelen contener arena, y en ocasiones cantos de cuarzo dispersos. Son frecuentes los nódulos ferruginosos.

Las arenas son normalmente arkosas y (subarkosas) con cuarzo, feldespato potásico, abundante matriz de caolinita poral y cemento poropelicular de óxidos de hierro. La composición original se modifica por la sustitución de algunos elementos (feldespatos, matriz, micas) por calcita poikilítica generada durante tiempos avanzados de la diagénesis. La matriz caolinítica es con toda probabilidad sedimentaria. Presentan, morfología tabular, a escala de afloramiento, estratificación cruzada de gran escala, con niveles de gravas concentradas en cicatrices internas y dispersas en los *sets*. Otros niveles tienen base ligeramente erosiva y estratificación cruzada de gran escala y bajo ángulo.

A techo aparecen secuencias típicas de llanura de mareas con estratifi-

cación *flaser* y *linsen* y superficies ferruginosas. El resto no encaja de forma clara en un modelo netamente fluvial. (véase memoria de la hoja 25-18, Used). Modernamente se interpreta como un modelo fluvio-deltaico sometido al influjo de las mareas (submareal), es decir un delta destructivo elaborado en parte por las mareas en una paleogeomorfología de estuario constituido por el pasillo del aulacógeno celtibérico (véase capítulo 2. TECTONICA).

No se han encontrado restos fósiles, lo que podría ser explicado por la gran influencia de aguas dulces continentales de pH ácido que dificultarían el desarrollo de vida marina y en último caso serían responsables de la "disolución" de los carbonatos orgánicos.

### 1.6.2 Margas, areniscas y dolomías (24). Cenomaniense

Constituye los bordes de *combes* anticlinales complejos y las bases de los escarpes morfológicos originados por las dolomías suprayacentes.

En la columna de Villalba de los Morales E se han reconocido los 7 últimos metros de esta unidad.

En la hoja de Calamocha se caracteriza, como casi todo el resto del Cretácico superior, por estar intensamente dolomitizada sobre todo a techo.

La potencia de la unidad es del orden de 25-30 m.

Se describe teniendo en cuenta los datos obtenidos en la vecina hoja de Odón (25-19) y los de la columna de Villalba.

Litológicamente es muy compleja, dominando las litologías híbridas de carácter detrítico-carbonatado. Dominan las calizas dolomíticas y dolomías arenosas, grises y ocres estratificadas en capas de potencia decimétrica, que alternan con niveles margosos. Es muy constante hacia la parte media del tramo la presencia de un nivel métrico de margas verdes, y son frecuentes los niveles de arenas de aspecto "utrilloide" en la parte inferior. También suele haber capas decimétricas de areniscas calcáreas y calizas arcillosas.

Normalmente son dolomías de recristalización con granos de cuarzo y feldespato y más esporádicamente dolomicritas peletoides con elementos terrígenos y óxidos de hierro. Son relativamente frecuentes las dolomías con huecos de disolución rellenos de calcita (en relación con bioclastos) y la presencia de calcita intercrystalina relleno la porosidad de dolomitización.

Las areniscas son arkosas de grano medio, ricas en feldespato potásico, con moscovita y biotita, matriz poral caolinítica y cemento de calcita poikilítica.

Las estructuras más frecuentes son la laminación de tipo estromatolítico con *ripples* de oscilación sobreimpuestos que conservan frecuentemente su morfología a techo de las capas. La bioturbación es bastante abundante, así como los restos de Ostreidos, Pectínidos o Equinodermos y algunos Gasterópodos. Suele terminar con una superficie ferruginizada con concentración de fauna (Caprínidos).

Estos materiales se depositaron en una plataforma somera abierta, con una clara influencia de aportes detríticos continentales. Se trata de sedimentos de *tidal flat-lagoon*.

La datación de la unidad se hace teniendo en cuenta los obtenidos en las hojas colindantes.

### 1.6.3 Dolomías (25). Cenomaniense-Turonense

Dan origen a un resalte morfológico entre las unidades infra y suprayacentes. También se encuentran intensamente arrasadas por la superficie de erosión del Plioceno en el borde Sur de la hoja.

En la columna de Villalba de los Morales se han medido 46 m de dolomías tableadas, con algunos bancos masivos sobre todo a techo. Tienen aspecto brechoideo y coloraciones gris y amarillentas. Son micritas microdolomíticas más o menos recristalizadas. Suelen presentar laminación paralela y estromatolítica, con las láminas rotas o no y abundante bioturbación hacia la base. Los últimos 8 metros vuelven a ser tableados y son dolomías de grano grueso en la base y se reconocen laminación estromatolítica y *ripples*.

La unidad comprende los tramos de dolomías tableadas y calizas nodulosas de las hojas de Odón (25-19), Used (25-18) y Ateca (25-17).

Se ha depositado en una plataforma somera en ambiente de llanura de mareas. El rasgo más sobresaliente es la dolomitización.

Las muestras estudiadas sólo contienen sombras de Ostrácodos, Lamelibranquios y Gasterópodos. La asignación de la edad se hace por correlación con las hojas vecinas.

### 1.6.4 Dolomías masivas y en bancos (26). Coniaciense-Santonense

Normalmente la unidad se encuentra arrasada por la superficie de erosión pliocena. En los relieves residuales existentes en la misma da origen o resaltes morfológicos constituidos por su tramo inferior más masivo.

En la columna de Villalba de los Morales se han medido 147 metros, divisibles en dos tramos:

– 50 m de dolomías masivas de aspecto brechoide, normalmente de textura súcrica. Es un tramo asimilable al de dolomías masivas con Rudistas de las hojas colindantes, aunque aquí no se han reconocido restos fósiles por la intensa dolomitización.

– 97 m de dolomías de tonos blanco-amarillentos a salmón, en capas de 5 a 40 cm. Son dolomías cristalinas con cristales de tamaño medio. Hacia el techo pasan a calizas dolomíticas (*mudstones-wackstones*).

Por el conocimiento regional se interpretan como depósitos de plataforma somera restringida sin que se pueda precisar más debido a la dolomitización. La edad se atribuye por correlación y posición estratigráfica.

### 1.6.5 Calizas y dolomías con Miliólidos (27). Santoniense

Forman un resalte morfológico o están arrasadas por la superficie de erosión pliocena.

En Villalba de los Morales se han medido 72 metros sin llegar al techo.

Son calizas grises tableadas en capas de 0,2 a 0,5 m que a veces presentan estratificación ondulada, hacia el techo aparece algún banco dolomitizado. Son *mudstones* y *wackstones-packstones* que al microscópio se revelan como biomicritas con grandes Miliólidos.

Los niveles situados por encima del corte de Villalba son más detríticos (*grainstones*) y suelen alternar con margas en capas decimétricas. Son intrabiosparitas.

En algunos casos pueden reconocerse en los bancos calizos morfologías de barras y canales.

Estos materiales se han depositado en una plataforma interna restringida con episodios poco importantes de barras (*bioclastic sand-shoal*) hacia el techo.

En la base del tramo se encuentran en las láminas Ostrácodos, Miliólidos y Discórbidos. Se han clasificado: *Stensionia* aff. *surrentina* TORRE, *Rotalia* sp y *Ophthalmidium* sp.

Hacia el techo aparecen Rudistas, Algas y sobre todo Miliólidos y Ataxo-phrágmidos entre los que se han clasificado: *Abrardia mosae* (HOFKER); *Periloculina zittelli* MUNCHALM; *Idalina antiqua* D'ORB; *Accordiella* cf. *cónica* FARINACCI, *Monteschiana* cf. *martiquae* AUB. COS. y GEND. y *Minouxia lobata* GENDROT, que indican un Santoniense.

Las intrabiomicritas superiores contienen Ostrácodos, Gasterópodos, Miliólidos y Discórbidos, destacando: *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB), *Moncharmontia appeninica* DE CASTRO; *Stensionia Surrentina* TORRE y *Rotalina* cf. *cayeuxi* que indican un probable Santoniense.

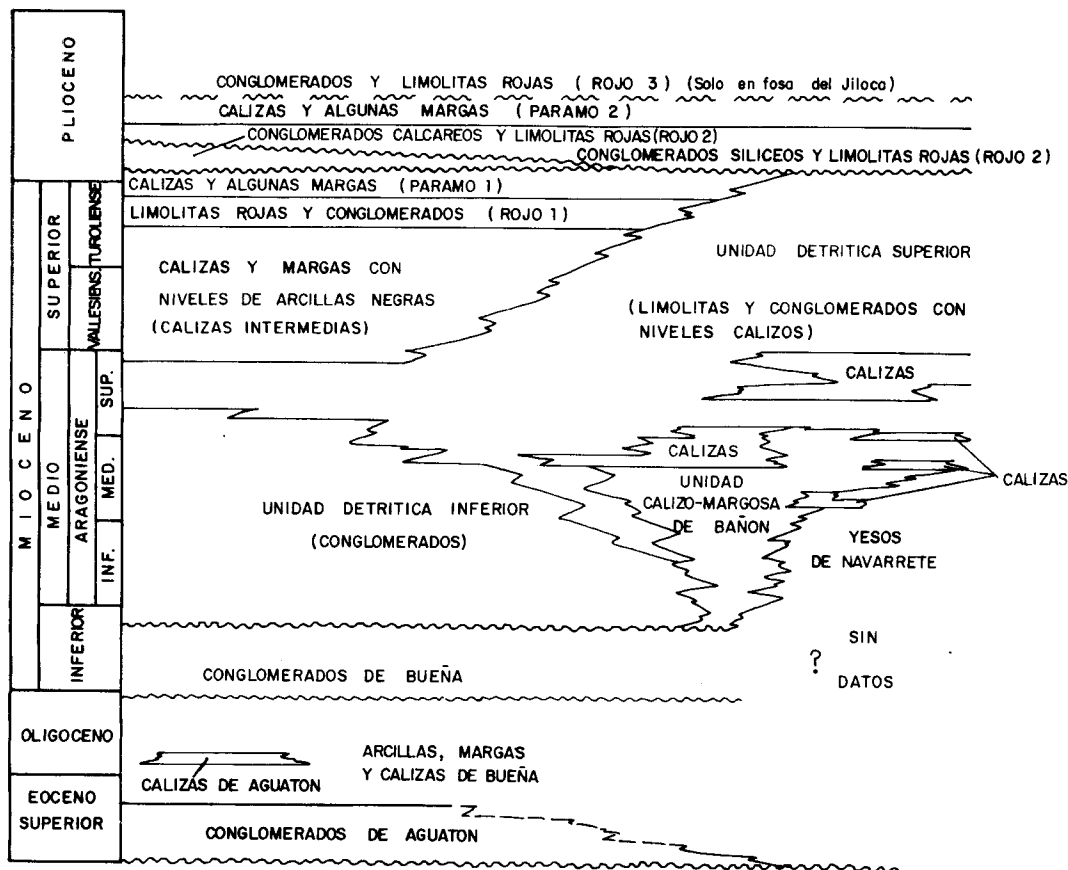


Fig. 3.— Esquema de distribución de facies del Terciario.

### 1.6.6 Margas dolomíticas y dolomías (28). Calizas (29). Calizas con nódulos de sílex (30). Calizas (31). Santiense-Campaniense ( ? )

Afloran siempre muy recubiertas en el área situada al sur de la Laguna de Gallocanta. Dan origen a terrenos llanos o suavemente ondulados, en los que aparecen resaltes morfológicos debidos a los bancos calizos intercalados.

El espesor es muy difícil de evaluar pero indudablemente excede de los 300 m.

Alternan margas y margas dolomíticas blanquecinas y gris verdosas con niveles decimétricos y métricos de dolomías brechoides y calizas, dominando estas últimas en las partes medias y altas de la serie. Se trata de una unidad de base muy diacrónica por cambio lateral con la unidad subyacente. Se han diferenciado en la cartografía niveles de calizas (29 y 31) de diferente posición cronoestratigráfica, que en algunos casos contienen nódulos de sílex (30).

Las calizas son *mudstones*, *packstones-wackstones* y *grainstones* (biomicritas, biopelmicritas, oointramicrocritas), en las que ocasionalmente se observa laminación paralela y estromatolítica, cantos negros debidos a edafizaciones de lodos micríticos, rizocreciones, etc.

Las microfacies son muy semejantes a las de calizas de la unidad anterior en muchos casos. Es frecuente encontrar asociados Foraminíferos, Ostrácodos y Algas claramente marinas con Characeas de hábitat lacustre que indican una edad Santiense o Senoniense indiferenciado. Algunas muestras parecen claramente lacustres.

Estos materiales se han depositado en una plataforma somera, muy restringida, en un ambiente de *lagoon* semicerrado con gran influencia de aguas dulces del continente. Representan los términos más regresivos del Cretácico en la región.

Por las microfacies encontradas sólo podemos asegurar la existencia de Santiense pero no se puede descartar la posibilidad de que esté representado el Campaniense, e incluso el Maastrichtiense y términos del Paleoceno.

## 1.7 Terciario

Los sedimentos atribuibles al Terciario se localizan en la presente hoja en el tercio occidental de la misma y corresponden en su totalidad al Neógeno.

Los materiales miocenos aflorantes están constituidos por sedimentos detríticos, carbonatados y evaporíticos, depositados en régimen continental



y forman parte del relleno de la Cuenca de Calatayud, que en esta zona está exclusivamente formado por materiales del Mioceno inferior y medio.

El Plioceno se encuentra ampliamente representado al Oeste de la falla que limita la Cuenca antes citada, constituyendo el relleno de la Fosa del Jiloca.

Siguiendo las directrices del pliego de condiciones técnicas del proyecto se ha realizado un mapa de formaciones superficiales, una reducción del cual se incluye en la presente memoria y en el que se han señalado todos los depósitos a partir del Plioceno superior. En los epígrafes correspondientes a la descripción de cada unidad se hace referencia a la sigla que le corresponde en la leyenda del citado mapa de formaciones superficiales.

#### **1.7.1 Conglomerados silíceos, limolitas y arcillas rojas (32). Ageniense superior-Aragoniense medio. (U. detrítica inferior)**

Se localiza esta unidad sobre el borde occidental de la cuenca miocena, al Oeste del río Cuencabuena y en la orilla izquierda del río Pancrudo, aguas abajo de Navarrete. (Monte Pardo, Cerro de la Tajada y Cerro del Pago). Morfológicamente se presenta como un relieve no excesivamente abrupto con abundante incisión lineal y formación de cárcavas.

Reposa discordantemente sobre materiales mesozoicos en la zona Norte de la hoja y está limitada por falla con el Plioceno de la Fosa del Jiloca más al Sur.

Está constituida esta unidad por una potente masa, en ocasiones próxima a 200 m de espesor, de conglomerados silíceos alternantes con limolitas rojas.

La geometría de las capas conglomeráticas es bastante tabular, aunque en ocasiones la base es erosiva sobre los términos más finos; su extensión lateral es considerable y están formados por cantos fundamentalmente de cuarcitas cámbricas de pequeño tamaño y subangulosos. Las direcciones medidas en esta unidad indican un sentido de los aportes desde el SO hacia el NE. La tendencia general de la unidad es estrato y granodecreciente hacia el techo.

Se trataría de depósitos de canales poco profundos correspondientes a zonas proximales o medias de abanicos aluviales, si bien no se conserva actualmente la morfología de los mismos, y que rellenan la cuenca provenientes del Oeste y Suroeste.

La atribución cronológica de esta unidad es bastante imprecisa, si bien por correlación con hojas próximas (Daroca y Paniza) estimamos debe corresponder al Mioceno inferior y medio.

**1.7.2 Limolitas rojas, conglomerados y niveles carbonatados (33 y 35).  
Ageniense superior. Aragoniense medio. (Unidad detrítica superior –  
U. calizo-margosa de Bañón)**

Hacia el interior de la Cuenca la unidad descrita anteriormente desaparece rápidamente pasando lateralmente a formaciones detríticas rojas y amarillentas (33) constituidas por limolitas y arcillas que en la mitad superior de la serie empiezan a intercalar niveles calizos que llegan a hacerse dominantes y que se han diferenciado en la catografía (35). Su estudio se ha realizado a partir de la sección de Navarrete.

Morfológicamente se presenta como una serie de "muelas" o cerros aislados coronados por los niveles carbonatados antes citados en la zona central y como un relieve más o menos alomado en el paso de esta zona hacia los bordes.

En conjunto la unidad supera los 180 m de potencia y en su tramo inferior es frecuente la existencia de pequeños canales conglomeráticos, limolitas rojas y niveles de encostramiento carbonatado correspondientes a paleosuelos. Hacia la mitad de la serie comienzan a intercalarse niveles calizos y margosos que llegan a hacerse dominantes hacia el techo de la unidad.

Se trata de micritas y dismicritas algales en las que se pueden observar 3 episodios de muro a techo: el basal contiene grumos algáceos con estructura interna de pseudomorfosis de yeso, el intermedio grumos micríticos de tendencia oncolítica (presentes en toda la serie) y el techo algas tipo Characeas.

Con estos datos se puede indicar que el medio sedimentario en que se depositó la unidad correspondería en su tramo basal a zonas medias o distales de abanicos aluviales que van evolucionando a medios palustres e incluso lacustres efímeros hacia el techo de la unidad.

En esta unidad se han localizado varios yacimientos de micromamíferos y que han sido estudiados por ADROVER, R. y que se reseñan a continuación con sus correspondientes listas fáunicas junto a los yacimientos ya descritos por ADROVER, R.; MEIN, P. y MOISENET, E. (1978).

En la parte baja de la unidad se encuentran:

**– Navarrete II**

*Heteroxerus sp., Paratalpa sp., Soricido indet., Ligerimys antiquus* FAHLBUSCH, *Peridyromys murinus* POMEL y *Pseudodyromys sp.*

**– Navarrete IV**

*Peratherium frequuwns* VON MEYER, *Paratalpa sp., Lagopsis peñai* (ROYO), *Ligerimys antiquus* FAHLBUSCH, *Peridyromys occitanus*

BAUDELLOT y DE BONIS, *Pseudodyromys simplicideus* DE BRUIJN, *Armantomys aragonensis* DE BRUIJN.

— Navarrete VI

*Prolagus vasconiensis* VIRET, *Lagopsis peñai* (ROYO), *Ligerimys antiquus* FAHLBUSCH, *Peridyromys occitanus* BAUDELLOT y DE BONIS, *Armantomys aragonensis* DE BRUIJN, *Eucricetodon infralactorensis* VIRET y *Peratherium frequens* VON MEYER.

— Bañón

*Ligerimys antiquus* FAHLBUSCH, *Glirudinus modestus* (DEHM), *Pseudodyromys simplicidens* DE BRUIJN y *Prolagus vasconiensis* VIRET.

que señalan una zona MN 3 de la biozonación de MEIN (Aragoniense inferior) si bien dado que por debajo de este yacimiento quedan aún metros de serie se ha estimado como edad probable para la base de la misma el Ageniense superior.

Cerca del techo de la unidad se ha localizado el yacimiento de Navarrete V que ha proporcionado:

*Lagopsis peñai* (ROYO), *Prolagus* cf. *oeningensis* VON MEYER, "Oligoserez" (grupo dehmi VIRET y ZAPFE), *Galerix exilis* (DE BLAINVILLE), *Megacricetodon collongensis* (MEIN), *Fahlbuschia darocensis* (FREUDENTHAL), *Microdyromys Koenigswaldi* DE BRUIJN, *Pseudodyromys simplicidens* DE BRUIJN, *Heteroxerus rubricati* CRUSAFONT et al, *Atlantoxerus blacki* (DE BRUIJN) y *Caenotherium miocaenicum* CRUSAFONT et al que indican zona MN 5 de la biozonación de MEIN (Aragoniense medio).

1.7.3 Yesos y limolitas yesíferas (34). Ageniense superior. (U. Yesos de Navarrete)

Aflora esta unidad en las zonas centro y sur-oriental de la hoja siendo en esta última donde alcanza un mayor desarrollo. Presenta, en general, una morfología alomada sin relieves acusados.

Parte del tramo se ha estudiado a partir de la sección de Navarrete completada con observaciones puntuales.

Está constituida por yesos masivos o estratificados, cristalinos en ocasiones, y margas y arcillas yesíferas de colores rojos y verdes sobre todo al techo de la unidad. Corresponde a los términos más bajos aflorantes en la zona pertenecientes al Mioceno y pasa lateralmente a la unidad descrita anteriormente (33).

El medio sedimentario correspondería a playas salinas relacionadas con facies distales de abanicos aluviales.

Su atribución cronológica se hace en base a sus relaciones con otras unidades, ya que no se han encontrado lógicamente, en este tramo argumentos paleontológicos que la justifiquen.

#### **1.7.4 Limolitas rojas, conglomerados y bloques (36). Mioceno inferior. Plioceno inferior**

Se limita a unos pequeños afloramientos localizados al Sur de la Laguna de Gallocanta, en el cuadrante noroccidental de la hoja y totalmente desconectados del resto de los depósitos neógenos anteriormente descritos.

Las condiciones de afloramiento son muy deficientes y solamente podemos indicar que se trata de arcillas y limolitas rojas con niveles conglomeráticos y caracterizado sobre todo por la existencia de grandes bloques más o menos dispersos en el tramo y concentrados sobre todo en superficie del mismo.

Estos bloques, subangulosos a subredondeados, son de cuarcitas y calizas y dolomías mesozoicas, pudiendo alcanzar volúmenes próximos al metro cúbico.

Por datos obtenidos en hojas colindantes podemos asimilar su depósito al correspondiente a un mecanismo de abanicos aluviales en facies proximales y medias.

Dada la dificultad para establecer una datación precisa, se ha optado por asignarle una edad comprensiva de todo el Mioceno y parte del Plioceno inferior. Esta atribución cronológica se justifica por el hecho de encontrarse discordante sobre sedimentos mesozoicos, y por la observación efectuada en la vecina hoja de Odón, de que su techo corresponde con una superficie de colmatación-erosión perfectamente correlacionada con la del Rusciniense medio-superior de la Cuenca de Calatayud-Teruel.

#### **1.7.5 Limolitas rojas y conglomerados (37-38). Rusciniense (U. Rojo 2)**

Aflora esta unidad en el ángulo nororiental de la hoja así como en una pequeña zona entre Calamocha y Luco de Jiloca, junto a la Venta de los Céntimos.

Descansa por discordancia sobre términos más antiguos correspondientes al Mioceno inferior y medio (33) y está constituida por unos 50-80 m, como potencia máxima observada, de sedimentos detríticos, conglomerados y limolitas rojas fundamentalmente.

Esta serie se encuentra bien caracterizada en la vecina hoja de Daroca, al Norte, donde se han reconocido dos unidades, ambas discordantes y superpuestas. La inferior se diferencia de la superior en que los clastos constitutivos de los niveles conglomeráticos son, en buena proporción, oncolitos calcáreos, en tanto en la superior los clastos son predominantemente silíceos (ver hoja Daroca, apartado 1.9.8). Igualmente se ha observado que la facies inferior es más extensiva hacia el interior de la cuenca, en tanto que la superior queda más restringida hacia el borde oriental de la misma.

En la presente hoja está bien caracterizada la unidad superior (38) (afloramientos del borde nororiental), formada por limolitas y arcillas rojas y gran abundancia de conglomerados silíceos, organizadas en ocasiones en paleocanales. Por el contrario, en la carretera de Calamocha a Luco de Jiloca los niveles aflorantes son limolitas y margas amarillentas y rojas (37), no habiéndose podido observar la formación con mayor precisión dado lo deficiente del afloramiento. De cualquier modo, su posición estratigráfica permite correlacionarla con los niveles antes citados, habiéndose asignado a la unidad inferior descrita anteriormente por la ausencia de clastos silíceos y por su posición, más central dentro de la cuenca, que como ya hemos indicado, caracteriza a dicha unidad inferior.

Las direcciones de corriente medidas en los paleocanales existentes en el ángulo nororiental indican aportes del Este y Sureste para esta unidad.

El medio sedimentario correspondería a zonas proximales y medias de abanicos aluviales procedentes del E y SE, lo cual debe responder seguramente a un levantamiento de las Sierras de Pelarda y Cucalón (hojas de Segura y Moyuela).

La atribución cronológica de estas unidades se ha hecho por su posición relativa con respecto a otras infra y suprayacentes, dada la ausencia de criterios paleontológicos en aquéllas.

#### **1.7.6 Calizas y margas (39). Rusciniense. (U. Páramo 2)**

Corresponde a un pequeño afloramiento situado junto a la carretera de Calamocha a Luco en la zona de la Venta de los Céntimos.

Se ha estudiado a partir de la sección de Venta de los Céntimos, donde se han medido 20 m de calizas y calizas margosas en bancos métricos con intercalaciones de margas blancas y arcillas negras.

Son biomicritas ricas en Ostrácodos, Characeas y Gasterópodos (que en ocasiones constituyen verdaderas lumaquelas) y "grumos" algáceos. Hacia la mitad del tramo contienen geodas rellenas de calcita, que aparecen vacías en niveles superiores marcando procesos de disolución en zona vadosa. Igual-

mente a partir de la mitad de la unidad comienzan a aparecer tubos correspondientes a raíces y la bioturbación se va haciendo más intensa hacia el techo.

El medio sedimentario correspondería a un ambiente lacustre con tendencia palustre hacia el techo.

La datación de esta unidad se ha hecho en base a datos de MOISSENET, E. (comunicación verbal) que indica la presencia de *Mimomys* en una intercalación de margas grises en esta serie lo que indica una edad Rusciniense.

También en este tramo se han clasificado algunos Ostrácodos y Characeas: *Ilyocypris brady* SARS, *Candona praecox* STRAUB, *C. neglecta* SARS, *C. aff. exigua* STRAUB y *Charamolassica* STRAUB.

#### 1.7.7 Limolitas rojas y conglomerados silíceos (40). Rusciniense-Villanyense (Unidad Rojo 3)

Se asignan a esta unidad dos pequeños afloramientos situados en la misma zona que las calizas de la unidad anterior, sobre las que se apoyan discordantemente.

Litológicamente está constituida por limolitas y arcillas rojas con intercalaciones arenosas y niveles conglomeráticos, que pueden alcanzar 1 m de potencia, de clastos silíceos predominantemente, correspondientes a depósitos de paleocanales, en tanto los finos representarían los materiales de llanura de inundación de los mismos.

Corresponderían a facies medias y distales de mecanismos de depósito tipo abanico aluvial y su datación se realiza en base a sus relaciones estratigráficas con otras unidades.

#### 1.7.8 Conglomerados mixtos generalmente sin cementar. Glacis (41) (MP<sub>3p</sub>) Villanyense

Se encuentran ampliamente representados en el ámbito de la hoja apareciendo asociados a morfologías de glacis.

Localizados fundamentalmente en la margen derecha del Jiloca, constituyen una extensa superficie de glacis (glacis de Fuentes Claras) limitada al Este por la falla que lo separa de los sedimentos del Mioceno y al Oeste por las tobas de Fuentes Claras, extendiéndose al Sur hacia la vecina hoja de Monreal del Campo. También existen glacis incluidos en esta unidad en el ángulo nororiental, así como en la margen izquierda del Jiloca y otros que

enraízan en los relieves situados en el centro de la hoja y se desarrollan en dirección Sur y Suroeste.

Presentan dos litofacias en función de su procedencia siendo, en general, de gravas redondeadas a subredondeadas de cuarcita y cuarzo con matriz arenosa excepto en el citado glacis de Fuentes Claras que está formado por gravas mixtas, dado su enraizamiento en materiales calizos del Mesozoico, al igual que sucede con las situadas en la margen izquierda del Jiloca, al Sur de la hoja.

Es frecuente la aparición, en las zonas más proximales, de bloques más angulosos de hasta 0,5 m, así como de encostramientos, en las zonas más distales, posiblemente relacionadas con oscilaciones del nivel freático.

La potencia de la unidad, de la que no ha sido posible obtener cortes completos es, lógicamente, muy variable no pudiendo establecerse por tanto un espesor medio.

En el mapa de formaciones superficiales que acompaña a la memoria corresponden a MP<sub>3p</sub>.

## 1.8 CUATERNARIO Y FORMACIONES SUPERFICIALES

Los materiales atribuibles al Cuaternario se encuentran ampliamente representadas en el ámbito de la hoja, si bien en algunas ocasiones se ha prescindido de su representación, bien porque su importancia no fuera excesiva o bien porque enmascararan el substrato en zonas en las que resultara más interesante la representación del mismo.

Siguiendo el pliego de condiciones técnicas del proyecto se incluye en esta memoria un mapa de formaciones superficiales, haciéndose referencia en cada apartado de descripción de unidades cuaternarias, a la sigla correspondiente en la leyenda de dicho mapa.

### 1.8.1 Conglomerados y brechas sueltas con matriz limo-arcillosa. Arenas y gravas (42, 43, 44 y 47) (L<sub>5i</sub>, L<sub>4i</sub>, L<sub>3m</sub>, F<sub>7i</sub>, MP<sub>2i</sub>). Pleistoceno inferior-medio

Se agrupan en este apartado una serie compleja de depósitos que tienen en común el estar relacionados con el proceso de endorreísmo localizado en los alrededores de la Laguna de Gallocanta.

Corresponden a depósitos de "terrazas lacustres" (42 y 47) elevadas unos 10 m y 5 m respectivamente sobre el actual nivel de la Laguna, y constituido por gravas y arenas depositadas en un ambiente fluvio-lacustre en relación con variaciones de extensión superficial de la Laguna de Gallo-

CUADRO RESUMEN DE FORMACIONES SUPERFICIALES

| Unidad. Carrog.    | Interv. Espe. M. | Textura                                                     | Ambiente sedimentario                              | Excavabilidad y cementación                                                               | Posición fisiográfica topográfica                                | Drenaje-Erodabilidad                                                                                                | Riesgos                                                          | Cronología           | Usos                                               |
|--------------------|------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------|
| F <sub>1</sub> h   | 1-5              | Gravas silíceas y/o carbonatadas                            | Fluvial<br>Llanuras aluviales y fondos de vaguadas | Fácilmente excavables<br>No cementados                                                    | Fondos de valle<br>Terreno plano                                 | Excesivamente drenado<br>Erosión hídrica moderada en surcos                                                         | Avenidas e Inundaciones                                          | Holoceno             | Aridos                                             |
| F <sub>2</sub> h   | 1-3              | Gravas silíceas y/o carbonatadas y limos                    |                                                    |                                                                                           |                                                                  |                                                                                                                     |                                                                  |                      |                                                    |
| F <sub>3</sub> r   | 1-2              | Limos y arcillas con algunas gravas                         |                                                    |                                                                                           |                                                                  |                                                                                                                     |                                                                  |                      |                                                    |
| F <sub>4</sub> r   | 1-4              | Gravas y limos                                              | Fluvial<br>Abanico aluvial                         | Excavables por medios mecánicos                                                           | Cono de deyección<br>Pendiente convexa<br>Terreno ondulado       | Bien drenado<br>Erosión hídrica moderada en surcos                                                                  |                                                                  | Pleistoceno superior | Ornamental<br>Aridos                               |
| F <sub>5</sub> s   | 1-4              | Tobas calizas                                               | Fluvial<br>Terrazas                                |                                                                                           | Terraza<br>Terreno plano                                         | Bien drenado<br>Excesivamente drenado                                                                               |                                                                  |                      |                                                    |
| F <sub>6</sub> i   | 1-3              | Gravas y limos                                              | Fluvial<br>Abanico aluvial                         |                                                                                           | Fácilmente excavable<br>No cementados                            | Cono de deyección<br>Pendiente convexa<br>Terreno ondulado                                                          |                                                                  |                      | Bien drenado<br>Erosión hídrica moderada en surcos |
| F <sub>7</sub> i   | 1-20             | Gravas, limos y arcillas                                    |                                                    | Pleistoceno                                                                               |                                                                  |                                                                                                                     |                                                                  |                      |                                                    |
| F <sub>8</sub> pt  | 1-10             |                                                             |                                                    |                                                                                           |                                                                  |                                                                                                                     |                                                                  |                      |                                                    |
| L <sub>1</sub> h   | 1-6              | Arcilla y limo con materia orgánica<br>Gravas               | Lacustre<br>Fondos endorreicos                     | Fácilmente excavables o por medios mecánicos                                              | Planicie deprimida<br>Terreno plano                              | Muy escasamente drenado<br>Erosión hídrica ligera laminar                                                           | Inundaciones                                                     | Holoceno             | Agrícola                                           |
| L <sub>2</sub> h   | 1-4              | Limos y arcillas con niveles de gravas de cuarcita y caliza | Lacustre<br>Terrazas fluvio-lacustres              | Cementaciones locales extremadas                                                          | Terrazas<br>Terreno plano                                        | Moderadamente bien drenado<br>Erosión hídrica ligera laminar                                                        |                                                                  |                      |                                                    |
| L <sub>3</sub> m   | 1-4              |                                                             |                                                    |                                                                                           |                                                                  |                                                                                                                     | Pleistoceno inferior                                             |                      |                                                    |
| L <sub>4</sub> i   | 2-4              |                                                             |                                                    |                                                                                           |                                                                  |                                                                                                                     |                                                                  |                      |                                                    |
| L <sub>5</sub> i   | 2-6              | Arenas y gravas                                             |                                                    |                                                                                           |                                                                  |                                                                                                                     |                                                                  |                      | Aridos                                             |
| GF <sub>1</sub> h  | 1-3              | Gravas y bloques con matriz limo-arcillosa                  | Gravedad-vertiente<br>Coluviones                   | Fácilmente excavables. No cementados                                                      | Pendiente cóncava<br>Terreno colinado                            | Bien drenado a excesivamente drenado                                                                                | Deslizamientos<br>Avenidas e Inundaciones                        | Holoceno             | Agrícola<br>Forestal<br>Aridos                     |
| MP <sub>1</sub> pt | 1-10             | Gravas y bloques con matriz limo-arcillosa                  | Fondos de valle antiguos y dep. ladera asociados   |                                                                                           | Fondos de valle y pendiente cóncava.<br>Terreno plano a colinado | Erosión hídrica en surcos                                                                                           |                                                                  | Pleistoceno          |                                                    |
| MP <sub>2</sub> i  | 1-20             | Gravas con matriz limo arcillosa                            | Depósitos de glaci                                 | Fácilmente excavables a excavables por medios mecánicos. Cementaciones locales extremadas | Mesetas y pendientes cóncavas. Terreno plano o casi plano        | Bien drenado a excesivamente drenado. Erosión hídrica moderada a severa en surcos. Erosión eólica moderada a severa | Tendencia a la pedregosidad por deflacción.<br>Erosión del suelo | Pleistoceno inferior |                                                    |
| MP <sub>3</sub> p  | 0,5-20           |                                                             |                                                    |                                                                                           |                                                                  |                                                                                                                     |                                                                  | Plioceno             |                                                    |



canta. Los depósitos aportados por la red fluvial, más o menos jerarquizada, quedarían a modo de terrazas al disminuir la extensión de la laguna y, por tanto, descender el nivel de base de la zona.

En el mapa de formaciones superficiales los depósitos asociados a estas unidades se identifican como  $L_5i$ ,  $L_4i$ , y  $L_3m$ .

Igualmente relacionados con el endorreísmo de Gallocanta, existen unos depósitos con morfología de glacis y abanicos (44 y 43) que, enraizando en los relieves paleozoicos situados al Este de la misma se dirigen hacia la depresión endorreica.

Están constituidos por gravas y bloques cuarcíticos englobados en una matriz limo-arcillosa.

En el mapa de formaciones superficiales corresponden a las siglas  $F_7i$  y  $MP_2i$ .

### **1.8.2 Brechas cuarcíticas sueltas y fangos (45) ( $MP_1pt$ ). Pleistoceno**

Corresponde esta unidad a unos depósitos localizados en la zona central y centro-septentrional de la hoja constituidos por brechas de cantos cuarcíticos y pizarrosos englobados en una matriz limo-arcillosa de tonos pardos.

Su depósito se encuentra relacionado con morfologías de vertientes y valles antiguos de fondo plano que, en la actualidad, son secos aunque posiblemente exista circulación de carácter subalveo.

Los clastos constitutivos de estos depósitos son generalmente gelifractos generados por procesos de crioclastia en etapas frías y húmedas del Cuaternario y se movilizan en vertiente alimentando a los citados valles de fondo plano.

En el mapa de formaciones superficiales corresponde a la unidad  $MP_1pt$ .

### **1.8.3 Conglomerados y brechas sueltas con matriz limo-arcillosa. Abanicos (46) ( $F_8pt$ ). Pleistoceno**

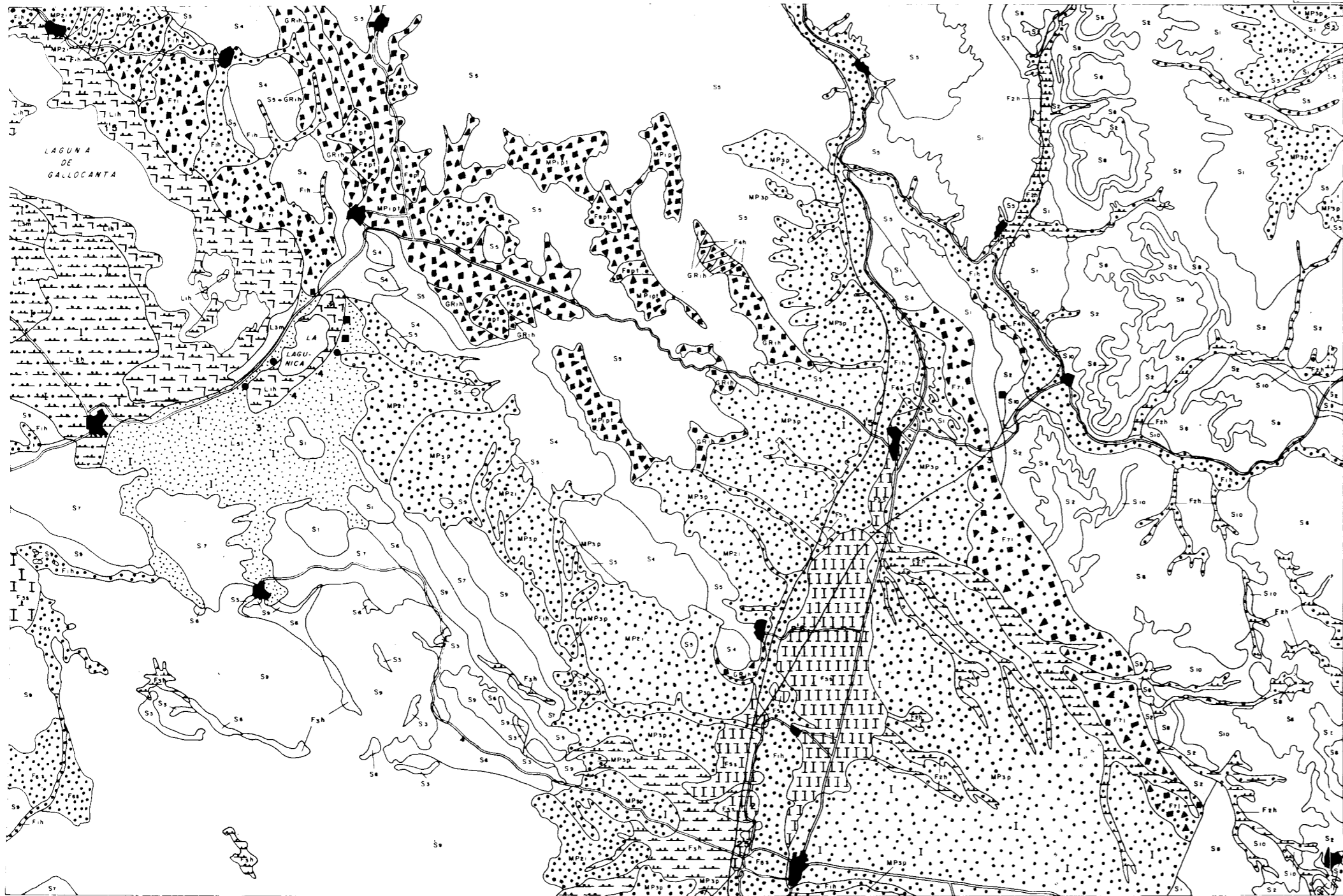
Se localizan al pie de las sierras paleozoicas de la zona central y centro-septentrional de la hoja, así como a lo largo de la falla que limita la Fosa del Jiloca por su margen oriental.

Presentan una morfología de tipo abanico y están constituidos litológicamente por cantos silíceos procedentes de los relieves paleozoicos o heredados del Mioceno, englobados en una matriz limo-arcillosa de tonos pardos.

En el mapa de formaciones superficiales se identifican con las siglas  $F_8pt$ .

# CALAMOCHA

491  
26-19



## LEYENDA

### FORMACIONES SUPERFICIALES

| GENESIS<br>SIG.<br>TEXT. | FLUVIAL                              |                  |                                     | LAGUSTRE              |                                                      | GRAVEDAD                   | MIXTO O<br>POLIGENICO                | DESCRIPCION TEXTURAL                                                                                                                 |
|--------------------------|--------------------------------------|------------------|-------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                          | Fondos vag.<br>Llanu. alu-<br>viales | Terrazas         | Conos y<br>abanicos<br>aluviales    | Fondos<br>endorreicos | Terrazas<br>lacustres                                | Coluviones<br>y dep.ladera | Glacis y f.<br>valle antig.          |                                                                                                                                      |
| [Symbol]                 |                                      |                  | F <sub>4</sub> h                    |                       |                                                      | GR <sub>1</sub> h          | MP <sub>1</sub> pt                   | Gravas y bloques subangulosas de cuarcitas y pizarras. Matriz limo-arcillosa.                                                        |
| [Symbol]                 |                                      |                  | F <sub>7</sub> i, F <sub>8</sub> pt |                       |                                                      |                            |                                      | Gravas subangulosas a subredondeadas de cuarcita y cuarzo. Ocasionalmente de caliza. Matriz limo-arcillosa.                          |
| [Symbol]                 | F <sub>1</sub> h                     | F <sub>6</sub> s |                                     |                       |                                                      |                            | MP <sub>2</sub> i, MP <sub>3</sub> p | Gravas subredondeadas de cuarcitas y ocasionalmente de calizas. Matriz limo-arcillosa.                                               |
| [Symbol]                 | F <sub>2</sub> h                     |                  |                                     |                       | L <sub>2</sub> h, L <sub>3</sub> m, L <sub>4</sub> i |                            |                                      | Limos y arcillas y gravas de cuarzo, cuarcita y ocasionalmente de calizas subredondeadas.                                            |
| [Symbol]                 |                                      |                  |                                     |                       | L <sub>5</sub> i                                     |                            |                                      | Arenas gruesas con gravas de cuarcita y cuarzo. Matriz limosa ocasional.                                                             |
| [Symbol]                 | F <sub>3</sub> h                     |                  |                                     |                       |                                                      |                            |                                      | Limos y arcillas con algunas gravas de calizas y cuarcitas subangulosas a subredondeadas.                                            |
| [Symbol]                 |                                      |                  |                                     | L <sub>1</sub> h      |                                                      |                            |                                      | Arcillas y limos con materia orgánica y niveles de gravas cuarcíticas finas a medias con matriz arenosa en proporción menor del 30%. |
| [Symbol]                 |                                      | F <sub>5</sub> h |                                     |                       |                                                      |                            |                                      | Tobas calizas con abundantes restos de Algas, calizas y tubos.                                                                       |

### SUBSTRATO

- S<sub>1</sub>- Conglomerados de cantos cuarcíticos subredondeados en capas de 0,5 a 2 m. alternantes con limolitas. Rojo a rojo anaranjado. Ripables. Baja alteración. Erosión severa a moderada en cárcavas y surcos.
- S<sub>2</sub>- Limolitas alternantes con conglomerados de cantos cuarcíticos subredondeados, en capas de 0,5 a 1 m. Rojo a rojo anaranjado. Ripable. Baja alteración. Erosión moderada en cárcavas y surcos.
- S<sub>3</sub>- Arenas de grano medio a grueso conglomeráticas, lo calmente extremadamente cementadas, alternantes con arcillas y limos en capas métricas. Conjunto ripable a ripable con medios mecánicos. Erosión severa en surcos.
- S<sub>4</sub>- Cuarcitas en capas decimétricas a métricas, muy endurecidas, no ripables. Nivel decamétrico pizarroso intercalado. Erosión ligera en surcos.
- S<sub>5</sub>- Alternancia de cuarcitas y/o areniscas y pizarras en capas decimétricas a métricas extremadamente cementadas. Ripables por medios mecánicos a no ripables. Erosión moderada en surcos.

- S<sub>6</sub>- Arcillas, margas yesíferas y yesos extremadamente cementados. Colores rojo-vinosos. Fácilmente ripables a ripables por medios mecánicos (yesos). Conjunto alterado y recubierto. Erosión severa en surcos.
- S<sub>7</sub>- Alternancia de calizas y/o dolomías y margas en capas decimétricas a métricas. Conjunto ripable por medios mecánicos a no ripable. Erosión moderada en surcos.
- S<sub>8</sub>- Calizas con algunas intercalaciones de margas. Capas de 0,2 a 1 m. Colores blanco y blanco grisáceo con algún nivel negro. Ripable con medios mecánicos. Alteración baja. Erosión moderada en surcos.
- S<sub>9</sub>- Calizas y/o dolomías, en capas decimétricas a métricas, muy endurecidas. No ripables. Erosión ligera en surcos.
- S<sub>10</sub>- Yesos masivos y limolitas yesíferas blancas. Ripable a ripable con medios mecánicos. Alteración baja a media. Erosión en surcos y cárcavas severa.

### SIGNOS CONVENCIONALES

#### ESPEORES

1,8 Espesor visto

#### ENCOSTRAMIENTOS

I Cementación por carbonatos

#### OBRAS HUMANAS

- Núcleos urbanos
- Carreteras
- Ferrocarriles

#### YACIMIENTOS

▲ Prehistóricos

#### EXPLOTACIONES

- Activas
- Inactivas

ESCALA GRAFICA  
0 500m 1 2 3 4 5 6 7 8km

AUTORES A OLIVE DAJO  
A. HERNANDEZ SAMARIEGO

#### **1.8.4 Gravas y arenas. Terrazas (48) ( $F_{6s}$ ). Pleistoceno**

Corresponde a unos pequeños depósitos, de escasa potencia y continuidad lateral que se localizan en la margen derecha del Jiloca en las inmediaciones de Calamocha.

Están formados por gravas predominantemente cuarcíticas y arenas depositadas en medio fluvial y actualmente colgadas a unos 10-15 m sobre el actual cauce del río.

En el mapa de formaciones superficiales se han señalado como  $F_{6s}$ .

#### **1.8.5 Tobas (49) ( $F_{5s}$ ). Pleistoceno**

Afloran extensamente a lo largo del valle del Jiloca entre Calamocha y Caminreal.

Constituyen un nivel colgado unos 5-8 m sobre el actual cauce del río y se encuentran en evidente relación con él. Posiblemente correspondan a una etapa de deficiente drenaje del valle que provocó un encharcamiento con sedimentación de estos niveles de calizas tobáceas con abundantes restos de cañas, raíces, etc. y Gasterópodos, que puedan alcanzar una potencia de unos 5 m como máximo.

Se han indicado como  $F_{5s}$  en el mapa de formaciones superficiales.

#### **1.8.6 Gravas cuarcíticas y limos (50 y 51) ( $L_{1h}$ , $L_{2h}$ ). Holoceno**

Se localizan en el ángulo noroccidental de la hoja y se presentan como zonas llanas, relacionadas con el área endorreica de la Laguna de Gallocanta y potencialmente encharcables en caso de crecidas del actual nivel de la misma.

Se trata de arcillas, limos y arenas con abundante materia orgánica y niveles de gravas cuarcíticas finas a medias intercaladas.

En el mapa de formaciones superficiales se han señalado con las siglas  $L_{1h}$  y  $L_{2h}$ .

#### **1.8.7 Cantos de cuarcita y pizarra con matriz limo-arcillosa. Conos de deyección (52) ( $F_{4h}$ ). Holoceno**

Se han cartografiado en esta unidad los aportes que con morfología de conos de deyección, se localizan en algunos puntos de la hoja, siendo los más destacados los existentes en la margen izquierda del río Pancrudo, a la altura de Lechago, que constituyen un sistema de conos coalescentes.

Están formados por cantos angulosos de cuarcitas y pizarras con matriz limo-arcillosa de tonos pardos.

Corresponden a la sigla  $F_4h$  del mapa de formaciones superficiales.

### **1.8.8 Brechas silíceas con matriz limo-arcillosa. Coluviones (53) ( $GR_{1h}$ ). Holoceno**

Si bien son abundantes los recubrimientos por coluvionamiento en la zona de estudio solamente han sido cartografiados los más significativos.

Generalmente se trata de depósitos constituidos por cantos y bloques, fundamentalmente de cuarcitas, areniscas cuarcíticas y pizarras, adosados a los relieves paleozoicos y que se encuentran englobados en una matriz limo-arcillosa parda. Figuran como  $GR_{1h}$  en el mapa de formaciones superficiales.

### **1.8.9 Gravas y limos (54) y limos y gravas (55) ( $F_1h$ , $F_2h$ ) Aluviales. Holoceno**

Se incluyen en este apartado todos los sedimentos aluviales depositados en los valles de los ríos y arroyos existentes en la hoja, habiéndose diferenciado dos tipos en función de la proporción existente entre sus litologías dominantes.

Se han señalado con el número 54 aquéllos en que existe mayor cantidad de gravas que de limos y con el 55 el caso contrario. En ambos casos se trata de gravas predominantemente cuarcíticas y la potencia máxima no supera los 2 m excepción hecha del aluvial correspondiente al río Jiloca.

En el mapa de formaciones superficiales se han señalado respectivamente como  $F_1h$  y  $F_2h$ .

## **2 TECTONICA**

### **2.1 TECTONICA REGIONAL**

El área estudiada es compleja desde el punto de vista geotectónico. En ella el sistema de fosas terciarias de Calatayud y del Jiloca separan las clásicas Rama Aragonesa, al NE, y Rama Castellana, al SW, de la Cadena

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

El conjunto de la Cadena Celtibérica ha sido recientemente interpretada (ALVARO et al, 1978; CAPOTE, 1978), como una estructura tipo aulacógeno, desarrollada por distensión desde el Trías hasta finales del Jurásico; esta evolución fue interrumpida por los movimientos tectónicos neokimméricos y austríacos, cuyo carácter fue esencialmente de tipo vertical. Durante el Cretácico superior la evolución muestra algunos rasgos del anterior desarrollo tipo aulacógeno, pero esto definitivamente terminó cuando fue intensamente acortado y plegado como consecuencia de los esfuerzos compresivos transmitidos al interior de la Península desde las zonas móviles pirenaica y bética.

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

### 2.1.1 Tectónica del zócalo hercínico

Los caracteres estratigráficos y tectónicos de los afloramientos paleozoicos del área estudiada permiten considerarlas como prolongación hacia el SE de la Zona Occidental Leonesa (LOTZE, 1945; JULIVERT et al 1974) del Macizo Hespérico. Tectónicamente el rasgo más importante es la presencia de una fase de plegamiento principal que desarrolló las estructuras más visibles y la esquistosidad de plano axial dominante en toda la región. Las direcciones dominantes en el área de la hoja son NO-SE, si bien a escala de la Cadena Celtibérica puede cambiar en otras áreas hasta ser N-S. La vergencia de las estructuras es hacia el NE, coherente con la situación dentro del conjunto de la Cadena Hercínica española. Los pliegues suelen ser una combinación de los tipos 1C y 3 de la clasificación de Ramsay, los primeros en las rocas competentes (areniscas y cuarcitas) y las segundas en las capas pelíticas.

La esquistosidad S1, desarrollada como consecuencia del aplastamiento

generalizado que acompañó a esta fase principal, es de flujo en las rocas esencialmente pelíticas y de fractura en las rocas samíticas, más competentes. En la mayor parte de los pliegues su posición, al igual que la de los planos axiales de los pliegues, es erguida, con buzamientos entre 70° y 80°. Sin embargo en la región de Las Nogueras adopta una posición tendida que se corresponde con una estructura en forma de pliegue tumbado.

Localmente se han localizado micropliegues que afectan a la esquistosidad S1 y que, por lo tanto, corresponden a una segunda fase de plegamiento. Fuera del área investigada, como por ejemplo en la región de Calatayud Paracuellos de Jalón, se encuentran también datos que muestran la existencia de dos fases de plegamiento, como figuras de interferencia tipo cartón de huevos y una esquistosidad incipiente S2. En ese mismo área existe una tectónica de cabalgamientos vergentes al NE, que fue interpretada primeramente (LOTZE 1945) como hercínica y después como alpinas (JULIVERT et al 1974) al afectar también a las series mesozoicas. Alguno de estos cabalgamientos producen en el zócalo diferente desplazamiento que en la cobertera mesozoica, lo que parece apoyar la posibilidad de que sean cabalgamientos hercínicos, posteriores a la fase principal S1, que fueron reactivados en el ciclo alpino. Lo más probable es que se relacionen con los micropliegues y la esquistosidad incipiente de la 2ª fase. El último episodio relacionado con el ciclo hercínico es una etapa de fracturación intensa, equivalente a la fracturación tardihercínica descrita para el Macizo Herpérico (PARGA, 1969) y para el resto de Europa (ARTHAUD y MATTE, 1975, 1977). Esta fracturación, de edad permocarbonífera, se relaciona con la actividad magmática responsable de los vulcanismos pérmicos que se localiza también en la región. Las fallas tardihercínicas, cuyas direcciones principales son NE-SW y NW-SE, son las que, al reactivarse durante el Mesozoico controlaron la sedimentación alpina, y todavía durante la tectogénesis terciaria jugaron un papel esencial.

### 2.1.2 Tectónica Alpina

El modelo de tipo aulacógeno propuesto por ALVARO et al (1978) explica la evolución tectónica de la región estudiada, durante la etapa de sedimentación mesozoica. En este contexto se considera que la Cadena Celtibérica fue una estructura tipo *rift* complejo, creada por estiramiento a partir del Trías. Este graben, orientado según la dirección NW-SE al haber reactivado el estiramiento viejas fallas tardihercínicas de esa dirección, formaba parte de una unión triple tipo r r r, centrada sobre un punto caliente del manto que ALVARO et al (op. cit.) localizan hacia la región valenciana.

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

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

2.— **Etapla graben.** Las fallas previamente existentes, que habían actuado como desgarres (ARTHAUD y MATTE, 1977) lo hacen ahora, bajo régimen distensivo, como fallas normales. La sedimentación sincrónica, rellenando los bloques deprimidos, es la correspondiente al Buntsandstein (Fase cuarcita de HOFFMAN) y culmina con los carbonatos del Muschelkalk.

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

4.— **Etapla de "downwarping".** El estiramiento regional y el adelgazamiento cortical se hace más importante todavía. La sedimentación ahora carbonatada, se realiza en un esquema de subsidencia generalizada, alejado del modelo de subsidencia diferencial que predominó en la etapa *graben*. En la región investigada corresponde a la sedimentación carbonatada jurásica. Los vulcanismos basálticos, de edad jurásica existentes en la región entre Teruel, Valencia y Castellón atestiguan el carácter fuertemente distensivo de esta etapa geotectónica.

Al final del Jurásico, y durante el Cretácico inferior se produjo un período de inestabilidad que interrumpió la evolución del aulacógeno celtibérico (ALVARO et al 1978). Dos épocas de movimientos tectónicos intensos (Movimientos Neokimméricos y movimientos Austrícos) introdujeron cambios paleogeográficos importantes relacionados con movimientos verticales que se acompañan por erosión en bloques levantados y sedimentación en bloques deprimidos. Localmente se desarrollaron pliegues de dirección próxima a N-S o NE-SO.

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

A partir del final del Cretácico se detectan los primeros movimientos

tectónicos, esta vez claramente compresivos, que van a culminar con el plegamiento y estructuración de toda la Cadena Celtibérica, sincrónicamente con la sedimentación molásica continental del Terciario.

Hay evidencia, a escala de la Cadena, de tres fases de compresión, una desde el NE, otra desde el ENE y otra desde el SE. Todas ellas dan lugar a macropliegues y microestructuras propias, principalmente juntas estilolíticas, grietas de calcita y microdesgarres (ALVARO, 1975; CAPOTE et al, 1980).

En el área investigada son frecuentes las figuras de interferencia de pliegues cruzados y los afloramientos de calizas con más de una familia de juntas estilolíticas de orientación diferente, evidenciando también la existencia de, al menos, dos fases de plegamiento, una que da lugar a pliegues de dirección NW-SE (Pliegues Ibéricos) y otra que origina pliegues cruzados (NE-SW). Después del plegamiento, posiblemente a partir del Mioceno medio, la región fue sometida a estiramiento. En la Cadena se reconocen al menos dos períodos distensivos (VIALARD 1979) uno que origina fallas longitudinales (NO-SE) y otra que da lugar a fallas transversales (NNE-SSO), estas últimas relacionables con la creación de la cuenca valenciana (ALVARO et al 1978).

En las hojas se aprecia como en detalle las fallas normales neógenas se adaptan a dos direcciones principales NO-SE y NNE-SSO. Las fosas de Calatayud, del Jiloca y Gallocanta son las unidades distensivas principales, y en relación con ellas son frecuentes las huellas de actividad neotectónicas a lo largo de un período de tiempo dilatado y en forma recurrente. Una etapa de movimientos entre las formaciones inferior y superior del Páramo y otra posterior son detectables e incluso en algunas juntas se aprecian señales de una relativamente intensa actividad tectónica intracuaternaria que puede llegar a ser muy reciente.

## 2.2 DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA

Las unidades estructurales clásicas de la Cordillera Ibérica son: Basamento hercínico plegado, Tegumento pérmico-triásico, Nivel de despegue del Keuper, Cobertera jurásico-cretácica, Cobertera terciaria plegada y Cobertera terciaria postorogénica.

En el basamento hercínico plegado de las Cadenas Ibéricas Occidentales se pueden distinguir dos zonas que son continuación hacia el SE de las existentes en la hoja de Daroca (26-18):

- Área monoclinual de la margen izquierda del Jiloca. Los materiales del



Cámbrico y Ordovícico están orientados según la dirección NO-SE con buzamientos constantes hacia el SO. Algunos pliegues de orden métrico-decamétrico de dirección 150-160° y plano axial erguido, vergentes hacia el NE interrumpen la monotonía estructural de la serie. Son frecuentes las fallas de desgarre NE-SO, de pequeño desplazamiento de probable edad tardihercínica.

— Franja tectonizada de la margen derecha del Jiloca. Se trata de una estrecha banda, intensamente fracturada en la que los materiales cámbricos tienen orientación preferente NO-SE y se ven afectados por fallas inversas de medio ángulo, de la misma dirección. Probablemente han sido reactivadas en régimen compresivo durante las fases alpinas, incluso durante el Mioceno inferior más alto (Fase Neocastellana), ya que en los alrededores de Daroca (hoja 26-18) materiales de esta edad están cabalgados por la dolomía de Ribota.

Los materiales del Cámbrico-Ordovícico-Silúrico de las Cadenas Ibéricas Orientales están intensamente plegados y fracturados.

En la Zona de Villalba de los Morales se desarrollan, sobre el tegumento constituido por el Muschelkalk un conjunto de anticlinales y sinclinales orientados NO-SE con cierta vergencia hacia el NE, afectados en sus flancos por fracturas con componente horizontal.

En la cobertera jurásico-cretácica se reconocen núcleos jurásicos replegados según la dirección general NO-SE y pliegues sinclinales ONO-ESE en el Cretácico.

A partir del Mioceno medio la región actúa en régimen distensivo creándose la cuenca de Calatayud-Teruel. El Neógeno se presenta en disposición subhorizontal con suaves buzamientos en general dirigidos hacia el E y NE, constituyendo una cobertera terciaria postorogénica.

A finales del Rusciniense (Plioceno) tiene lugar una importante fase de fracturación con generación de fallas normales (en parte producto de reactivación de otras más antiguas) de dirección general NO-SE con labio hundido al SO y NNE-SSO con labio hundido al Oeste y que dan origen a la aparición de la Fosa del Jiloca y a pliegues monoclinales en el Mioceno. Al Norte de Calamocha es bien visible el efecto de una de estas fallas que limita la Fosa por el E y que pone en contacto sedimentos del Rusciniense con otros de edad cámbrica, pudiendo estimarse su salto en un mínimo de 250 m. Hacia el sureste la falla pierde salto produciéndose una importante flexión monoclinal con flanco abrupto al SO.

Igualmente hay que destacar el hecho de que estas fallas, o al menos parte de ellas, pueden continuar siendo activas hasta tiempos más recientes,

como lo prueba el hecho de la existencia, en la vecina hoja al Sur de Monreal del Campo, de espejos de falla entre sedimentos mesozoicos y coluviones.

### 3 GEOMORFOLOGIA

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

Se pueden diferenciar 3 grandes dominios morfoestructurales que vienen representados por los afloramientos de los materiales paleozoicos, mesozoicos y terciarios. Lógicamente la acción de los procesos erosivos sobre los mismos imprime unos modelados estructurales peculiares y que resultan de la diferente resistencia de las rocas a los agentes externos y de la disposición estructural de las mismas.

El dominio morfoestructural representado por los afloramientos de los materiales paleozoicos está situado en la región centroseptentrional de la hoja. Su constitución litológica es muy monótona y se cñe fundamentalmente a formaciones cuarcíticas y pizarrosas cámbricas y ordovícicas. El modelado global presenta unas características próximas a las apalachienses.

Las formas resultantes son simples y se deben a las diferentes resistencias a la erosión de estos materiales y se diferencian algunos niveles de *crestas, cuestras, hog-backs* y *líneas de capas duras* con relativa escasa continuidad debido a la fracturación que presenta el paleozoico.

En conjunto el relieve es bastante alomado y presenta en numerosos puntos recubrimientos en vertiente que tapizan parcialmente, o en algunos casos totalmente, la misma. Estimamos que esta moderada regularización se debe a la acción de los procesos de crioclastia resultantes de las etapas frías del cuaternario. La movilización de estos gelifractos en vertiente trae consigo la generación de vertientes regularizadas.

A su vez los detritus movilizados alimentan a amplios *valles de fondo plano* de los que destaca por su anchura el situado entre Castejón de Tornos y Tornos. Estos valles en la actualidad son secos y el agua debe circular subálveamente. Estos valles de fondo plano presentan una típica concavidad de enlace característica de una red fluvial bajo condiciones periglaciares.

Por otra parte son bastante frecuentes los conos de deyección de diferente tamaño, algunos llegan al kilómetro que parecen ser prueba en esta unidad paleozoica de una actividad relativamente reciente puesto que fosilizan en gran parte los depósitos constitutivos de los valles de fondo plano. Estas circunstancias nos indican igualmente una antigüedad en el registro temporal del cuaternario para estos valles de fondo plano. Esta antigüedad viene por otra parte, reflejada por el empalme existente entre la superficie más alta de los depósitos relacionados con la laguna de Gallocanta y los materiales constitutivos del valle de fondo plano.

Por otro lado, los valles de fondo plano se transforman hacia el Jiloca en *barrancos de incisión lineal*. Estos barrancos se encajan en los depósitos de los materiales de los valles de fondo plano dejando pequeñas hombreras en los márgenes de los mismos. Esta incisión lineal es un proceso posterior, creemos que de edad reciente y se debe fundamentalmente a variaciones de tipo climático y en parte, en este área, a una reactivación del sistema de fallas del Jiloca que traen como consecuencia una activa erosión remon-tante.

El dominio morfoestructural de los materiales mesozoicos localizados en el sector sur-occidental de la hoja presenta un modelado fundamentalmente estructural. La acción erosiva de la red fluvial y de los procesos acompañantes genera, como en el dominio anterior un conjunto de formas representadas por crestas, cuestas, hog-backs y líneas de capa dura. En los reversos de las cuestas y hog-backs se desarrollan ejemplos muy expresivos de chevrons, sobre todo en la formación de calizas y margas del Muschelkalk.

Este sector está afectado por un arrasamiento importante sobre el que destaca un *relieve residual* poco acentuado. Este aplanamiento se debe sin duda a un conjunto de procesos erosivos de larga duración, ligados a otro conjunto de procesos de tipo kárstico y deposicional que se registran en los sedimentos del Terciario que rellenan la fosa. La edad de esta *superficie de erosión* es problemática puesto que, en su elaboración, se han producido interrupciones en el ciclo erosivo. De cualquier modo la etapa final de su desarrollo creemos debe situarse en épocas pliocenas. Esta superficie de erosión se observa regionalmente que presenta una clara deformación.

Sobre esta superficie de erosión y en ocasiones sobre el relieve residual se manifiesta una karstificación, que en este área viene representada por algunas dolinas, que en otras áreas situadas más al sur adquiere un mayor desarrollo. Se han diferenciado dos tipos de dolinas en base a su estado de degradación; todas ellas son *dolinas en cubeta* pero presentan a veces unos bordes muy difusos (*dolinas degradadas*), de tal forma que únicamente conservan el relleno del fondo de las mismas.

La fase principal de karstificación aparece reseñada por GUTIERREZ ELORZA, M. y PEÑA MONNE, J.L. (1979) en áreas más meridionales en base a datos paleontológicos como del Plioceno Superior.

En este dominio la red fluvial cuaternaria presenta características similares a las del dominio morfoestructural paleozoico, es decir: valles de fondo plano y barrancos de incisión lineal.

El dominio constituido por los materiales neógenos está situado en el borde oriental de la hoja. Este dominio está limitado en su parte occidental por una falla de gran continuidad, que limita la fosa del Jiloca y que pone en contacto fundamentalmente los materiales neógenos con los cuaternarios lo cual implica una clara neotectónica.

La disposición de los depósitos neógenos es esencialmente horizontal excepto en las proximidades de la falla en la que los materiales aparecen basculados. En estos puntos es donde la acción erosiva genera cuestas de pequeño recorrido. El resto del área está constituida por *mesas* de pequeña extensión y replanos o *gradas* resultantes de la erosión diferencial sobre materiales de diferente resistencia.

También existen pequeños basculamientos muy puntuales debidos a una halocinesis producida por formaciones yesíferas infrayacentes.

La red fluvial tiene características similares a las descritas en los dominios anteriores aunque son más dominantes los barrancos de incisión lineal. Destaca por su espectacularidad la presencia de numerosos *deslizamientos rotacionales* que alimentan a los valles, (río Pancrudo) y sobre todo, los existentes en el Barranco del Regajo donde, existen auténticas familias de dichos deslizamientos escalonados.

En la margen izquierda del río Pancrudo existen un conjunto de pequeños conos de deyección que alimentan el lecho fluvial.

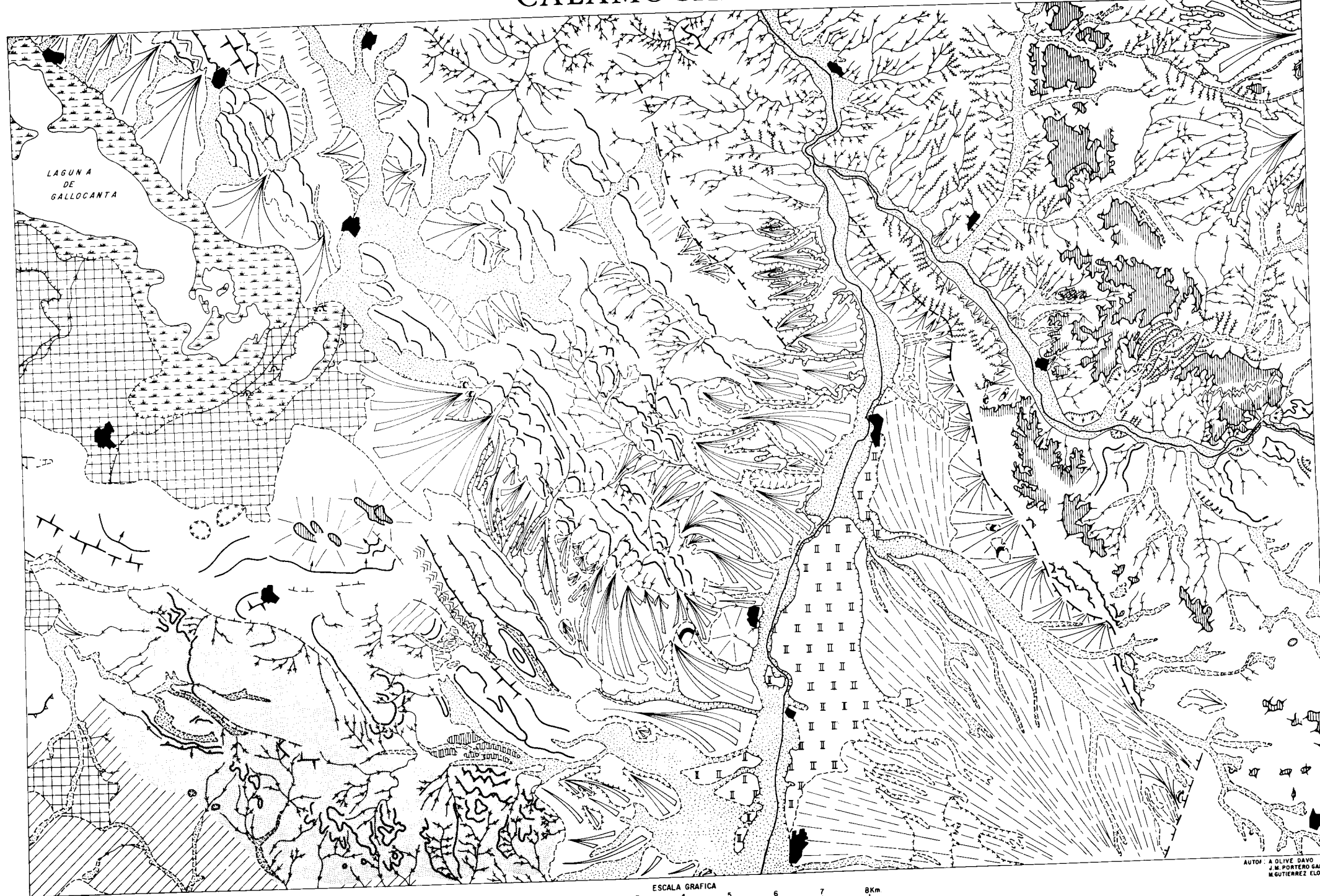
Existe alguna pequeña dolina en cubeta localizada sobre los materiales calizos neógenos en la parte suroriental del mapa.

Las vertientes son de dos tipos: desnudas o recubiertas parcialmente de detritus. La fase final de incisión lineal ha producido el desmantelamiento de los detritus en las vertientes, dejando colgados en algunos puntos depósitos antiguos. La morfología de la paleovertiente parece indicar una antigua regularización. Por otra parte y al actuar sobre materiales poco coherentes produce un intenso acarreamiento en las vertientes que se constata que es muy activo en la actualidad. La erosión de estos barrancos alimenta a las ramblas del área que han sido estudiadas con detenimiento, bajo un aspecto geográfico, por FERRER, M. y MENSUA, S. (1956).

El río Jiloca discurre por una depresión de origen tectónico que constituye una fosa en sentido amplio. La generación del sistema de fosas Calata-

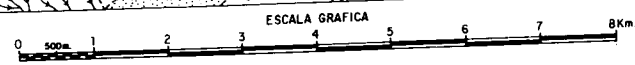
# CALAMOCHA

491  
26-19



## LEYENDA

- MODELADOS ESTRUCTURALES**
- Crestas
  - Cuestas y hog-backs.
  - Chevrons
  - Línea de capa dura
  - Sentido del buzamiento
  - Relieves tabulares (gradas, mesas)
  - Fallas con clara expresión morfológica, ligadas a las fosas
  - Fallas con expresión morfológica atenuada
- SUPERFICIES DE EROSIÓN**
- Superficies de erosión sobre Mesozoico
  - Relieve residual en superficies de erosión
- MODELADOS DEPOSICIONALES**
- Glacis
  - Glacis degradado
  - Superficies con depósito (en relación con áreas endorreicas)
  - Áreas endorreicas
  - Terrazas fluviales
  - Tobas calizas
  - Terrazas bajas y/o llanura de inundación
  - Valles de fondo plano
  - Conos de deyección
  - Relieve residual entre depósitos cuaternarios y/o pliocuaternarios
- VERTIENTES**
- Vertientes regularizadas
  - Deslizamientos rotacionales
- RED FLUVIAL**
- Cauces activos
  - Barrancos de incisión lineal
  - Cárcavas
- FORMAS KARSTICAS**
- Dolinas en cubeta
  - Dolinas degradadas
- ESCARPES**
- Escarpe en relieves tabulares (>50m)
  - Escarpe en relieves tabulares (<50m)
  - Escarpe neto (glacis, terrazas, superficies, etc.)
  - Escarpe degradado (glacis, terrazas, superficies, etc.)
- MODELADO ANTROPICO**
- Nucleos urbanos
  - Canteras



AUT. A. OLIVE DAVO  
J.M. PORTERO GARCIA  
M. GUTIERREZ ELONZA

yud-Teruel es coetánea con la etapa de deformación que afecta a la superficie de erosión de edad pliocena anteriormente señalada. Con posterioridad al origen de estas depresiones tectónicas y en circunstancias climáticas áridas se modelan extensos *glacis* de edad pliocuaternaria. Se trata de *glacis* de deposición por derrame, en el que los cantos se presentan encostrados esporádicamente. Este nivel de *glacis* aflora en ambas márgenes del río Jiloca y penetra hasta las proximidades de la depresión endorreica de Gallocanta en la margen izquierda de la Rambla de Cantalobos.

En la margen derecha del río Jiloca este *glacis* se desarrolla con mayor amplitud y aparece muy degradado (*glacis degradado*). Al Este de Caminreal se observan ligeros escalonamientos en el mismo; este débil graderío es claramente local y no aparece en hojas situadas más al Sur. Se interpreta muy posiblemente como debido a influjos locales de la reactivación cuaternaria del sistema de fallas ligado a la fosa del Jiloca. Conviene destacar que el *glacis* pliocuaternario de la margen derecha del Jiloca se pone en contacto mecánico con los materiales neógenos por falla normal, constituyendo el labio levantado el dominio estructural de materiales neógenos y el labio hundido los depósitos fundamentalmente cuaternarios que vierten hacia la arteria principal del Jiloca.

Estos levantamientos han traído consigo un contraste en el relieve que ha producido la generación de una banda más o menos continua de importantes conos de deyección depositados al pie del escarpe de falla cuaternario. El contacto neto entre los materiales neógenos y estos conos de deyección nos hace suponer que han existido reactivaciones de este sistema de fracturación en etapas posteriores, ya que el escarpe de falla en muchos puntos es muy neto y los ápices de los conos de deyección no penetran en el labio levantado de las fallas.

Por otra parte en la margen izquierda del río Jiloca se desarrolla otro nivel de *glacis*, claramente encajado en el anterior que penetra en las márgenes de la Rambla de Cantalobos hasta el área endorreica de Gallocanta y parecen ser coetáneos con los abanicos aluviales y conos de deyección situados inmediatamente al NE de la laguna de Gallocanta.

Las etapas finales de la evolución del río Jiloca vienen manifestadas por la existencia de extensas *terrazas* de tobas calizas presentes en la zona de Fuentes Claras y Caminreal principalmente.

Ligeramente al N de Calamocha y en la margen derecha del Jiloca se reconoce un nivel de *terrazas* de materiales clásticos situado a la misma altura que el extenso nivel de *terrazas* tobáceas. La llanura de inundación del río Jiloca no alcanza un gran desarrollo excepto al sur de la hoja, y es alimentada por los movimientos de masas en vertientes y fundamentalmente

por el aporte lateral de los barrancos de fondo plano. Ya hemos señalado la activa incisión lineal que existe en la actualidad en las vertientes del área que, lógicamente se manifiesta con gran claridad en las zonas marginales del río Jiloca.

El NO de la hoja se encuentra dominado por el sistema endorreico correspondiente a la Laguna de Gallocanta. Este endorreísmo afecta a una extensión importante y constituye un área de singulares características desde determinados puntos de vista científicos.

La laguna de Gallocanta ha sido estudiada desde antiguo fundamentalmente por HERNANDEZ PACHECO, F. y ARANEGUI, P. (1926) en la que señalan como rasgo fundamental la presencia de una antigua terraza. DANTIN CERECEDA, J. (1941) efectúa un estudio geográfico-geológico de la misma no muy preciso y este mismo autor realiza a su vez otras publicaciones respecto al endorreísmo peninsular y aragonés. En años más recientes se publican estudios minuciosos sobre la sedimentación carbonatada de la Laguna por CALVO, J. et al (1978) y en la actualidad está siendo objeto de investigaciones profundas con fines fundamentalmente ecológicos.

Es difícil precisar la génesis inicial del endorreísmo de la Laguna de Gallocanta. Los datos de que disponemos en la actualidad no permiten aseverar ninguna hipótesis sobre la misma. Sin embargo estimamos que es muy posible una génesis inicial de carácter tectónico tal como señalan CALVO, J. et al (1978), siendo el margen oriental de la laguna el que ha experimentado un mayor levantamiento. Es muy posible que esta fracturación inicial esté en relación temporal con la que genera la fosa del Jiloca, correspondiendo seguramente a épocas pliocuaternarias.

La evolución de la Laguna desde su formación ha sufrido diferentes etapas que creemos están relacionadas con la sucesión temporal de épocas climáticas diversas en el transcurso del Cuaternario. No cabe duda que la extensión de la Laguna en épocas pretéritas ha sido mucho mayor y esto viene manifestado por la presencia de tres niveles situados a diferentes alturas con respecto al nivel actual de la Laguna que aparecen espaciadas en un intervalo de unos 20 m aproximadamente. La diferenciación de los niveles no es muy precisa debido a la degradación de los escarpes entre ellos.

El sistema endorreico de la Laguna presenta dos tipos fundamentales de deposición. Por un lado, típicos depósitos fluviales conglomeráticos y arenosos que se observan en algunas de las canteras existentes en el entorno de la depresión y que sin duda proceden de la erosión de los relieves circundantes. Por otra parte se manifiesta en la misma una sedimentación evaporítica básicamente carbonatada tal como señalan CALVO et al (1978).

La alimentación de la Laguna se realiza sin duda por escorrentía super-

ficial y, muy posiblemente por aguas kársticas en su margen occidental. Hemos indicado la karstificación existente en los materiales carbonatados del Mesozoico, que viene manifestada por campos poco desarrollados de dolinas. Las observaciones de campo ponen de manifiesto que algunos de los bordes occidentales de la Laguna, de contorno circular o elíptico se deban, posiblemente, a hundimientos producidos por la karstificación infrayacente.

Como hemos señalado la Laguna ha tenido etapas de una mayor extensión. Es difícil precisar, desde el punto de vista temporal, la edad de las mismas. No obstante deben de corresponder a etapas de una mayor precipitación y/o menor evaporación correspondientes a "aluviales" en sentido amplio.

Los conos de deyección y abanicos aluviales, modelados en glacis degradados en la margen derecha de la Laguna y que enraízan en las formaciones paleozoicas se estima que son más o menos coetáneos con el segundo nivel de glacis que se desarrolla en la cuenca del Jiloca.

Las diferentes formas existentes en el área resultan de la acción de un conjunto de procesos separados en el tiempo. Esta separación permite intentar elaborar una historia geomorfológica de la zona. Además de la superficie pre-triásica y otras generadas con posterioridad se desarrolla fundamentalmente en la región una superficie de erosión pliocena que corresponde en parte con la colmatación de las calizas de los páramos. Ya hemos señalado la complejidad de los procesos que han actuado en la elaboración de esta superficie.

Con posterioridad a la generación de esta superficie tuvo lugar la deformación y fracturación de la misma que trajo como consecuencia la formación de la fosa del Jiloca y muy posiblemente el área endorreica de Gallo-canta. La fase principal de karstificación se produjo sobre los materiales calizos de esta superficie deformada.

Las circunstancias climáticas se tornaron áridas y se desarrollaron extensos glacis de edad plio-cuaternaria. Por otra parte, la red fluvial comenzó a instalarse y se produce un nuevo sistema de glacis encajado en el anterior. El río Jiloca desarrolla a su vez terrazas tobáceas y aluviales de escaso desarrollo.

El encajamiento de la red fluvial en los distintos dominios señalados producen diferentes formas estructurales, que ya han sido reseñadas anteriormente.

Conviene señalar que el sistema de fallas del Jiloca presenta una clara reactivación durante las épocas cuaternarias. Esto trae como consecuencia el levantamiento y hundimiento correlativo de bloques que originan claros



escarpes de fallas y al pie de los cuales se desarrollan conos de deyección coalescentes.

Las etapas frías del Cuaternario producen una regularización de vertientes bastante generalizada y afecta a su vez a la red fluvial que toma formas de valles de fondo plano con concavidad de enlace con las vertientes. Con posterioridad a las etapas de regularización y ya en épocas recientes se produce una fase de incisión lineal de los barrancos que evacúa parcialmente los depósitos de los valles de fondo plano y de las vertientes, esta última etapa es muy activa en la actualidad.

El proceso de actividad subactual presente en el área es el relativo a la reactivación del sistema de fallas ligados a la fosa del Jiloca. Ya hemos indicado que existe una clara neotectónica cuaternaria que provoca levantamiento y hundimiento de bloques que quedan de manifiesto por escarpes de falla frescos. En la hoja colindante al sur (Monreal del Campo) la reactivación de esta fracturación afecta incluso a los coluviones de las vertientes de regularización, lo cual nos habla de que se trata de movimientos recientes. Estos reajustes provocados por la neotectónica cuaternaria hay que tenerlos muy presentes de cara a la construcción de grandes obras de ingeniería civil por la incidencia que pudieran tener en las mismas.

Desde un punto de vista estrictamente geomorfológico los procesos activos del área se manifiestan por una intensa incisión de los cursos fluviales de bajo orden que producen intensos acarcavamiento y dismantelan los depósitos de vertientes exportándolos en esporádicas arroyadas a los cauces de las ramblas existentes en la región. En épocas de tormentas estivales producen descargas sólidas en las carreteras de algunos metros de potencia que interrumpen el tráfico. Además estas fuertes avenidas ejercen una influencia manifiesta en las poblaciones sometidas a la acción del arrambamiento. Este fenómeno tan conocido de erosión activa en este área motiva que sea muy frecuente la presencia de gaviones de contención perpendiculares a la dirección de la arroyada.

En el dominio morfoestructural neógeno son muy frecuentes en los márgenes de los valles la presencia de numerosos deslizamientos rotacionales de funcionalidad actual y que conviene tener en cuenta de cara a una planificación del territorio y a la realización de todo tipo de obras relativamente importantes.

Con respecto al área endorreica de Gallocanta es conveniente enfatizar en la importancia que presenta desde el punto de vista ecológico, tal como lo reflejan los importantes estudios que se están realizando en la actualidad con estos fines. No cabe duda que los procesos de sedimentación actuales

que tienen lugar en dicha Laguna pueden verse influidos por las labores agrarias que se realizan en sus márgenes.

#### 4 HISTORIA GEOLOGICA

La extensión abarcada por una hoja 1/50.000 resulta insuficiente para establecer los principales rasgos de la evolución geológica de la misma que, como resulta evidente, está íntimamente ligada a la de la unidad tectónico-sedimentaria a la que pertenece.

Así se tendrán en cuenta los datos existentes en la bibliografía y también los obtenidos en la realización de las siete hojas que "C.G.S.S.A." ha efectuado durante el año 1980: Ateca (25-17), Paniza (26-17), Used (25-18), Daroca (26-18), Odón (25-19), Calamocha (26-19) y Monreal del Campo (26-20), por lo que este capítulo es común a todas ellas.

Por otra parte los ambientes sedimentarios en que se depositaron los materiales han quedado suficientemente definidos y precisados en los capítulos de Estratigrafía de las hojas siempre que ha sido posible. La evolución tectónica se ha reflejado en el apartado de Tectónica Regional de las mismas.

En este capítulo se dará una visión generalizada de la evolución geológica del sector abarcado por las siete hojas antes citadas, de cuyo estudio se dispone de datos a partir del Cámbrico inferior.

A finales del Precámbrico y durante el Cámbrico más inferior se inicia un gran ciclo sedimentario con la sedimentación de la Cuarcita de Bámbola. Hoy en día subsiste la duda de si esta unidad es discordante sobre el Precámbrico de Paracuellos o se trata de un contacto mecanizado de forma general por la diferente competencia de los materiales.

Es evidente que un aporte clástico tan generalizado está en relación con la degradación de un relieve importante, que por las direcciones de aporte se situaría hacia el NE (Estas direcciones son muy constantes durante casi todo el Cámbrico y Ordovícico, señalando un área fuente que tradicionalmente viene siendo denominado "Macizo del Ebro").

La Cuarcita de Bámbola se deposita en un ambiente marino de estuario (submareal) probablemente por destrucción de aparatos deltaicos sometidos al influjo de mareas y oleaje. Progresivamente se instala una plataforma somera con depósitos en ambiente intermareal a intermareal alto en llanuras arenosas (Capas de Embid) o mixtas (Capas del Jalón).

La dolomía de Ribota se sedimenta en ambientes muy someros.

A finales del Cámbrico inferior se produce un hundimiento de la Cuenca con depósito de materiales en facies marinas de plataforma abierta que alcanza sus máximos de profundidad con las margas de Valdemiedes-Murero, es decir durante el límite Cámbrico inferior/medio. A continuación se desarrolla una plataforma más somera con aportes intermitentes detríticos en ambientes que van de neríticos a intermareales con retoque de oleaje y mareas. Se reconocen dos grandes mega-secuencias negativas de finos a arenas (Huermeda a Daroca y Valdemiedes a Miembro A2 de la Formación Almunia), la segunda de las cuales está compuesta por otras cuatro secuencias menores.

La sedimentación durante el resto del Cámbrico medio y superior y Tremadoc tiene lugar en una plataforma somera en ambiente intermareal. Se reconocen ambientes de llanuras arenosas fangosas y mixtas según la proporción limo/arena. Algunos niveles cuarcíticos pueden ser interpretados como canales de mareas (Fm. Borrachón). Los depósitos arenosos son más frecuentes en toda la serie en la Rama Aragonesa (Cadenas Ibéricas Orientales y representan una mayor proporción de episodios de barras y canales en la plataforma). Se observa un aumento de espesores de las facies, hacia el Oeste al mismo tiempo que aumenta la proporción de finos. Las direcciones de corrientes medidas indican aportes del E y NE. (Macizo del Ebro?). En conjunto la serie se agrupa en cuatro megasecuencias negativas mayores (incluyendo el Arenig.) formadas por las unidades Miembro B a C; Miembro D a Fm. Valconchán (límite Cámbrico-Tremadoc.); Fm. Borrachón a Fm. Dere y Fm. Santed a Cuarcita Armoricana. Estas megasecuencias mayores contienen a su vez otras mesosecuencias también negativas, y están en relación con la tectónica probablemente con ascensos epirogenéticos (?) de las áreas fuentes.

Durante el Arenig (Cuarcita Armoricana), hay depósito de barras (mareales? -litorales?), generalizadas en todo el área. Los aportes vienen también del E y NE. El oolito ferruginoso superior representa una interrupción en la sedimentación.

La sedimentación continúa durante el Ordovícico medio-superior en una plataforma relativamente somera con influjo de mareas y oleaje, que alcanza un máximo de profundidad con el depósito de las Margas de Briozos. Termina con el depósito de las Calizas de Cistoideos que representan episodios de constructores de carácter "arrecifal s.a." limitados al Ashgillense en las cadenas orientales y durante todo el Caradoc.-Ashgill. en la Rama Castellana (hoja 25-19 Odón).

Hay evidencia de emersión de la serie carbonatada Ashgillense, con

dolomitización y erosión como lo revelan los depósitos pizarrosos de la Fm. Orea (Llandovery) que contienen cantos y bolos de calizas y dolomías. La sedimentación continúa con idénticas características de plataforma con influjo de mareas y oleaje durante el Silúrico inferior (Fm. Orea y Fm. Bádenas) con dominio de llanuras predominantemente fangosas en las que aparecen episodios de barras (litorales?) constituidos por la Cuarcita blanca del Llandovery.

La controvertida discordancia de la base de la Cuarcita de Bámbola podría estar en relación, en caso de ser cierta con la fase Asíntica. Las fases tectónicas caledonianas tienen más repercusiones paleogeográficas que tectónicas, siendo la más detectable la Tacónica en el límite Ordovícico-Silúrico (erosión de las calizas ashgillenses).

El plegamiento fundamental debe ser hercínico, detectándose al menos dos fases, de la que la primera es la principal, en nuestra zona origina pliegues erguidos de dirección NO-SE vergentes hacia el NE. En las etapas finales se producen cabalgamientos vergentes hacia el NE, que se reactivan posteriormente durante los movimientos alpinos.

La tectónica tardihercínica (finales del Carbonífero) se manifiesta por la formación de desgarres según un sistema con fallas dextrales NO-SE y sinistralas NE-SO. A comienzos del Pérmico algunas fallas se mueven en régimen distensivo con formación de fallas normales de gran salto, en parte por reactivación de las anteriores (NO-SE, NE-SO dominantes y N-S y E-O) algunas de las cuales alcanzarían centenares de kilómetros. A través de estas fracturas se producen emisiones volcánicas de carácter intermedio-ácido. En estas condiciones se depositan los materiales del Pérmico inferior (Autuniense) en un ambiente continental, con intensa actividad volcánica y piroclastos incorporados a los sedimentos, en diferentes subambientes desde abanicos aluviales a facies palustre-lacustres. Una reactivación tectónica con basculamientos y movimientos diferenciales de bloques es la responsable de la discordancia existente entre Autuniense y Saxoniense (fase Saálca). Una etapa de intensa alteración del zócalo precede a la sedimentación de Saxoniense (suelos ferralíticos en el área de Fombuena, hoja 26-18 Daroca). Continúa la sedimentación en régimen continental, rellenando bloques deprimidos, mediante sistemas de abanicos aluviales coalescentes en nuestra zona, que incorporan abundante material piroclástico (cineritas, tobas volcánicas) reelaborándolo. La actividad volcánica continúa detectándose por la presencia de coladas riolíticas (Montesoro: hoja 25-19 Odón). Restos de dicha actividad volcánica pérmica se encuentran en el Paleozoico de Codos (hoja 26-17 Paniza) y del Sur de Ateca (25-17). La tectónica pérmica afecta

a una extensísima zona de Europa, no habiéndose individualizado la Cuenca Celtibérica para estos tiempos (IGME 1980).

Es a partir del inicio de la sedimentación de la facies Buntsandstein cuando la Cadena Celtibérica se corresponde con un modelo tectónico-sedimentario de tipo Aulacógeno (ALVARO et al 1978) a partir de un domo centrado en una pluma del manto situada en la región valenciana. Las fallas tardihercínicas (y pérmicas) fueron reactivadas en régimen claramente distensivo, sobre todo las NO-SE. Así se crea un *graben* complejo orientado según la dirección NO-SE, con bloques afectados de subsidencia diferencial fuerte, lo que explica las fuertes variaciones de espesor de la Fm. Buntsandstein. En estas condiciones el comienzo del relleno no debió ser sincrónico en todos los puntos de la cadena, comenzando probablemente en el Pérmico superior (Thuringiense) en la zona de Molina de Aragón (RAMOS 1979).

El depósito se inicia con sedimentos de características continentales (fluviales *braided*) representados por los conglomerados y areniscas inferiores de la hoja de Monreal (26-20), Odón (25-19), Used (25-18), Ateca (25-17) y borde noreste de la de Daroca (26-18) en el área de Fombuena. Posteriormente aparecen facies de tipo estuario con deltas destructivos e influencia de las mareas, que culminan con los sedimentos de plataforma somera, claramente dominados por las mareas a techo de la facies Buntsandstein. En el centro de la hoja de Daroca, borde NE de la de Used y Suroeste de la de Paniza se conservan pequeñas fosas con relleno de Buntsandstein, en la que los espesores son muy reducidos y el depósito comienza con características fluvio-torrenciales.

Se consigue el igualamiento del relleno de los bloques hundidos que ha sido acompañado de invasión marina. Durante el Muschelkalk se desarrolla una extensa plataforma somera en la que se reconocen ambientes intermareales a supramareales. Hay episodios de barras y canales (dolomías en capas gruesas) que podrías aislar *lagoons* hipersalinos (sífex), facies de canales mareales (hoja 25-19 Odón) y sedimentos intermareales altos a supramareales a techo como paso a las condiciones sedimentarias del Keuper. Durante el Pérmico y Buntsandstein parece existir un "horst" elevado en el área de Ateca-Daroca (Umbral de Ateca), con fuerte reducción de espesores e incluso no sedimentación.

Progresivamente se pasa a una etapa de subsidencia generalizada, con sedimentación expansiva que rebasa los márgenes del *graben* Celtibérico por hundimiento de sus bordes. Todo ello está en relación con la progresión de la distensión que adelgaza y estira la corteza. A través de las fracturas se produce magmatismo básico de origen mantélico más concentrado en los alrededores de la pluma del manto y a lo largo del borde norte de la Cuenca.

Esta etapa viene representada por la facies Keuper (y ofitas). En nuestra zona no hay evidencia de magmatismo por encontrarnos en zonas alejadas de los focos de emisión (C. Cantábrica, Valencia). Los sedimentos presentes en nuestra zona se depositaron en llanuras litorales muy extensas, con desarrollo de lagunas efímeras salinas (*sebkhas* litorales) y sedimentación evaporítica. Invasiones del mar darían lugar a depósitos de llanura de mareas (inter a supramareales). Algunos canales drenarían las citadas llanuras.

El estiramiento regional se hace todavía más importante pasándose a un modelo definitivo de subsidencia generalizada durante el Triásico más superior y Jurásico. El carácter fuertemente distensivo de esta etapa está atestigüado por los vulcanismos basálticos existentes en la zona comprendida entre Teruel, Valencia y Castellón.

La presencia de discontinuidades sedimentarias reconocibles no sólo en la Cordillera Ibérica sino también en los Catalánides y Cordilleras Béticas, ha permitido la división del Jurásico en una serie de unidades que se definen como secuencias deposicionales (fig. 4). (GINER 1980).

**La secuencia del Lías (J1)** se inicia con las brechas de la Fm. Cortes de Tajuña. La base de esta unidad es localmente erosiva y marca el límite entre el Rhetiense y Lías: finaliza con el oolito ferruginoso del tránsito Lías-Dogger o sus equivalentes laterales. Dentro de ella se reconocen una serie de discontinuidades de menor importancia (como máximo representan períodos no deposicionales equivalentes a una zona de Ammonites) lo que permite diferenciar una serie de unidades. La primera de ellas J1.1. está constituida por las brechas de la Fm. Cortes de Tajuña y Cuevas Labradas, el límite superior consiste en una superficie ferruginizada y perforada. La segunda unidad J1.2. incluye las Fms. Cerro del Pez y Barahona a techo de la cual se identifica otra superficie ferruginizada y perforada. La tercera unidad J1.3. formada por las Fm. Turmiel y Mb. Casinos tiene como límite superior el oolito del tránsito Lías-Dogger (o superficies de concentración de fauna). Cada una de estas unidades tiene un carácter transgresivo sobre la anterior, aunque a techo de J1.2 y J1.3 se desarrollen etapas regresivas. En conjunto la evolución de estas unidades muestran una transgresión que alcanza sus máximos valores en J1.3. La aparición de facies regresivas y superficies de ferruginización, condensación de fauna y s. perforadas se interpreta como detenciones momentáneas en el desarrollo de la transgresión.

**La secuencia del Dogger (J2)** está constituida por lo que se ha denominado parte media de la Fm. carbonatada de Chelva, y limitada entre los dos oolitos ferruginosos (superior e inferior) aunque en la mayoría de los casos tan sólo se reconoce uno de ellos de un modo claro.

**En la secuencia del Malm J (3)** el límite inferior coincide con el oolito

ferruginoso del tránsito Dogger-Malm, mientras que el superior se sitúa ya en el Cretácico inferior (Valanginiense), si bien en el área considerada el Jurásico está erosionado siendo los niveles más altos registrados los del Kimmeridgiense superior-Tithónico. Está constituida por el Mb. Yatova de la Fm. Chelva, Fm. Sot de Chera, Fm. Loriguilla y Fm. Higuieruelas.

En la vertical, las secuencias  $J_2$  y  $J_3$  muestran un marcado carácter *shoaling upward* es decir que cada una de ellas se inician con términos marinos correspondientes a depósitos de cuenca o plataforma externa para finalizar con sedimentos de aguas muy someras y con evidencias de emergencias esporádicas. Por el contrario en la secuencia del Lías ( $J_1$ ), tan sólo los ciclos  $J_1.3$  y  $J_1.2$  muestran esta evolución, mientras que  $J_1.1$  se inicia con depósitos de aguas muy someras en ambientes restringidos para finalizar con depósitos de plataforma somera.

Finaliza el Malm con una sedimentación detrítica correspondiente a la Facies Purbeck como inicio de movimientos tectónicos generalizados en nuestra zona. Así al final del Jurásico y durante el Cretácico inferior se producen períodos de inestabilidad que interrumpen la evolución del Aulacógeno Celtibérico. Se producen grandes movimientos verticales con erosión de bloques levantados y depósito en las zonas hundidas en dos etapas: una previa a los depósitos continentales de F. Weald (ausentes en nuestra zona) y otra pre-Utrillas, que se correlacionan tentativamente con las fases Neokimmérica y Austrica respectivamente. Localmente en estas fases se desarrollan pliegues de dirección próxima a la N-S o NE-SO, que son arrasados previamente a la deposición de la Fm. Arenas de Utrillas.

En la zona faltan los sedimentos correspondientes a las facies Purbeck-Weald (sólo hay unos pocos metros de terrígenos del Jurásico superior en la hoja de Monreal del Campo), reposando la facies Utrillas sobre diferentes términos del Jurásico. La erosión pre-Utrillas ha sido más intensa en los bordes de la zona Norte del umbral de Ateca llegando a situarse sobre el Keuper en algunos puntos de la de Ateca. Sin embargo en la hoja de Monreal del Campo y borde oriental de la de Paniza (Cuenca del Ebro) aparece una sucesión jurásica muy completa.

La Fm. Arenas de Utrillas se depositó en un ambiente de tipo estuario a partir de aparatos deposicionales de tipo deltas destructivos dominados por las mareas.

A partir del Cenomaniense medio se desarrolla una extensa plataforma somera carbonatada, al mismo tiempo que remiten progresivamente los aportes terrígenos del continente. Se inicia un ciclo transgresivo en el que se reconocen facies litorales con Ostreidos y facies de llanura de mareas que

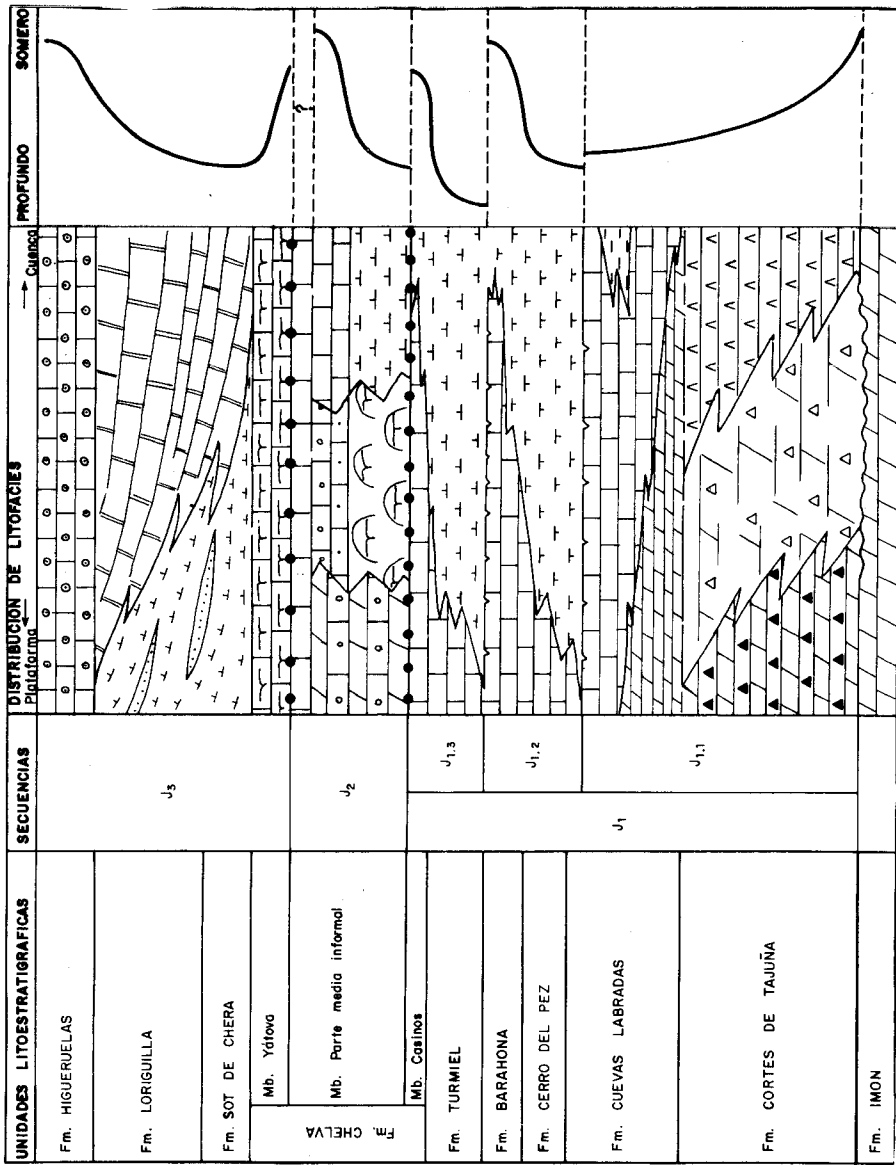


Fig. 4.— Secuencias deposicionales y distribución de litofacies del Triás más superior y Jurásico.



culminan en el Turoniense, con sedimentos submareales de plataforma somera en la zona del noroeste (Ateca, Used y borde norte de Odón) o mareales (Calamocha, Monreal). Hay procesos de dedolomitización y costras ferruginosas con concentración de fauna que indican emersiones locales e interrupciones en la sedimentación.

A continuación viene un ciclo sedimentario de tendencia regresiva que se inicia de manera generalizada con la instalación de organismos constructores (Algas y sobre todo Rudistas) que colonizan grandes áreas de la plataforma fijando bancos y "montes" e incluso dando lugar a verdaderos Biohermos. A partir de este momento (Coniaciense? ) la plataforma es somera y restringida, existiendo facies de *lagoon*, en ocasiones con tendencia lacustre y fuerte influencia de aguas dulces del continente (muy acusadas en la hoja de Daroca). Algunas barras y canales migraban en la plataforma (hojas de Used y Odón). Hacia el Sur (hoja de Monreal) los biohermos de Rudistas persisten durante mucho más tiempo que en el resto de la zona.

Durante el Santoniense existen episodios generalizados en el que se desarrollan barras y canales bioclásticos que se movían en la plataforma, (*bioclastic-sand shoal*) lo que contribuyó a restringir aún más la misma al menos de forma local.

El ciclo regresivo continúa hacia finales del Cretácico superior con depósitos de *lagoon* cerrado, con gran influencia de aguas dulces del continente (hojas de Used, Odón, Calamocha y Daroca).

Durante el Cretácico superior no puede decirse que el Aulacógeno Celtibérico siga existiendo como tal.

Faltan en la zona sedimentos de finales del Cretácico y del Paleoceno pero en zonas próximas durante estos tiempos se ha producido ya la retirada definitiva del mar. A partir de este momento la sedimentación tiene carácter continental.

Se detectan ya los primeros movimientos tectónicos esta vez claramente compresivos, que van a culminar con el plegamiento y estructuración de toda la Cadena Celtibérica, sincrónicamente con la sedimentación molásico-continental del Terciario.

Al final del Cretácico se instalan las zonas móviles de las Béticas-Baleares y del Pirineo, los esfuerzos transmitidos van a deformar intensamente la Cadena Celtibérica, en la que después de la evolución tipo Aulacógeno la corteza estaba muy adelgazada y estirada.

Una primera fase de plegamiento, con compresión NO-SE es responsable de la discordancia situada en la base del Eoceno superior-Oligoceno inferior. Durante estos tiempos se reconocen depósitos en facies de abanicos aluviales, fluviales y lacustres (hojas de Used, Odón y Monreal).

Una segunda fase de plegamiento se produce en el Oligoceno superior, con compresión principal NE-SO, que da origen a estructuras con directriz Ibérica vergentes al NE en nuestra zona. Es la responsable de la discordancia intra-oligocena existente en la región (Fase Castellana de PEREZ GONZALEZ et al 1971). En la región se depositan materiales en facies de abanicos aluviales (Monreal, Used) y fluvio-lacustres (Odón) hasta el Mioceno inferior.

Resulta difícil reconstruir la paleogeografía de las Cuencas del Paleógeno y Mioceno inferior, pues sólo se dispone de afloramientos aislados.

Una tercera fase de plegamiento con compresión ENE-OSO tiene lugar a finales del Mioceno inferior (Ageniense). A partir de estos momentos la zona de la cadena que nos ocupa se comporta en régimen distensivo generalizado hasta el Cuaternario. Durante el Mioceno inferior más superior y Mioceno medio aparecen fallas con gran salto de direcciones NO-SE y NNE-SSO, siendo las primeras más antiguas. Son las responsables de la creación de las Cuencas de Calatayud y Teruel-Alfambra que se rellenan.

Desde el Ageniense más superior hasta el Plioceno medio, se rellenan las cuencas mediante abanicos aluviales y facies asociadas: fluviales (escasas), de playas, playas salinas, palustres, palustre-lacustres y lacustres. El máximo de expansión de facies palustre-lacustres se sitúa en el Mioceno superior y Plioceno inferior en la Cuenca de Calatayud, siendo también bastante frecuente en el Aragoniense inferior y medio en las hojas de Paniza, Calamocha y Monreal. En las cuencas menores, internas de la Cordillera, (Used, Odón) y en la de Almazán (borde Oeste de Ateca) dominan los terrígenos gruesos de los abanicos aluviales.

Una suave discordancia se sitúa en el Plioceno inferior sobre la unidad de "Calizas del primer páramo" y es un prelude de la Fase Iberomanchega I, (AGUIRRE et al 1976). La colmatación de las cuencas tiene lugar durante el Plioceno medio y se corresponde aproximadamente con el nivel de "Calizas del segundo páramo" de la de Calatayud, desarrollándose en las hojas de Odón y Used una superficie de colmatación-erosión sobre materiales detríticos. Paralelamente a estos acontecimientos ha quedado generada durante el Plioceno inferior y medio la superficie de erosión fundamental de la meseta, sobre Mesozoico y Paleozoico, adquiriendo toda la región una morfología de extensa penillanura con algunos relieves residuales muy suavizados.

Los depósitos detríticos rojos existentes sobre las "Calizas del segundo páramo" en la fosa del Jiloca, son correlativos con los primeros impulsos tectónicos que van a tener lugar posteriormente. En efecto a comienzos del Plioceno superior se produce una importante fase tectónica distensiva (Fase Iberomanchega I, AGUIRRE et al 1976) con creación de fallas normales,

NO-SE y NNE-SSO, de gran salto (unos 250 m en Calamocha), que en parte reactiva las fallas miocenas o afecta a fracturas anteriores NO-SE que no habían actuado en dichos tiempos. En estos tiempos se origina la Fosa del Jiloca (hoja de Daroca, Calamocha y Monreal) y la de Gallocanta (Hojas de Used, Odón y Calamocha) y la depresión central de la Hoja de Odón. Se produce un intenso levantamiento de algunos bloques que dan lugar a los relieves observables hoy en día: Sierra del Calderero (Odón). Sierra de Torno-Santed (Used-Daroca-Calamocha), Sierra de Vicor-Algairén (Paniza-Daroca), Sierra de Lidón (Monreal). El relieve creado tiende a rellenarse mediante abanicos aluviales, con morfología de glacis durante el Plioceno superior y Cuaternario más inferior.

La actividad tectónica distensiva continúa durante el Cuaternario más inferior, afectando a los glacis pliocuaternarios en la hoja de Calamocha y Ateca creando depósitos correlativos abanicos, abanicos con morfología de glacis y depósitos de glacis.

Hay evidencia de neotectónica reciente en la hoja de Monreal, en donde las fallas afectan a coluviones del Plioceno sup.-Holoceno (Rubielos de la Cerida) y desplazan niveles de terrazas del Pleistoceno superior en Ateca y Daroca. Afectan a tobas (travertinos) en la hoja de Ateca.

Hay que señalar que durante gran parte del Pleistoceno (inferior y medio?), debieron dominar las condiciones endorreicas en la mayor parte del área estudiada (hojas de Used, Odón, Daroca, Calamocha y Monreal) pues sólo se reconocen 1 ó 2 niveles de terrazas fluviales situados a unos 25 metros como máximo sobre el nivel de los ríos que se datan tentativamente como del Pleistoceno superior. Este endorreísmo se manifiesta de forma clara en el área de Gallocanta hasta nuestros días. Las variaciones del nivel de la Laguna probablemente debidas a períodos "pluviales" s.a. han dado lugar a diversos niveles de terrazas en sus alrededores. En el norte de las hojas de Ateca, Paniza, en relación con el río Jalón aparecen niveles de terrazas más numerosos y de glacis encajados sucesivamente, en relación con las anteriores que nos indican una apertura exorreica más antigua.

Se detectan al menos dos fases frías durante el Cuaternario manifestadas por procesos de regularización de vertientes. La incisión lineal y acarreamientos de tiempos muy recientes probablemente protohistórico-históricos.

## 5 GEOLOGIA ECONOMICA

### 5.1 MINERIA Y CANTERAS

En la hoja de Calamocha no existe ninguna explotación minera, conociéndose únicamente una concesión improductiva con indicios de sulfuros de Cobre, Hierro y Zinc, además de Baritas, al E de Luco de Jiloca.

Mayor interés tienen las canteras, aunque en el ámbito de la hoja la mayor parte están abandonadas.

En la zona NO de Bañón se sitúan varias que aprovechan los yesos del Mioceno, de las cuales sólo continúa activa la llamada "Nuestra Señora del Loreto", aún cuando su explotación es de escasa entidad. La producción anual se cifra en unas 1.400 Tm. siendo las reservas cuantiosas.

Los mismos yesos se han explotado al S de Navarrete del Río, estando actualmente abandonadas las labores.

Otras explotaciones, bien paralizadas, bien intermitentes aprovechan las arcillas del Mioceno que afloran a lo largo del valle del Jiloca. En las proximidades de Navarrete del Río existen tres canteras.

Gravas usadas para áridos se extraen intermitentemente en las cercanías de la laguna de Gallocanta, entre Bello y Tornos.

Merece la pena citar la existencia dentro de la Formación Utrillas de reservas de caolín potencialmente explotables.

### 5.2 HIDROGEOLOGIA

Desde el punto de vista de las aguas subterráneas la formación que presenta más interés es la serie dolomítica del Cretácico superior aflorante en el cuadrante suroccidental. Presenta buena permeabilidad por fracturación y karstificación así como amplias áreas de recarga que se extienden por las hojas colindantes de Monreal del Campo (26-20), Odón (25-19) y Used (25-18). Las zonas más favorables para la captación de las aguas contenidas en este acuífero se sitúan al Oeste de la Laguna de Gallocanta (NO de Bello). Otra zona favorable puede ser la situada al Oeste de Caminreal. En ambas la formación carbonatada está recubierta por Cuaternario.

Relativo interés presentan las calizas miocenas de los alrededores de Bañón, así como los depósitos cuaternarios de gravas de los alrededores de la Laguna de Gallocanta y Valle del Jiloca.

## 6 BIBLIOGRAFIA

- ADROVER, R., MEIN, P. y MOISSENET, E. (1978).— Nuevos datos sobre la edad de las formaciones continentales neógenas de los alrededores de Teruel. *Estudios Geológicos* núm. 34. pp. 205-214.
- AGUILAR, M.J., RAMIREZ DEL POZO, J. y RIBA, O. (1971).— Algunas precisiones sobre la sedimentación y paleoecología del Cretácico Inferior en la zona de Utrillas-Villarroya de los Pinares (Teruel). *Est. Geol.* núm. 27. pp. 497-512.
- AGUIRRE, E., DIAZ MOLINA, M. y PEREZ GONZALEZ, A. (1976).— Datos paleomastológicos y fases tectónicas en el Neógeno de la Meseta Central Española. *Trab. Neog. Cuatern.* núm. 5. pp. 7-29.
- ALASTRUE, E. (1953).— "Bibliografía geológica de la provincia de Zaragoza". *Rev. Acad. Cien. Ex. Fis. Quím. Nat. Zaragoza.* núm. 8. pp. 59-85.
- ALVARO M. (1975).— Estilolitos tectónicos y fases de plegamiento en el área de Sigüenza (borde del S. Central y la C. Ibérica). *Est. Geol.* núm. 31. pp. 241-247.
- ALVARO M., CAPOTE, R. y VEGAS, R. (1978).— Un modelo de evolución geotectónica, para la Cadena Celtibérica. *Acta Geol. Hispánica. Libro homenaje al profesor Solé Sabarís.* Barcelona (en prensa).
- ARCHE, A., HERNANDO, S. RAMOS, A. SOPEÑA, A. y VIRGILI, C. (1975).— "Distinction between environments in the Permian and basal Triassic redbeds in Central Spain" *IX. Int. Cong. Sedim. Nice.* T. 5. V. 1. pp. 9-14.
- ARTHAUD, F. y MATTE, Ph. (1975).— Les décrochements tardi-hercyniens du Sud-Ouest de l'Europe. Geometrie et essai de reconstruction des conditions de la deformation. *Tectonophysics* V. 25. pp. 139-171.
- ARTHAUD, F. y MATTE, Ph. (1977).— Late Paleozoic strike slip faulting in Southern Europe and Northern Africa: result of a right lateral shear zone between the Appalachians and the Urals. *Geol. Soc. Amm. Bull.* V. 88. pp. 1305-1320.
- BARTSCH, G. (1966).— "Geologische untersuchungen in den Ostlichen Iberischen Ketten. Zwischen Río Jalón und der strasse Miedes-Codos-Cariñena (Spanien)" *Inst. Univ. Muster (Ined.)*. pp. 1-120.
- BERGER, E., KAUFFMAN, E. y SACHER, L. (1968).— "Sedimentologische untersuchungen im Jungpalaeozoikum der Ostlichen Iberischen Ketten (Spanien)". *Geol. Radsch* 57, V.2. pp. 472-483. Stuttgart.
- BOMER, B. (1960).— "Aspectos morfológicos de la Cuenca de Calatayud-Daroca y de sus zonas marginales". *Est. Geogr.* V. 80. pp. 393-402.
- BRUIJN, H.D. (1967).— Gliiridae, Sciuridae y Eomyidae Miocenos de Cala-

- tayud (Zaragoza) y su relación con la bioestratigrafía del área. *Bol. Inst. Geol. Min. Esp.* núm. 78. pp. 190-365.
- BULARD, P.F. (1972).— "Le Jurassique Moyen et Supérieur de la Chaîne Iberique sur la bordure du Bassin de l'Ebre". *Fac. Sc. Univ. Nice* pp. 1-353.
- CALVO BETES, J., GONZALEZ LOPEZ, J.M. GONZALEZ MARTINEZ, J. y VILLENA, J. (1978).— "Primeros datos sobre la sedimentación de dolomía en la laguna de Gallocanta". *Tecniterrae* V. 21. pp. 1-10.
- CAÑADA GUERRERO, F. (1966).— "Sobre la génesis de algunos yacimientos de óxidos y carbonatos de hierro. Teruel-Guadalajara". *Not. y Com. I.G.M.E.* núm. 87. pp. 91-96.
- CAPOTE, R. (1978).— Tectónica española. *Seminario sobre criterios sísmicos para las instalaciones nucleares y obras públicas*. Asociación Española de Ingeniería Sísmica pp. 1-30.
- CAPOTE DEL VILLAR, R. y GUTIERREZ ELORZA, M. (1977).— "Excursión al Precámbrico y Cámbrico inf. de Paracuellos-Cámbrico medio de Murero". *XI Curso de Geol. Práctica Teruel*.
- CARLS, P. (1962).— "Erläuterungen zur geologischen Kartierung bei Luesma und Fombuena in den Östlichen Iberischen Ketten (Nordest Spanien)". *Dipl. Arb. Math.-naturwiss. Würzburg*. pp. 1-155.
- CARLS, P. (1975).— "The Ordovician of the Eastern Iberian Chains near Fombuena and Luesma (Prov. Zaragoza, Spain)". *N. Jb. Geol. Palaont. Abh.* V. 150. núm. 2. pp. 127-146. Stuttgart.
- CARLS, P. y GANDL, I. (1967).— "The lower Devonian of the Eastern Iberian Chains (N.E. Spain) and the distribution of its Spiriferacea, Acastarinae and Asteropyginae". *Int. Sym. Devonian System*. pp. 453-464.
- CARLS, P. y GANDL, I. (1969).— "Stratigraphie und Conodonten des Unter Devons der Ostlichen Iberischen Ketten (N.E. Spanien)". *N. Jb. Geol. Palaont. Abh.* V. 132. núm. 2. pp. 155-218. Stuttgart.
- CARLS, P. y SCHEUPLEIN, R. (1969).— "Zum Buntsandstein zwischen Fombuena und Rudill: Östlichen Iberischen Ketten, N.E. Spanien". *N. Jb. Geol. Palaont. Abh.* V. 132. núm. 1. pp. 1-10. Stuttgart.
- CRUSAFONT, M. y TRUYOLS, J. (1964).— "Aperçu chronostratigraphique des Bassins de Calatayud-Teruel". *Curs. y Conf. Inst. Lucas Mallada*. núm. 9. pp. 89-92.
- CRUSAFONT, M., VILLALTA, J.F. y JULIVERT, M. (1966).— "Notas para la estratigrafía y paleontología de la Cuenca de Calatayud-Teruel". *Notas y Com. I.G.M.E.* núm. 19 pp. 53-76.
- DANTIN CERECEDA, J. (1941).— "La Laguna salada de Gallocanta (Zara-

- goza). *"Est. Geográf."* núm. 3, pp. 269-301.
- DESPARMET, A. (1967).— "Etude geologique détaillée des environs du Monasterio de Piedra (Prov. de Saragosse)" *Dipl. Et. Sup. Univ. Dijón*, V. 10, pp. 1-100.
- DIAZ MOLINA, M. Y LOPEZ MARTINEZ, N. (1979).— El Terciario continental de la depresión intermedia (Cuenca). Bioestratigrafía y Paleogeografía: *Est. Geol.* núm. 35, pp. 149-167.
- FLOQUET, M. (1979).— "La serie carbonatée Coniacien supérieur a Santonien dans la région de Soria (Chaînes Iberiques Septentrionales). Analyse et interpretation". *Cuadernos Geol. Ibérica*, Vol. 5, pp. 365-383.
- FREEMAN, J. (1972).— "Sedimentology and dolomitization of Muschelkalk carbonates (Triassic Iberian Ranges Spain)". *Bull. A.A.P.G.* V. 6, núm. 3.
- FREUDENTAL, M. (1966).— "On the Mammalian faune of the Hipparion beds in the Calatayud-Teruel basin (prov. Zaragoza, Spain)". *Kowk. Ned. AK. Wetten.* V. 69, núm. 2, pp. 296-317.
- GAUTIER, F. y MOUTERDE, R. (1964).— "Lacunes et irregularite des dépôts a la limite du Jurassique moyen de la bordure Nord des Chaînes Iberiques (Espagne)". *C.R. Somm. Sc. Soc. Geol. France T.* 258, pp. 3064-3067.
- GINER, J. (1980).— Estudio sedimentológico y diagenético de las formaciones carbonatadas del Jurásico de los Catalanides, Maestrazgo y Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica. Tesis Doctoral. Dpto. Geología Universidad de Barcelona.
- GOMEZ, J.J. y GOY, A. (1979).— "Las unidades litoestratigráficas del Jurásico medio y superior en facies carbonatadas del sector levantino de la Cordillera Ibérica". *Est. Geol.* V. 35, pp. 569-598.
- GOY, A.; GOMEZ, J.J. y YEBENES, A. (1976).— "El Jurásico de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica (Mitad Norte) I. Unidades litoestratigráficas". *Est. Geol.* V. 32, pp. 391-423.
- GUTIERREZ ELORZA, M.; PEÑA MONNE, J.L. (1979).— "El Karst de Villar del Cobo (Sierra de Albarracín)". *Est. Geol.* V. 35, pp. 651-654.
- GUTIERREZ MARCO, J.C. (1980).— "Graptolitos del Ordovícico del Sistema Ibérico. Tesis de licenciatura. Universidad Complutense de Madrid.
- HAMMAN, W. (1976).— "The Ordovician of the Iberian Peninsula A Review". *Proc. Paleont. Assoc. Sym.* pp. 387-409. Birmingham.
- HARTLEB, J. (1967).— "Stratigraphie, tektonik und versetzung un der Ostlichen Hesperischen ketten (Spanien)". *Inang. Diss. Ined.* pp. 1-101 Heidelberg.
- HERNANDEZ PACHECO, F. y ARANEGUI, P. (1926).— "La Laguna de

- Gallocanta y geología de sus alrededores" *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* T. 26, pp. 419-429.
- HERRANZ ARAUJO, P. (1968).— "Nota preliminar sobre el estudio geológico del N. de Sierra Menera (Cord. Ibérica)". *Act. Geol. Hispánica* T. 3, núm. 3, pp. 49-53.
- HOFFMAN, P.; DEWEY, J.F. y BURKE, K. (1974).— Aulacogens and their genetic relation to geosynclines, with a Proterozoic example from Great Slave Lake, Canada. *Soc. Econ. Pal. Mineral. Spec. Publ.* v. 19, pp. 38-55.
- HOYOS, M.; ZAZO, C.; GOY, J.L.; AGUIRRE, E. (1979).— Estudio geomorfológico en los alrededores de Calatayud. *Actas de la III. Reunión Nacional del Grupo Español de trabajo del Cuaternario.* Zaragoza pp. 149-160.
- INST. GEOL. MIN. ESP. (1969).— "Fase previa del proyecto de investigación minera en la región Turolense de la Cordillera Ibérica. Zona Norte". Informe. Fondo Documental del IGME. Madrid.
- INST. GEOL. MIN. ESP. (1971).— "Mapa geológico de España. Escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Explicación de la hoja núm. 40, Daroca". *Inst. Geol. Min. Esp.*
- INST. GEOL. MIN. ESP. (1974).— "Mapa metalogenético de España. Escala 1:200.000. Hoja núm. 40, Daroca". *Inst. Geol. Min. España.*
- INST. GEOL. MIN. ESP. (1974).— "Mapa de rocas industriales escala 1:200.000. Hoja núm. 40, Daroca". *Inst. Geol. Min. España.*
- INST. GEOL. MIN. ESP. (1980).— "Evolución sedimentológica y tectónica del ciclo Alpino en el tercio Noroccidental de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica (Inédito). (CAPOTE et al 1982).
- JOSOPAIT, V. (1970).— "Trilobiten turde in Tremadoc der Iberischen Ketten". *N. Jb. Geol. Palaeont. Abh.* núm. 2 pp. 127-128. Stuttgart.
- JOSOPAIT, V. (1972).— "Das Kambrium-Tremadoc. Ateca (N.E. Spanien)". *Fors. Geol. Palaent.* núm. 23, pp. 3-121. Münster.
- JULIVERT, M. (1954).— "Observaciones sobre la tectónica de la Depresión de Calatayud". *Arrahond. Rev. Mus. Ciudad de Sabadell.* pp. 1-18.
- JULIVERT, M.; FONTBOTE, J.M.; RIBEIRO, A. y CONDE, C. (1972-74).— Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares. I.G.M.E. pp. 113.
- LOTZE, F. (1929).— Stratigraphie und Tektonik des keltiverischen Grudgebirges (Spanien) *Abh. Ges. Wiss. Göttigen, math. phys. KL.* T. 14, 2. 320 pp.
- LOTZE, F. (1954).— "Estratigrafía y tectónica de las cadenas paleozoicas Celtibéricas". *Publ. Ex. Geol. Esp. Inst. Lucas Mallada.* T. 8, pp. 1-315.
- LOTZE, F. (1960).— "El Precámbrico en España". *Not. y Com. I.G.M.E.*



- V. 60, pp. 227-240.
- LOTZE, F. (1961).— "Sobre la estratigrafía del Cámbrico español". *Not. y Com. I.G.M.E.* V. 61, pp. 131-164.
- LOTZE, F. (1969).— "El Cámbrico en España. 1ª Parte". *Mem I.G.M.E.* V. 75, pp. 1-256.
- LOTZE, F. y SDUZY, K. (1961).— "Das Kambrium Spaniens. Teil 2, Trilobiten". *Abh. Math. Natur. Kl. Jahr.* núm. 7, pp. 1-594.
- MANSOURIAN, E. (1974).— "Erläuterungen zur geologischen kaslierung des gebietes im raum. Murero-Ateca-Montón in der Westlichen Iberischen ketten (N.E. Spanien) .*Dipl. Arb. Würzburg.* pp. 1-98.
- MARIN, P. (1974).— "Stratigraphie et evolution paleogeographique de la Chaîne Celtiberique Orientale I. Paleozoique-Permotrias". *Dipl. Et. Sup. Univ. Lyon.* pp. 1-231.
- MELENDEZ, A. y PEDAUYE, R. (1980).— "Estudio de las facies carbonatadas del Cretácico superior de la región de Nuévalos (prov. de Zaragoza)". *IX. Congreso Nacional de Sedimentología. Salamanca.* pp. 1-11.
- MELENDEZ, B. (1942).— "Los terrenos Cambricos de la península Hispánica". *Inst. Cienc. Nat. José de Acosta. Serv. Geol. T. 1.* pp. 1-119.
- MENSINK, M. (1966).— "Stratigraphie und paläogeographie des marinen Jura in der Nordwestlichen Keltiberischen Ketten (Spanien)". *Beih. Zum. Geol. Jahr.* T. 44, pp. 42-104. Hannover.
- MOISSENET, E. (1979).— "Relief. et tectonique recente: Quelques transversales dans les fosses internes des Chaines Iberiques orientales". *Travaux de la R.C.P.* V. 461. pp. 159-207.
- MOJICA, J. (1979).— "Über das Mesozoikum im zentralen teildes Nordöstlichen Keltiberikums (Ateca schwelle umgerbung von Nuévalos. Provinz. Zaragoza. Spanien. *Arb. Inst. Geol. Palaeont. Univ. Stuttgart.* pp. 1-70.
- MOJICA, J. y WIEDMANN, J. (1977).— "Kreide entwicklung und Cenomanien-Turonien grenze der mittleren keltiberischen ketten bei Nuévalos". *Eclog. Geol. Helv. Base.* T. 70, pp. 739-759.
- M.O.P. (1976).— "Corredor Zaragoza-Valencia. Tramo Daroca-Monreal del Campo." *Estudio previo de terrenos. M.O.P.U.* pp. 1-57.
- PARGA, J.R. (1969).— Sistemas de fracturas tardihercínicas del Macizo Hesperico. *Trab. Lab. Geol. Lage.* núm. 37. pp. 3-17.
- PEÑA BLASCO, J.A. (1972).— "Estudio petrogenético del Muschelkalk de la Cordillera Ibérica". *Tesis Fac. Cienc. Madrid.* pp. 1-196.
- PEREZ-GONZALEZ, A.; VILAS, L.; BRELL, J.M. y BERTOLIN, M. (1971).— Las series continentales al Este de la Sierra de Altomira: I. *Congr. Hisp. Luso Amer. Geol. Econom.* T. 1. Secc. 1. pp. 357-376.
- RADIG, F. (1962).— "Ordovician-Silurian und die frage prauvrizischer fal-

- tungen in Nordspanien". *Geol. Radsch.* V. 52, pp. 346-357. Stuttgart.
- RAMOS, A. (1979).— Estratigrafía y paleogeografía del Pérmico y Triásico al Oeste de Molina de Aragón (prov. Guadalajara). *Seminarios de Estratigrafía.* núm. 6, pp. 1-313.
- RAMOS, A.; DOUBINGER, J. y VIRGILI, C. (1976).— El Pérmico inferior de Rillo de Gallo (Guadalajara). *Acta Geol. Hispánica.* núm. 11. (3) pp. 65-70.
- RIBA, O. (1959).— Estudio geológico de la Sierra de Albarracín. C.S.I.C. *Monogr. Instituto Lucas Mallada.* núm. 16 pp. 1-253.
- RIOS, J.M. y ALMELA, A. (1945).— "Estudios sobre el Mesozoico del borde meridional de la Cuenca del Ebro". *Mem. I.G.M.E.* V. 54. pp. 245-301.
- ROYO y GOMEZ, J. (1922).— "El Mioceno continental Ibérico y su fauna malacológica". *An. Junta Amp. Est. e Inv. Cient.* núm. 30, pp. 1-227.
- SACHER, L. (1966).— "Stratigraphie und tektonik der Norwestlichen Hesperischen Ketten bei Molina de Aragón". *N. Jb. Geol. Palaeont. Mh.* V. 124, núm. 1 pp. 151-167. Stuttgart.
- SAEFTEL, H. (1961).— "Paleogeografía del Albense de las cadenas Celtibéricas españolas". *Not. y Com. I.G.M.E.*, núm. 63, pp. 163-192.
- SAENZ, C. (1931).— "Pantanos de La Tranquera y Carenas en los ríos Mesa y Piedra. Estudio de las condiciones geológicas del emplazamiento y vaso". *Publ. Conti. Sind. Hidrog. Ebro. Zaragoza*, t. 36. pp. 31-110.
- SAENZ, C. y MARIN GONZALEZ, J.L. (1969).— "Geología del Valle del Río Piedra en Llumes (Zaragoza)". *Act. Geol. Fac. Cienc. Barcelona.* T. 4, núm. 4, pp. 91-95.
- SCHEUPLEIN, R. (1970).— "Stratigraphie und tektonik der schichten folge in raum Daroca-Calamocha (Westliche Iberische ketten NE Spanien)". *Univ. Diss. Wurzburg*, pp. 1-106.
- SCHMIDT-THOME, M. (1968).— Beitrage zur fesin stratigraphie des unterkambriums in dem Iberischen ketten (Nordest-Spanien)". *Univ. Diss. Wurzburg*, pp. 1-141.
- SCHMITZ, U. (1971).— "Geologische untersuchungen in kambrium und Tremadoc der westlichen Iberischen ketten. Nordlich Ateca (Zaragoza), N.E. Spanien". *Univ. Diss. Munster.* pp. 1-132.
- SDZUY, K. (1961).— Das Kambrium Spaniens. Teil 2: Trilobiten". *Acad. Wiss. Lit. Mainz. Abh. Natur.* T. 7-8 pp. 218-411. Mainz.
- SDZUY, K. (1971).— Acerca de la correlación del Cámbrico inferior en la Península Ibérica: *Publ. I. Congr. Hisp. Luso. Amer. Geol. Econom.* T. 2, Secc. 1, pp. 753-768.
- SERVICIO AGRONOMICO NACIONAL MIN. AGRICULTURA

- (1970).— "Mapa Geológico de la provincia de Zaragoza. Escala 1:200.000". *Min. Agricultura.*
- SERVICIO AGRONÓMICO NACIONAL MIN. AGRICULTURA (1970).— "Mapa Geológico de la provincia de Teruel". Escala 1:200.000". *Min. Agricultura.*
- TEYSSENT, T. (1980).— "Erläuterungen zur geologischen kartierung des gebietes S.E. Codos un den Ostlichen Iberischen Ketten (N.E. Spanien)." *Univ. Dipt. Arb. Wurzburg*, pp. 1-125.
- TEYSSENT, T. (1980).— "El Paleozoico inferior de la Cordillera Ibérica (Cámbrico, Tremadoc, y Arenig)". *XIV Curso de Geol. Práctica. Teruel* pp. 1-23.
- TRICALINOS, J. (1928).— Untersuchungen über den Bau der Celtiberischen ketten der nordstlichen Spaniens. *Z. deutsch. geol. Ges. Abh.* 80 pp. 409-482. Berlín.
- TRIGUEROS, E.; NAVARRO, A. y VILLALON, C. (1959).— "El límite Jurásico-Cretácico al Norte de Teruel". *Not. y com. I.G.M.E.* núm. 53 pp. 37-49.
- VIALARD, P. (1973).— "Recherche sur le cycle alpine dans la Chaîne Iberique Sud-Occidentale". *Tesis Univ. Toulouse.*
- VIALARD, P. (1978).— "Tectogenese de la Chaîne Iberique: Relations substratum-couverture dans une tectonique polyphasee." *C.R. Acad. Sc. Paris.* T. 287. pp. 1103-1106.
- VIALARD, P. (1979).— "La Chaîne Iberique: Zone de cisaillement intra-continentale pendant la tectogenese alpine". *C.R. Acad. Sc. Paris.* T. 289 pp. 65-68.
- VIALARD y GRAMBAST, L. (1970).— "Sur l'age post-Stampien moyen du plissement majeur dans la Chaîne Iberique Castellaine". *C.R. Somm. Sc. Soc. Geol. France.* V. 1. pp. 1-9.
- VILLENA, J. (1967).— "Nota cartográfica preliminar de una zona de la Cordillera Ibérica comprendida entre Monreal del Campo y parte desde Molina de Aragón". *Act. Geol. Fac. Cienc. Barcelona.* V. 2, núm. 1, pp. 7-9.
- VILLENA, J. (1969).— "Mapa Geológico de la Laguna de Gallocanta (Teruel-Zaragoza) y sus alrededores". Guía Exc. "V Reunión Grupo Esp. Sedim." Pamplona, Zaragoza.
- VILLENA, J. (1971).— "Estudio geológico de un sector de la Cordillera Ibérica comprendido entre Molina de Aragón y Monreal del Campo". *Tesis doctoral Univ. Granada.*
- VILLENA, J. (1980).— El Ordovícico del sector central de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica. (En prensa).

- VIRGILI, C.; HERNANDO, S.; RAMOS, A. y SOPEÑA, A. (1973).— Nota previa sobre el Pérmico de la Cordillera Ibérica y bordes del Sistema Central. *Acta Geol. Hispánica*. núm. 8(3) y pp. 73-80.
- WOLF, R. (1980).— The lower and upper boundary of the Ordovician system of some selected regions (Celtiberia, Eastern, Sierra Morena) in Spain. Part. 1: The lower Ordovician sequence of Celtiberia: *N. Jb. Geol. Palaont. Abh.* núm. 160-1 pp. 118-137.
- YEBENES, A. (1973).— "Estudio petrogenético de las carniolas infra-liásicas de la Cordillera Ibérica". *Tesis Licenciatura. Univ. Madrid. (Ined.)* pp. 1-118.