Instituto Geológico
y Minero de España

453
14-18

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1 : 50.000

Segunda serie - Primera edición

CANTALPINO

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

SE INCLUYE MAPA GEOMORFOLÓGICO A LA MISMA ESCALA

CANTALPINO

Ninguna parte de este libro y mapa puede ser reproducida o transmitida en cualquier forma o por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluido fotocopias, grabación o por cualquier sistema de almacenar información sin el previo permiso escrito del autor y editor.

© Instituto Geológico y Minero de España

Ríos Rosas, 23. 28003 Madrid
www.igme.es
NIPO: 657-07-007-X
ISBN: 978-84-7840-716-3
Depósito legal: M-53984-2007

Fotocomposición: Les Trappistes, S. L.
Impresión: Gráficas Muriel, S. A.

La presente Hoja nº 453 (Cantalpino) y su Memoria explicativa han sido realizadas por la agrupación de empresas EPTISA, Servicios de Ingeniería, S.A. y Auxiliar de Recursos y Energía, S.A. (AURENSA), bajo normas, dirección y supervisión del Instituto Geológico y Minero de España (IGME), habiendo intervenido los siguientes técnicos superiores:

Responsable del Proyecto:

-A. Pineda Velasco (EPTISA)

Dirección y Supervisión del IGME:

-L. R. Rodríguez Fernández (Dirección)
-A. Martín-Serrano García y F. Nozal Martín (Supervisión)

Autores:

-A. Pineda Velasco (EPTISA). Cartografía geológica y Memoria.
-A. Herrero Hernández. Memoria.
-Y. Camarero Benito. Cartografía geológica y Memoria.
-P. Cabra Gil. Cartografía geológica, geomorfológica y Memoria.

Han participado en aspectos parciales:
-M. Leguey Galán (AURENSA). Recursos minerales
-M. Leguey Galán (AURENSA). Puntos de Interés Geológico
-C. Sesé Benito y J. Morales Romero (Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid). Paleontología
-M. Navas Cernuda, B. Delgado Gordillo y J. García Villar (EPTISA). Digitalización y tratamiento SIG:

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

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

-Muestras y sus correspondientes preparaciones
-Informes y fichas petrográficas, paleontológicas y sedimentológicas de dichas muestras
-Columnas estratigráficas de detalle
-Álbum de fotografías
-Informe sedimentológico
-Puntos de Interés Geológico

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 7
1.1 SITUACIÓN GEOGRÁFICA 7
1.2 MARCO GEOLÓGICO 8
1.3 ANTECEDENTES 9

2. ESTRATIGRAFÍA 11
2.1 PALEÓGENO 11
2.1.1 Areniscas de grano fino, y limolitas, de color rojo. conglomerados minoritarios (1). (eoceno) 11
2.1.2 Areniscas arcósicas, conglomerados cuarcíferos y limos blanco-amarillentos, en bancos más delgados (2). (paleógeno) 14
2.1.3 Costras ferruginosas (3). (paleógeno) 17
2.1.4 Areniscas y conglomerados cuarcíferos y limos blanco-amarillentos, en bancos potentes (4) (Paleógeno) 17
2.2 TRÁNSITO PALEÓGENO-NEÓGENO 17
2.2.1 Arenas amarillentas, con hiladas de gravas de cuarzo y cuarcita. Fangos grises minoritarios (5) (Paleógeno-Neógeno) 17
2.3 NEÓGENO. SERIES ROJAS 19
2.3.1 Areniscas y conglomerados rojos (6). (Mioceno inferior) 19
2.3.2 Conglomerados, gravas, areniscas y arenas, de matriz roja (7). (Mioceno inferior) 20
2.3.3 Alteración (rubefacción y encostramiento) bajo la superficie del Guareña (8). (Mioceno inferior) 21
2.3.4 Gravas de cuarcita y lidita, con matriz arcillo-arenosa roja (9). (Mioceno inferior) 22
2.4 NEÓGENO. FORMACIONES ARCÓSICAS 24
2.4.1 Arcosas y fangos arcósicos, gris-verdosos, con hiladas de gravas de cuarzo y cuarcita (10). (Mioceno inferior) 25
2.4.2 Arcosas y fangos arcósicos gris-verdosos y pardos, con niveles de arcosas gruesas (11). (Mioceno inferior) 26
2.4.3 Fangos arcósicos y arcosas, con predominio de tonos pardos (12). (Mioceno inferior) 27
2.4.4 Arenas gruesas feldespáticas, con gravas de cuarzo y cuarcita (13). (Mioceno inferior) 27
2.5 CUATERNARIO 28
2 5.1 Arenas, gravas, limos y arcillas (14). Glacis (Pleistoceno) 28

2.5.2 Arenas cuarcíticas bien seleccionadas (15 y 17). Dunas parabólicas y manto eólico (Pleistoceno-Holoceno) 29
2.5.3 Arenas y limos con cantos y gravas (16). Aluvial-coluvial (Holoceno) 29
2.5.4 Limos grises, arenas finas y materia orgánica (18). Fondos endorreicos (Holoceno) 30
2.5.5 Arenas, limos y cantos (19). Coluviones (Holoceno) 30
2.5.6 Arenas, cantos y gravas (20). Conos de deyección (Holoceno) 31
2.5.7 Arenas cuarcíticas con limos y gravas (21). Fondo de valle (Holoceno) 31

3. PALEONTOLOGÍA 32

4. TECTÓNICA 33

5. GEOMORFOLOGÍA 36
5.1 DESCRIPCIÓN FISIOGRÁFICA 36
5.2 ANTECEDENTES 38
5.3 ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO 38
5.3.1 Estudio morfoestructural 38
5.3.2 Estudio del modelado 39
5.3.2.1 Formas de ladera 40
5.3.2.2 Formas fluviales 40
5.3.3 Formas lacustres 40
5.3.4 Formas eólicas 41
5.3.5 Formas poligénicas 41
5.4 FORMACIONES SUPERFICIALES 42
5.5 EVOLUCIÓN GEOMORFOLÓGICA 44
5.6 MORFODINÁMICA ACTUAL Y TENDENCIAS FUTURAS 46

6. HISTORIA GEOLÓGICA 48

7. GEOLOGÍA ECONÓMICA 51
7.1 RECURSOS MINERALES 51
7.2 HIDROGEOLOGÍA 53
7.2.1 Antecedentes sobre las investigaciones hidrogeológicas en la Cuenca del Duero 53
7.2.2 Climatología e hidrología superficial 53
7.2.3 Localización y funcionamiento hidrogeológico 54
7.2.4 Cartografía hidrogeológica 55
7.2.5 Inventario de puntos de agua 56

8. PATRIMONIO NATURAL GEOLÓGICO 57

9. BIBLIOGRAFÍA 59

1. INTRODUCCIÓN

1.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

Geográficamente, la Hoja de Cantalpino nº 453 (14-18) del Mapa Topográfico Nacional, se sitúa en la parte nororiental de la provincia de Salamanca. En su esquina NE contiene pequeña una extensión del orden de 1 km^2 perteneciente a la provincia de Valladolid.

El clima es mediterráneo-continental, caracterizándose por precipitaciones escasas con veranos calurosos con algunas tormentas, e inviernos fríos y prolongados.

La actividad económica es fundamentalmente agrícola y ganadera. En la mayor parte de la Hoja existen explotaciones agrícolas de secano. No obstante, en el centro (área de Cantalpino-Arabayona) y en el borde sur (Villoruela-Aldearrubia) existen explotaciones de regadío en relación con abundantes explotaciones de aguas subterráneas, y con los canales y acequias de la margen derecha del Tormes, respectivamente. En la primera de las áreas destaca, especialmente, el cultivo de patata. La ganadería es fundamentalmente ovina.

El asentamiento humano se verifica en poblaciones de pequeño tamaño, de menos de 1.000 habitantes, salvo excepciones. La red de comunicaciones es buena, sobre todo si se considera la escasa densidad de población. A grandes rasgos se caracteriza por contener algunos de los grandes ejes de comunicación del centro-norte de la Península con la ciudad de Salamanca y con Portugal: así pues, la autovía Valladolid-Salamanca cruza la Hoja de norte a oeste, el F.C. Medina del Campo a Fuentes de Oñoro (frontera portuguesa), de noreste a suroeste, y la carretera de Medina del Campo a Salamanca, de este a sur Entre estos ejes existe una buena red de carreteras locales y caminos que permite buenos y fáciles accesos a la mayor parte de la Hoja.

La red hidrográfica pertenece a la Cuenca del Duero. Salvo una pequeña franja en el suroeste de la Hoja, vertiente al Tormes, en el resto de la Hoja se configura en torno al Guareña, afluente del Duero, entre Toro y Zamora, por su margen izquierda. El Guareña como tal, recorre todo el centro-norte de la Hoja, de suroeste a noreste, recibiendo aportes de su afluente, el Mazores (que recorre la mitad oriental de la Hoja, de sureste a noroeste) que se une a él al penetrar en la vecina Hoja septentrional de Fuentesaúco.

Morfológicamente, la Hoja presenta un relieve ondulado, con lomas alargadas, generalmente orientadas con dirección NE-SO, y de alturas inferiores a los 20-40 m sobre el terreno circundante. Su altitud-promedio es elevada, superior a los 800 m. El punto más bajo (del orden de 750 m) se localiza en el borde norte, en el cauce del Guareña. El punto más alto (926 m) se encuentra junto al borde sur, en la divisoria hidrográfica Guareña-Tormes. La vegetación es prácticamente inexistente en la parte más oriental de la Hoja, donde domina sobre todo, la agricultura de secano intensiva. En toda la parte occidental de la Hoja, y sobre todo en los bordes norte y sur, más elevados, dominan matorrales de encina. Finalmente, en el centro-sur de la Hoja (en las cercanías de Cantalpino y Arabayona) se encuentran pinares.

1.2. MARCO GEOLÓGICO

Desde el punto de vista geológico, la Hoja de Cantalpino se ubica en la parte centro-suroccidental de la Depresión terciaria del Duero. La Depresión o Cuenca del Duero conforma, conjuntamente con las del Tajo y del Ebro, las tres grandes cuencas terciarias intracontinentales, características del interior de la Península Ibérica. De las tres, es la más noroccidental, y la que se sitúa a mayor altitud promedio: unos 700 m sobre el nivel del mar.

La Cuenca del Duero es el resultado de un relleno terciario de materiales depositados en ambiente continental y dominantemente endorreico (fluvial y lacustre), producido en una depresión localizada sobre la parte oriental del Macizo Hespérico, zócalo hercínico peninsular. En toda la mitad oriental de la Cuenca, sobre su sustrato hercínico y bajo el relleno terciario, se encuentra una cobertera mesozoica, más potente y completa cuanto más hacia el este. Refleja invasiones marinas de procedencia oriental, cuyo máximo transgresivo acaeció durante el Cretácico superior. En el norte, este y sur, la Cuenca aparece limitada por sistemas montañosos alpinos (Cordillera Cantábrica, Sistema Ibérico y Sistema Central, respectivamente).

Desde el punto de vista geodinámico, los bordes de la Cuenca se comportaron de forma diferente mientras se producia la acumulación de materiales en la misma: el borde occidental debe ser considerado como un borde "pasivo", no montañoso, ya que el Macizo Hespérico se hunde suavemente hacia el este y norte, constituyendo, así, el sustrato hercínico de la Cuenca. Por el contrario, los bordes septentrional, oriental y meridional se comportaron como bordes montañosos "activos", elevados mediante fallas inversas vergentes hacia la depresión, cabalgantes sobre el relleno terciario, en diversos períodos de la acumulación de éste. Este distinto comportamiento geodinámico de los bordes de la Cuenca determinó la asimetría del espesor del relleno terciario: en consecuencia, los mayores espesores de sedimentos (3.000-4.000 m) se localizan junto a los bordes oriental y septentrional. En la Hoja de Cantalpino el espesor de relleno es variable, entre 150-650 m, según datos extrapolables de sondeos profundos.

En el sector central de la Cuenca la parte alta del relleno terciario aparece constituida por tres tramos litológicos, ya clásicos en la literatura geológica sobre el Mioceno Castellano (Facies caliza de los Páramos, Facies margo-yesífera de Cuestas, y Facies terrígena ocre de Tierra de Campos). Sin embargo, en aproximadamente todo el cuadrante suroccidental de la Cuenca, el relleno terciario, o al menos su parte alta, disectada por la erosión, se presenta constituido por facies dominantemente arcósicas (Facies Villalba de Adaja, Pedraja del Portillo, etc.), reflejando la naturaleza granítica y metamórfica de alto grado de los materiales constitutivos de los bordes cercanos.

En el conjunto de la Cuenca del Duero, las mayores extensiones de afloramientos paleógenos se localizan junto al borde occidental, mientras que el Neógeno se presenta en el centro y este de la Cuenca, tanto más completo, potente y reciente, cuanto más al este. Esta disimetría es congruente con el mayor espesor del conjunto del Terciario hacia el este, reflejando el carácter "activo" de los bordes montañosos contiguos. No obstante, puede

también faltar Neógeno junto al borde occidental, debido al mayor vaciado erosivo producido en relación con una más temprana actuación de la red hidrográfica atlántica en dicha zona.

En la zona de unión de los bordes meridional y occidental se presentan, además de la tectónica propia de dichos bordes, fallas de orientación NE-SO, una de las cuales, la de Alba-Villoria, marca, como se verá, su impronta en la geología de la presente Hoja.

1.3. ANTECEDENTES

No hay antecedentes específicos sobre la geología de la Hoja, aunque sí de la región, generalmente, sobre los sedimentos paleógenos por un lado, y los neógenos por otro.

Los trabajos realizados sobre la Geología de los materiales paleógenos comienzan con VILANOVA (1873) y GIL MAESTRE (1880), en las provincias de Zamora y Salamanca, respectivamente. En ellos se indica la existencia de materiales pertenecientes al Eoceno y al Oligoceno, basándose exclusivamente en criterios litoestratigráficos. MIQUEL (1906) y ROMAN y ROYO GÓMEZ (1922) aportan los primeros datos paleontológicos sobre estas series, que atribuyen al lapso Luteciense-Mioceno. Además de estos estudios, están los clásicos trabajos regionales de TEMPLADO y PASTORA (1946), SCHMIDT-TOME (1950) y CRUSAFONT y TRUYOLS (1957). Con todo, es durante las décadas de los setenta y ochenta cuando comienzan a obtenerse, de forma sistemática, resultados sobre aspectos estratigráficos y paleontológicos del Paleógeno.

En la provincia de Salamanca, JIMÉNEZ (1970, 1972, 1973 y 1974) distingue varias formaciones sedimentarias dentro del Paleógeno. La base del mismo estaría formada por el Conglomerado basal y las Capas de Santibáñez, sobre las que se disponen formaciones dominantemente areniscosas (Areniscas de Amatos, de Salamanca, etc.) de edad probable Paleoceno. Encima, se sitúa el conocido en la literatura regional como Luteciense zamorano (Areniscas de Toro y Limos de Geroma). Por encima de esta sucesión, se sitúa un primer conjunto de edad Eoceno – Oligoceno inferior (Areniscas de Villamayor, de Cabrerizos, etc.) y un segundo conjunto de edad Oligoceno inferior – superior, formado por las Areniscas de Mollorido y las Series de Molino del Pico.

En la provincia de Zamora, CORROCHANO (1977, 1980 y 1982) distingue en el Paleógeno un conjunto de unidades que, de muro a techo, son Costra Ferralítica y Facies de Montamarta (Paleoceno). Sobre ellos se deposita un conjunto inferior (Facies Entrala, de Cubillos, etc.), de edad Eoceno medio y superior. Encima, un conjunto superior (Facies de Corrales, de Toro, de Valdefinjas, etc.) también de edad Eoceno medio y superior.

ALONSO GAVILÁN (1981, 1984 y 1986) establece cuatro unidades con la categoría de formación, dentro de la columna estratigráfica general del Paleógeno y, también en el borde suroeste de la Depresión del Duero (área de Salamanca). En orden cronológico de más antiguo a más moderno, estas cuatro unidades son la Formación Areniscas de Salamanca (Paleoceno), la Formación Areniscas de Cabrerizos (Eoceno medio y superior), la Formación Areniscas de Aldearrubia (Eoceno superior y Oligoceno) y la Formación Molino del Pico (Oligoceno).

SANTISTEBAN *et al.* (1991 y 1996) dividen el Paleógeno del borde suroccidental de la Cuenca del Duero en cuatro unidades tectosedimentarias que agrupan a todas las unidades definidas por los autores anteriormente mencionados y que, de muro a techo, son UTS MC (Cretácico-Paleoceno), UTS P1 (Eoceno inferior), UTS P2 (Eoceno medio y superior) y UTS P3 (Oligoceno).

Las formaciones neógenas fueron inicialmente estudiadas en las partes centrales de la Cuenca. HERNÁNDEZ-PACHECO (1915) las divide en las tres unidades clásicas (Facies Tierra de Campos, Facies de las Cuestas y Facies de las Calizas de los Páramos). En esos mismos sectores centrales, ROYO y GÓMEZ (1926) y SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (1946) separan dos niveles dentro de la Facies Calizas de los Páramos. Otras aportaciones importantes sobre la estratigrafía, sedimentología y datación de los sedimentos de las facies centrales de la Cuenca del Duero son los trabajos de HERNÁNDEZ-PACHECO (1930), CRUSAFONT y VILLALTA (1954) y CRUSAFONT y TRUYOLS (1960) Y más recientemente, los de GARCÍA ABAD y REY SALGADO (1973), GARCÍA DEL CURA (1974), ORDÓÑEZ *et al.* (1980 y 1981), OLMO *et al.* (1982), CARBALLEIRA y POL (1986), MEDIAVILLA y DABRIO (1986 y 1988), MEDIAVILLA *et al.* (1996), ARMENTEROS *et al.* (1997) y ALONSO GAVILÁN *et al.* (1997).

En las partes suroccidental y meridional de la Cuenca del Duero, las facies neógenas son, dominantemente, siliciclásticas y frecuentemente arcósicas. Las formaciones más antiguas, probablemente de edad Mioceno inferior, y de color rojo, se han denominado de diferentes maneras según la región de afloramiento y el autor que las haya estudiado; así, en la provincia de Zamora se han denominado Facies Mirazamora y Pozoantiguo por CORROCHANO (1977, 1980 y 1982), y Series Rojas por MARTÍN-SERRANO (1988). En las provincias de Salamanca y Valladolid se han denominado Facies Rojas de Castillejo y Facies Roja de Toro por JIMÉNEZ y GARCÍA MARCOS (1981). Ocasionalmente, han sido confundidas con otras unidades de la columna estratigráfica terciaria, desde unidades paleógenas hasta la Raña.

Asimismo, al sur del río Duero, CORRALES *et al.* (1982) dividen la sedimentación miocena de la zona centro-sur de la Cuenca del Duero, aquí dominantemente arcósica, en varias facies: Facies Villalba de Adaja, Facies Madrigal de las Altas Torres y Facies Puente Runel.

PORTERO *et al.* (1982 y 1983) realizan una síntesis de todo el Terciario de la Cuenca, basándose en datos bibliográficos previos y en los trabajos de campo correspondientes a varias Hojas MAGNA realizadas por dichos autores, según una transversal central, norte-sur, desde Guardo (Palencia) hasta Cardeñosa (Ávila). En esta síntesis se correlacionan espacio-temporalmente, teniendo también en cuenta datos de ambientes sedimentarios y de yacimientos fosilíferos, las facies centrales de la Cuenca con las meridionales. En concreto, se interrelacionan entre sí las Facies de La Serna, Cuestas, Tierra de Campos, Dueñas, Pedraja del Portillo, Villalba de Adaja, Puente Runel, Arévalo, Peromingo y San Pedro del Arroyo. Estos trabajos son una valiosa síntesis para todo lo concerniente, sobre todo, al Neógeno.

2. ESTRATIGRAFÍA

El conjunto de la Hoja de Cantalpino está formado por materiales cenozoicos (paleógenos y neógenos, además de cuaternarios). Conviene precisar que la asignación cronoestratigráfica al Paleógeno o al Neógeno, de las unidades cartográficas diferenciadas, es bastante segura, y generalmente basada en datos paleontológicos de zonas próximas, para las unidades situadas más hacia techo y hacia muro de la columna estratigráfica general del Terciario. Para las unidades intermedias, dicha atribución es más tentativa, aunque siempre está fundamentada en consideraciones y otros datos regionales.

El Paleógeno más propiamente dicho (generalmente de color amarillento y, más raramente, blanquecino o rojo) se extiende por las partes central y occidental de la Hoja, mientras que el Neógeno más reciente de la misma (arcósico, blanco) se dispone, fundamentalmente, en el tercio oriental de ella. Esta disposición cartográfica es el reflejo de la falla NE-SO de Alba-Villoria en la Hoja, cuya traza separa ambas unidades. A grandes rasgos sobre dicha traza, se localizan otras unidades cartográficas, con cierta disposición monoclinal hacia el este, y que son intermedias estratigráficamente entre las citadas.

Formaciones conglomerático-arcillosas, de color rojo, y atribuibles al Mioceno inferior se presentan en la esquina NO de la Hoja, así como sobre la traza de la falla de Alba-Villoria.

Otro rasgo característico de la Hoja de Cantalpino es la superficie del Guareña, equivalente, como se verá, a la de Alaejos. La superficie del Guareña ocupa todo el centro-noroeste de la Hoja, y está labrada tanto sobre las formaciones paleógenas como sobre las Rojas, del Mioceno inferior Sobre la mencionada superficie se disponen, en la parte occidental de la Hoja, restos de Neógeno arcósico.

2.1. PALEÓGENO

Las formaciones paleógenas diferenciadas en la Hoja de Cantalpino corresponden a un conjunto inferior compuesto por areniscas y limolitas rojas (1), en paso lateral a areniscas y conglomerados blanco-amarillentos en bancos delgados (2) o más potentes (4). En la unidad 2 se ha diferenciado, muy esporádicamente, algún nivel de costra ferruginosa (3). Sobre este conjunto inferior aparece discordantemente, y sólo en las proximidades de la traza de la falla de Alba-Villoria, una formación de arenas amarillentas, con hiladas de cantos (5), atribuible al tránsito Paleógeno-Neógeno.

2.1.1. Areniscas de grano fino, y limolitas, de color rojo. conglomerados minoritarios (1). (eoceno)

Esta unidad corresponde a las Areniscas de Aldearrubia de JIMÉNEZ (1970) y ALONSO GAVILÁN (1981).

En la Hoja de Cantalpino aflora en el ángulo suroccidental, sobre todo en las laderas vertientes al valle del Tormes, donde se presentan los mejores afloramientos, en las

proximidades de Aldearrubia (localidad que le da nombre) y Villoruela. Cartográficamente se prolonga hacia el nordeste, primeramente por las proximidades de Arabayona y Cantalpino (donde se presenta muy recubierta por depósitos cuaternarios eólicos, y por tanto, con escasos afloramientos), y después hasta el área de Poveda de las Cintas – Villaflores, en el centro-este de la Hoja, donde, otra vez, aparecen buenos afloramientos aunque más escasos que en el ángulo suroccidental.

Esta unidad, cuyo muro no aflora en la Hoja de Cantalpino, pasa lateralmente a la de areniscas y conglomerados blanco-amarillentos (2 y 4). Este paso lateral está bien representado, a nivel de observaciones de campo, en los alrededores de Aldearrubia y Villoruela, donde se encuentran numerosos ejemplos de intercalaciones de espesor métrico-decamétrico de una unidad en la otra, los más importantes de los cuales han sido representados cartográficamente. En la parte centro-oriental de la Hoja, en la zona de Poveda de las Cintas – Villaflores, esta unidad desaparece hacia el noreste, en gran parte debido al carácter discordante de la unidad 5, suprayacente.

Litológicamente, está formada por areniscas y limolitas, y algunos bancos conglomeráticos con espesor inferior a medio metro. Todas las litologías son, característicamente rojas, salvo las lutitas, que también pueden ser verdosas. Las litologías dominantes (areniscas y limolitas) no suelen alternar claramente entre si, habiendo afloramientos donde los bancos de areniscas prácticamente se suceden unos a otros, y otros donde la casi totalidad de la litología es limolítica. Su espesor máximo no supera los 200 m.

Desde el punto de vista sedimentológico, la unidad está formada por ciclos detríticos simples, granodecrecientes, de espesor inferior a 3-5 m. Las secuencias simples se inician por areniscas (raramente conglomerados) y finalizan en areniscas de grano más fino o limolitas. En la base de las secuencias, y desde el punto de vista granulométrico, se presentan distribuciones de 0-20 % de conglomerados, 60-90 % de arenas y 30-10 % de arcilla.

Así pues, las areniscas son la litología que se suele situar a la base de las secuencias. Internamente, las areniscas muestran estratificaciones cruzadas en surco, cuyas láminas son remarcadas por una alternancia de colores rojos y ocres, muy característica. Se organizan en "sets" de potencia inferior a 1 m, con láminas menores de 3 cm. Son muy frecuentes las estructuras de deformación de las láminas, por escapes de fluidos, que pueden afectar a varios "sets" suprayacentes. En ocasiones se ha encontrado el sedimento bioturbado, con ruptura de la estratificación.

Gradualmente, hacia la parte superior de la secuencia aparecen arenas de tamaño de grano medio a fino, con las que finaliza la secuencia. Pueden aparecer masivas, o bien, mostrar laminación cruzada de "ripples", con la misma alternancia de colores que las areniscas inferiores de la misma secuencia. Con frecuencia, estas litologías más finas se encuentran bioturbadas.

Todas las litologías areniscosas forman cuerpos de geometría lenticular, con la base erosiva y, frecuentemente, muy canalizada, de extensión lateral inferior a 75 m y potencia menor de 5 m. Estos cuerpos se hallan amalgamados unos con otros.

Ocasionalmente, puede aparecer, conformando el techo de la secuencia, una capa de escasos centímetros de espesor (1-5 cm) formada por arcillas limosas laminadas, de color ocre. Su continuidad lateral es muy pequeña, y generalmente se pierde en el mismo afloramiento.

Litológicamente, las areniscas de esta unidad poseen el tamaño de grano más fino de todas las que integran el Paleógeno. Petrográficamente,, las areniscas están constituidas por cuarzo y feldespato potásico, micas y fragmentos de rocas ígneas y metamórficas. La matriz es arenosa y algo limosa, y el cemento ferruginoso, en ocasiones abundante. Los conglomerados, cuando existen, son basales y presentan cantos de cuarzo y cuarcita sobre todo, con centiles de 2-3 cm. Los cantos blandos suelen aparecer dispersos y, a veces, son exclusivos, siendo su diámetro mayor de 7 cm.

Desde el punto de vista petrológico, estas areniscas pueden clasificarse como arenas arcillosas (grauvacas) y litarenitas, formadas por cuarzo igneo y metamórfico, en proporciones que van del 40 al 70 %, feldespato y plagioclasas en proporciones próximas al 10 %, fragmentos de rocas metamórficas entre el 2 y el 20 %, y matriz arcillosa entre el 10 y el 30 %. Los granos son subangulosos y subredondeados, siendo más frecuentes los primeros, y estando en contacto unos con otros por medio de contactos puntuales, por lo que dejan entre sí porosidad interpartícula. Tienen baja esfericidad y un buen calibrado. El contenido en matriz arcillosa suele superar el 5 %, lo que clasifica a la roca como texturalmente inmadura.

Los análisis de DRX indican contenidos en cuarzo entre el 10 y 20 %, feldespato entre el 4 y el 8 %, y filosilicatos entre 50 y 75 %, siendo variable el contenido de calcita. La composición de la fracción menor de dos micras es fundamentalmente illítica (95%), conteniendo esmectitas en proporción inferior al 5 %.

La asociación mineralógica de la fracción pesada, según estudios realizados en la vecina Hoja meridional de Peñaranda de Bracamonte es: granate (1-37 %), epidota (0-36 %), turmalina (1-52 %), andalucita (1-23 %) y apatito (0-32 %). Las micas, moscovita (0-38%) y biotita (4-55%) son muy abundantes, constituyendo un rasgo textural importante, al aparecer orientadas. Toda esta asociación mineralógica refleja una procedencia metamórfica, debiendo explicarse la amplitud en la variación de los porcentajes en cada una de las especies mineralógicas, en función de las variaciones petrológicas, espacio-temporales, del área fuente.

Desde el punto de vista sedimentológico-paleogeográfico, esta unidad cartográfica es interpretable como producto de un sistema fluvial de, fundamentalmente, baja sinuosidad y de carga arenosa; no obstante, algunos autores (ALONSO GAVILÁN, 1984, 1986) suponen alta sinuosidad en la parte basal. En las partes media y superior de la unidad, el sistema fluvial sería de tipo trenzado, con facies canalizadas según flujos hidricos con importante

transporte en suspensión (carácter "grauváquico") y flujos limpios con transporte de granos en saltación. Los canales aparecen soldados unos con otros y se rellenan con el depósito de barras arenosas, en las que se aprecia una evolución descendente en la energía de transporte según la vertical. Ello permite interpretar que el sistema puede estar condicionado por una estacionalidad en el clima, con ciclos de crecida y estiaje. Además, los restos fósiles encontrados en esta misma unidad, en zonas próximas de Salamanca y Zamora, permiten deducir un clima subtropical, con períodos de aridez, durante su depósito. Durante estos períodos de estiaje prolongados, se producen edafizaciones, que producen reorganizaciones internas de la matriz arcillosa, como parece indicarlo –petrológicamente- la existencia de fábrica birrefringente de varios tipos.

Las paleocorrientes medidas en ejes de surcos de estratificación cruzada muestran que el sistema fluvial trenzado de esta unidad se dirigía hacia el este.

La edad atribuible a esta unidad es la comprendida entre el Eoceno medio (Rhenaniense) y el límite Eoceno-Oligoceno (JIMÉNEZ, 1977, 1982; PELÁEZ-CAMPOMANES *et al.*, 1989), a partir de restos de macro y micromamíferos, cocrodíleos y quelonios, de yacimientos próximos de las provincias de Salamanca y Zamora.

2.1.2. Areniscas arcósicas, conglomerados cuarcíferos y limos blanco-amarillentos, en bancos más delgados (2). (paleógeno)

Esta unidad es equivalente a las Areniscas de Molino del Pico, de JIMÉNEZ (1970) y ALONSO GAVILÁN (1981), y a los "Depósitos de Indentación" de este mismo autor. También ha sido denominada "Grupo Inferior Paleógeno" por JIMÉNEZ y GARCÍA MARCOS (1980). Para los afloramientos del suroeste de la Hoja de Cantalpino, existe continuidad cartográfica con las Areniscas de Cabrerizos definidas por ambos autores. En la provincia de Zamora, es correlacionable con una parte de la Unidad Detrítica Superior, de CORROCHANO (1977 y 1982).

Esta unidad cartográfica se presenta ampliamente en las partes central y occidental de la Hoja, si bien está variablemente recubierta por unidades y depósitos posteriores. El límite inferior de esta unidad no es visible en esta Hoja. Y tampoco el superior, ya que dichas formaciones posteriores (Mioceno inferior rojo (7) y, sobre todo, gravas relacionadas con la superficie del Guareña (9) son discordantes sobre ella en la mayor parte de su área de afloramiento. Esta unidad pasa lateralmente a la areniscas y limolitas rojas (1). Este paso lateral está bien representado, a nivel de observaciones de campo, en los alrededores de Aldearrubia y Villoruela, donde se encuentran numerosos ejemplos de intercalaciones de espesor métrico-decamétrico de una unidad en la otra, los más importantes de los cuales han sido representados cartográficamente.

La superficie del Guareña se presenta labrada, en su mayor parte, sobre esta unidad. Debido, además, a la alteración (rubefacción y encostramiento) asociada a dicha superficie, son relativamente escasos los buenos cortes que presenta esta unidad cartográfica. Los mejores se encuentran en la parte centro-norte de la Hoja, en las proximidades de Vallesa y Olmo de la Guareña, es decir, en las zonas donde los ríos Guareña y Mazores se presentan

más encajados respecto de dicha superficie. Otra zona de buenos afloramientos (aunque con menor espesor vertical) se presenta en las proximidades de Aldearrubia, en la esquina suroeste de la Hoja.

Litológicamente, está constituida por bancos de areniscas y conglomerados, de color blanquecino en afloramiento y en el paisaje, bien cementados, por lo que destacan como escalones resaltados, sobre todo, en los valles de los mencionados ríos. Su espesor visible no supera los 200 m.

Desde el punto de vista sedimentológico, esta unidad está integrada por secuencias granodecrecientes, de areniscas, conglomerados y limos, de colores ocres, amarillentos y blancos. Las secuencias, simples y de espesor inferior a los 7 m, suelen comenzar por areniscas (o conglomerados) y finalizar en limos o arcillas, que pueden desarrollar paleosuelos de tipo calcimorfo. Los ciclos están separados por superficies erosivas de relieve medio.

Las areniscas suelen ser de grano grueso y se ordenan de forma granodecreciente, presentando hiladas de clastos silíceos de 3-4 cm, de tamaño máximo. Suelen mostrar estratificaciones cruzadas en surco, de media a gran escala, algo tendidas. Las facies que se han encontrado son St y Sp, principalmente.

Los conglomerados presentan clastos subredondeados y subesféricos, generalmente silíceos y composición de cuarcita, cuarzo, pizarra y esquisto, como principales, y feldespato, lidita, arenisca y mica, como secundarios. Estos clastos presentan del orden de 15 cm de centil y 3-5 cm de tamaño medio. En su ordenamiento interno muestran abundantes estratificaciones cruzadas en surco y planares a media y gran escala, encontrándose con frecuencia clastos imbricados. Las facies dominantes son Gm, Gt y Gp con la base erosiva y canalizada en forma plano-cóncava, con un espesor máximo de 4 m. En su interior pueden aparecer cicatrices erosivas.

La geometría de estos cuerpos areniscosos y conglomeráticos es lenticular de gran escala, con una extensión lateral variable entre 75 y 300 m. Generalmente, aparecen amalgamados unos con otros.

Gradualmente, sobre estas litologías areniscoso-conglomeráticas que constituyen la base de las secuencias, aparecen areniscas o arenas de tamaño de grano medio a fino, con colores blancos, amarillos o, incluso, rojos. Los clastos son de cuarzo y cuarcita, siendo también frecuentes las micas. Suelen presentar estratificación cruzada en surco, con láminas muy tendidas. Ocasionalmente, son masivas, y en ellas se han encontrado bioturbaciones y trazas de raíces. Las facies más frecuentes son St, Sp y Sm. En algún caso se han observado estructuras de deformación por escape de fluidos, que rompen la estratificación.

Cuando la secuencia está completa finalizan en la mayor parte de los casos, con un término detrítico fino, de limos arenosos, y colores blanco, amarillento, rojizo u ocre. En este término se desarrolla un enrejado de carbonato muy característico, y que proporciona al sedimento una cierta dureza y consistencia debido precisamente a esta cementación carbonatada. En su interior no suelen aparecer estructuras sedimentarias (facies Fm),

aunque suelen mostrar un relativo importante desarrollo de bioturbaciones, y abundantes trazas verticales de raíces. La geometría que presentan es lenticular, de espesor inferior a los 2 m y extensión lateral menor de 10 m. Suelen estar erosionados por las secuencias que se les superponen.

Los paleosuelos calcimorfos se desarrollan tanto sobre las facies de llanura de inundación (lutíticas) como sobre las de canal (arenosas), produciendo un remplazamiento del sedimento original, del que solo quedan cuarzos, con síntomas de corrosión, aislados en el mosaico carbonatado: los granos de cuarzo aparecen, entonces, rodeados por una orla esparítica a modo de empalizada, con un espesor de unas 50 micras. Estos caliches evolucionan desde nódulos aislados a nódulos coalescentes, hasta formar horizontes de caliche masivo. Los análisis DRX en estas facies reflejan una composición de cuarzo (9 %), filosilicatos (28 %), calcita (28 %), y yeso (9 %), pudiendo estar reemplazado el yeso por calcita, originando seudomorfos. Ligada a estos procesos de encostramiento aparece paligorskita, presente entre el mosaico calcítico, o desarrollándose a partir de las arcillas preexistentes.

Con todo lo descrito anteriormente, la asociación de facies más completa y representativa de esta unidad es la formada por (Gt/Gp)—St/Sp—(Sm)Fm—P, con un espesor variable entre 1 y 7 m.

Desde el punto de vista sedimentológico-paleogeográfico, todos los rasgos hasta aquí descritos permiten interpretar que esta unidad fue depositada de tipo sistema fluvial con canales de baja sinuosidad. Se trata de flujos con una elevada carga de fondo ("bed-load") principalmente arenosa y conglomerática, que se deposita formando grandes barras y megarripples de cresta sinuosa, ocupando gran parte de los canales, siendo la relación anchura/profundidad de éstos, de 6/3. La sucesión vertical de las estructuras sedimentarias, así como la existencia de superficies de reactivación, son indicativas de una estacionalidad en el clima, que provoca fluctuaciones en el valor del flujo, y el relleno de los canales abandonados, en las etapas de descenso del mismo.

En las zonas alejadas de los canales se desarrollan los depósitos de llanura de inundación, que están representados por los limos y arcillas, indicativos de una estabilidad de los cauces. La presencia de raíces indica que, después de una etapa de sedimentación, se produce otra de alteración del material recién depositado, y puesto que los procesos edáficos están asociados a la existencia de vegetación, indican un periodo prolongado de no sedimentación en la llanura de inundación, y una circulación por zonas colindantes.

Las direcciones de aportes tomadas en canales y ejes de surcos de estratificación cruzada, muestran procedencias del OSO.

La edad atribuible a esta unidad es la comprendida entre el Eoceno medio (Rhenaniense) y el límite Eoceno-Oligoceno (JIMÉNEZ, 1977 y 1982; PELÁEZ-CAMPOMANES *et al.*, 1989), a partir de restos de macro y micromamíferos, cocrodileos y quelonios, de yacimientos próximos de las provincias de Salamanca y Zamora. Los restos de quelonios encontrados en la sección de Molino del Pico reflejan una edad comprendida entre el Eoceno superior y el Oligoceno, según JIMÉNEZ (1977).

2.1.3. Costras ferruginosas (3). (Paleógeno)

Esta diferenciación cartográfica corresponde a dos niveles de areniscas de potencia inferior a medio metro, con muy importante cementación ferruginosa (de hidróxidos de hierro, sobre todo), localizados únicamente hasta el momento en las proximidades del vértice del cerro de la Atalaya, a unos 2,5 km al NE de la localidad de Aldearrubia, en el suroeste de la Hoja.

Los dos niveles están separados estratigráficamente entre sí por unos 2-3 m de serie. Se emplazan en términos detríticos finos, limo-arcillosos, de la unidad paleógena de areniscas y conglomerados (2), precedentemente descrita. Deben representar cementaciones ligadas a procesos edáficos prolongados, en relación con climas más cálidos que el actual.

2.1.4. Areniscas y conglomerados cuarcíferos y limos blanco-amarillentos, en bancos potentes (4) (Paleógeno)

Esta diferenciación cartográfica representa una variante de la serie precedentemente descrita, que se sitúa preferentemente a techo, siendo además, y en parte, paso lateral de la misma. Se localiza en la parte septentrional y nororiental de la Hoja, es decir, en los alrededores de Cañizal y en el valle del río Mazores. Pasa, por tanto, a la colindante Hoja de Fuentesaúco, donde ha sido denominada "Grupo Superior Paleógeno", por JIMÉNEZ y GARCÍA MARCOS (1980).

En la Hoja de Cantalpino alcanza unos 50 m de potencia, mientras que en Hojas próximas se citan espesores máximos de hasta 100 m.

Sus características son en todo idénticas a las de la unidad precedentemente descrita, salvo en el mayor espesor de los bancos areniscoso-conglomeráticos. En esta unidad es frecuente encontrar, en la vertical, y durante más de 10 m, una marcada tendencia conglomerática, con algunos lentejones limosos, situándose por encima hasta 5 m de areniscas con lechos de cantos, y finalizando a techo con hasta 10 m de limos con abundante bioturbación.

2.2. TRÁNSITO PALEÓGENO-NEÓGENO

2.2.1. Arenas amarillentas, con hiladas de gravas de cuarzo y cuarcita. Fangos grises minoritarios (5) (Paleógeno-Neógeno)

Esta unidad se localiza en la parte centro-meridional de la Hoja, en gran parte definiendo una banda sobre la flexión monoclinal (hacia el SE) causada en el Terciario por la falla de Alba-Villoria Hacia el sur, se continúa por la Hoja meridional de Peñaranda de Bracamonte (nº 479), donde ha sido denominada Facies Carrascal. Hacia el norte, esta unidad desaparece cartográficamente en la zona de Poveda de las Cintas–Villaflores, debido al carácter discordante de formaciones terciarias suprayacentes. A su vez, esta unidad es también discordante sobre el Paleógeno infrayacente.

Debido al carácter dominantemente arenoso, y frecuentemente inconsolidado, de sus litologías, esta unidad presenta escasos afloramientos, problema acentuado por la existencia de frecuentes recubrimientos por arenas eólicas al sur de Arabayona–Cantalpino. Los mejores afloramientos se encuentran en la carretera a Campo de Peñaranda, a 1,5 km al SE de Cantalpino, y en algún camino, subparalelo por el sur, a dicha carretera.

Desde el punto de vista litológico, está formada por areniscas, con hiladas de gravas (bandas conglomeráticas) y fangos (lutitas), de colores blanquecinos, amarillentos y, más raramente, rojizos, siempre con escaso grado de consolidación. Su espesor es inferior a 150 m. Están organizadas en secuencias granodecrecientes de hasta 10 m de espesor. La mayoría de los ciclos menores se encuentran incompletos o truncados. Cuando aparecen completos, se inician por conglomerados, a los que siguen, gradualmente, arenas de grano grueso a medio que, a veces, constituyen también la base de las secuencias simples. El término superior de la secuencia simple está formado por limos arenosos. Las areniscas y los conglomerados tienen un alto porcentaje de feldespato, por lo que pueden clasificarse como arcosas, en sentido petrológico.

Los conglomerados son de carácter soportado, polimodales y poligénicos. La matriz es principalmente arenosa, o conglomerática de menor tamaño. Suelen aparecer sueltos, escasamente cementados, o con escasa proporción de cemento ferruginosos. Los clastos, cuyo centil es de 10 cm, son por orden de abundancia, de cuarzo lechoso, cuarcita, pegmatita, lidita, pizarra y esquisto, y su morfología, subredondeada y subesférica.

Estos conglomerados presentan estratificación cruzada en surco de gran escala, con láminas muy tendidas, y estratificación horizontal. Los "sets" tienen una amplitud de hasta 7 m, y una altura de 1-2 m. Las facies encontradas son, principalmente, Gt y Gm. Forman cuerpos sedimentarios de geometría lenticular que, al unirse unos con otros, ofrecen aspecto tabular. El espesor es inferior a 4 m, y su extensión lateral no debe superar los 100 m.

Las areniscas y arenas son de grano grueso a medio, de cuarzo y feldespato, y, como se ha comentado anteriormente, constituyen frecuentemente la base de las secuencias simples. A menudo, contienen pasadas de cantos de hasta 3-4 cm, de cuarzo lechoso y cuarcita. En su ordenamiento interior aparecen estratificaciones cruzadas en surco, de media – pequeña escala, pero otras veces son masivas. Aparecen en cuerpos similares a los descritos para los conglomerados, aunque de menor entidad que ellos.

El término superior de la secuencia simple está formado por limos arenosos de color ocre, blanco o verdoso, apareciendo en su composición sedimento de tamaño arena fina, con granos de cuarzo y algún fragmento de roca disperso. Forman cuerpos de morfología lenticular por erosión de las secuencias suprayacentes, siendo, por tanto, su espesor, variable, aunque inferior a 5 m, y su extensión lateral, de escasos metros. Su límite inferior es neto o gradual, a partir de las litologías de mayor tamaño de grano.

Estos limos no presentan estructuras tractivas, pero pueden presentar rasgos postsedimentarios edáficos. Entre éstos, destacan bioturbaciones, hidromorfías, migración de arcillas y de oxi-hidróxidos de hierro y manganeso, así como moldes de raíces, a veces de cierta longitud y dispuestos preferentemente en la vertical.

En conjunto, la asociación de facies más completa para esta unidad es la formada por Gm/Gt—St(Sm)—Fm, con un espesor inferior a 9 m. Esta asociación, y los rasgos litológico-sedimentológicos descritos reflejan para esta unidad un ambiente de depósito caracterizado por un sistema fluvial de baja sinuosidad, con canales amplios y someros, y con carga de gravas, principalmente.

Mientras el canal es activo se depositan las gravas y las arenas en barras y megarripples de cresta recta, lo cual es indicativo de un sistema fluvial de cierta energía cinética de transporte; tras el abandono del canal se produce el depósito de las facies finas. Los sedimentos de llanura de inundación reflejan procesos de desbordamiento de los canales, con la formación de los típicos paleosuelos abundantes en esta zona. Los paleosuelos no llegan a formar costras, lo cual debe indicar que no existe tiempo suficiente para su formación; ello puede ser debido a que la aportación de sedimentos hacia la cuenca sigue siendo alta, y a que, por tanto, los sedimentos son rápidamente enterrados.

Las medidas de paleocorrientes son escasas, al ser sedimentos fácilmente deleznables, pero los datos indican que los flujos se dirigían hacia el este y noreste.

La edad de esta unidad es discutida. Por su situación entre las unidades infrayacentes de edad Paleógeno y las suprayacentes del Neógeno, puede atribuírsele una edad comprendida entre el Oligoceno y el Mioceno inferior más bajo, aunque en la vecina Hoja de Peñaranda de Bracamonte (nº 479), se ha indicado una edad Mioceno ante-vallesiense.

2.3. NEÓGENO. SERIES ROJAS

2.3.1. Areniscas y conglomerados rojos (6). (Mioceno inferior)

Esta unidad cartográfica aparece, exclusivamente, en la parte centro-meridional de la Hoja, inmediatamente al este de la unidad anteriormente descrita, y, como ella, sobre la traza de la falla de Alba-Villoria, definiendo también una flexión monoclinal hacia el SE. Queda localizada, pues, al oeste de la carretera Cantalapiedra– Poveda de las Cintas–Villoria.

Es una unidad de espesor inferior a 20 m, discordante sobre la anteriormente descrita. A su techo se dispone, también discordantemente, la unidad de gravas, fundamentalmente cuarcíticas, y con matriz arcillosa roja diferenciada como (9). La distinción entre ambas es difícil en la zona referida, debido, en gran parte, a la escasez y mala calidad de los afloramientos, así como a la relativa similitud entre ellas.

Esta unidad es equivalente a los depósitos denominados como Facies Rojas de Toro por JIMÉNEZ y GARCÍA MARCOS (1981) y a las Series Rojas de MARTÍN-SERRANO (1988). De hecho, y aunque no haya continuidad cartográfica total, los afloramientos de la Hoja de Cantalpino forman la parte más meridional de una banda de anchura kilométrico-hectométrica, siempre localizada al este del conjunto paleógeno, y bajo el Neógeno arcósico (ver más adelante), que viene desde los "afloramientos tipo" de dicha facies en la localidad de Toro y prosigue sucesivamente por las Hojas de Tordesillas (nº 371), Rueda (nº 399) y Medina del Campo (nº 427), hasta la de Cantalpino.

El mejor afloramiento de la Hoja se encuentra 2,5 km al noroeste de la localidad de Poveda de las Cintas, en la margen derecha del río Poveda. En esta localidad se aprecia cómo esta unidad forma secuencias granodecrecientes de espesor variable, inferior a 6 m, formadas por conglomerados y lutitas, exclusivamente.

La base de estas secuencias es erosiva, comenzando por conglomerados clasto-soportados, con matriz arcillosa rojiza. Los clastos son de cuarzo, cuarcita y lidita negra, principalmente, de 4 cm de tamaño máximo, y 1 cm de tamaño promedio. Estos conglomerados presentan estratificación cruzada en surco, y estratificación horizontal, remarcadas en muchos casos por imbricaciones de los clastos, con facies Gt y Gm, como principales. Forman cuerpos de geometría lenticular, con la base erosiva y canalizada, siendo el espesor máximo de estos cuerpos sedimentarios de 4-5 m, y su extensión lateral, superior a 100 m; lateralmente pasan a lutitas.

Las lutitas, también de color rojo, se sitúan encima y lateralmente respecto de los conglomerados. Están fuertemente derrubiadas y contienen algún clasto disperso entre ellas. La facies dominante es Fm. Forman cuerpos sedimentarios de geometría tabular, con una extensión lateral superior a los 150 m, y un espesor inferior a 4 m.

Los datos mineralógicos de esta unidad proporcionan una idea acerca del carácter siliciclástico de esta facies: contenidos elevados en cuarzo y filosilicatos (illita y paligorskita), pequeños porcentajes de feldespato y ausencia de calcita y dolomita.

En conjunto, esta unidad se interpreta como una llanura de inundación surcada por canales efímeros, de baja sinuosidad con carga de gravas, y que presentan gran inestabilidad, la cual debe estar condicionada, posiblemente, por el carácter estacional del clima Los momentos de inundaciones provocan una movilidad de la red, con desbordamientos. Los canales fluviales están bien desarrollados y muestran depósitos de barras de gravas en su interior El predominio de facies Gm, Gt, Gp y, en menor medida, de St y Sr, es indicativo de rellenos de canales de baja sinuosidad. En general, la unidad muestra una distalidad relativamente alta.

No existen datos paleontológicos que informen acerca de la cronología de esta unidad. La edad Mioceno inferior, sin mayor precisión, ha sido la más comúnmente admitida por los sucesivos autores que la han estudiado o tratado, desde que fue establecida por JIMÉNEZ y GARCÍA MARCOS (1981).

2.3.2. Conglomerados, gravas, areniscas y arenas, de matriz roja (7). (Mioceno inferior)

Esta unidad se localiza en la esquina noroccidental de la Hoja, pasando a la vecina septentrional de Fuentesaúco (nº 426), donde ha sido denominada Facies Roja de Castillejo (JIMÉNEZ y GARCÍA MARCOS, 1981).

Se presenta discordante, y formando un ligero relieve, sobre las unidades paleógenas diferenciadas como 2 y 4. Este contacto no es observable, debido a la existencia de formaciones posteriores, también discordantes, que, en gran parte, lo recubren (ver

apartados a continuación). No obstante, su carácter discordante es fácilmente deducible, habida cuenta que su base se presenta, invariablemente, a unos 850 m de cota topográfica, tanto en esta Hoja como en la de Fuentesaúco, lo que significa que se disponen muy horizontalmente sobre el Paleógeno, que buza unos 4° al NE. No se conoce el techo estratigráfico de esta unidad debido a, como se ha dicho anteriormente, presentarse recubierta por formaciones posteriores, discordantes.

En la Hoja de Cantalpino se aprecia un espesor máximo del orden de 30 m. En la Hoja de Fuentesaúco, donde están conservadas partes estratigráficamente más altas (en el vértice Castillejo, de donde ha tomado el nombre) es deducible un espesor mínimo para esta unidad, del orden de 75 m.

No existen, en la Hoja de Cantalpino, buenos afloramientos de esta unidad, salvo en algunas excavaciones, muy concretas y localizadas, y de unos pocos metros cúbicos de volumen. Los mejores afloramientos se encuentran en la vecina Hoja de Fuentesaúco, en las canteras del vértice Castillejo, y en algunos puntos de la carretera de Cañizal a Villaescusa, y de la de Fuentesaúco a Aldeanueva de Figueroa.

Según los afloramientos de la Hoja de Fuentesaúco, la formación es, aparentemente, muy monótona. Básicamente, está constituida por materiales conglomeráticos heterométricos, con gran abundancia de cantos, y con matriz gredosa muy roja, poco compactados y masivos. En su interior pueden presentarse lentejones, a veces de 2-3 m de espesor, de areniscas más blanquecinas, de cemento arcilloso, poco compactadas y de escasa extensión. En la base (como, por ejemplo, en Cañizal y al noroeste de Fuentesaúco), pueden verse limos y areniscas pardo-rojizas o gris-verdosas. Al sur de Fuentesaúco, los 15 m basales son de tendencia areniscosa grosera y de tonalidad no tan marcadamente rojiza como los conglomerados que se les superponen. Al oeste de Cañizal puede, incluso, observarse cómo lentejones de conglomerados muestran estratificaciones oblicuas, variadas, asociadas a cambios de tonalidad de color.

Por lo demás, solo subrayar que esta unidad es, litológica y sedimentológicamente, muy parecida a la precedentemente descrita (6). Probablemente, sus únicas diferencias radican en la tonalidad de conjunto, más fuertemente roja en la que nos ocupa, y con tonalidades algo más anaranjadas en la (6), así como en el mayor tamaño de los cantos, y en el carácter más fuertemente lutítico en muchos casos, de las facies finas, de la unidad 7.

Litológica y estratigráficamente, esta unidad puede ser correlacionable con las Facies Rojas de Toro. Por tanto, y aunque no haya proporcionado fósiles, ni en la Hoja de Cantalpino ni en la de Fuentesaúco, le es atribuible una edad Mioceno inferior

2.3.3. Alteración (rubefacción y encostramiento) bajo la superficie del Guareña (8). (Mioceno inferior)

La superficie del Guareña ocupa la mayor parte central y occidental de la Hoja de Cantalpino. Esta superficie, continuación meridional de la de Alaejos, está materializada, además de por su planitud y por la alteración que se describe ahora (véase, también, el

apartado de Geomorfología), por un canturral (gravas de cuarcita y lidita, con matriz arcillo-arenosa roja: unidad cartográfica 9, ver a continuación). Sobre este canturral se dispone, discordantemente, el Neógeno arcósico (unidades cartográficas 11, sobre todo, y también 10, 12 y 13).

En la banda de inflexión monoclinal superpuesta aproximadamente a la traza de la falla de Alba-Villoria, se ha interpretado, durante la realización de esta Hoja, que existen restos de esta superficie ligeramente basculados hacia el este. Materializando el dorso de dicha banda, se presenta un canturral (atribuido a la unidad cartográfica 9) ligeramente inclinado hacia el este, y que se sumerge bajo el Neógeno arcósico.

La alteración asociada a la superficie del Guareña, y desarrollada bajo ella, es particularmente patente cuando afecta a las unidades paleógenas, lo que ocurre bajo la mayor parte de su extensión en esta Hoja. En efecto, la rubefacción destaca, por su color rojizo, del color blanco-amarillento típico del Paleógeno. Los encostramientos, siempre de pequeña magnitud, se ven favorecidos probablemente por la existencia previa de feldespatos y otros minerales cálcicos, presentes en el Paleógeno.

Por el contrario, cuando la superficie afecta a otras unidades, tales como la 6 (en la banda monoclinal superpuesta a la traza de la falla de Alba-Villoria) y la 7 (en la esquina noroccidental de la Hoja), los rasgos de la alteración son menos conspicuos: la rubefacción queda enmascarada por el color rojo original de ambas, y los encostramientos carbonatados son menos abundantes debido, sin duda, a la diferente constitución litológica (predominantemente cuarcítica y lutítica, es decir, más silícea y alumínica, menos feldespática y cálcica) de dichas unidades, en comparación con las del Paleógeno. En estos casos, y como fácilmente se comprenderá, la extensión cartográfica asignada a la alteración es meramente tentativa.

La alteración más típica afecta al Paleógeno en una amplitud vertical de varios metros, siendo hasta decámetrica, a veces. Los procesos micromorfológicos de esta alteración han sido ampliamente analizados en los trabajos de MARTÍN-SERRANO (1988) y BLANCO (1989 y 1991). A nivel de *visu* en el campo, la rubefacción está ligada a una pérdida de cohesión de los materiales y, lógicamente, pierde intensidad hacia abajo, siendo tanto más marcada cuanto más limosos son los sedimentos afectados. Los encostramientos carbonatados son más frecuentes en unos lugares que en otros, formando masas irregulares de espesor inferior a medio metro y, en otros casos, venulaciones subverticales y horizontales que, aprovechando diaclasas y planos de estratificación, respectivamente, terminan aislando en bloques decimétricos los estratos paleógenos. Los mejores lugares para la observación de esta alteración se encuentran en el valle del río Guareña, particularmente entre las localidades de Espino de la Orbada y Vallesa de la Guareña, en la parte central de la Hoja.

2.3.4. Gravas de cuarcita y lidita, con matriz arcillo-arenosa roja (9). (Mioceno inferior)

Esta unidad cartográfica está estrechamente asociada a la superficie del Guareña, disponiéndose sobre la alteración característica de dicha superficie. Ambas unidades, la alteración (unidad cartográfica 8) y la que se describe ahora (unidad cartográfica 9), delimitan, pues, esta superficie.

Se extiende, pues, al igual que la superficie, por todo el sector central y occidental de la Hoja. En la banda monoclinal superpuesta a la falla de Alba-Villoria, forma un dorso, ligeramente inclinado al este, visible inmediatamente al oeste de la carretera de Poveda de las Cintas a Villoria, en el centro-sur de la Hoja.

Lógicamente, esta unidad es discordante sobre todas aquellas en las que está labrada la superficie del Guareña. Es discordante, en su mayor parte, sobre el Paleógeno (unidades 1, 2 , 3 y 4), sobre la unidad atribuida al tránsito Paleógeno – Neógeno (unidad 5), y también sobre las formaciones rojas atribuidas al Mioceno inferior (unidades 6 y 7). Se dispone a cotas máximas de 880 m en la esquina noroeste de la Hoja, sobre la unidad roja (7) del Mioceno inferior, y de 900 m en la parte suroeste de la misma, sobre el Paleógeno (unidades 1 y 2). Las cotas mínimas llegan hasta los 780 m, y se alcanzan en la parte centro-norte de la Hoja, en las proximidades de Olmo de la Guareña.

Sobre esta unidad se disponen, discordantemente, las facies arcósicas del Neógeno (unidad 11, sobre todo, y también 10, 12 y 13). Ello es muy patente, sobre todo, en las partes occidental y nororiental de la Hoja. Asimismo, en la banda monoclinal asociada a la falla de Alba – Villoria, esta unidad se sumerge, con muy débil buzamiento hacia el este (menor de 5º), bajo dicho Neógeno arcósico.

Al igual que la alteración asociada a la superficie del Guareña, los mejores afloramientos de esta unidad se localizan en el valle del río del mismo nombre, particularmente entre las localidades de Espino de la Orbada y Vallesa de Guareña.

Esta unidad, materializada a nivel de campo por un canturral, está constituida por depósitos siliciclásticos gruesos, de color rojo muy intenso, con un espesor máximo de 5 m. En sentido estricto, son orto y paraconglomerados, con clastos de cuarzo, cuarcita y lidita, principalmente, de forma subredondeada a redondeada, y de unos 15 cm de centil. La matriz es arcillo-arenosa, apareciendo cementados por carbonato (encostramiento), solo muy esporádicamente. El tamaño y la naturaleza de los cantos indica que, en su mayor parte, provienen de las formaciones rojas del Mioceno inferior (sobre todo, de la unidad 7), y, en último término, del Macizo Hespérico zamorano (por la presencia de liditas, probablemente silúricas).

Estos depósitos presentan estratificación cruzada de media a gran escala, con "sets" de hasta 7 m de ancho por 3 m de alto. Las facies principales son del tipo Gm, Gt y Gp, que se ordenan de forma más frecuente como Gm-Gp. Forman cuerpos sedimentarios de base erosiva y canalizada, y techo plano, amalgamados. La extensión lateral de estos cuerpos es inferior a 50 m, y su espesor, variable entre 3 y 5 m.

Desde el punto de vista sedimentológico, esta unidad es interpretable como producto de barras longitudinales y transversales, propias de un sistema fluvial trenzado, de alta energía de transporte, y con carga de gravas. La ausencia relativa de depósitos de llanura de inundación es compatible con un sistema fluvial trenzado, de cursos entrelazados, que, al migrar lateralmente, erosionan los sedimentos de la llanura de inundación. En esta unidad, la matriz arcillosa puede ser un reflejo de una alteración post-sedimentaria. Los escasos

caliches encontrados, implicarían un clima semiárido, característicamente con estacionalidad.

La disposición topográfica que presenta esta unidad, descendente desde el suroeste y noroeste de la Hoja, y, aproximadamente siguiendo el curso del Guareña, hacia el este-noreste, debe ser original y no producto de un ligero plegamiento. Considerando también lo anteriormente descrito, ello significaría aportes desde el oeste, a partir, sobre todo, de relieves de formaciones rojas del Mioceno inferior (unidades 6 y 7), actualmente desaparecidas por procesos erosivos, también posteriores al que nos ocupa.

Su posición encima de las facies rojas atribuidas al Mioceno inferior (unidades 6 y 7) y bajo el Neógeno arcósico (unidades 10-12), también probablemente Mioceno inferior (ver más adelante), implica también esa misma edad para la unidad cartográfica que se acaba de describir.

2.4. NEÓGENO. FORMACIONES ARCÓSICAS

Las unidades cartográficas 10, 11, 12 y 13, integran el Neógeno arcósico, siendo la (11) la unidad dominante, tanto desde el punto de vista cartográfico como volumétrico. El Neógeno arcósico forma toda la parte oriental de la Hoja, al este de la banda monoclinal superpuesta a la falla de Alba–Villoria, y extendiéndose ampliamente por las Hojas vecinas, situadas al noreste y este. Asimismo, existe una mancha del mismo en la parte occidental de la Hoja. La disposición cartográfica de conjunto sugiere que estas unidades arcósicas suelen disponerse, en general, sobre las gravas (unidad cartográfica 9) que materializan la superficie del Guareña. El Neógeno arcósico constituye los depósitos terciarios más recientes, preservados por la erosión, de la Hoja de Cantalpino.

Las cuatro diferenciaciones cartográficas que integran en esta Hoja el Neógeno arcósico, forman parte, o son contemporáneas, de la Facies Pedraja del Portillo, definida por OLMO *et al.* (1982) en la zona de Valladolid, y equivalentes a las Areniscas de Garcihernández o de Cantalapiedra, definida por JIMÉNEZ (1973) y JIMÉNEZ y GARCÍA MARCOS (1981) en las vecinas Hojas de Castronuño (nº 398) y Toro (nº 370).

La Facies Pedraja del Portillo pasa lateralmente, en la zona de Valladolid, a la Facies Dueñas, para la que se supone una edad Mioceno inferior (Orleaniense), o también, de la base del Mioceno medio. Esta atribución de edad para la Facies Dueñas se fundamenta en que se sitúa a muro de la Facies Tierra de Campos (bien datada en todo el ámbito de la Cuenca del Duero, y de edad Astaraciense, Mioceno medio), y en que supone el final de un ciclo sedimentario, materializado por la presencia de una costra calcárea o fenómenos erosivos de pequeña envergadura, a su techo (PINEDA, 1996). En la Hoja de Tordesillas (nº 371), realizada por alguno de los autores de la presente Hoja, es la propia Facies de Pedraja del Portillo la que se sitúa directamente bajo la de Tierra de Campos. Así pues, y teniendo en cuenta todo lo indicado, cabe atribuir una edad fundamentalmente Mioceno inferior para las unidades cartográficas 10, 11, 12 y 13, que integran el Neógeno arcósico de la Hoja de Cantalpino.

A continuación, en los apartados siguientes, se describen las cuatro unidades cartográficas diferenciadas, y sus relaciones entre sí.

2.4.1. Arcosas y fangos arcósicos, gris-verdosos, con hiladas de gravas de cuarzo y cuarcita (10). (Mioceno inferior)

La unidad cartográfica 10, que se describe en este apartado, se ha diferenciado sólo en el valle del río Mazores, en el noreste de la Hoja. El mejor afloramiento para su observación se encuentra en la trinchera de la carretera de La Carolina a Cantalapiedra, inmediatamente al este del puente sobre dicho río. Según se deduce de su posición cartográfica, es una facies basal respecto del conjunto del Neógeno arcósico.

Desde el punto de vista litológico, está constituida por sedimentos arcósicos y fangos arcósicos, gris-verdosos, con escasa o nula cementación, siendo la presencia de gravas de cuarzo y cuarcita (conglomerados, incoherentes), que se disponen en hiladas, el rasgo diferenciador respecto de la unidad cartográfica 11 Alcanza una potencia del orden de la decena de metros.

Desde el punto de vista sedimentológico, la unidad está constituida por secuencias granodecrecientes de conglomerados, arenas y fangos, de espesor inferior a 4 m.

En la base de las secuencias aparecen conglomerados de color ocre, con matriz arenosa, arcósica. La composición de los cantos es de feldespato, cuarzo, cuarcita y pizarras, siendo su tamaño máximo del orden de 15 cm, y su tamaño promedio, inferior a 2 cm. Estos conglomerados se ordenan con estratificaciones cruzadas en surco, de media a gran escala, en facies Gt, y con "sets" de hasta 5 m de amplitud. Forman cuerpos sedimentarios de geometría lenticular, con la base erosiva y canalizada, de espesor inferior a 4 m, y extensión lateral inferior a 30 m.

Lateralmente y hacia techo, aparecen en la secuencia areniscas con un tamaño de grano grueso en la base, y fino en el techo, siendo su color ocre, y presentando algunos clastos silíceos de escasos centímetros, dispersos. Las facies presentes son St y Sm, principalmente. Pueden presentar ciclicidad de estructuras sedimentarias, según estratificaciones cruzadas de tendencia plana y de pequeña escala en la base, a la que suceden, gradualmente, areniscas masivas (St—Sm).

Las secuencias culminan, litológicamente, con areniscas como las descritas, o con fangos limosos de color gris-verdoso, o, a veces, ligeramente ocre. Las facies más abundantes son Fm.

El techo de las secuencias suele estar caracterizado por procesos edáficos o similares. Cuando es areniscoso, se presentan hidromorfías y pueden llegar a desarrollarse enrejados de carbonato, que pueden derivar en costras. Los fangos limosos presentan signos de edafización y marmorización, y pueden contener bioturbaciones y moldes de raíces.

2.4.2. Arcosas y fangos arcósicos gris-verdosos y pardos, con niveles de arcosas gruesas (11). (Mioceno inferior)

Esta diferenciación cartográfica constituye la litología dominante del Neógeno arcósico de la Hoja, constituyendo la mayor parte de su extensión en la parte oriental de la Hoja, y la totalidad en el afloramiento occidental. Debido al carácter incoherente, escasamente cementado, de estas litologías arenosas y fangosas, originan áreas suavemente alomadas, muy cultivadas y, por tanto, con escasos afloramientos.

Desde el punto de vista litológico, la unidad se compone de arcosas fangosas gris-verdosas, fangos arcósicos pardos, y arcosas gruesas pardo-grises, siempre con abundantes concentraciones calcáreas de origen pedogenético. El espesor máximo, conservado por la erosión posterior, es de 35-40 m en la parte oriental de la Hoja, no superando los 20-25 m en la occidental

Desde el punto de vista sedimentológico, está constituida por secuencias granodecrecientes de espesor inferior a 6 m, formadas de muro a techo, por arenas microconglomeráticas, arenas de tamaño de grano medio-fino y lutitas. Las arenas microconglomeráticas basales suelen ser de color ocre, contienen algún clasto silíceo disperso, de tamaño centimétrico, y pueden presentar, de forma no muy patente, estratificaciones cruzadas en surco, de media escala, conformando cuerpos sedimentarios de geometría lenticular, con un espesor inferior a 2 m, y una extensión lateral no superior a los 30 m. Las arenas que les suceden, de tamaño de grano medio a fino y tonos algo ocre-amarillentos, son masivas (a veces con estratificaciones y laminaciones cruzadas) y algo cementadas. Las lutitas superiores son, en sentido estricto, limos arenosos de color marrón, presentándose algo edafizados y marmorizados, con bioturbaciones y raíces; típicamente presentan concentraciones o nodulillos centimétricos de carbonato cálcico, dispersos en el sedimento, y rizocreciones o rizolitos alargados preferentemente en la vertical, pudiendo también aparecer láminas de oxihidróxidos de hierro y manganeso. Como término final de las secuencias, suelen presentarse caliches de aspecto noduloso y terroso, y color variable, rojo-amarillento, con moteados pardos.

Para las facies arenosas, las características petrográficas, granulométricas y mineralógicas reflejan una composición subarcósica y grauváquica, en el sentido de Folk, con fracción arena gruesa y muy gruesa hasta del 60 %. Los componentes son mayoritariamente cuarzo metamórfico e ígneo (35-85 %), feldespato (3-25 %), fragmentos de rocas metamórficas (10 %) y minerales de arcilla (10-40 %). La textura está caracterizada por granos con bajo redondeamiento y esfericidad, con contactos entre los granos, puntuales y largos.

Los caliches están constituidos, petrográficamente, por mosaicos carbonatados micríticos, microesparíticos y esparíticos, siendo su rasgo más común una brechificación incipiente que puede estar seudomorfizando una textura previa.

Paleogeográficamente, esta unidad representa el depósito de una gran llanura de inundación surcada por canales fluviales de baja sinuosidad, con carga mixta de arenas microconglomeráticas y, más abundantes, arenas de grano medio-fino. Los cuerpos

canalizados representan un volumen de sedimentos no muy alto, en relación con los depósitos típicos de la llanura de inundación, que son muy abundantes en la unidad. En conjunto, representa un sistema fluvial de características algo más distales que el de las unidades anteriores, permitiendo, no obstante, diferenciar entre canales de baja sinuosidad y carga de arenas conglomeráticas. Las paleocorrientes medidas señalan una dirección de los paleoflujos hacia el este y sur. El desarrollo de horizontes de encostramiento, bien formados, es indicativo de momentos de interrupciones en la sedimentación, en relación con períodos largos de exposición, y clima árido-semiárido, con lluvias estacionales.

2.4.3. Fangos arcósicos y arcosas, con predominio de tonos pardos (12). (Mioceno inferior)

Esta diferenciación cartográfica, realizada sólo en el Neógeno arcósico de la parte oriental de la Hoja, es un cambio, en parte lateral y, sobre todo, hacia techo, de la unidad anteriormente descrita (11), por lo que forman, cartográficamente, manchas aisladas de extensión kilométrica en las partes más altas de las lomas. Sus espesores no superan por tanto, la decena de metros.

Litológicamente es muy similar a la unidad 11, de la que sólo se diferencia en la mayor proporción volumétrica, respecto a ella, de los limos y fangos en el conjunto de las litologías existentes. Debido al cierto tono pardo que presentan estos limos y fangos, esta unidad destaca en el paisaje, a veces y por su color más sombrío, de la unidad 11, generalmente más blanquecina.

Las capas de limos y arenas, más típicas de esta unidad, aparecen con todas las transiciones de tamaños posibles. Son abundantes las capas de limos arenosos y de arenas limosas de colores pardo, gris-verdoso e, incluso, rojizo, siendo también frecuentes las capas de limos individualizadas. Con frecuencia, y es éste un rasgo distintivo de esta unidad, suelen aparecer láminas milimétricas de mica. Forman cuerpos sedimentarios de geometría tabular, de extensión lateral mayor de 200 m y espesor inferior a 4 m.

La matriz es limo-arcillosa, apareciendo masivas y, ocasionalmente con granoselección. Son frecuentes las hidromorfías, las migraciones de manganeso y de arcillas, así como los rizolitos, apreciándose, a veces, nódulos y un incipiente enrejado de carbonatos. Lateralmente, se aprecian niveles de suelos calcimorfos, de extensión lateral y espesor, reducidos. Las facies más abundantes son Fm y Sm, y ocasionalmente P.

Así pues, los cuerpos canalizados representan un volumen de sedimentos mínimo en relación con los depósitos de la llanura de inundación, que son los más abundantes en esta unidad. Las paleocorrientes medidas (en la misma unidad, y en la vecina Hoja de Medina del Campo) señalan una dirección de los paleoflujos dirigidas hacia el noreste.

2.4.4. Arenas gruesas feldespáticas, con gravas de cuarzo y cuarcita (13). (Mioceno inferior)

Esta diferenciación cartográfica ha sido realizada sólo en la parte oriental de la Hoja.

Forma intercalaciones de unos 2-3 m de espesor en las unidades cartográficamente dominantes (11 y 12), con las que presentan, en detalle, transiciones netas o graduales,

hacia arriba o lateralmente. Debido a estar constituida por litologías de mayor tamaño de grano que las otras, presenta una mayor resistencia a la erosión, originando resaltes planos de extensión hecto/kilométrica que forman, generalmente, las cumbres de relieves amesetados o ligeras hombreras en las lomas. Estos replanos suelen caracterizarse, además, por la presencia y, a veces abundancia, de cantos sobre su superficie, lo que es reflejo de uno de los rasgos litológicos distintivos de esta unidad: la presencia de cantos.

Sin embargo, no son frecuentes los cortes verticales en esta unidad, salvo algunas trincheras en carreteras (como, por ejemplo, en la carretera de Cantalapiedra a Palaciosrubios), o excavaciones, muy locales y de pequeña envergadura (por ejemplo, las que se encuentran 4 km al norte de Villaflores, y 3,5 km al sur de Poveda de las Cintas). Un afloramiento notable se encuentra en la vecina Hoja de Medina del Campo (nº 427), en las canteras situadas al sur de Villaverde de Medina.

Desde el punto de vista litológico, la unidad, escasamente cementada, está constituida por arenas arcósicas de tamaño de grano grueso, con matriz arenoso arcósica más fina, y con cantos, generalmente dispuestos en hiladas. La composición mayoritaria para la arena es de cuarzo y feldespato. La composición de los clastos es de cuarzo, feldespato (pegmatitas), cuarcita y liditas, siendo su tamaño máximo, de 15 cm, y el promedio, inferior a 2 cm; su forma es subredondeada a redondeada.

Esta unidad presenta estratificación cruzada, a veces en surco, de media a gran escala, con "sets" de hasta 2-3 m de amplitud, siendo las facies más frecuentes, las Gt y St. Presentan, también, una geometría canalizada, con la base erosiva de relieve medio y techo plano. La extensión lateral de esta geometría es inferior a 50-100 m, y su espesor, inferior a 3-4 m.

Sedimentológicamente, esta unidad es interpretable como canales de baja sinuosidad, con depósitos en forma de barras de gravas que migran libremente por el lecho. La relación anchura/profundidad es del orden de 30/5. Todo indica que deben ser el producto de un sistema fluvial, bien jerarquizado, con canales bien definidos, que se mueven lateralmente en la llanura de inundación. Las paleocorrientes medidas en la Hoja de Medina del Campo (nº 427) señalan una dirección de los paleoflujos dirigida hacia el noreste.

2.5. CUATERNARIO

Los depósitos cuaternarios ofrecen una representación superficial importante, además de una interesante variedad. Así, fondo de valle, conos de deyección y coluviones son algunas de las formaciones existentes. Hay que añadir además los sedimentos originados en áreas endorreicas como consecuencia de un drenaje deficiente y los debidos a la acción del viento. La descripción se realiza en orden a su edad, empezando por los sedimentos más antiguos.

2.5.1. Arenas, gravas, limos y arcillas (14). Glacis (Pleistoceno)

Los depósitos de glacis aparecen al norte de la hoja, entre Cañizal y Olmo de la Guareña. Son formas de medianas dimensiones, desarrolladas a partir de la superficie del Guareña, de

la que se alimentan. Se trata de glacis de cobertera que llevan asociado un depósito poco potente, de morfología plana y escasa pendiente hacia el valle del río Guareña. Su origen es mixto entre los procesos de gravedad y los de arroyada.

Los glacis están formados por arenas limosas con cantos cuarcíticos y lidíticos, debido a que el material principal del que se alimentan procede de la superficie del Guareña y matriz limo-arcillosa. Los espesores máximos vistos no superan en ningún caso los 2 m de potencia. Se les asigna una edad Pleistoceno.

2.5.2. Arenas cuarcíticas bien seleccionadas (15 y 17). Dunas parabólicas y manto eólico (Pleistoceno-Holoceno)

La presencia de sedimentos transportados por el viento en la hoja es bastante notable. Las mayores acumulaciones se reconocen en el entorno de Cantalpino, Arabayona y El Pedroso de la Armuña. Otros afloramientos se encuentran al este de las localidades de Pajares de la Laguna y Pitiegua. En todos ellos se trata de arenas eólicas sin formas definidas, ya sea porque no han llegado a originarse o porque han sido desmanteladas. En cualquier caso mantienen una estrecha relación con las formas endorreicas y semiendorreicas con las que se entrelazan. Existe también otro tipo de depósitos, en los parajes de Cañada y Carranueva, consistente en un pequeño campo de dunas parabólicas que mantienen bastante conservada su morfología.

Aunque se han definido dos tipos de depósitos por su morfología, la descripción textural es común a ambos por su similitud. Se trata de arenas, por lo general sueltas, con un escaso porcentaje de limo y arcilla, no observándose elementos gruesos. En la mayor parte de los afloramientos no se ven estructuras sedimentarias, como sucede en las arenas que están en las proximidades de Pitiegua. Sin embargo, en el cordón de dunas que existe al sur de Pajares de la Laguna, hay varios perfiles en los que pueden reconocerse laminaciones cruzadas de bajo ángulo, algunas cicatrices debidas a pequeñas avalanchas, etc. La potencia, en este caso concreto puede llegar a tener hasta tres metros, aunque en otros casos no pasa de representar un ligero manto.

Las dunas eólicas conservan, a veces, su morfologia parabólica y por la dirección de sus brazos, se puede insinuar una dirección SO a SSO del viento. La edad de estos depósitos ya ha sido tratada por diversos autores, coincidiendo que el periodo más activo de los vientos se correspondería con el Pleistoceno medio-superior, aunque la actividad seguiría durante el Holoceno.

2.5.3. Arenas y limos con cantos y gravas (16). Aluvial-coluvial (Holoceno)

Se desarrollan en áreas deprimidas, relacionadas con la red de drenaje, donde además del material fluvial, hay aporte de las laderas, de manera que no siempre es fácil separar uno de otro. También son frecuentes en zonas de cabecera, donde los drenajes no están todavía bien definidos. Aparecen en el sector meridional de la hoja y no alcanzan un gran desarrollo. Están constituidos, generalmente, por arenas y limos arcillosos, con o sin gravas dependiendo de los aportes laterales. Su espesor puede variar entre 1 y 3 m y su edad es Holocena.

2.5.4. Limos grises, arenas finas y materia orgánica (18). Fondos endorreicos (Holoceno)

Son numerosos y aparecen en toda la superficie de la hoja. Se trata de áreas ligeramente deprimidas y con drenaje deficiente. Cuando son de pequeño tamaño, adoptan formas redondeadas o elípticas, pero cuando su extensión alcanza mayores proporciones, su morfología es aleatoria y poco definida. Este hecho se debe a que se relacionan con los ríos y arroyos que discurren por las áreas más bajas, de topografía prácticamente plana, donde las aguas circulan difícilmente, produciéndose su retención y estancamiento. En este sentido, los ejemplos más llamativos aparecen en relación con los ríos Mazores y Poveda, donde el endorreísmo se desarrolla considerablemente.

La litología es limo-arcillosa con cierto contenido en arenas y abundancia de materia orgánica. En algunas memorias de hojas del entorno se señala la presencia de arcillas montmorilloníticas, además de algunas sales solubles. Sobre estos depósitos se desarrollan suelos grises y negros de carácter vértico con acusados rasgos de hidromorfismo. También es frecuente ver sobre la superficie de los mismos efluorescencias salinas de tonos blanquecinos debidas a la acumulación de sales en las épocas de estiaje. Dada su funcionalidad en el presente se les asigna una edad Holoceno-actual.

2.5.5. Arenas, limos y cantos (19). Coluviones (Holoceno)

Son aquellos depósitos que tapizan la base de las vertientes y que se han originado por acción del agua y de la gravedad, en el proceso de regularización de vertientes. Su morfología es muy característica al dar lugar a bandas alargadas paralelas o subparalelas a los ríos y arroyos, estando, casi siempre, en contacto con el fondo de valle con los que suelen interdentar sus depósitos. Aparecen al pie de los replanos estructurales desarrollados sobre las plataformas de gravas y en los valles que inciden la superficie del Guareña. Los mejores ejemplos pueden encontrarse en toda la mitad oriental de la hoja y al NE de Cantalpino.

Si se tienen en cuenta los materiales de los que proceden, se pueden distinguir varios tipos de coluviones. Por un lado, al oeste, los coluviones que proceden de los fangos y de las arenas arcósicas, y que se caracterizan por una litología de carácter detrítico fino, sin apenas gravas; por otro, al este, los derivados de las plataformas de cantos y gravas, en los que encontramos abundante material grueso con matriz arenosa y finalmente, los que se forman a expensas de la Superficie del Guareña, constituidos por gravas cuarcíticas y liditicas con matriz arcillosa roja

Aunque la litología es diversa, las potencias son muy similares y no parecen sobrepasar los 2-3 m. El grado de compactación es escaso pero, en ocasiones, se observan algunas cementaciones puntuales como sucede en los coluviones derivados de la superficie del Guareña. Por lo que respecta a la edad, dada su posición y sus características texturales, se asignan al Holoceno, pero no se descarta que puedan llegar hasta el periodo actual.

2.5.6. Arenas, cantos y gravas (20). Conos de deyección (Holoceno)

En la Hoja son poco frecuentes y de pequeña extensión. La mayoría se localizan en los valles de los ríos Mazores y Poveda.

Aunque no ha sido posible la observación de ningún perfil, por los datos de superficie y por su origen, puede deducirse que su litología y textura están en relación con el área madre de donde proceden sus aportes. Por ello, en función de su procedencia serán más o menos arenosos o con más o menos gravas. En general se trata de depósitos poco compactos cuya potencia y tamaño de grano disminuyen desde la zona apical a la zona distal. Por su directa relación con el fondo de valle, la edad que se les ha atribuido es Holoceno.

2.5.7. Arenas cuarcíticas con limos y gravas (21). Fondo de valle (Holoceno)

Generalmente están constituidos por arenas y fangos arenosos o arcósicos con o sin gravas, dependiendo del aporte local que les corresponda. Si se alimentan de los materiales de las plataformas de gravas y cantos, el porcentaje de elementos gruesos será mayor, si lo hacen de los fangos arcósicos miocenos o de las arenas y areniscas eocenas, esos elementos estarán casi ausentes. Es de destacar la presencia de abundante materia orgánica en el fondo de valle debido, por un lado, a la topografía extremadamente llana del terreno y por otro, a la naturaleza fangoso-arenosa de los materiales que favorecen la formación de áreas de mal drenaje, incluso en algunos tramos de los cauces. Esto da como resultado que los suelos desarrollados sobre estos depósitos sean, a veces de carácter aluvial poco evolucionados y a veces suelos vérticos topomorfos de colores grises y negros. El espesor medio del fondo de valle varía entre 1 y 3 m. Su edad es considerada Holoceno-actual por estar relacionados con la última etapa de la evolución cuaternaria.

3. PALEONTOLOGÍA

Previamente a la realización de la Hoja de Cantalpino, los datos bibliográficos consultados indicaban la existencia de sólo un yacimiento paleontológico dentro de la misma: el de Aldearrubia. PORTERO *et al.* (1979) lo citan y le asignan una edad poco precisa del Eoceno medio/Oligoceno/Mioceno inferior. JIMÉNEZ (1992) sitúa geográficamente el yacimiento y le asigna una edad de "Paleógeno". GIL TUDANCA (1992) cita el yacimiento de Aldearrubia en torno a los Escarpes del Tormes y da una asociación faunística de vertebrados conjunta para los yacimientos de Aldearrubia, San Morales, Babilafuente, Cerro Terrubio y Fuentesaúco, de una edad "Paleógeno", probablemente Eoceno superior.

En el año 2001, durante la realización de la Hoja de Cantalpino, se realizó una campaña de prospección paleontológica en la misma. Se examinaron y consideraron, en principio, todos los cortes que presentaban facies finas (margosas y arcillosas) susceptibles de contener restos fósiles de microvertebrados. En total se recogieron 6 muestras de 25 kg cada una, muestreándose en 3 puntos distintos, donde se tomaron 3 muestras en un punto (en tres niveles distintos), 2 en otro(en varios niveles) y 1 en el último. En el Museo Nacional de Ciencias Naturales, se realizó la labor de preparación y análisis de las muestras.

En ninguno de los tres puntos muestreados se encontró ningún resto fósil.

4. TECTÓNICA

Desde el punto de vista estructural, la Cuenca del Duero está limitada por grandes unidades estructurales alpinas, la Cordillera Cantábrica, al norte, el Sistema Ibérico, al este, y el Sistema Central, al sur, que han funcionado como bordes activos, suministrando el volumen principal de sedimentos y condicionando la geometría de la misma. El límite occidental, correspondiente al Macizo Hespérico, se puede considerar como un margen pasivo que se hunde progresivamente hacia el este. Esta interacción de bordes activos y pasivos durante el Terciario ha determinado que los mayores espesores de sedimentos se localicen en la proximidad de estos bordes activos.

En la esquina suroccidental de la Cuenca, en cuyas proximidades se sitúa la Hoja de Cantalpino, aparecen también, como rasgo tectónico distintivo, fracturas de dirección NE-SO, que involucran tanto al zócalo como a los Terciarios más antiguos. La Fosa de Ciudad Rodrigo está creada por fallas de este tipo. Otro accidente notable es la falla de Alba-Villoria, cuya traza aparece en la presente Hoja.

Según interpretaciones de subsuelo, basadas en investigaciones de geofísica y sondeos, el Terciario de la Hoja se dispone sobre materiales del Macizo Hespérico suavemente inclinados hacia el este. Según se considere la parte más suroccidental o la más nororiental de la Hoja, y a partir de reconstrucciones y datos de sondeos próximos, el espesor de Terciario oscila entre 150 y 650 m. Al noreste, el espesor de materiales neógenos (post-tectónicos) debe ser del orden de 90-200 m, y el de paleógenos (sintectónicos) de unos 300-450 m. Al sureste, el Neógeno podría alcanzar unos 320 m de espesor, y el Paleógeno sólo unos 100 m. En la parte occidental de la Hoja aflora, exclusivamente, el Paleógeno, cuyo espesor mínimo (probablemente, unos 150 m) debe alcanzarse en las proximidades de la esquina suroccidental de la misma.

A partir de todo lo indicado, de la distribución de unidades paleógenas y neógenas, y de la disposición y características de la traza de la falla de Alba-Villoria, pueden diferenciarse en esta Hoja, distintos dominios tectónicos con rasgos propios, diferenciados entre sí. Los dominios tectónicos distinguidos son los siguientes:

- Dominio del Paleógeno.
- Dominio del Mioceno inferior rojo
- Dominio de la traza de la falla de Alba-Villoria.
- Dominio del Neógeno arcósico, que puede ser dividido en dos subdominios: oriental y occidental.

El Dominio del Paleógeno ocupa los tercios central y occidental de la Hoja. En él, las unidades cartográficas más antiguas (1, 2, 3 y 4), atribuibles al Paleógeno (Eoceno, en su mayor parte) presentan inclinaciones débiles (como máximo, de 15º) de componente norte. Si se exceptúan las inclinaciones originadas por la traza de la falla de Alba-Villoria (ver más adelante), la mayor parte de estas inclinaciones se dirigen hacia el noreste; salvo en la esquina suroccidental de la Hoja, donde también se presentan dirigidas hacia el norte y nor-noroeste.

El Dominio del Mioceno inferior rojo (donde no se encuentra modificado por la traza de la falla de Alba-Villoria), también en la esquina noroccidental de la Hoja como en las Hojas colindantes, se dispone discordante y subhorizontal (según datos de cotas topográficas de su contacto basal) sobre el Dominio del Paleógeno, ya estructurado según la descripción precedente.

Conviene citar en este momento, aunque no sea un rasgo estrictamente tectónico, la presencia de un elemento morfológico característico de los Dominios tectónicos citados, y que sirve de nexo de unión entre ellos, cual es la superficie del Guareña, labrada sobre ambos. La superficie del Guareña (equivalente a la de Alaejos, en Hoja de Fuentesaúco) desciende desde las esquinas noroeste y suroeste de la Hoja hacia el centro y noreste de la misma, conformando una especie de cubeta morfológica inclinada hacia el este-noreste, cuyo "eje" sería el curso del río Guareña. No hay argumentos para pensar que esta "cubeta" sea producto de un ligero plegamiento ENE-OSO; por el contrario, debe representar la morfología original, probablemente de cabecera, o arranque, de dicha superficie, que alcanza mayor desarrollo (y planitud) hacia el noreste.

El Dominio de la traza de la falla de Alba-Villoria en la Hoja de Cantalpino, comprende una banda monoclinal inclinada hacia el ESE, de 2,5 km de anchura máxima, y orientación N 30-35° E, en la parte centro-meridional de la Hoja, desde los alrededores nororientales de Villaflores hasta el borde sur. En esta banda, todas las unidades terciarias desde el Paleógeno (unidad 1) hasta el canturral que recubre, característicamente, la superficie del Guareña (unidad 9), se encuentran inclinadas un máximo de 15° hacia el ESE (habiendo, no obstante, algún valor mayor muy localizado de hasta 45°). El mencionado canturral constituye, pues, el dorso de dicha banda monoclinal, que se sumerge bajo las unidades del Neógeno arcósico. No se ha encontrado, en ninguna parte de esta banda, fractura alguna ni datos que permitan deducirla. Todos estos datos apuntan a que, al menos en la Hoja de Cantalpino, la falla de Alba-Villoria existiría fundamentalmente a nivel de zócalo, pudiendo también afectar, quizás, a formaciones terciarias más antiguas, no aflorantes. La banda monoclinal sería, entonces, la manifestación superficial, en la cobertera, de una falla más profunda, localizada algo más al este, en la vertical del punto donde se inicia la inflexión monoclinal.

La traza de la falla de Alba-Villoria prosigue por las vecinas Hojas meridionales de Peñaranda de Bracamonte (n° 479) y Alba de Tormes (n° 504). En estas Hojas, y en particular en la de Peñaranda de Bracamonte, la traza de la falla se ha marcado como una fractura única, o como un haz de dos o tres fracturas, con ejes anticlinales asociados, subparalelos a ellas. La falla o fallas afectan a materiales de edades diversas, desde el zócalo hercínico hasta otros atribuibles al tránsito paleógeno-neógeno (designados como unidad 5 en la Hoja de Cantalpino) o, incluso, aunque en menor medida, al Neógeno arcósico. En los materiales paleógeno-neógenos se indican buzamientos máximos de 64° hacia el ESE, asociados a los mencionados ejes anticlinales.

Desde la zona de Villaflores, en la Hoja de Cantalpino, donde termina la banda monoclinal descrita anteriormente, la traza de la falla de Alba-Villoria se marca hacia el noreste exclusivamente por ciertos rasgos morfológicos que, en principio, no tendrían por qué

indicar la presencia de falla alguna, siquiera fuese profunda. Así pues, en la parte más nororiental de la Hoja de Cantalpino, y en las Hojas vecinas de Fuentesaúco (nº 426) y Medina del Campo (nº 427), tan sólo la orientación a grandes rasgos NE-SO, pero sumamente irregular, del contacto Paleógeno-Neógeno es el único elemento que indicaría la prolongación de la falla. Más al noreste aún, en la Hoja de Rueda (nº 399), sobre su hipotética prolongación, se marcan algunos arroyos anormalmente rectilíneos, pero de tan sólo 2-3 km de longitud individual. Pero, finalmente, hay que señalar que tanto el mencionado contacto como los indicados arroyos se alinean también con otro elemento morfológico fundamental en la Cuenca del Duero: el lineamiento del Arlanzón. El lineamiento del Arlanzón se marca por el carácter muy rectilíneo de los tramos de ríos Pisuerga-Arlanzón comprendidos entre Tordesillas (Valladolid) y las proximidades de Burgos. Considerando todos estos rasgos, la falla de Alba-Villoria sería un elemento tectónico fundamental en el conjunto de la Cuenca del Duero, ya que la atravesaría diagonalmente, de SO a NE.

El Dominio del Neógeno arcósico puede ser dividido en dos subdominios, oriental y occidental, y ello, motivado, sobre todo, por la desconexión cartográfica entre ellos. Ambos se disponen, discordantemente, encima de la superficie del Guareña y, por tanto, encima también, del canturral que la caracteriza (unidad cartográfica 9).

El subdominio más importante es el oriental, que ocupa, aproximadamente, el tercio oriental de la Hoja, y que se prolonga por las Hojas vecinas, constituyendo, de hecho, una parte importante del conjunto de la Cuenca del Duero. En la parte nororiental de la Hoja de Cantalpino y, más allá, en las Hojas vecinas de Fuentesaúco (nº 426), Medina del Campo (nº 427) y Rueda (nº 399) se dispone sobre la superficie del Guareña subhorizontal, mientras que en la parte centro-meridional de la Hoja se apoya sobre la misma superficie pero allí dispuesta de forma monoclinal por efecto de la falla Alba-Villoria, según se ha descrito precedentemente. Este subdominio presenta una disposición subhorizontal, con ligera inclinación (del orden de 0,16° – 0,2°, calculados) hacia el noreste, siendo tal inclinación deposicional, no tectónica.

En cuanto al subdominio occidental, se dispone sobre la superficie del Guareña subhorizontal. Debido a la carencia de afloramientos, es difícil saber la estructura del mismo, cabiéndole suponer subhorizontal, aunque sin poder precisar si la inclinación deposicional se dirige hacia el ENE o hacia el OSO, lo cual sería, por otra parte, de gran interés paleogeográfico.

5. GEOMORFOLOGÍA

5.1. DESCRIPCIÓN FISIOGRÁFICA

La superficie geográfica representada por la hoja de Cantalpino (nº 453) pertenece, en su mayor parte, a la provincia de Salamanca aunque dos pequeños sectores de la zona norte incluyen parte de las provincias de Zamora y de Valladolid. El área pertenece, por tanto, desde el punto de vista administrativo, a la Comunidad Autónoma de Castilla-León.

Geológicamente, los materiales de la hoja abarcan un registro cronológico bastante limitado: Terciario y Cuaternario. La litología del sustrato terciario, bastante homogénea y con una disposición prácticamente horizontal, es modelada por los agentes externos, dando como resultado el relieve que se observa en la actualidad. Los procesos actuantes son muy variados, produciendo morfologías muy peculiares que serán descritas en los apartados posteriores. Entre ellas destacan las formas fluviales, las estructurales y endorreicas, además de las de gravedad y las eólicas.

Morfológicamente el área se sitúa en el sector meridional de la Cuenca del Duero, limitado al sur por las Sierras de Ávila y Gredos (Sistema Central), al oeste por el río Tormes y al este por el río Voltoya. Desde el punto de vista tectónico, este sector de la cuenca queda definido, lateralmente, por dos accidentes importantes que son las fallas de Alba-Villoria, al oeste, y la de Santa María la Real de Nieva, al este. Ambos, como señalan PÉREZ-GONZÁLEZ *et al.* (1979) delimitan un gran bloque con características propias.

Los rasgos morfológicos que caracterizan este sector, se deben fundamentalmente a la litología del Terciario y a los procesos terciarios y cuaternarios que dan como resultado un paisaje que aunque de relieves suaves en general, ofrece hasta tres zonas con rasgos diferenciados.

La primera de estas zonas corresponde al tercio este de la hoja. Su morfología tiene continuidad con la de la hoja de Madrigal de las Altas Torres (nº 454) y se caracteriza por una serie de plataformas a distintas alturas y dispuestas con relación a la red de drenaje, con el escalonamiento dirigido a los valles principales y de forma más general, hacia el valle del río Duero.

La segunda zona es la que ocupa el sector centro-meridional de la hoja, en el entorno de Cantalpino. Su relieve es absolutamente plano, siendo lo más notable la acumulación de arenas eólicas que favorecen el establecimiento de amplias áreas con drenaje deficiente.

La tercera es la de mayores dimensiones, abarcando gran parte de la mitad centro-septentrional y el cuadrante suroccidental. Se trata de una gran superficie estructural con retoques erosivos, desarrollada sobre un depósito de gravas rojas que constituye, en realidad, una superficie de erosión-sedimentación, la superficie del Guareña y bajo la cual existe una intensa alteración. La plataforma resultante es extraordinariamente plana, pero está incidida por la red de drenaje y además, presenta una ligera inclinación hacia el río Guareña, en ambas márgenes.

La altura media de la hoja es de 800 m, aproximadamente, coincidiendo con el sector central de la hoja. Las cotas más altas se dan al sureste, entre Aldearrubia y Villoruela, donde alcanzan los 926 m en el Monte Colorado. Desde allí, el relieve va descendiendo paulatinamente hacia el norte y noreste, hasta llegar a cotas inferiores a los 800. Es probable, sin embargo, que en el fondo de algunos valles den cotas algo más bajas.

La red de drenaje se ordena en torno a dos cauces principales: el Guareña y el Mazores, afluente del primero. El Guareña entra por el límite oeste de la hoja y en Espino de Orbada gira hacia el norte, para salir por Olmo de la Guareña, a la contigua hoja de Fuentesaúco (nº 426) y seguir su recorrido hasta desembocar en el Duero. El Mazores, sin embargo, aparece por el extremo sureste, con una dirección N-S, hasta la localidad de Palaciorrubios, donde cambia su rumbo, dirigiéndose hacia el NNO y desemboca en el río Guareña, en las proximidades de Olmo de la Guareña. Los afluentes más destacados del río Guareña son los arroyos de la Ermita, de Valdemorillo, de Valdemoro, de Valhondos y de San Moral por la margen izquierda y, por la derecha, multitud de regatos paralelos con un cierto encajamiento. Por lo que se refiere al río Mazores, su emisario principal es el río Poveda que a su vez, se alimenta de otros cauces menores, como son los arroyos de Ríolobos, de las Chinojosas, del Molino y numerosos arroyos más. La característica principal de estos ríos es su asimetría, además de una disposición general hacia el noreste que hace que muchos de ellos tengan direcciones paralelas.

Existen, además, numerosas lagunas de carácter estacional, sobre todo en el sector centro-meridional, entre las localidades de Arabayona, Villoruela y Pedroso de Cantalpino. Las charcas de los Prados Anchos, de la Meregita, de las Eras y de los Hornos, son algunos de los mejores ejemplos. A esto hay que añadir la presencia del Canal de Villoria y un pequeño embalse, al sur de la hoja, el Trasvase y Azud de Ríolobos.

Los núcleos urbanos son numerosos destacando, por su tamaño, Cantalpino y Cañizal, siguiéndole en importancia Aldearrubia, Parada de Rubiales, Arabayona, Espino de la Orbada, Villaflores, Palaciorrubios y Zorita de la Frontera. Finalmente y de muy pequeño tamaño, se encuentran Poveda de las Cintas, Pitiegua, Cabezabellosa de la Calzada, La Orbada y Pajares de la Laguna.

Por su parte, la red de comunicaciones es bastante buena, permitiendo un fácil acceso a todos los núcleos urbanos por pequeños que sean. Las carreteras principales son la E-80 y la C-620, que atraviesan el cuadrante noreste. Existe, también, varias carreteras comarcales y locales, además de un sinfín de caminos de tierra y pistas que permiten recorrer la casi totalidad de la superficie de la hoja.

La principal fuente de riqueza del sector la constituyen la agricultura y la ganadería, destacando el cultivo de cereales, aunque aprovechando la explotación de los acuíferos, se han implantado productos de regadío. Existen también algunas pequeñas huertas en el fondo de los valles de los principales ríos. La ganadería, por su parte, incluye elementos de vacuno y lanar, siendo éstos últimos los más abundantes.

5.2. ANTECEDENTES

Los datos existentes sobre el Cuaternario y la Geomorfología de la hoja de Cantalpino son casi inexistentes, pero si existe bibliografía del sector meridional de la Cuenca del Duero, aunque nunca tan numerosa como la de otras áreas de la cuenca. Si consideramos la cuenca en su totalidad, entre los trabajos más antiguos destaca el de E. HERNÁNDEZ-PACHECO (1915) sobre la Geología y la Paleontología de Palencia, donde ya define las unidades clásicas del sector central: "La Tierra de Campos", "Las Cuestas" y "El Páramo". También de interés es el estudio de F. HERNÁNDEZ-PACHECO (1930) que incluye la Geología y Paleontología del territorio de Valladolid.

Con posterioridad, se realizan una serie de cartografías importantes como la de AEROSERVICE LTD (1967), a escala 1:250.000, de la Cuenca del Duero y la de GARCÍA ABAD y REY SALGADO (1973), a escala 1:50.000, del Mioceno y Cuaternario de la provincia de Valladolid.

Más tarde, PÉREZ-GONZÁLEZ (1979) estudia el Cuaternario del sector central de la Cuenca del Duero y determina las características geomorfológicas del mismo. Otros autores como DANTÍN CERECEDA (1931), MACAU (1960) PLANS (1970), GUTIÉRREZ ELORZA y PORTERO (1982), MOLINA y ARMENTEROS (1986), etc., dedican su esfuerzo a aspectos morfológicos concretos como: áreas endorreicas, arenas eólicas, cerros testigo, paleovertientes o superficies poligénicas.

Finalmente, la realización del Mapa del Cuaternario de España, a escala 1:1.000.000, junto con la cartografía de las hojas geológicas del Plan MAGNA, próximas a ésta, han servido de gran ayuda para la confección de la cartografía.

5.3. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO

En este apartado se tiene en cuenta el relieve desde un punto de vista estático pero siempre considerando dos aspectos, uno endógeno y otro exógeno. El primero se refiere a la morfoestructura y el segundo, al modelado.

5.3.1. Estudio morfoestructural

Se trata de establecer aquí las relaciones que existen entre el relieve y la arquitectura geológica, es decir, dados unos materiales y una determinada disposición de los mismos, cuál es el resultado después de su exposición a los agentes externos.

Es conveniente, entonces, situar la zona en un contexto más amplio y, concretamente, la hoja a estudiar pertenece al sector suroccidental de la Cuenca del Duero. Como ya se ha indicado en el apartado anterior, el límite sur lo constituyen las Sierras de Ávila y Gredos, pertenecientes al Sistema Central, y el norte, el sector central de la cuenca. Lateralmente se sitúa entre los ríos Tormes y Voltoya, pero tectónicamente lo hace entre dos grandes accidentes que son las fallas de Alba-Villoria, al oeste y Santa María la Real de Nieva al este, limitando un bloque con características propias.

El contacto entre el relleno terciario y el zócalo hercínico es lobulado, constituido por entrantes NE-SO (fosas de Peñaranda-Alba y Muñico) y salientes (umbrales de Cardeñosa y Mirueña), (PÉREZ-GONZÁLEZ *et al.*, 1982).

En este sector en el que la litología es mayoritariamente de carácter detrítico, constituida por areniscas y conglomerados del Eoceno y fangos arcósicos, arcosas finas y gravas cuarcíticas del Mioceno, es natural que sean los niveles más cementados o los de textura más grosera los que marquen las pautas del modelado. Así, en el Mioceno, los niveles de gravas cuarcíticas que aparecen en el tercio oriental de la hoja, dan lugar a una serie de plataformas de diverso desarrollo, que se escalonan desde las divisorias hacia los valles y a su vez hacia el río Duero, en continuidad con los niveles de la hoja de Madrigal de las Altas Torres (nº 454). La superficie del Guareña, constituida por unas gravas rojas cementadas que cubren una intensa alteración, aunque pertenece a las formas poligénicas, se menciona en este apartado porque da lugar a una amplia plataforma, de morfología plana, ligeramente inclinada hacia el río Guareña, en ambas márgenes. Esta plataforma se conserva por la cementación carbonatada y por el nivel de gravas superior.

Además de los replanos estructurales, se han representado todos los escarpes, según la normativa MAGNA. En su mayoría, se trata de escarpes desarrollados en sedimentos horizontales o subhorizontales, siempre inferiores a 100 m, aunque lo normal es que no superen los 30 m. Por lo general están bastante bien conservados, tanto los replanos como los escarpes y en el caso de no ser así, la simbología aparece con trazos discontinuos.

También hay que hablar en este apartado de la red de drenaje en su proceso de jerarquización y encajamiento durante el Cuaternario. La morfología, de tipo dendrítica, pero con tendencia a paralela y subparalela, indica una dirección general NE-SO a NNE-SSO para la mayoría de las divisorias y de los valles, definiendo la distribución de los principales volúmenes del relieve y su orientación. Un análisis detallado de la red, hace suponer una posible influencia de la tectónica en su trazado. La linealidad de algunos cauces, los cambios bruscos en los perfiles longitudinales de ríos y arroyos, la interacción con zonas endorreicas y la similar asimetría de numerosos valles, predisponen a considerar la presencia de movimientos recientes en la zona. En este sentido, PÉREZ-GONZÁLEZ *et al.* (1982) señalan que la disimetría se manifiesta en los valles, con la margen derecha más abrupta y escarpada, mientras que la izquierda es más tendida o presenta desarrollo de terrazas. Según estos autores, podría ser consecuencia tanto de los movimientos verticales, con hundimiento hacia el noreste, de los bloques, como también consecuencia de la orientación de las vertientes.

5.3.2. Estudio del modelado

En este apartado se enumeran y describen las diferentes formas generadas bajo la actuación de los agentes externos, ya sean de carácter zonal (climáticos) o azonal (fluviales, de gravedad, etc.). Tanto las formas denudativas como las acumulativas se describirán según los procesos que las han generado o según los sistemas morfogenéticos a los que pertenecen.

5.3.2.1. Formas de ladera

Están constituidas por aquellos depósitos coluvionares que tapizan la base de las vertientes y que se han originado por acción del agua y de la gravedad en el proceso de regularización de vertientes. Su morfología es muy característica porque dan lugar a bandas alargadas paralelas o subparalelas a los ríos y arroyos, estando, casi siempre, en contacto con el fondo de valle con los que suelen interdentar sus depósitos. Aparecen al pie de los replanos estructurales desarrollados sobre las plataformas de gravas y en los valles que inciden la superficie del Guareña. Los mejores ejemplos pueden encontrarse en toda la mitad este de la hoja y al nordeste de Cantalpino.

5.3.2.2. Formas fluviales

Dentro de este apartado se incluyen fondo de valle y conos de deyección, como formas asociadas a un depósito. Por el contrario, arroyada difusa, incisión, cárcavas, cabeceras de cárcavas, aristas, etc., constituyen las formas de erosión.

El fondo de valle aparecen ocupando las zonas topográficamente más bajas. Su forma en planta es alargada, de longitud variable, pero en general de largo desarrollo y con un trazado rectilíneo o sinuoso. Por lo general son muy estrechos, no superando nunca los 300 m. La linealidad de muchos cauces es coincidente en determinadas direcciones, destacando la franja NNE-SSO a NE-SO, subparalelo a la dirección de algunos accidentes importantes como las fallas de Alba-Villoria y Santa María la Real de Nieva-Logroño. Otra dirección importante es la S-N a la que se adaptan algunos tramos del río Mazores y pequeños arroyos de la red menor.

Otra de las formas a considerar son los conos de deyección que se forman cuando algunos cauces desembocan en otros de rango superior. Por lo general se presentan como formas aisladas, de pequeño tamaño y con una característica disposición en abanico. En la hoja de Cantalpino son muy escasos, de pequeño tamaño y la mayoría de ellos se localizan en los valles de los ríos Mazores y Poveda.

Por lo que respecta a las formas erosivas, la variedad es algo mayor. En primer lugar hay que destacar una cierta actividad incisiva en el valle del río Guareña, donde en algunos tramos se pueden observar taludes escarpados. También al sur de la hoja, en los alrededores de Villoruela, se dan algunos procesos de incisión vertical y acarcavamientos. La actividad erosiva de la red es bastante más suave en el resto de la hoja, con algunas manifestaciones de arroyada difusa en las cabeceras de arroyos menores. También hay pequeñas aristas en interfluvios muy localizados.

5.3.3. Formas lacustres

Son muy numerosas y aparecen por toda la superficie de la hoja. Se trata de áreas ligeramente deprimidas y con drenaje deficiente. Cuando son de pequeño tamaño, adoptan formas redondeadas o elípticas, pero cuando su extensión alcanza mayores proporciones, su morfología es aleatoria y poco definida. Este hecho se debe a que se relacionan con los ríos

y arroyos que discurren por las áreas más bajas, de topografía prácticamente plana, donde las aguas circulan difícilmente, dando lugar a su retención y estancamiento. En este sentido, los ejemplos más llamativos aparecen en relación con los ríos Mazores y Poveda, donde el endorreísmo se desarrolla ampliamente.

La mayor parte de las lagunas, al menos las de mayores dimensiones, tienen una serie de emisarios que las alimentan, pero en épocas de estiaje suelen estar totalmente desecadas.

5.3.4. Formas eólicas

Las formas eólicas son frecuentes en los sectores central y centro-meridional de la Cuenca del Duero, principalmente en las provincias de Segovia, Valladolid y Salamanca. El conjunto de estas morfologías, indica una actividad eólica relativamente constante, al menos durante el Pleistoceno y el Holoceno y han sido ya motivo de estudio en el siglo pasado (CASIANO DE PRADO, 1854; CORTÁZAR, 1890). En época reciente, diversos autores han cartografiado y estudiado algunas áreas de distribución de estos arenales, tales como LEGUEY (1971), LEGUEY y RODRÍGUEZ (1972) y ALCALÁ DEL OLMO (1972, 1974). Este último autor aporta numerosos datos acerca de las características texturales y mineralógicas de estos sedimentos. PÉREZ-GONZÁLEZ (1982), en la parte central de la Cuenca del Duero, encuentra manifestaciones antiguas y actuales de la acción eólica, señalando que los vientos procedentes del SO han dejado su huella sobre terrazas, superficies, cuestas y páramos, con un material derivado de los sustratos terciario y cuaternario inmediatos.

En la hoja de Cantalpino (nº 453), la presencia de sedimentos transportados por el viento es bastante notable. Las mayores acumulaciones se reconocen en el entorno de Cantalpino, Arabayona y El Pedroso de la Armuña. Otros afloramientos se encuentran al este de las localidades de Pajares de la Laguna y Pitiegua. En todos estos casos se trata de arenas eólicas sin geometrías definidas, ya sea porque no han llegado a formarse o porque han sido desmanteladas. En cualquier caso mantienen una estrecha relación con las formas endorreicas y semiendorreicas con las que se entrelazan. Existe también otro tipo de depósitos, en los parajes de Cañada y Carranueva, consistente en un pequeño campo de dunas parabólicas que mantienen bastante conservada su morfología.

Por otra parte y también consecuencia de la actividad eólica, se observan algunas depresiones de formas redondeadas u ovaladas (cubetas de deflacción) que favorecen la acumulación de agua en su fondo y por tanto, la formación de lagunas de carácter estacional. También es frecuente la presencia de cantos facetados o ventifactos.

5.3.5. Formas poligénicas

Las formas poligénicas son aquellas que han sufrido más de un proceso para en formación. En la hoja de Cantalpino se han diferenciado, dentro de este grupo, tres morfologías diferentes y todas ellas tienen un depósito asociado.

La primera corresponde a los aluviales-coluviales. Se desarrollan en áreas deprimidas, relacionadas con la red de drenaje, donde además del material fluvial, hay aporte de las

laderas, de manera que no siempre es fácil separar uno de otro. También son frecuentes en zonas de cabecera, donde los drenajes no están todavía bien definidos. Aparecen en el sector meridional de la hoja y no alcanzan un gran desarrollo.

También se han reconocidos depósitos de glacis, al norte de la hoja, entre Cañizal y Olmo de la Guareña. Son formas de medianas dimensiones, desarrolladas a partir de la superficie del Guareña, de la que se alimentan. Se trata de glacis de cobertera que llevan asociado un depósito poco potente, de morfología plana y escasa pendiente hacia el valle del río Guareña. Su origen es mixto entre los procesos de gravedad y los de arroyada.

Finalmente, la superficie del Guareña de la que sólo se ha representado la morfología superficial, es decir la superficie expuesta, ya que el depósito se incluye y se describe con más detalle en el capítulo correspondiente a la geología. A grandes rasgos, es un nivel de gravas el que da lugar a esa gran planicie y que se instala sobre una alteración en la que se reconocen procesos de rubefacción y encostramiento carbonatado. La superficie afecta tanto al Eoceno como al Mioceno inferior y se encuentra ligeramente inclinada hacia el río Guareña, tanto a un lado como al otro del mismo. Aparte de esta inclinación, el estado de conservación de la misma es bastante bueno y sólo hacia el suroeste de la hoja aparece algo erosionada, disgregándose en retazos dispersos. Sobre ella, al oeste, se instalan las arcosas y fangos arcósicos del Mioceno.

5.4. FORMACIONES SUPERFICIALES

Las formaciones superficiales de la hoja coinciden, en su totalidad, con los depósitos cuaternarios. Deben tratarse por un doble motivo, primero porque dan una información geomorfológica adicional y, segundo, porque definen formas propias y porque la caracterización de las mismas es de gran importancia, pues su conocimiento y localización son imprescindibles en muchas ramas de la Geología Aplicada.

A grandes rasgos y teniendo en cuenta las numerosas definiciones existentes, según los especialistas o el uso que de ellas hagan técnicos o planificadores, se consideran formaciones superficiales todos aquellos materiales coherentes o no, pero que ha podido sufrir una consolidación posterior, y que están relacionados con la evolución del relieve observable en la actualidad.

Una síntesis relativa a estos conceptos es la realizada por GOY *et al.*, (1980) en la que señalan como rasgo más relevante su cartografiabilidad, añadiéndole una serie de atributos imprescindibles como son: geometría, textura, consolidación, espesor y, siempre que sea posible, cronología. Por considerar que se trata de una clasificación de carácter genético, estos depósitos se van a describir en orden a su origen.

<u>Las formaciones superficiales de ladera</u> están representadas por los coluviones que aparecen cubriendo parte de las vertientes. Si se tienen en cuenta los materiales de los que proceden, se pueden distinguir varios tipos de coluviones. Por un lado están los coluviones heredados de los fangos y de las arenas arcósicas, caracterizándose por una litología de carácter detrítico fino, sin apenas gravas. Se encuentran en el sector oeste. Por otro, al este, los

derivados de las plataformas de cantos y gravas, en los que encontramos abundante material grueso y matriz arenosa y finalmente, los que se forman a expensas de la Superficie del Guareña, constituidos por gravas cuarcíticas y liditícas con matriz arcillosa roja

Aunque la litología es diversa, las potencias son muy similares y no parecen sobrepasar los 2-3 m. El grado de compactación es escaso pero, en ocasiones, se observan algunas cementaciones puntuales como sucede en los coluviones derivados de la superficie del Guareña. Por lo que respecta a la edad, dada su posición y sus características texturales, se asignan al Holoceno, pero no se descarta que puedan llegar hasta el periodo actual.

Entre las formaciones superficiales de origen fluvial, los depósitos más destacables son el fondo de valle. Generalmente están constituidos por arenas y fangos arenosos o arcósicos con o sin gravas, dependiendo del aporte local que les corresponda. Si se alimentan de los materiales de las plataformas de gravas y cantos, el porcentaje de elementos gruesos será mayor, si lo hacen de los fangos arcósicos miocenos o de las arenas y areniscas eocenas, esos elementos estarán casi ausentes. Es de destacar la presencia de abundante materia orgánica en el fondo de valle debido, por un lado, a la topografía extremadamente llana del terreno y por otro, a la naturaleza fangoso-arenosa de los materiales que favorecen la formación de áreas de mal drenaje, incluso en algunos tramos de los cauces. Esto da como resultado que los suelos desarrollados sobre estos depósitos sean, a veces de carácter aluvial poco evolucionados y a veces suelos vérticos topomorfos de colores grises y negros. El espesor medio del fondo de valle varía entre 1 y 3 m. Su edad es considerada Holoceno - Actual por estar relacionados con la última etapa de la evolución cuaternaria.

Los conos de deyección son escasos y de pequeño tamaño y aunque no ha sido posible la observación de ningún perfil, por los datos de superficie y por su posición, puede deducirse que su litología y textura están en relación con el área madre de donde proceden sus aportes. Por ello, en función de su área madre, serán más o menos arenosos o con más o menos gravas. De todas maneras se trata de depósitos poco compactos cuya potencia y tamaño de grano disminuye desde la zona apical a la zona distal. Por su directa relación con el fondo de valle, la edad que se les ha atribuido es Holoceno.

Las formaciones superficiales de origen lacustre son aquellas que se originan en áreas de mal drenaje. En muchos casos se encuentran relacionados con zonas inundables próximas a los rios y arroyos que las atraviesan. La litología es limo-arcillosa con cierto contenido en arenas y una gran abundancia de materia orgánica. En algunas hojas del entorno se señala la presencia de arcillas montmorilloníticas, además de algunas sales solubles. Sobre los depósitos se desarrollan suelos grises y negros de carácter vértico con acusados rasgos de hidromorfismo. También es frecuente ver sobre la superficie de los mismos efluorescencias salinas de tonos blanquecinos debidas a la acumulación de sales en las épocas de estiaje. Dada su funcionalidad, en el presente, se les asigna una edad Holoceno-Actual.

Por lo que se refiere a las formaciones superficiales de carácter eólico, son bastante abundantes y ofrecen características litológicas definidas. Aunque por la morfología, se han diferenciado dos tipos de depósitos, la descripción textural es común a ambos por su similitud. Se trata de arenas, por lo general sueltas, con un escaso porcentaje de limo y

arcilla, no observándose elementos gruesos. En la mayor parte de los afloramientos no se observan estructuras sedimentarias, como sucede en las arenas que están en las proximidades de Pitiegua. Sin embargo, en el cordón de dunas que existe al sur de Pajares de la Laguna, hay varios perfiles en los que pueden reconocerse laminaciones cruzadas de bajo ángulo, algunas cicatrices debidas a pequeñas avalanchas, etc. La potencia, en este caso concreto puede llegar a tener hasta tres metros, aunque en otros casos no pasa de representar una ligera cobertera.

Las dunas eólicas conservan su morfología parabólica, aunque algo retocada y, por la orientación de sus brazos, se puede insinuar una dirección SO a SSO del viento. La edad de estos depósitos ya ha sido tratada por diversos autores, coincidiendo que el periodo más activo de los vientos se correspondería con el Pleistoceno medio-superior, aunque la actividad seguiría durante el Holoceno.

Finalmente se describen las formaciones superficiales de origen poligénico, de las que forman parte los aluviales-coluviales, los glacis y la superficie del Guareña. Los primeros están constituidos generalmente por arenas y limos arcillosos, con o sin gravas dependiendo de los aportes laterales. Su espesor puede variar entre 1 y 3 m y su edad es Holoceno.

Los glacis están formados por arenas limosas con cantos cuarcíticos y lidíticos, debido a que el material principal del que se alimentan procede de la superficie del Guareña. Los espesores máximos vistos no superan en ningún caso los 2 m de potencia. Se les asigna una edad Holoceno.

La superficie del Guareña no va a ser descrita en este apartado porque aparece reflejada con detalle, como ya se ha dicho con anterioridad en el apartado de Estratigrafía, pero por los materiales a los que afecta y por aquellos que la fosilizan, se le da una edad Mioceno inferior.

5.5. EVOLUCIÓN GEOMORFOLÓGICA

La evolución geomorfológica de esta zona hay que incluirla dentro de la evolución general de la Cuenca del Duero.

Ya en el Neógeno, la configuración de la Cuenca del Duero se hace muy parecida a la actual. En el Vallesiense superior comienza la sedimentación de la serie carbonatada del Páramo que termina en el Turoliense-Plioceno con las últimas manifestaciones endorreicas de la cuenca. La opinión más generalizada para esta etapa terminal del relleno es la de una estabilidad tectónica manifiesta (HERAIL, 1984; BERTRAND y BERTRAND, 1984; MARTÍN-SERRANO, 1988; LÓPEZ *et al.*, 1990; PINEDA, 1990; PINEDA y ARCE, 1990). La estabilidad queda patente al comprobar que los sediplanos de la cuenca se prolongan hacia el interior de los bordes montañosos a través de pedimentos bien desarrollados.

Con posterioridad al cierre del ciclo endorreico, se desarrollan sobre las calizas del Páramo una superficie poligénica que arrasa a los dos niveles paralelamente, prolongándose, como ya se ha dicho más arriba, hacia los marcos montañosos.

En un momento determinado de esta evolución y probablemente en relación con las primeras etapas del Cuaternario, finaliza la sedimentación endorreica y se inicia un proceso de exorreismo que, para algunos autores como HERNÁNDEZ-PACHECO (1932), se produce como consecuencia del basculamiento de la Meseta y, para otros se trata simplemente de la captura de la Depresión (MARTÍN-SERRANO, 1988). Este cambio tiene su representación en los depósitos de la "Raña" y otros similares que, a veces, se encajan morfológicamente en la última superficie del Páramo.

El vaciado fluvial también se produce por etapas como demuestran las amplias plataformas aluvionares, o terrazas, que se escalonan dando cada vez depósitos más estrechos, en bandas alargadas y paralelas a los cauces. Se trata del proceso de instalación y jerarquización de la red de drenaje. Las principales arterias y sus afluentes van desmantelando poco a poco grandes extensiones a medida que se produce el encajamiento.

Dentro de este esquema general, la hoja de Cantalpino se sitúa en el borde meridional de la cuenca, concretamente en el sector comprendido entre los ríos Tormes y Adaja. En este sector, el sustrato terciario es de naturaleza detrítica casi exclusivamente, y se depositó durante el Eoceno y el Mioceno inferior.

Ahora bien, durante el Mioceno inferior se produce un proceso de aplanamiento generalizado que afecta progresivamente a los materiales más antiguos del Terciario. En el caso concreto de la hoja secciona al Eoceno existente. Se trata de la superficie del Guareña, formada por gravas cuarcíticas y que da un gran replano estructural a el que se asocian una serie de procesos de alteración arcillosa y carbonatación. Este último proceso da como consecuencia un encostramiento que unido a la presencia de gravas a techo, le confiere a la superficie esa compacidad necesaria para su conservación en el paisaje. Esta superficie es equivalente a la superficie de Alaejos atribuida en la Hoja 427 (Medina del Campo) y probablemente esté también relacionada con la superficie del Valderaduey (MARTÍN-SERRANO, 1988a y MARTÍN-SERRANO *et al.*, 1989). A continuación tiene lugar la sedimentación de las arenas arcósicas y fangos del Mioceno inferior y el siguiente registro conservado pertenece ya al Cuaternario.

En este periodo, durante gran parte del Pleistoceno se observa un desplazamiento de los cauces hacia el este, originando una disimetría en todos los valles, con desarrollo de laderas más suaves en las márgenes izquierdas que en las derechas. Es curioso destacar que al norte del río Duero sucede al revés, apareciendo las laderas suaves en las orillas derechas y las escarpadas en las izquierdas. En este proceso de encajamiento, el modelado de los interfluvios está controlado por las diferencias litológicas, dentro del Terciario, de manera que los niveles de gravas cuarcíticas resaltan en el paisaje dando extensas plataformas escalonadas hacia los cauces y hacia el valle del río Duero con una orientación general SO-NE. En este sentido, también la superficie del Guareña ejerce influencia en la erosión, pues dada su compacidad, se conserva casi en su totalidad.

Durante el Holoceno, los depósitos coluvionares van tapizando las vertientes en el proceso de regularización. También en el Holoceno y debido a la suavidad de la topografía y a zonas de carácter impermeable, se produce un endorreísmo bastante desarrollado que muchas veces está relacionado con la red fluvial La ausencia de relieve hace que la escorrentía tenga dificultades en su concentración, difuminándose hasta dar lugar a áreas encharcadas. Estas áreas se desecan en épocas de estiaje y vuelven a llenarse en la temporada de lluvias. Estas manifestaciones ocupan una gran superficie, sobre todo en el sector centro-oriental.

Otro de los procesos significativos que contribuye a la definir la morfología local, es la acción eólica, muy presente en esta hoja, tanto por sus depósitos como por las cubetas de deflacción, de carácter erosivo. Según los diversos autores que con anterioridad han estudiado este proceso, el periodo de más actividad pertenece al Pleistoceno medio y superior, pero también durante el Holoceno se producen manifestaciones.

Por último, no hay que desechar la tesis de la existencia de movimientos tectónicos recientes, pues numerosos accidentes geográficos y fisiográficos se perfilan según direcciones ya conocidas. Estas direcciones parecen coincidir, sospechosamente, con las principales fracturas alpinas y con las tardihercínicas reactivadas. La linealidad de los cauces, los cambios bruscos en el perfil longitudinal y transversal de algunos ríos, las capturas, la distribución de las áreas endorreicas, la disimetría manifiesta de los valles y otros muchos aspectos, inducen a pensar en un control tectónico de dichos rasgos.

5.6. MORFODINÁMICA ACTUAL Y TENDENCIAS FUTURAS

En la Hoja no existen procesos morfodinámicos actuales de gran envergadura, sin embargo sí hay ciertas actividades de baja intensidad que pueden, a largo o medio plazo, producir pequeñas modificaciones en la morfología local y regional.

Los procesos de ladera, no tienen casi desarrollo. Su existencia no se ha señalado en el mapa geomorfológico debido a la escasa incidencia.

Por lo que respecta a los procesos fluviales, se reconoce una escasa actividad erosiva. La arroyada difusa actúa sobre los suaves relieves del Terciario detrítico, mientras que la incisión vertical lo hace sobre algunas laderas situadas al sur de la hoja. En ellas, el acarcavamiento y el retroceso de cabeceras van produciendo un lento retrotraimiento de las mismas

La formación de áreas endorreicas, incluso el agrandamiento de muchas de ellas, es un hecho que puede observarse en la actualidad. En las épocas en que las lluvias son abundantes, una parte importante de estos fondos se cubre de agua albergando una flora característica de zonas húmedas que contribuye con su actividad a crear las condiciones reductoras idóneas. En gran parte de los casos están asociadas al fondo de valle y sólo en ocasiones a las cubetas de deflacción modeladas por el viento.

Finalmente hay que hacer mención a los procesos de origen tectónico, puesto que un análisis detallado de la red de drenaje y la distribución del endorreismo hacen pensar en una posible influencia de la tectónica en su disposición. La linealidad de algunos cauces, los cambios bruscos en los perfiles longitudinales de ríos y arroyos y la similar asimetría de numerosos valles y la inclinación de la superficie del Guareña hacia el valle del río que lleva

el mismo nombre, predisponen a considerar la presencia de movimientos recientes en la zona.

A la vista de estos hechos, es fácil deducir una minima actividad de los diferentes procesos y la seguridad de que no se van a producir cambios importantes en un futuro inmediato.

6. HISTORIA GEOLÓGICA

La Historia Geológica de la Hoja de Cantalpino, como la del conjunto de la Cuenca del Duero, comienza a finales del Mesozoico.

Durante la mayor parte del Mesozoico, el Macizo Hespérico (que constituye los bordes meridional y occidental de la Cuenca, en las proximidades de la Hoja) representó un área emergida, con relieves poco importantes, y tectónicamente estable. La ausencia de sedimentación durante este período y la actuación de un clima tropical húmedo, dieron lugar a la formación de un importante manto de alteración laterítico sobre los metasedimentos y rocas ígneas del zócalo (MARTÍN-SERRANO, 1988). Al este, bajo la mitad oriental de la actual Cuenca del Duero, dominaban durante el Mesozoico ambientes marinos, en general de plataformas, relacionados con transgresiones y regresiones a partir del Tethys, el océano situado al este del Macizo Hespérico El máximo transgresivo acaeció durante el Cretácico superior, no sobrepasando los sedimentos marinos de esta edad hacia el oeste, aproximadamente, la línea León-Ávila, es decir, los alrededores nororientales y orientales de la Hoja.

En el tránsito Cretácico-Terciario, la desestabilización de las condiciones climáticas y tectónicas dio lugar al desmantelamiento de los perfiles de alteración heredados del Mesozoico. Sus relictos quedaron acumulados en las partes bajas de una paleotopografía irregular, que es la suma de erosión diferencial y de tectónica. Sobre el zócalo, el resultado fue una topografía rebajada, salpicada de relieves más resistentes (menos alterados, originalmente), y cuyo estadio final, después de una lenta evolución policíclica es la penillanura fundamental (MARTÍN-SERRANO, 1988).

Los primeros sistemas fluviales trenzados, constituidos a expensas de estos perfiles desmantelados, fosilizan progresivamente estos relieves, de tal forma que en el Paleoceno el paisaje estaba dominado por la planitud. Los sedimentos asignables a dichos sistemas fluviales constituyen las unidades denominadas en la literatura regional, como siderolíticas y silíceas (que constituyen las formaciones paleógenas basales, sobre el zócalo, en la zona de Salamanca-Zamora), y no afloran en la Hoja de Cantalpino.

Después, una nueva fragmentación del área (fase neolarámica?) cambia el entorno geográfico. Se crearon pequeños valles de origen tectónico de dirección N-S, y otros más importantes orientados NE-SO, que tienen su máxima expresión actual en la fosa de Ciudad Rodrigo, al suroeste de la Hoja, y probablemente también, en la falla de Alba-Villoria. Durante el Eoceno inferior y medio se desarrolló un paisaje fluvial que dio lugar a un importante registro sedimentario, fruto de sistemas de ríos inicialmente sinuosos y después trenzados, procedentes del oeste y dirigidos hacia el este, y con profusión de interrupciones sedimentarias. Ello se produjo según una tendencia climática hacia condiciones menos húmedas y la persistencia y/o aceleración de la actividad tectónica, hecho que puede quedar registrado en la sedimentación mediante encostramientos y ligeras disarmonías estratigráficas de carácter regional. Los sedimentos correlativos a estos sistemas fluviales eocenos, corresponden a las unidades 1 - 4, diferenciadas en la Hoja. Durante esta etapa paleógena, al oeste, sobre las zonas elevadas del zócalo, debió proseguir una lenta denudación, a la vez que se producía el encajamiento de la red hidrográfica.

El final del Paleógeno y el principio del Neógeno parecen enmarcarse en un significativo cambio de situación geodinámica, tal como lo sugeriría el carácter discordante y el cambio en la naturaleza de las formaciones correlativas.

Las primeras formaciones atribuidas al final del Paleógeno y/o al tránsito Paleógeno-Neógeno tienen un carácter marcadamente arcósico (unidad cartográfica 5), y son discordantes sobre el Paleógeno . Ello puede indicar un levantamiento del borde meridional de la Cuenca (Sistema Central) y/o la preponderancia de sistemas fluviales procedentes en ese momento del sur o suroeste, y dirigidos hacia el este-noreste.

En el inicio del Neógeno, el carácter nuevamente discordante, la naturaleza cuarcítico-lidítica y el color rojo de las formaciones correlativas (unidades cartográficas 6 y 7), indica que han cambiado, otra vez, el área fuente (en este momento, nuevamente, del Oeste) y también las condiciones climáticas. El cambio de área fuente puede deberse a una elevación, probablemente muy localizada, del borde occidental (constituido por Paleozoico poco metamórfico), quizá en relación con la reactivación de las fallas NE-SO, tales como las de la fosa de Ciudad Rodrigo, etc., durante la fase sávica/staírica?. Por otra parte, el color característicamente rojo de las formaciones indica un cambio a condiciones climáticas más secas, de tipo mediterráneo. Los sistemas fluviales, procedían, pues, del oeste, y se dirigían hacia el este-noreste

A continuación, ocurre un cambio del nivel de base, debido a una retracción del cuerpo lacustre principal de la Cuenca del Duero (localizado siempre hacia el este-noreste de la Hoja, según se ha ido viendo) y/o a la elevación de la zona de estudio. Este nuevo nivel de base, a menor cota que el existente anteriormente, determina la creación de la superficie del Guareña-Alaejos, labrada sobre todo lo anterior, y probablemente arrancando de relieves tallados en las formaciones rojas del Mioceno inferior (unidades 6 y 7), en el oeste de la Hoja. La alteración, así como el canturral que recubren esta superficie (unidades cartográficas 6 y 7), son también característicamente rojos, lo que indica la persistencia de las condiciones climáticas apuntadas anteriormente.

Tras el depósito del mencionado canturral, ocurre un rejuego profundo de la falla de Alba-Villoria, manifestado por la inclinación monoclinal que presentan todas las unidades hasta la superficie de Alaejos, incluida. Este rejuego puede estar relacionado con la tectónica asociada a la unidad superior, arcósica, como se indica a continuación.

Después, la disposición de materiales arcósicos (unidades cartográficas 10-13) sobre la superficie del Guareña y sus formaciones asociadas, indica un nuevo cambio de las condiciones paleogeográfico-sedimentarias, respecto a las anteriores. La procedencia sur o suroccidental de estos materiales probablemente está relacionada con un nuevo levantamiento del borde meridional, asociado también a una nueva elevación del nivel de base; esta elevación quizá es debida a una expansión del cuerpo lacustre central de la Cuenca, localizado en este momento (Mioceno inferior, aún) a partir de Valladolid y hacia el este: facies Dueñas. Este cuerpo lacustre probablemente no era exclusivo de la Cuenca del Duero sino que se extendía más al noreste, por el pasillo de La Bureba y comprendía, probablemente, gran parte de la Cuenca del Ebro.

Los depósitos arcósicos del Mioceno inferior son, pues, las formaciones terciarias más recientes, conservadas en la zona. Probablemente, inmediatamente después del depósito de estas unidades arcósicas, cambian por primera vez desde el inicio del Terciario, las condiciones de sedimentación de endorreicas (hacia cuerpos lacustres situados al este-noreste) a exorreicas (hacia el Atlántico). En la Hoja de Cantalpino y alrededores, es la irrupción de la red del Tormes, por erosión remontante desde la zona de Los Arribes, la que causa dicho cambio, al cortar, muy en cabecera, los aportes arcósicos.

Fuera de la Hoja, las condiciones endorreicas deben, no obstante, proseguir durante el Mioceno medio y superior, en zonas más centrales y nororientales de la Cuenca del Duero. En esas zonas, durante el Mioceno medio existe una sedimentación fluvial procedente del norte y oeste (facies ocre de Tierra de Campos s.s.) que en gran parte de la Cuenca se presenta en facies de llanura de inundación, con abundante desarrollo de procesos edáficos. Los datos de paleocorrientes indican que los aparatos fluviales desaguaban hacia el surco Ebro-Rioja. Ello obedece a una probable retracción hacia el este del cuerpo lacustre indicado anteriormente para el Mioceno inferior (Facies Dueñas), cuyos límites no llegan, en el Mioceno medio, a la actual Cuenca del Duero.

Aproximadamente en el límite Mioceno medio–Mioceno superior se interrumpe la conexión entre las Cuencas del Duero y del Ebro, instaurándose a partir de ese momento una sedimentación lacustre (Facies Cuestas) en la parte centro-oriental de la Cuenca del Duero. Esta sedimentación lacustre es alimentada sobre todo desde el norte, noroeste y oeste de la Cuenca mediante las Facies ocres de La Serna, también fluviales y de llanura de inundación. La sedimentación lacustre (Facies Cuestas) se hace progresivamente expansiva, y culmina, en el fin del Mioceno superior, con el depósito fundamentalmente lacustre de las Calizas de los Páramos.

Las Calizas de los Páramos suponen el final del relleno endorreico de la Cuenca del Duero. Sobre ellas se desarrollan, en el Mioceno terminal o ya en el Plioceno, importantes fenómenos de edafización y karstificación, en condiciones de estabilidad tectónica en los márgenes de la Cuenca, y en relación con los procesos de vaciado erosivo de la Cuenca que se describen a continuación.

Así pues, en el Mioceno superior, o quizá ya en los inicios del Plioceno, las condiciones endorreicas cesan definitivamente en todo el ámbito de la Cuenca del Duero, debido a que la erosión remontante de la red hidrográfica atlántica llega a contactar con los bordes orientales de la Cuenca. Desde entonces, toda la pila sedimentaria terciaria está sometida a vaciado erosivo, en relación con el progresivo encajamiento en ella de la red fluvial. El encajamiento, no obstante, no es continuo sino que tiene etapas de estabilidad, marcadas por los sucesivos niveles de terrazas fluviales.

7. GEOLOGÍA ECONÓMICA

7 1. RECURSOS MINERALES

Además de los datos de campo encontrados durante la realización cartográfica de la presente Hoja, para la realización del capítulo de geología económica de la misma se ha consultado:

- El mapa Geológico-Minero de Castilla y León. Escala 1:400.000.
- Mapa de Rocas Industriales. Hoja 37 (Salamanca). Escala 1:200.000.
- Visitas realizadas a las Delegaciones Territoriales de Industria, Comercio y Turismo, Sección de Minas de Salamanca y Zamora.

No existen indicios de minerales metálicos ni energéticos en el ámbito de la Hoja de Cantalpino. En la Consejería de Industria de la Junta de Castilla y León tampoco existen datos relacionados con investigaciones de los mismos. La única actividad minera detectada en la Hoja de Cantalpino corresponde a la investigación y explotación de rocas industriales y ornamentales.

La explotación de rocas industriales en la Hoja, se reduce a la explotación temporal de arcillas y areniscas que es utilizada para piedra de sillería de consumo local; en la actualidad las labores visitadas se encuentran inactivas.

En el apartado de rocas ornamentales cabe destacar las "Areniscas de Villamayor" también llamada "piedra franca", cuyos principales yacimientos se encuentran próximos a Salamanca, en Villamayor. Salamanca debe gran parte de su belleza monumental a estar construida con este material, de tonos dorados tras su exposición a la intemperie. En la Hoja, se encuentran litologías semejantes a las areniscas de Villamayor en la unidad cartográfica 2.

Nº	Nº ind. Mapa G y M. de C-L	Localizado en trabajo de campo	Registrado en sección de minas	Coordenadas U.T.M.		Sustancia	Término municipal (Provincia)	Observaciones
				X	Y			
1 (280)	4920	Sí	No	304.400	4.555.850	Arn.	Vallesa de Guareña (Zamora)	Arenisca de Villamayor
2 (269)	4504	Sí	No	312.150	4 550 050	Arc.	Villaflores (Salamanca)	Formación Tierra de Campos (42), inactiva
3 (288)	4922	Sí	No	291.400	4 545.300	Arn.	Cabezabellosa de la calzada (Salamanca)	Arenisca de Villamayor explotación temporal
4 (287)	4923	No	No	291.800	4.543.800	Arn.	Aldearrubia (Salamanca)	Arenisca de Villamayor, gran cantera activa temporalmente
5 (192)	-	Sí	No	307.050	4 559.400	Ars	Olmo de Guareña (Zamora)	Arenas y arcillas arcósicas, labores de investigación inactiva
6	-	Sí	No	307.750	4.559.000	Ars.	Tarazona de Guareña (Zamora)	Arenas y gravas, explotación temporal
7	-	Sí	No	312.500	4.554.400	Ars.	Villaflores (Salamanca)	Arenas y gravas, explotación temporal
8 (270)	-	Sí	No	312.800	4.550.200	Arn., Ars.	Villaflores (Salamanca)	Piedra de sillería local, arenas y arcillas del terciario, indicio inactivo
9	-	Sí	No	308.750	4 549 050	Arn.	Cantalpino (Salamanca)	Piedra de Sillería local tipo Arenisca de Villamayor, indicio inactivo
10	-	Sí	No	298.700	4.552.350	Arn.	El Pedroso de la Armuña (Salamanca)	Piedra de Sillería local tipo Arenisca de Villamayor, indicio inactivo
11		Sí	Sí	300 250	4 546 750	Arn	Arabayona (Salamanca)	Piedra de Sillería local, tipo areniscas de Villamayor permiso de investigación
12 (287)	-	Sí	No	292.600	4.543.650	Arn.	Aldearrubia (Salamanca)	Areniscas Inactiva
13	-	Sí	No	294 700	4 542.200	Arn	Babilafuente (Salamanca)	Areniscas. Inactiva

En la Tabla I se presentan los indicios mineros localizados en la Hoja 1:50.000 Nº 453.

Nota: En la columna Nº , se indica el nº de referencia en el Mapa de Rocas Industriales, E. 1:200.000, Hoja 37 (Salamanca).

7.2. HIDROGEOLOGÍA

En el presente apartado se describe la hidrogeología de la Hoja, haciéndose referencia a las Unidades Hidrogeológicas presentes en la misma y a su funcionamiento en el contexto de la Cuenca. Asimismo se dan indicaciones sobre la climatología e hidrología de superficie. También se describen las características hidrogeológicas de los materiales diferenciados (en función de su permeabilidad) en el esquema Hidrogeológico a escala 1: 200.000, incorporado en el Mapa Geológico (algunos de los distintos términos hidrogeológicos representados en el esquema agrupan varios niveles o facies de la columna cronoestratigráfica del Mapa Geológico). Por último, se han recopilado en la Tabla II los puntos de agua existentes en la zona, con las características principales de los mismos.

7.2.1. Antecedentes sobre las investigaciones hidrogeológicas en la Cuenca del Duero

La Planificación Hidráulica, en España, se inició con el *Plan Nacional de Obras Hidráulicas* de 1902 (Plan Gasset), en el que se trataban todos los problemas hidráulicos, de forma general. Surge una nueva etapa con la creación de las Confederaciones Hidrográficas, creándose en 1927 la *Confederación Hidrográfica del Duero*. Desde este momento, se contempla la Cuenca Hidrográfica, como una unidad para el estudio, planificación, construcción y explotación de los recursos hidráulicos.

Posteriormente, es en el año 1979, cuando mediante un Real Decreto da comienzo la realización de los *Planes Hidrológicos*, con los datos disponibles en la Confederación Hidrográfica correspondiente y otros organismos. En el caso de la Cuenca del Duero, el IGME es el organismo encargado de realizar el *Plan Nacional de Investigación de Aguas Subterráneas de la Cuenca del Duero* (*P.I.A.S.- Duero*, 1980).

En agosto de 1985 se publica en el BOE la *Ley 29/85 de Aguas*, con la que se abre una nueva etapa en la Planificación Hidrológica. En abril de 1986, también se publica en el BOE el Real Decreto por el que se aprueba el *Reglamento del Dominio Público Hidráulico*. Posteriormente, en agosto de 1988 se publica el Real Decreto por el cual se aprueba *el Reglamento de Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica*, orientando las acciones hacia el aprovechamiento conjunto de los recursos superficiales y subterráneos. Con este fin, se realiza en julio de 1988 el proyecto de *Delimitación de las Unidades Hidrogeológicas del Territorio Peninsular e Islas Baleares y Síntesis de sus características*, por el SGOP. Este organismo, ya había realizado varios proyectos de recopilación y síntesis de recursos hidráulicos en las cuencas del Arlanzón (1976) y Esgueva (1977).

7.2.2. Climatología e hidrología superficial

La Hoja de Cantalpino se localiza al nordeste de la provincia de Salamanca, y en la zona suroeste de la Cuenca del Duero. Debido a su posición geográfica, con altitudes entre 700 y 800 m, se encuentra situada dentro de la banda de clima Mediterráneo templado, siendo los valores medios de sus variables climáticas los siguientes: la temperatura media anual oscila entre 11 y 13° C, los valores de precipitación media anual están comprendidos entre

300 y 500 mm, la evapotranspiración media en la zona varía entre 700 y 800 mm, valores que son frecuentes como media en toda la Cuenca del Duero. En cuanto al régimen de humedad, la duración, intensidad y situación estacional del período seco, la zona de estudio se puede clasificar de Mediterráneo seco.

Los principales cursos de agua de carácter permanente son: el río Guareña y por su margen derecha el río Mazores; con su afluente por la margen izquierda del arroyo Riolobos. El río Guareña discurre con dirección oeste- este, con la incorporación del río Mazores por la margen izquierda desde el sureste, hacia el noroeste. A su vez, este río recibe las aguas del arroyo Riolobos, que procede del sur Por el extremo sur de la Hoja, atraviesa parte del Canal de Villoria, en Villoruela, y al sur de Riolobos, se encuentra el Trasvase y Azud de Riolobos, a una cota de 838 m.

7.2.3. Localización y funcionamiento hidrogeológico

Según la clasificación de zonas hidrológica establecida en el Plan Hidrológico del Duero y que responde a un criterio de evaluación de recursos hidráulicos, la Hoja de Cantalpino se encuentra dentro de la Zona VI, y dentro de esta zona, en la cuenca 33, río Guareña.

Según la "Delimitación de las unidades hidrogeológicas del territorio peninsular e Islas Baleares y síntesis de sus características" (DGOH-IGME, 1988), la Hoja encuentra dentro de la unidad hidrogeológica, U.H. 02.17 Región de Los Arenales.

Debido a la gran explotación que se realiza en la zona de las aguas subterráneas, se considera una de las unidades más importantes dentro de la Cuenca. La superficie total de la unidad en la Cuenca es de 7.754,4 km^2.

Corresponde a un acuífero profundo, constituido litológicamente por arcosas y fangos arcósicos fundamentalmente de la Facies Pedraja del Portillo (unidad cartográfica 11), aunque no cabe excluir la existencia, en profundidad, de la Facies de Villalba de Adaja, también arcósica.

En conjunto, la recarga se produce por infiltración del agua de lluvia, y en menor medida por infiltración desde los ríos, por retorno de riegos y aportación subterránea desde unidades colindantes. La descarga se produce hacia el río Duero, con dirección sureste-noroeste, aunque se observan conos en la zona central-sur, por las extracciones para regadíos y abastecimiento.

El resultado del balance que indica el funcionamiento hidrogeológico de la zona es el siguiente: las entradas se realizan mediante lluvia directa (100-290 hm^3/año), retornos de riego (48 hm^3/año), y recargas laterales de otras unidades (10-15 hm^3/año). Las salidas se producen principalmente por bombeos (187 hm^3/ año), y en menor proporción por escorrentía superficial (50-65 hm^3/año).

Como se comento anteriormente, el principal uso del agua es agrícola, ascendiendo a la cantidad de 169,9 hm^3/año, en menor cuantía se utiliza para abastecimiento urbano 14,8 hm^3/año, para uso industrial 0,5 hm^3/año, y por último para usos pecuarios 1,7 hm^3/año.

Respecto a los parámetros hidrogeológicos, se han obtenido unos valores de transmisividad de 25 a 250 m^2/día y unos caudales específicos de 0,6 a 1,2 l/s/m. Sobre coeficientes de almacenamiento no se tienen datos disponibles. La piezometría medida en abril de 1994, indica cotas que varían de 960 m.s.n.m. desde los bordes de la Cuenca, a 624 m.s.n.m., cerca del Duero. La zona central de la unidad se considera sobreexplotada.

Datos más recientes, de abril de 1999, indican valores comprendidos entre 675 y 700 m.s.n.m., para la piezometría superficial - con datos de sondeos de profundidad inferior a 150 m-; y por otro lado, sobre los 700 m.s.n.m., para la piezometría deducida de los sondeos con profundidad superior a los 150 m. En abril de 1999 la piezometría se encontraba entre 762 y 799 m.s.n.m. (en los sondeos 1518 4 128, y 1518 8 164, ambos de más de 150 m de profundidad).

Respecto a la calidad de las aguas subterráneas, se consideran facies hidroquímicas tipo bicarbonatada cálcico-magnésica, bicarbonatada cálcico-sódica y sulfatada. La conductividad oscila desde 54 a 4.051 µ/cm, siendo el valor medio 675 µ/cm. El contenido en nitratos varía entre 0 y 209 mg/l, teniendo un valor medio de 30 mg/l.

Se considera apta para el consumo humano, aunque hay excepciones. Según la clasificación de las aguas para riego del U.S. Salinity Laboratory Staff, las aguas subterráneas de esta unidad son: C1S1, aguas de baja salinidad y bajas en sodio; C2S1, aguas de salinidad media y bajo contenido en sodio; C2S2, aguas de salinidad media y contenido en sodio medio; C3S2, aguas altamente salinas y contenido medio en sodio y por último, C3S3, aguas altamente salinas y con alto contenido en sodio, que precisan suelos con buen drenaje, lavados intensos y adiciones de materia orgánica para no alcanzar un límite de toxicidad en sodio intercambiable.

7.2.4. Cartografía hidrogeológica

Para la definición de las unidades hidrogeológicas se ha realizado una simplificación y unificación de términos geológicos, pasando de 21 términos geológicos a 8 unidades cartográficas hidrogeológicas.

Los primeros cinco términos corresponden a materiales terciarios. Los materiales terciarios presentan una permeabilidad media, por porosidad intergranular; estando compuestos principalmente por facies de carácter detrítico: arcosas con niveles de gravas y fangos arcósicos, con niveles de arcosas gruesas, de la facies Pedraja de Portillo. En el borde sur y suroeste de la Hoja afloran materiales paleógenos, caracterizados con permeabilidad alta, debido a su composición microconglomerática y de areniscosa. El conjunto de todos estos materiales componen un acuífero multicapa, heterogéneo y anisótropo, en la zona sur de la Cuenca.

Los materiales correspondientes al Pleistoceno y Holoceno, están definidos desde el término 6 al 8. No existen desarrollados sistemas de terrazas o grandes aluviales, tan sólo destacar arenas cuarcíferas bien seleccionadas, que tienen su origen en dunas y mantos eólicos, situados al sur de Pajares de Laguna.

7.2.5. Inventario de puntos de agua

Se tienen registrados un total de 10 puntos de agua. Según su naturaleza, el 70% ellos son sondeos, con más de 100 m de profundidad, incluso alguno llega a superar los 200 m. El uso más frecuente es la agricultura, al que se dedican el 70% de los puntos, y el resto (30%) se utiliza para el abastecimiento.

Nº PUNTO DE AGUA	MUNICIPIO	PROVINCIA	NATURALEZA	PROFUNDIDAD	NIVEL PIEZOMÉTRICO (m.s.n.m.)/Ab-94	NIVEL PIEZOMÉTRICO (m.s.n.m.)/Mar-99	USO
14181125	La Orbada	Salamanca	Sondeo	50	813.00	814.50	Agricultura
14182126	Pedroso de la Almuña	Salamanca	Sondeo	100	789.60	794.40	Agricultura
14182247	Cañizal	Zamora	Sondeo	9	797.00		Abastecimiento
1418248	Cañizal	Zamora	Sondeo	120	780.00		Abastecimiento
14183127	Cantalpino	Salamanca	Sondeo	150	777.10	762.15	Agricultura
14184128	Tarazona de Guareña	Salamanca	Sondeo	100	781.00	779.50	Agricultura
14187147	Cantalpino	Salamanca	Sondeo	120	822.50	822.70	Agricultura
14187148	Poveda de las Cintas	Salamanca	Sondeo	114	760.00	745.70	Agricultura
14187256	Cantalpino	Salamanca	Sondeo	13.5	841.00		Abastecimiento
14188164	Zorita de la Frontera	Salamanca	Sondeo	214	801.30	799.15	Agricultura

Tabla II: Resumen del inventario de Puntos de Agua de la Hoja de Cantalpino

La máxima densidad de puntos de agua se encuentra en la facies arcósica de Pedraja de Portillo; situándose, por tanto, en la mitad oriental de la Hoja. En la siguiente tabla se describen las principales características de estos puntos de agua: número de identificación del punto, municipio, provincia, naturaleza, profundidad, niveles piezométricos de campañas realizadas en abril de 1994 y marzo de 1999, y por último, uso del agua.

8. PATRIMONIO NATURAL GEOLÓGICO

En la Hoja de Cantalpino se han seleccionado un total de seis Puntos de Interés Geológico (PIG) de temáticas estratigráfica, tectónica y geomorfológica.

A continuación se describen los puntos seleccionados.

PIG 453-1

Se sitúa en la parte nordeste de la Hoja, al este de la localidad de Olmo de la Guareña, en el valle del río Mazores, y más concretamente en el paraje de *Las Obispalías*. Está constituido por un llamativo escarpe, en materiales paleógenos estratificados en gruesos bancos. El escarpe, muy vertical, tiene unos 20 a 25 m de altura media y más de 2000 m de longitud.

El río discurre en dirección general NO-SE y sentido NO. El perfil transversal del río es de gran asimetría, con la margen derecha (norte) de fuerte pendiente y la izquierda (sur) de baja pendiente.

PIG 453-2

Está situado en la parte centro-noroeste de la Hoja, al este de la localidad de Espino de la Orbada, más concretamente en el paraje denominado *Cuernos,* en la margen izquierda del río Guareña. Corresponde a un escarpe de afloramientos del Paleógeno areniscoso-conglomerático, afectados por la alteración rojiza que marca, a techo de dichos afloramientos, la superficie del Guareña. Esta superficie se presenta remarcada por una formación de cantos cuarcíticos. El escarpe tiene una altura máxima de 15 m.

PIG 453-3

Está situado en el extremo occidental de la Hoja, inmediatamente al sur de la localidad de Pajares de la Laguna, y más concretamente en una vía de servicio de la autovía E-80 (PK 220,5). Corresponde a un talud donde afloran arenas arcósicas finas y medias con laminaciones paralelas. Se trata de arenas de la Facies Pedraja del Portillo, con remoción eólica.

PIG 453-4

Este punto se encuentra en la parte central de la Hoja, al noreste de Cantalpino. Desde este punto se tiene una muy buena panorámica de la Superficie del Guareña, ya que se localiza en el borde suroriental de la misma.

PIG 453-5

Este punto corresponde a un afloramiento de materiales arenoso-arcósicos con niveles de gravas (Facies Carrascal, unidad cartográfica 5), buzando unos 12° al SE. El punto está

situado en una trinchera excavada por la rasante de la carretera Cantalpino-Peñaranda de Bracamonte (P.K.71,8), al sureste de la primera de ambas localidades.

Constituye el mejor corte de la Hoja para la observación de las características estratigráficas y sedimentológicas de dicha facies. Además, la inclinación que presentan estos niveles es debido a la proximidad de la falla de Alba-Villoria, de dirección SSO-NNE, que marca, de esta manera, una flexura en los mismos.

PIG 453-6

El punto seleccionado se sitúa en las proximidades de la localidad de Villoruela, cerca del borde meridional de la Hoja. Corresponde a un afloramiento producido por la excavación de la carretera Villoruela-Arabayona.

En el afloramiento se aprecian características estratigráficas y sedimentológicas de las Areniscas de Aldearrubia, del Paleógeno. Se trata de arenas de finas a gruesa estructuradas en estratificaciones cruzadas planares y festoneadas, formando barras de tipo fluvial.

9. BIBLIOGRAFÍA

AEROSERVICE LTD. (1967). "Mapa Geológico de la Cuenca del Duero. Escala 1:250.000". *Instituto Nacional Colonización e IGME.*

ÁGUEDA, J.A., COLMENERO, J.R.; SÁNCHEZ DE LA TORRE, L.M.; GOY, J.L. y ZAZO, C. (1980). "Mapa Geológico de España a escala. 1:50.000, (MAGNA)". *Hoja nº 480 ,Fontiveros.* IGME.

AGUIRRE, E. (1975). "División estratigráfica del Neógeno Continental" *Est. Geol.*, 31, 587-595.

AGUIRRE, E. (1989). "El límite inferior del Pleistoceno" *En: Mapa del Cuaternario de España.* ITGE, 87-94.

AGUIRRE, E.; DÍAZ MOLINA, M. y PÉREZ-GONZÁLEZ, A. (1976). "Datos paleomastológicos y fases tectónicas en el Neógeno de la Meseta Central española". *Trabajos sobre Neógeno–Cuaternario. Museo de Ciencias Naturales* (CSIC), Madrid. 5; 7-29.

AGUIRRE, E.; MOLINA, E., PÉREZ-GONZÁLEZ, A. y ZAZO, C. (1972). "The Pliocene-Pleistocene boundary in Spain". *Int. Coll. on the problem: The boundary between Neogene and Quaternary. INQUA-IUGS,* 117-123.

ALBERDI, M. T. (1972). "El género Hipparion en España. Nuevas formas de Castilla y Andalucía. Revisión e Historia evolutiva". *Tesis doctoral.* Universidad Complutense de Madrid.

ALBERDI, M. T. (1974) "Las faunas de Hipparion de los yacimientos españoles". *Est. Geol.*, 30 (2-3), 189-212.

ALBERDI, M.T. y AGUIRRE, E. (1970). "Adiciones a los Mastodontes del Terciario español". *Est.. Geol.*, 26; 401-415.

ALCALÁ DEL OLMO, L. (1972). "Estudio sedimentológico de los arenales de Cuéllar (Segovia)". *Est. Geol.*, 28 (4-5), 345-359.

ALCALÁ DEL OLMO, L. (1975). "Estudio edáfico-sedimentológico de los arenales de la Cuenca del Duero". *Tesis Doctoral.* Universidad Complutense de Madrid.

ALONSO GAVILÁN, G. (1981). "Estratigrafía y sedimentología del Paleógeno en el borde suroccidental de la Cuenca del Duero (Provincia de Salamanca)". *Tesis Doctoral.* Universidad de Salamanca. 435 pp.

ALONSO GAVILÁN, G. (1983). "Sedimentología de las Areniscas de Villamayor" *Stvd. Geol. Salmanticensia,* 19, 7-20.

ALONSO GAVILÁN, G. (1984). "Evolución del sistema fluvial de la Formación Areniscas de Aldearrubia (Paleógeno superior, provincia de Salamanca)" *Mediterránea (Ser. Geol.),* 3, 107-130.

ALONSO GAVILÁN, G. (1986). "Paleogeografía del Paleógeno superior. Oligoceno en el SO de la Cuenca del Duero (España)". *Stvd. Geol. Salmanticensia,* 22, 71-92.

ALONSO GAVILÁN, G.; CORRALES, I. y CORROCHANO, A. (1976). "Sedimentación rítmica en el Paleógeno de Almenara de Tormes (Salamanca)". *Stvd. Geol. Salmanticensia,* 10, 17-29.

ALONSO GAVILÁN, G.; BLANCO, J.A.; SÁNCHEZ, S.; FERNÁNDEZ, B. y SANTISTEBAN, J.I. (1989). "Alteraciones asociadas a los paleosuelos de las Areniscas de Villamayor (Salamanca)". *Stvd. Geol. Salmanticensia,* 5, 187-207.

ALONSO, J.L., PULGAR, J.A., GARCÍA RAMOS, J.C. y BARBA, P. (1996). "Tertiary basins and Alpine tectonics in the Cantabrian Mountains (Nw Spain)". *En: Tertiary Basins of Spain.* Friend, P.F. y Dabrio, C.J. (Eds). *Cambrige University Press.*

ARAGONÉS, E. (1982). "Sedimentos fluviales de la facies Tierra de Campos (Cuenca del Duero, Palencia)" I *Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca (1979). Temas Geol. "Min. VI (I). IGME.*

ARAGONÉS, E.; CARRERAS, F.; OLIVE, A., OLMO, P. del; PORTERO, J.M. y VARGAS, I. (1979). "Estratigrafía y sedimentología del Mioceno entre Guardo y Dueñas (Cuenca del Duero, Palencia)". I Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca (1979). *Temas Geol. Min.* VI (I). IGME.

ARMENTEROS, I. (1986). "Estratigrafía y sedimentología del Neógeno del sector suroriental de la depresión del Duero (Aranda de Duero-Peñafiel)". *(Publicación de la Tesis Doctoral). Ed. Diput. Salamanca. Serie Castilla y León,* 1, 471 pp.

ARMENTEROS, I. y CORROCHANO, A. (1983). "El Neógeno del sector suroriental de la depresión del Duero". *Libro Jubilar de J.M. Ríos: Geología de España,* (Comba, J.A. Coord.) *(II),* 521-526.

ARRESE, F.; LOCANO, A.; MARTÍN-PATIÑO, T. y RODRÍGUEZ, J. (1964). "Estudio de las areniscas de Villamayor (Salamanca)". *Est. Geol.,* 20.

ARRIBAS, A. y JIMÉNEZ, E. (1967). "Geología de Zamora" *Mapas provinciales de suelos. Zamora. Mapa Agron. Nac.,* Minist. Agricult., Madrid. 8-29; 1 mapa.

ARRIBAS, A. y JIMÉNEZ, E. (1970). "Geología de Salamanca" *Mapas provinciales de suelos. Salamanca. Mapa Agron. Nac.;* Minist. Agricult., Madrid. 9-24.

ARRIBAS, A. y JIMÉNEZ, E. (1971). "Mapa Geológico de España a escala 1:200.000". Síntesis de la cartografía existente. *Hoja 29 ,Valladolid.* IGME. Madrid.

ARRIBAS, A. y JIMÉNEZ, E. (1972). "Mapa Geológico de España a ecala 1:200.000". Síntesis de la cartografía existente. *Hoja 37, Salamanca*. IGME. Madrid.

BARBA MARTÍN, A. (1981). "Mapa Geológico de España, a escala 1:50.000 (MAGNA)". *Hoja. nº 271, Valderas*. IGME.

BERGONIOUX, F. y CROUZEL, F. (1958). "Les mastodontes de l'Espagne" *Est. Geol.*, 14, 223-365.

BERTRAND, G. y BERTRAND, C. (1984). "Des rañas aux rasas. Remarque sur le système montagne-piémont de la Cordillère Cantabrique Central, Espagne du nord-ouest. Montagnes et piémonts". *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, vol. Esp, 247-260.

BIROT, P. y SOLÉ, L. (1954). "Recherches Morphologiques dans le NW de la Peninsule Iberique". *Pub. del Inst. Geol. de la Universidad de Barcelona*, 221, 61 pp.

BLANCO, J.A. (1991). "Los procesos de silicificación asociados al Paleógeno basal del borde SW de la Cuenca del Duero, II: sobre los sedimentos paleocenos". *Alteraciones y paleoalteraciones en la morfología del oeste peninsular. Zócalo hercínico y cuencas terciarias*. Blanco, J.A.; Molina, E. y Martín-Serrano, A. (Coords.), *Soc. Esp. Geomorf*, 6, IV parada, 239-249.

BLANCO, J.A. (1991). "Los procesos de alteración en las cuencas terciarias meseteñas". *Alteraciones y paleoalteraciones en la morfología del Oeste peninsular. Zócalo hercínico y cuencas terciarias*. J.A. Blanco, E. Molina y A. Martín-Serrano (Coords). *Mongr. Soc. Esp. Geomorf.*, 6: 45-67.

BLANCO, J.A. y CANTANO, M. (1983). "Silicification contemporaire à la sedimentación dans l'unité basale du Paleogene du bassin du Duero (Espagne)". *Sci. Geol., Mem*, 72, 7-18.

BLANCO, J.A.; ALONSO GAVILÁN, G.; FERNÁNDEZ, B. y SÁNCHEZ, S. (1989). "La alteración roja miocena sobre las Areniscas de Villamayor". *Stvd. Geol. Salmanticensia*, 5, 209-222.

BLANCO, J.A.; CORROCHANO, A.; MONTIGNY, R. y THUIZAT, R. (1982). "Sur l'age du debut de la sedimentation dans le bassin tertiaire du Duero (Espagne)". *Atribution au Paléocène par datation isotopique des alunites de l'unité inferieure. C. R. Acad. Sc. Paris*, 295 (II), 599-562.

BOILLOT, G. y MALOD, J. (1988). "The north and north spanish continental margin: a review". *Rev. Soc. España*, 1, (3-4), 295-316.

BUSTILLO, M.A. y MARTÍN-SERRANO, A. (1980). "Caracterización y significado de las rocas siliceas y ferruginosas del Paleoceno de Zamora" *Tecniterrae*, 36, 14-29.

CANTANO, M. (1982). "Estudio Morfoestructural del área de Golpejas (provincia de Salamanca)". *Tesis de Licenciatura*. Universidad de Salamanca, pp.

CARBALLEIRA, J.; CORROCHANO, A.; POL, C.; DIEZ BALDA, M.A. y PÉREZ-GONZÀLEZ, A. (1980). "Mapa Geológico de España a escala. 1:50.000, (MAGNA)". *Hoja nº 479, Peñaranda de Bracamonte*. IGME.

CASAS, J.; LEGUEY, S. y RODRIGUEZ, J. (1972). "Mineralogía y sedimentología de los arenales que recubren el Terciario entre los ríos Pirón y Voltoya (Segovia)". *Est. Geol.*, 28 (4-5), 287-297.

CASIANO DE PRADO, M. (1854). "Note sur la constitution géologique de la province de Ségovie". *Bull. Soc. Géol. France*, 11, 330-378.

C.G.S. "ADARO (1978). "Síntesis geológica previa para la prospección de Uranio en la Cuenca del Duero" *JEN, (Inédito)*.

C.G.S. "IMINSA (1978). "Síntesis geológica previa de la Cuenca del Duero" *(Proyecto Magna)*. IGME, *(Inédito)*.

COLMENERO, J.R.; GARCÍA-RAMOS, J.C.; MANJÓN, M. y VARGAS, I. (1982). "Evolución de la sedimentación terciaria en el borde N. de la Cuenca del Duero entre los valles del Torio y Pisuerga (León-Palencia)". I Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca (1979), *Temas Geológico Mineros*, IGME, VI (I), 171-181.

COLMENERO, J.R.; MANJÓN, J.; GARCÍA-RAMOS, J.C. y VARGAS, I. (1982). "Depósitos aluviales cíclicos en el Paleógeno del borde N. de la Cuenca del Duero (León-Palencia)". I Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca (1979), *Temas Geológico Mineros*, IGME, VI (I), 185-196.

CORDERO, P.; CORROCHANO, A. y CARBALLEIRA, J. (1982). "El Paleógeno del Sector Septentrional de la Cuenca de Ciudad Rodrigo (alrededores de Torremenudas, Salamanca)" I Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca (1979), *Temas Geológico Mineros*, IGME, 199-207.

CORRALES, I. (1982). "El Mioceno al sur del Río Duero (Sector Occidental)" I Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca (1979), *Temas Geológico Mineros*, 6 (2), 709-713.

CORRALES, I., CORROCHANO, A. y VALLADARES, I. (1974). "Algunas consideraciones sedimentológicas sobre el Terciario de Fuentelapeña (provincia de Zamora)". *Com. VII Reunión del Grupo Español de Sedimentología* (Tremp, Lérida, septiembre, 1974).

CORRALES, I.; CARBALLEIRA, J.; CORROCHANO, A., POL, C. y ARMENTEROS, I. (1978). "Las facies Miocenas del Sector Sur de la Cuenca del Duero". *Publ. Dep. Estr. Universidad de Salamanca*, núm. 9.

CORRALES, I.; CARBALLEIRA., J; FLOR, G.; POL, C. y CORROCHANO, A. (1986). "Alluvial systems in the northwestern part of the Duero Basin (Spain)". *Sedim. Geol.*, 47, 149-166.

CORROCHANO, A. (1974). "Características de la Sedimentación del Paleógeno en los alrededores de Salamanca". Stvd. Geol. Salmanticensia, 7, 7-39.

CORROCHANO, A. (1977). "Estratigrafía y sedimentología del Paleógeno de la provincia de Zamora". *Tesis Doctoral.* Universidad de Salamanca. 336 pp.

CORROCHANO, A. (1980). "Los sistemas de abanicos aluviales del Paleógeno de Zamora". *Guía de campo del IX Congreso Nacional de Sedimentología.* Ediciones Universidad de Salamanca.

CORROCHANO, A. (1982). "El Paleógeno del borde occidental de la Cuenca del Duero (Provincia de Zamora)". I Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca (1979). *Temas Geol. Min.*, 19, 187-199.

CORROCHANO, A. (1989). "Facies del Cretácico terminal y arquitectura secuencial de los abanicos terciarios del Borde Norte de la Depresión del Duero (Valle de las Arrimadas, León)". *Stvd. Geol. Salmanticensia,* Vol. Esp., 5, 89-106.

CORROCHANO, A. y CARBALLEIRA, J. (1983). "Las Depresiones del borde Suroccidental de la Cuenca del Duero". *Libro Jubilar de J.M. Ríos: Geología de España,* (Comba, J.A. Coord.), (II), IGME, 513-521.

CORROCHANO, A. y CARBALLEIRA, J. (1983). "El terciario del ángulo noroeste de la cuenca del Duero". *Libro Jubilar J.M. Ríos: Geología de España,* (Comba, J.A. Coord.) (II). IGME, 502-506.

CORROCHANO, A. y QUIROGA, J.L. (1974). "La discordancia Paleozoico-terciario al SW de Zamora". *Stvd. Geol. Salmanticensia,* 7, 7-39.

CORROCHANO, A.; FERNÁNDEZ, B; RECIO, C.; BANCO, J.A. y VALLADARES, I. (1986). "Modelo sedimentario de los lagos neógenos de la Cuenca del Duero. Sector Centro-Occidental". *Stvd. Geol. Salmanticensia.* 22, 93-110.

CORROCHANO, A.; CARBALLEIRA, J.; POL, C. y CORRALES, I. (1983). "Los sistemas deposicionales terciarios de la depresión de Peñaranda-Alba y sus relaciones con la fracturación". *Stvd. Geol. Salmanticensia,* 19, 187-199.

CORTAZAR, D. (1877). "Descripción física, geológica, y agrológica de la provincia de Valladolid". *Mem. Com. Mapa Geol. España,* Madrid,121 pp, 8 pl.

CRUSAFONT, M. (1951). "Los nuevos Mamíferos del Neógeno de España". *Not. y Com. IGME,* 22, 127.

CRUSAFONT, M. y TRUYOLS, J. (1958). "Algunas precisiones sobre la edad y extensión del Paleógeno en las provincias de Salamanca y Zamora". *Cur. y Conf. Inst. Lucas Mallada*, 4, 83-85.

CRUSAFONT, M.; AGUIRRE, E. y GARCÍA, J. (1968). "Un nuevo yacimiento de mamíferos del Mioceno de la Meseta española". *Acta Geol. Hisp.*, Barcelona, 3, 22-24.

CRUSAFONT, M.; REGUANT, S. y GOLPE, J.M. (1975). "Síntesis biocronoestratigráfica del Terciario Continental español" *Est. Geol.*, 31; 581-586.

CRUSAFONT, M.; AGUIRRE, E.; GARCÍA, J. y TRUYOLS, J. (1960). "El Mioceno de las cuencas de Castilla y de la Cordillera Ibérica". *Not. y Com. IGME*, 60, 127-140.

CRUSAFONT, M.; AGUIRRE, E.; GARCÍA, J. y VILLALTA, J.C. (1954). "Ensayo de Síntesis sobre el Mioceno de la Meseta Castellana". *R. Soc. Esp. Hist. Nat., (Tomo extr.)*: 215-227 (tomado de BERGOUNIOUX y CROUZEL, 1958).

DOMÍNGUEZ, A. y ARQUER PRENDES, F. (1971). "Comunicación sobre el hallazgo de una posible facies marina bajo los sedimentos terciarios continentales del occidente de la Cuenca del Duero". */Congr. Hisp. Lus. Amer. de Geol. Econ.,I, sección I, Geología*, 157-160.

DUMAE, B. (1967). "Place et signification des glacis dans le Quaternaire". *Bull. L'Association française pour l'etude du Quaternaire*, 12, 223-244.

ENRESA (1987). "Proyecto IFA. Inventario nacional de formaciones favorables para el almacenamiento de residuos radiactivos de alta actividad". Madrid, *(Inédito)*.

ENRESA (1988). "Proyecto ERA. Estudio de las formaciones favorables de la región del Duero". Madrid, *(Inédito)*

ENRESA (1994). "Proyecto AFA. Estudios temáticos en medios sedimentarios. Áreas de San Pedro y Olmos (región del Duero)". Madrid, *(Inédito)*

ESPEJO, R.; TORRENT, J. y ROQUERO DE LABURU, C. (1973). "Contribución a la caracterización de niveles superiores de terrazas fluviales en ríos españoles". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, 71, 3-4, 231-236.

EZQUERRA DEL BAYO, J. (1844). "Descripción geognóstica y minera de la provincia de Palencia". *Bol. Of. Min.*, 14, 160-163 .

GARCÍA, J. y ALBERDI, M.T. (1968). "Nueva tortuga fósil en el Mioceno de Arévalo" *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Biol.)*, 66: 141-149.

GARCÍA ABBAD, F. y MARTÍN-SERRANO, A. (1980). "Precisiones sobre la génesis y cronología de los relieves apalachianos del Macizo Hespérico (Meseta Central Española)". *Est. Geol.*, 36, 391-401.

GARCÍA ABBAD, F.J. y REY SALGADO, J. (1973). "Cartografía geológica del Terciario y Cuaternario de Valladolid". *Bol. Geol. Min.*, 84, 2 mapas, 213-227.

GARCÍA DEL CURA, M.A (1974). "Estudio sedimentológico de los materiales terciarios de la zona centro-oriental de la cuenca del Duero (Aranda del Duero)". *Est. Geol.*, 30, 579-597.

GARCÍA, A y LÓPEZ, F. (1974). "Estudios mineralógico de la facies detrítico-calcáreas del terciario de la zona centro-oriental de la cuenca del Duero (Aranda del Duero)". *Est. Geol.*, 30,. 503-513.

GARCIA-RAMOS, J.C.; COLMENERO, J.R y MANJÓN, M. (1982). "Modelo de sedimentación en los abanicos aluviales de clastos carbonatados del borde N. de la Cuenca del Duero" I Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca (1979), *Temas Geológico Mineros*, IGME, VI (I), 275-289

GARCÍA-RAMOS, J.C.; MANJÓN, M. y COLMENERO, J.R. (1982). "Utilización de minerales pesados y de espectros litológicos como ayuda en la identificación del área madre y en la separación de los diferentes sistemas de abanicos aluviales Terciario del borde N. De la Cuenca del Duero". I Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca (1979), *Temas Geológico Mineros*, IGME V(I), 293-201.

GARCÍA MARCOS, J.M.; y JIMÉNEZ FUENTES, E. (1979). "Mapa Geológico y Memoria Explicativa de la Hoja nº 398 (Castronuño)". *IGME.*

GARCÍA MARCOS, J.M.; y JIMÉNEZ FUENTES, E (1979). "Mapa Geológico y Memoria Explicativa de la Hoja nº 426 (Fuentesaúco)". *IGME.*

GARZÓN, M.G. y LÓPEZ, N. (1978). "Los roedores fósiles de los Barros (Ávila). Datación del Paleógeno continental del Sistema Central". *Est. Geol.*, 34, 574-578.

GIL y MAESTRE, A. (1880). "Descripción física, geológica y minera de la provincia de Salamanca". *Mem. Com. Mapa Geol. España*, Madrid, 209 pp.

GOY, J.L.; PÉREZ-GONZÀLEZ, A.; PORTERO; J.M. y ZAZO, C. (1980). "Aportaciones para un modelo de Mapa de Formaciones Superficiales en España". *Actas de la I Reunión Nacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio.* Santander, 1980.

GRACIA PLAZA, A.S.; GARCÍA MARCOS, J.M. y JIMÉNEZ, E. (1981). "Las fallas de El Cubito Geometría, funcionamiento y sus implicaciones cronoestratigráficas en el Terciario de Salamanca". *Bol. Geol. Min*, 92 (6), 267-273.

HERAIL, G. (1984). "Dynamique géomorphologique et sédimentologique des piémonts et bassins intramontagneux du Nord-Ouest de l'Espagne et gitologie de l'or détritique". *Chron. Rech. Min.*, 474, 49-68

HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1912). "Observaciones con motivo del descubrimiento de Mastodontes en el Cerro del Cristo de Otero (Palencia)". *Bol. R. Soc. Esp. Histo. Nat.*, 12, 68-69.

HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1915). "Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia". *Junta Ampl. Est. e Inv. Cient. Comunicación de Inv. Paleont y Prehist.* 5.

HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1921). "Descubrimientos paleontológicos en Palencia. Las tortugas fósiles gigantescas". *Ibérica. Tortosa.* 328-330.

HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1928). "Las terrazas cuaternarias del río Pisuerga entre Dueñas y Valladolid" *Bol. R. Acad. Cienc. Ex. Fís. y Nat.*, 24, 243-267

HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1928). "Los cinco ríos principales de España y sus terrazas". *Trab. Mus. Nac. Hist. Nat., Ser. Geol.*, 36, 150 pp.

HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1929). "Datos geológicos de la meseta toledano-cacereña y de la Fosa del Tajo". *Mem. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 14, 183-202.

HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1930). "Sobre la extensión del Neógeno en el Norte de la altiplanicie de Castilla la Vieja". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 30.

HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1932). "Síntesis fisiográfica y geológica de España". *Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat., Serv. Geol.*, 38, 584 pp.

HERNÁNDEZ-PACHECO, E. y DANTÍN CERECEDA, S. (1932). "Síntesis fisiográfica y geológica de España". *Junta de Ampliación, Est. Trab. Mus. Cienc. Nat. Ser. Geol*, 38, 584 pp.

HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1923). "Las arenas voladoras de la provincia de Segovia". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 23, 211-216.

HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1930). "Fisiografía, geología y paleontología del territorio de Valladolid". *Mem. Com. de Invt. Paleont. y Prehist.*, 37, 38-95.

HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1957). "Las formaciones de raña de la Península Hispánica". *INQUA.* V Congr Intern. Madrid-Barcelona. *Resumen des Commun.*, 78-79.

HERNÁNDEZ SAMPELAYO, P. y HERNÁNDEZ SAMPELAYO, A. (1951). "Mapa Geológico de España 1:50.000". *Hoja y Memoria 370, Toro.* IGME.

IGME (1970). "Mapa Geológico de España a escala 1:200.000". *Síntesis de la cartografía existente. Hoja 37, Salamanca.*

IGME (1970). "Mapa Geológico de España a escala 1:200.000", *Síntesis de la cartografía existente, nº 29, Valladolid.* IGME.

JIMÉNEZ, E. (1968). "Stereogenys salmanticensis nov. sp., quelonio eocénico del valle del Duero". *Est. Geol.*, 24 (3-4): 191-203.

JIMÉNEZ, E. (1970). "Los reptiles fósiles del valle del Duero. Sobre un cuarto prototipo casi completo de Stereogenys salmanticensis, Jim". *Est. Geol.*, 26, 245-260.

JIMÉNEZ, E. (1970). "Sobre un nuevo hallazgo de Stereogenys Salmanticensis, Jim". *Stvd. Geol. Salmanticensia*, 1, 73-86.

JIMÉNEZ, E. (1971). "Estratigrafía y Paleontología del borde sur-occidental de la cuenca del Duero". *Resúmenes Tesis Doctorales, Ciencias 1969 1970 (Acta Salmanticensia Ciencias 37)*: 43 72; Salamanca.

JIMÉNEZ, E. (1971). "Nuevos yacimientos de quelonios fósiles en Coca (Segovia) y su significado estratigráfico". *Stvd. Geol. Salmanticensia*, VII, 57-82.

JIMÉNEZ, E. (1971). "Primer Pseudotrionyx español: Allaeochelys casasecai nov. sp. del Luteciense de Corrales (Zamora)". *Est. Geol.*, 27; 153-166.

JIMÉNEZ, E. (1971b). "Nuevos fragmentos específicos del Pelomedúsidos lutecienses del Valle del Duero". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, 68; 243-257.

JIMÉNEZ, E. (1972). "El Paleógeno del borde SW de la Cuenca del Duero: I. Los escarpes del Tormes". *Stvd. Geol. Salmanticensia*, III, 67-110.

JIMÉNEZ, E. (1973). "El Paleógeno del borde Sw de la Cuenca del Duero. II: La falla de Alba-Villoria y sus implicaciones estratigráficas y geomorfológicos" *Stvd. Geol. Salmanticensia*, V, 107-136.

JIMÉNEZ, E. (1974). "Iniciación al estudio de la climatología del Paleógeno de la Cuenca del Duero y su posible relación con el resto de la Península Ibérica". *Bol. Geol. Min*, 85 (5), 518-524

JIMENEZ, E. (1975). "Duerochelys arribasi nov. gen., nov. sp. Pelomedusidae du Ludien du Bassin du Duero (Espagne)". *Bull. Soc. Geol. France*, París, (7e), 17 (3); 410-415.

JIMÉNEZ, E. (1975). "Presencia de una fase de fracturación y de una discordancia Pre-Luteciense en el Paleógeno de Salamanca". *Est. Geol, (Tomo Homenaje a D. Francisco Hernández-Pacheco)*, 31 (5-6), 615-624.

JIMÉNEZ, E. (1977). "Sinopsis sobre los yacimientos fosilíferos paleógenos de la provincia de Zamora". *Bol. Geol. Min*, 88 (5), 357-364.

JIMÉNEZ, E. (1982). "Quelonios y cocodrilos fósiles de la Cuenca del Duero. Ensayo de biozonación del Paleógeno de la Cuenca del Duero". *Stvd. Geol. Salmanticensia*, 17, 125-127.

JIMÉNEZ, E. (1983). "Síntesis del Paleógeno continental de la Cuenca del Duero". *Libro Jubilar de J.M. Ríos: Geología de España,* (Comba, J.A. Coord.),(II). IGME, 103-108.

JIMÉNEZ, E. y GARCÍA MARCOS, J.M. (1979). "Mapa Geológico de España a escala. 1:50.000, (MAGNA)". *Hoja nº 398, Castronuño.* IGME.

JIMÉNEZ, E. y GARCÍA MARCOS, J.M. (1980). "Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. (MAGNA)". *Hoja nº 426. Fuentesaúco.* IGME.

JULIVERT, M; FONTBOTE, J.M; RIBEIRO, A. y CONDE, L. (1974). "Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares a escala 1:1.000.000". IGME.

LEGUEY, S. y RODRÍGUEZ, J. (1969). "Estudio mineralógico de los ríos de la Cuenca del Pisuerga". *An. Edaf. y Agrobiol.*, 28, 445-541.

LEGUEY, S. y RODRÍGUEZ, J. (1970). "Estudio de las terrazas y sedimentos de los ríos de la Cuenca del Esla". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.),* 68, 41-56.

LÓPEZ, N. (1977). "Revisión Sistemática y Bioestratigráfica de los Lagomorpha (Mammalia) del Terciario y Cuaternario Inferior de España". *Tesis Doctoral.* Universidad Complutense de Madrid, 470 pp.

LÓPEZ, N. (1977). "Nuevos Lagomorfos (Mammalia) del Neógeno y Cuaternario Español". *Trab. Neóg. Cuat. ILM (CSIC),* Madrid, 8, 7-46.

LÓPEZ, N. y SANCHÍZ, F.B. (1982). "Los primeros microvertebrados de la cuenca del Duero: listas faunísticas preliminares e implicaciones bioestratigráficas y paleofisiográficas". I Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca (1979). *Temas Geológico Mineros.* IGME, Madrid, 6 (1): 339-353

LÓPEZ, N.; GARCÍA MORENO, E. y ÁLVAREZ SIERRA, M.A. (1986). "Paleontología y Bioestratigrafía (Micromamíferos) del Mioceno medio y superior del sector central de la Cuenca del Duero". *Stvd. Geol. Salmanticensia,* 22; 191-212.

LÓPEZ DE AZCONA, J.M.; MINGARRO, F. y LÓPEZ DE AZCONA, M.C. (1967). "Mapa Geológico de la provincia de Salamanca a escala 1:200.000". IGME.

MABESOONE, J.M. (1959). "Tertiary and Cuaternary Sedimentation in a part of the Duero Bassin (Palencia, Spain)". *Leidse Geol. Meded.*, 24, 31-180.

MABESOONE, J.M. (1961). "La sedimentación terciaria y cuaternaria de una parte de la Cuenca del Duero (provincia de Palencia)" *Est. Geol.*, 17 (2), 101-130.

MANJÓN, M.; COLMENERO, J.R.; GARCÍA-RAMOS, J.C. y VARGAS, I. (1982). "Génesis y distribución espacial de los abanicos siliciclásticos del Terciario superior en el borde N de la Cuenca del Duero (León-Palencia)". I Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca (1979), *Temas Geológico Mineros*, IGME, VI (I), 357-370.

MANJÓN, M.; GARCÍA-RAMOS, J.C.; COLMENERO, J.R. y VARGAS, I. (1982). "Procedencia, significado y distribución de diversos sistemas de abanicos aluviales con clastos poligénicos en el Neógeno del borde N. de la Cuenca del Duero". I Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca (1979), *Temas Geológico Mineros*, IGME,VI (I), 373-388.

MARTÍN ESCORZA, C. (1982). ". Análisis estructural de las fracturas fotodetectadas en el Alto Duero (Cuenca de Almazán)". I Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca (1979), *Temas Geológico Mineros*, IGME,1: 391-411.

MARTÍN-SERRANO, A. (1979). "El relieve zamorano. Planteamientos generales y problemática geomorfológico". *Tecniterrae*, 28: 11-19.

MARTÍN-SERRANO, A. (1988). "El relieve de la región occidental zamorana. La evolución geomorfológica de un borde del Macizo Hespérico". *Tesis Doctoral. Inst. Est. Zamoranos "Florián de Ocampo"*, Dip. Zamora, 306 pp.

MARTÍN-SERRANO, A. (1988b). "Sobre la posición de la raña en el contexto morfodinámico de la Meseta. Planteamientos antiguos y tendencias actuales". *Bol. Geol. Min.*, 9 (6), 855-870.

MARTÍN-SERRANO, A. (1989). "Características, rango, significado y correlación de las series ocres del borde occidental de la Cuenca del Duero". *Stvd. Geol. Salmanticensia*, V. 5, 239-252.

MARTÍN-SERRANO, A. (1991). "La definición y el encajamiento de la red fluvial actual sobre el Macizo Hespérico en el marco de su geodinámica alpina". *Rev. Soc. Geol. España*, 4 (3-4), 337-351.

MAZO, A.V. (1977). "Revisión de los Mastodontes de España". *Tesis Doctoral*. Universidad Complutense de Madrid, 420 pp.

MAZO, A.V. y JIMÉNEZ, E. (1982). "El Guijo, primer yacimiento de mamíferos miocénicos de la provincia de Salamanca". *Stvd. Geol. Salmanticensia*, 17: 99-104.

MEDIAVILLA, R.M. y DABRIO, C.J. (1986). "La sedimentación continental del Neógeno en el sector centro-septentrional de la depresión del Duero (Prov. de Palencia)". *Stvd. Geol. Salmanticensia*, 22, 111-132.

MEDIAVILLA, R.M. y DABRIO, C.J. (1987). "Tectonics as a major control of sedimentation and facies distribution in the neogene of the Duero basin (Spain)". *Int. Ass. Sedim. STH reg. Meeting of sedimentology. Abstr.* 346-347

MEDIAVILLA, R.M. y DABRIO, C.J. (1988). "Controles sedimentarios neógenos en la Depresión del Duero (Sector Central)". *Rev. Soc. Geol. España.* 1 (1-2). 187-195.

MEDIAVILLA, R.M. y DABRIO, C.J. (1989). "Análisis sedimentológico de los conglomerados de Tariego (unidad 4, neógeno de la depresión del Duero)". *Stvd. Geol. Salmanticensia,* 5, 273-291

MEDIAVILLA, R.M. y DABRIO, C.J. (1989). "Las Calizas del Páramo en el sur de la Provincia de Palencia". *Stvd. Geol. Salmanticensia,* V. 5, 273-291.

MEDIAVILLA, R.M. y SANTISTEBAN, J.L. (1992). "Mapa Geológico de España a escala. 1:50.000, (MAGNA)". *Hoja nº 452, La Vellés.* IGME.

MEGIAS, A. G. (1982). "Introducción al análisis tectosedimentario: aplicación al estudio dinámico de cuencas". *V Congr. Latinoamer. Geol,* 1, 385-402.

MEIN, P. (1975). "Biozonation du Neogene Mediterraneen a partir des Mammiferes" *Rep. Act. RCMNS Working Groups, Bratislava.* 78-81.

MIALL, A.D. (1981). "Analysis of Flucial Depositional Systems". *Am. Ass. Petrol. Geol. Educ. Course Notes Series,* 20, 75 pp.

MIQUEL, M. (1902). "Noticias sobre varios restos de Mamíferos fósiles procedentes de Fuensaldaña y la Cistérniga". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.,* 2, 94-95.

MIQUEL, M. (1906). "Restos fósiles de vertebrados encontrados en San Morales (Salamanca)". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat,* 6, 352-357.

MOLINA, E. (1991). "Geomorfología y geoquímica del Paisaje. Ed. Universidad de Salamanca". *Acta Salmanticensia. (Bibliot. de la Ciencia),* 72: 156 pp.

MOLINA, E. y BLANCO, J.A. (1980). "Quelques précisions sur l'alteration du Massif Hercynien Espagnol". *Com. R. Acad. Sci., Paris,* 290, 1293-1296.

MOLINA, E; BLANCO, J.A. y MARTÍNEZ, F.J. (1982). "Esquema morfológico evolutivo de la fosa de Ciudad Rodrigo (Salamanca)". I Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca, (1979). *Temas Geológico Mineros,* IGME, 443-448.

MOLINA, E., VICENTE, A.; CANTANO, M. y MARTÍN-SERRANO, A. (1989). "Importancia e implicaciones de las paleoalteraciones y de los sedimentos sideroliticos del paso Mesozoico-Terciario en el borde suroeste de la Cuenca del Duero y Macizo Hercínico Ibérico". *Stvd. Geol. Salmanticensia,* vol. esp. 5: 177-186.

MORENO, F. (1990). "Superficies de erosión y fracturas en el enlace entre la Meseta Norte y la llanura extremeña (Salamanca-Cáceres)". *I Reunión Nacional de Geomorfología,* Teruel, 39-49.

NICOLAU, J. (1975). "Nota sobre el contacto Terciario-Basamento en los alrededores de Carbajosa de la Sagrada (Salamanca)" *Est. Geol.,* 31, 577-580.

NICOLAU, J., y JIMÉNEZ, E. (1972). "Sobre el afloramiento seudo-oligocénico de Muñogrande (Ávila)". *Stvd. Geol. Salmanticensia,* 4, 153-155.

OLIVÉ, A. y CARRERAS, F. (1979). "Mapa Geológico de España a escala. 1:50.000, (MAGNA)". *Hoja nº 455, Arévalo.* IGME.

ORDÓÑEZ, S.; LÓPEZ AGUAYO, F. y GARCÍA DEL CURA, A. (1976). "Estudio geológico de las facies rojas plio-cuaternarias del borde SE de la Cuenca del Duero (prov. Segovia)". *Est. Geol.,* 32, 215-220.

ORTI CABO, F. (1988). "Sedimentación continental evaporítica durante el Terciario en el Península Ibérica: Aspectos Generales". *II Congreso Geológico de España. Granada. Simposios.* 509-518.

PARADELO, L.; PARAMIO, M. y FERNÁNDEZ ANGLIO, D. (1968). "Geología de Valladolid". *Mapas provinciales de suelos. Valladolid. Mapa Agron. Nac.,* Ministerio Agricultura, Madrid, 7-13.

PARDO, G., VILLENA, J. y GONZÁLEZ, A. (1989). "Contribución a los conceptos y a la aplicación del Análisis Tectosedimentario. Rupturas y unidades tectosedimentarias como funcionamiento de correlaciones estratigráficas". *Rev. Soc. Geol. España,* 2 (3-4), 199-222.

PELÁEZ-CAMPOMANES, P.; DE LA PEÑA, A. y LÓPEZ, N. (1989). "Primeras faunas de micromamíferos del Paleógeno de la Cuenca del Duero". *Stvd. Geol. Salmanticensia,* vol. esp. 5: 135-157.

PÉREZ-GONZÁLEZ, A. (1982). "El Cuaternario de la región central de la Cuenca del Duero y sus principales rasgos geomorfológicos" I Reunión Regional sobre la Geología de la Cuenca del Duero. Salamanca, 1979. *Temas Geológico Mineros.* IGME, VI (2), 641-659.

PINEDA, A. (1996). "El enlace y la paleogeografía neógena entre las cuencas del Duero y del Ebro en La Bureba (Burgos)". *Bol. Geol. y Min.,* 107, 14-28.

PLANS, P. (1970). "La Tierra de Campos. Inst. de Geograf. Aplic. Patr. Alonso de Herrera". *CSIC* Madrid.

POL, C. y CARBALLEIRA, J. (1983). "El sector NE de la Cuenca del Duero y su enlace con el surco Ebro-Rioja". *Libro Jubilar de J.M. Ríos: Geología de España,* (Comba, J.A. Coord.), (II). IGME, 507-512.

POL, C.; CORRALES, O.; CORROCHANO, A. y CARBALLEIRA, J. (1977). "Las facies detríticas del Mioceno del Sector Sur de la Cuenca del Duero". *VIII Congr. Nacional de Sedimentología. Oviedo-León.*

POLO, M.A.; ALONSO GAVILÁN, G. y VALLE, M.F., (1987). "Bioestratigrafía y paleogeografía del Oligoceno-Mioceno del borde SO de la fosa de Ciudad Rodrigo (Salamanca)". *Stvd. Geol. Salmanticensia,* 24, 229-245.

PORTERO, J.M.; OLMO, P del. y OLIVE, A. (1983). "El Neógeno de la transversal norte-sur de la Cuenca del Duero". *Libro Jubilar de J.M. Ríos: Geología de España,* (Comba, J.A. Coord.), (II). IGME, 494-*502.*

PORTERO, J. M.; OLMO, P. del; RAMÍREZ DEL POZO, J. y VARGAS, I. (1982). "Síntesis del Terciario continental de la cuenca del Duero". I Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca (1979), *Temas Geológico Mineros.* IGME, VI (1); 11-37

POZO, M.; RAMES, M.C. y FONOLLA, F. (1984). "Estudio mineralógico, geoquímico y paleontológico de los materiales de transición de facies fluviales a evaporíticas en sector central de la Cuenca del Duero". Universidad Compl. Madrid; *Rev. Mat. Proc. Geol., UCM,* 2, 95-113.

POZO, M. y CARAMÉS, M. (1983). "Sobre la presencia de minerales de la arcilla en el sector central de la Cuenca del Duero (Facies Cuestas)". *Bol. Soc. Esp. de Min.,* 51-58.

PUIG Y LARRAZ, G. (1883). "Descripción física y geológica de la provincia de Zamora". *Mem. Com. Map. Geol. de Esp.,* 448 pp.

RIBEIRO, A. (1974). "Contribution à l'etude tectonique de Tras-os-Montes Oriental". *Serv. Geol. Port, 24, (Nova Serie),* 1, 168 pp.

ROMÁN, F. (1923). "Algunos dientes de lofiodóntidos descubiertos en España". *Com. Invest. Pal. Prehis.,* 33, 1-22.

ROMÁN, F. y ROYO y GÓMEZ, J. (1922). "Sur l'existence de mammifères lutéciens dans le bassin du Douro (Espagne)". *C. R. Acad. Sc. Paris,* 175, 1221-1223.

ROQUERO, C. y ONTAÑÓN, J.M. (1966). "Une forme d'accumulation des carbonates calcique et magnesique en bandes horizontales et grillages sous climat semiaride mediterranéen". *Comunicaciones. Conferencias de suelos mediterráneos, Madrid.* CSIC, 465-471

ROYO y GÓMEZ, J. (1922). "El Mioceno Continental Ibérico y su fauna malacológica". *Mem. Com. Invest. Pal. y Prehist., Madrid,* 30, 230 pp.

ROYO y GÓMEZ, J. (1926). "Tectónica del Terciario Continental Ibérico". *Cong. Geol. Inst. C.R.*, 14 ss., fasc.. 1, Madrid. 593-523.

ROYO y GÓMEZ, J. (1929). "Moluscos del Terciario continental de la provincia de Burgos". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 29, 239-244.

ROYO y GÓMEZ, J. (1929). "Nuevos yacimientos de Mamíferos miocenos en la provincia de Valladolid". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 29, 105-112.

ROYO y GÓMEZ, J. (1933). "Sobre del mal llamado diluvial de la Cuenca del Duero". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 33, 271-272.

ROYO y GÓMEZ, J. (1934). "Algunos vertebrados fósiles de la Cuenca del Duero". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 34, 505-511

ROYO y GÓMEZ, J. (1935). "Las grandes tortugas del seudodiluvial castellano". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 35, 463-486.

SALVADOR PALACIOS, G. (1977). "El Terciario de Tordesillas". *Tesis de Licenciatura*. Universidad de Salamanca, 69 pp.

SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (1946). "Explicación de la hoja n° 346, Aranda de Duero" *Mapa Geológico de España. 1ª Edición. 2ªSerie.* IGME.

SÁNCHEZ CAMAZO, M.; LEDESMA, M.; GARCÍA, A.; GALLARDO, J.F. y MARTÍNEZ CARRASCO, R. (1973). "Contribución al estudio de los suelos salinos de la depresión del Duero". *Anales de Edafología y Agrobiología*, 32, 1007-1024.

SÁNCHEZ DE LA TORRE, L. (1978). Planteamiento provisional de distribución de facies de la Cuenca del Duero (Proyecto MAGNA)". IGME. *(Inédito).*

SÁNCHEZ DE LA TORRE, L. (1982). "Características de la sedimentación miocena en la zona Norte de la Cuenca del Duero". I Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca (1979). *Guía de excursiones. Temas Geológico Mineros.* IGME, 701-705.

SANTISTEBAN, J.I.; MARTÍN-SERRANO, A.; MEDIAVILLA, R. y MOLINA, E. (1991). "Introducción a la estratigrafía del Terciario del So de la Cuenca del Duero".*Alteraciones y paleoalteraciones en la morfología del oeste peninsular. Zócalo hercínico y cuencas terciarias.* J.A. Blanco, E. Molina y A. Martín-Serrano (Coords.). *Monogr. Soc. Esp. Geomorfol.* 6: 185-198.

SANTISTEBAN, J.I.; MARTÍN-SERRANO, A. y MEDIAVILLA, R. (1992). "El Paleógeno del sector suroccidental de la Cuenca del Duero: Nueva división estratigráfica y controles sobre su sedimentación". *Libro Homenaje a Oriol Riba*, F. Colomo (ed). *Acta Geol. Hispánica.*

SANTISTEBAN, J.I., MEDIAVILLA, R.; MARTÍN-SERRANO, A. y DABRIO, C.J. (1996). "A general overview" *En: Tertiary Basins of Spain*, Friend, P.F. y Dabrio, C.J. (Eds). *Cambridge University Press.*

SANTONJA, M. y QUEROL, M.A. (1976). "Estudio de la industria del Paleolítico inferior procedentes de una terraza del Tormes (Galisancho, Salamanca)". *Zephyrus*, 26-27, 97-109.

SANTONJA, M.; QUEROL, M.A. y PÉREZ-GONZÁLEZ, A. (1982). "El yacimiento de la Maya I y la secuencia Paleolítica del valle del Tormes". I Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca (1979). *Temas Geológico Mineros*, IGME, VI (2), 641-659.

SCHMIDT-THOME, P. (1945). "Basamento paleozoico y cobertura moderna en la parte occidental de España central (Provincias de Salamanca y Cáceres)". *Geotektonische Forschungen*, 6. Berlín 1945. Trad. Ríos, J.M. En: *Publ. Extr. Geol. Esp*, V. ILM (CSIC).

SCHWENZNER, J.E. (1936). "Zur Morphologie des Zentralspanischen Hochlandes". (Ref. a la Traducción de Vidal Box 1943, *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat*, 41, 121-147d). *Geogr. Abhandlungen*, 3, 10, Stuttgart.

SOLÉ SABARÍS, L. (1952). "El relieve de la Península Ibérica y sus elementos estructurales". *Geografía de España y Portugal.* Edit. Montaner y Simón, 1, 17-269,

SOLÉ SABARÍS, L. (1958). "Observaciones sobre la edad de la penillanura fundamental de la meseta española en el sector de Zamora". *Brev. Geol. Ast.*, Oviedo. Año II, 1-2, 3-8.

TEMPLADO, D. y PASTORA, J.L. (1946). "Memoria del Mapa Geológico de España E. 1:50.000 (1ª serie)". *Hoja nº 478, Salamanca.* IGME.

THIRY, M.; SIMON-COINCON, R. y MILNES, A.R. (1991). "Marcos morfológicos de desarrollo de silcretas". *Alteraciones y paleoalteraciones en la morfología del oeste peninsular. Zócalo hercinico y cuencas terciarias.* Blanco, J.A., Molina, E. y Martín-Serrano, A. (Coords.). *SEG-ITGE*, 6, . 161-183.

VICENTE, G. de; HERRAIZ, M.; GINER, J.L.; LINDO, R.; CABAÑAS, L. y RAMÍREZ, M. (1996). "Características de los esfuerzos activos interplaca en la Península Ibérica" *Geogaceta*, 20, 909-912.

VILANOVA, J. (1873). "Noticia de vertebrados hallados en Sanzoles (Zamora)". *Act. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 2, 42, 47 y 52.

VILLALTA, J.F. y CRUSAFONT, M. (1948). "Les gisements de mammiferes du miocene espagnol. 8. Bassin du Duero". *C. R. Somm. Soc. Geol. Fr.*, 10, 186-188.

ISBN 847840716-2

9 788478 407163

MINISTERIO
DE EDUCACIÓN
Y CIENCIA