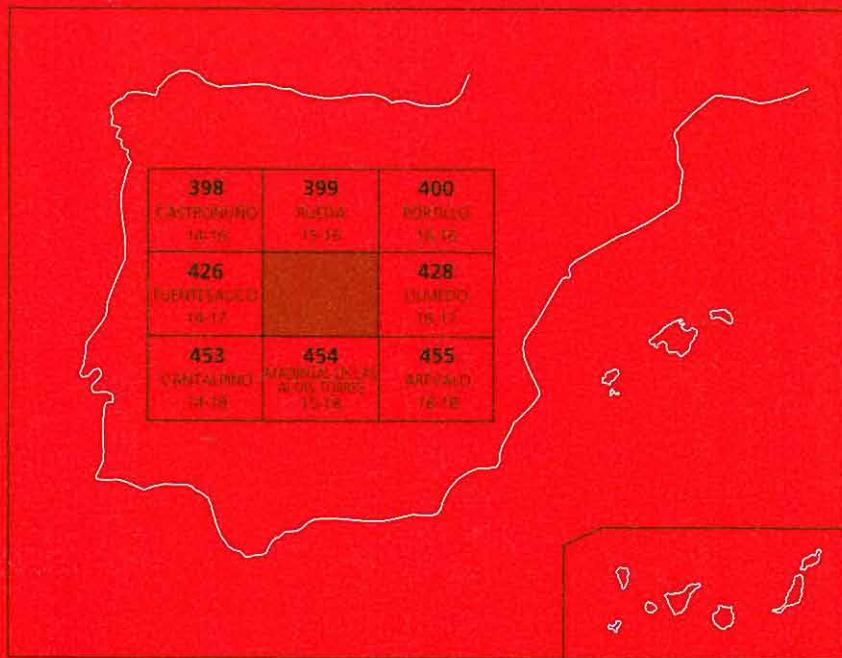




# MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1 : 50,000

Segunda serie - Primera edición.



# MEDINA DEL CAMPO

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA  
Escala 1:50.000

SE INCLUYE MAPA GEOMORFOLÓGICO A LA MISMA ESCALA

MEDINA DEL CAMPO

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](http://www.igme.es)  
NIPO: 657-07-007-X  
ISBN: ISBN 978-84-7840-715-6  
Depósito legal: M-53983-2007

---

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

La presente Hoja nº 427 (Medina del Campo) 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 Salazar Rincón (EPTISA). Cartografía geológica, geomorfológica y Memoria.  
-A. Herrero Hernández. Memoria.  
-Y. Camarero Benito. Cartografía geológica 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

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	7
1.1 SITUACIÓN GEOGRÁFICA .....	7
1.2 MARCO GEOLÓGICO .....	8
1.3 ANTECEDENTES .....	9
<b>2. ESTRATIGRAFÍA .....</b>	12
2.1 PALEÓGENO .....	12
2.1.1 Areniscas blanco-amarillentas, a veces microconglomeráticas, y limolitas (1). Paleógeno.....	12
2.2 NEÓGENO. FORMACIONES ROJAS, A VECES ARCÓSICAS, Y OTRAS ASOCIADAS.....	15
2.2.1 Areniscas y conglomerados cuarcíticos rojos, con niveles calcimorfos (2). Facies Roja de Toro (Mioceno inferior).....	15
2.2.2 Arcosas fangosas, rojizas y gris-verdosas, con cementación variable y frecuentes niveles de gravas de cuarcita, y costras calcáreas (3). Facies Villalba de Adaja (Mioceno inferior) .....	16
2.2.3 Costras calcáreas (4) (Mioceno inferior).....	18
2.3 NEÓGENO. FORMACIONES ARCÓSICAS FRECUENTEMENTE BLANCAS, Y OTRAS ASOCIADAS .....	19
2.3.1 Arcosas, fangos arcósicos gris-verdosos y pardos, con niveles de arcosas gruesas, y frecuentes niveles de suelos calcimorfos (5). Facies Pedraja del Portillo (Mioceno inferior).....	20
2.3.2 Fangos arcósicos y arcosas, con predominio de tonos pardos, y frecuentes niveles de suelos calcimorfos (6) (Mioceno inferior).....	21
2.3.3 Arenas gruesas feldespáticas, con gravas de cuarzo y cuarcita (7) (Mioceno inferior).....	22
2.3.4 Costras calcáreas (8) (Mioceno inferior).....	23
2.4 CUATERNARIO.....	23
2.4.1 Pleistoceno.....	24
2.4.1.1 Cantos y grava con algunas arenas (9, 10). Terrazas altas del Duero (Pleistoceno inferior) .....	24
2.4.1.2 Arenas y gravas con algunos cantos (11, 12, 13, 14, 15). Terrazas de los ríos secundarios (Pleistoceno medio y superior).....	25
2.4.1.3 Arenas y gravas con algunos cantos (16, 17, 18). Glacis (Pleistoceno medio y superior) .....	26
2.4.2 Pleistoceno y Holoceno .....	26

2.4.2.1 Arenas limosas y gravas. Depósitos de fondo de valle (19). Abanicos aluviales (20). Rellenos de vaguadas aluvial – coluvial (21). Pleistoceno superior y Holoceno.....	26
2.4.2.2 Arenas, gravas y cantos (22). Coluviones (Pleistoceno superior y Holoceno).....	27
2.4.2.3 Arenas bien clasificadas (23). Manto eólico y dunas (Pleistoceno superior y Holoceno).....	28
2.4.2.4 Arenas, limos y gravas (24). Depósitos mixtos eólico – fluvial (– Pleistoceno superior y Holoceno).....	28
2.4.2.5 Arenas y limos (25). Depósitos endorreicos (Pleistoceno medio a superior y Holoceno).....	29
<b>3. PALEONTOLOGÍA .....</b>	<b>30</b>
<b>4. TECTÓNICA .....</b>	<b>31</b>
<b>5. GEOMORFOLOGÍA .....</b>	<b>34</b>
5.1 DESCRIPCIÓN FISIOGRÁFICA .....	34
5.2 ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO .....	35
5.2.1 Estudio morfoestructural .....	35
5.2.2 Estudio del modelado.....	37
5.2.3 Formaciones superficiales .....	41
5.3 EVOLUCIÓN DINÁMICA .....	42
5.4 MORFODINÁMICA ACTUAL, SUBACTUAL Y TENDENCIAS FUTURAS .....	43
<b>6. HISTORIA GEOLÓGICA .....</b>	<b>45</b>
<b>7. GEOLOGÍA ECONÓMICA .....</b>	<b>48</b>
7.1 RECURSOS MINERALES .....	48
7.2 HIDROGEOLOGÍA .....	49
7.2.1 Antecedentes sobre las investigaciones hidrogeológicas en la Cuenca del Duero.....	49
7.2.2 Climatología e Hidrología superficial.....	51
7.2.3 Localización y funcionamiento hidrogeológico .....	51
7.2.4 Cartografía hidrogeológica de la Hoja de Medina del Campo .....	52
7.2.5 Inventario de puntos de agua .....	53
<b>8. PATRIMONIO NATURAL GEOLÓGICO .....</b>	<b>53</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>57</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

Geográficamente, la Hoja de Medina del Campo, nº 427 (15-17) del Mapa Topográfico Nacional, se sitúa en la parte meridional de 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, existiendo, en la mayor parte de la Hoja, explotaciones cerealistas de secano, y estando el regadio solo presente en algunas vegas de los ríos más importantes. La industria es importante sólo en la población de Medina del Campo. Las actividades relacionadas con el sector terciario (servicios) se concentran también en la mencionada población y en su zona de influencia, sobre todo, a lo largo de la carretera nacional VI (Madrid – La Coruña).

El asentamiento humano se verifica en poblaciones de pequeño tamaño, de menos de 1.000 habitantes, salvo excepciones.

La red de comunicaciones por carreteras y caminos es buena, sobre todo si se considera la escasa densidad de población. A grandes rasgos, se caracteriza por contener alguno de los grandes ejes de comunicación del centro de la Península con el noroeste de la misma: la carretera nacional VI (Madrid – La Coruña) cruza la Hoja, de oeste a norte, por el cuadrante nororiental. Por lo demás, existe una buena red de carreteras locales y caminos que, desde las diversas poblaciones, permite buenos y fáciles accesos a la mayor parte de la Hoja.

Desde el punto de vista de las comunicaciones por ferrocarril, la población de Medina del Campo ha sido, y es, un importante nudo ferroviario, en la línea Madrid-Irún. Desde Medina parten líneas hacia Galicia (por Zamora y Orense, recorriendo la parte septentrional de la Hoja), hacia la frontera portuguesa (por Salamanca, atravesando la Hoja de noreste a suroeste) y hacia Segovia, aunque esta última ha sido cerrada recientemente al tráfico.

La red hidrográfica pertenece a la Cuenca del río Duero, organizándose en torno a los ríos Trabancos y Zapardiel, afluentes del anterior por su margen izquierda. El río Trabancos drena, en sentido aproximadamente sur-norte, todo el tercio occidental de la Hoja, conformando, con todos sus afluentes una red típicamente dendrítica. El río Zapardiel corre, primeramente de sur a norte (en la esquina suroeste de la Hoja), y, después, de sureste a noroeste (en la esquina nororiental, pasando por Medina del Campo); sus afluentes se dirigen de suroeste a noreste.

Morfológicamente, la Hoja presenta un relieve ondulado, con lomas alargadas, generalmente orientadas con dirección NO-SO, y de alturas inferiores a los 10-15 m sobre el terreno circundante. Su altitud-promedio es elevada, del orden de los 750 m. El punto más bajo de la Hoja (del orden de 715 m) se localiza en el borde norte, en los cauces de los ríos Zapardiel y Trabancos. Los puntos más altos se suelen encontrar junto al borde sur de la

Hoja (unos 800 m en el ángulo suroeste, y 770 en el sureste), habiendo, no obstante, algunas alturas aisladas (hasta 795 m) en el cuadrante noroeste.

La masa forestal es prácticamente inexistente en una gran parte de la Hoja, dada su condición fundamentalmente agrícola. No obstante, en partes orientales y nororientales de la misma se encuentran pinares, generalmente de repoblación antigua, sobre formaciones eólicas arenosas. Por último, tan sólo en zonas muy escasas y concretas de la parte occidental, existen pequeños rodales de la vegetación original, de encinas y carrascas. Los ríos Zapardiel y Trabancos no suelen presentar vegetación de ribera, arbórea, importante.

## 1.2. MARCO GEOLÓGICO

Desde el punto de vista geológico, la Hoja de Medina del Campo se ubica en la parte centro-occidental 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 dominante 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 cobertura 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).

Conviene puntualizar que la Cuenca del Duero no ha sido totalmente cerrada, habiendo existido comunicación con la del Ebro, al menos durante el Neógeno, a través del pasillo de La Bureba (NE de la provincia de Burgos), entre los límites septentrionales de la Cordillera Ibérica y los meridionales de la Cantábrica.

Desde el punto de vista geodinámico, los bordes de la Cuenca se comportaron de forma diferente mientras se producía 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 Medina del Campo el espesor de relleno oscila entre los 650 y los 900 m, según datos extrapolables de sondeos profundos en la región.

En las partes centrales de la Cuenca la parte superior del relleno terciario aparece constituida por tres tramos litológicos, ya clásicos en la literatura geológica sobre el Mioceno castellano:

La facies caliza de "Los Páramos", de edad Mioceno superior.

La facies blanca, lacustre, de "Cuestas", margo-arcillosa, frecuentemente yesífera y, minoritariamente, caliza. De edad Mioceno superior (Vallesiense, fundamentalmente).

La facies terrígena, fluvial, de "Tierra de Campos", de color ocre y edad, sobre todo, Mioceno medio (Aragoniente).

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 dominanteamente 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.

### 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 habla ya de un Eoceno y Oligoceno, basándose exclusivamente en criterios litoestratigráficos. MIQUEL (1906) y ROMÁN y ROYO y 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-THOME (1945) y CRUSA FONT y TRUYOLS (1958). 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 dominanteamente 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, JIMÉNEZ (*op. cit.*) 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 GÓMEZ (1926) separa 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 *et al.* (1954) y CRUSAFONT y TRUYOLS (1960). Y más recientemente, los de GARCÍA ABAD y REY SALGADO (1973), GARCÍA DEL CURA (1974), ORDÓÑEZ *et al.* (1976), MEDIAVILLA y DABRIO (1986 Y 1988), ARMENTEROS (1986) y ALONSO GAVILÁN *et al.* (1987).

En las partes suroccidental y meridional de la Cuenca del Duero, las facies neógenas son, dominanteamente, 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 (1980). 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.* (1978) dividen la sedimentación miocena de la zona centro-sur de la Cuenca del Duero, aquí predominantemente 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 Medina del Campo 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, está generalmente basada en datos paleontológicos de zonas próximas (por lo que es bastante segura), 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 (generalmente de color amarillento y, más raramente, blanquecino o rojo) se extiende por la parte más noroccidental de la Hoja, mientras que el Neógeno más reciente (arcóstico, blanco) se dispone en el resto de ella. Entre ambos conjuntos, y de forma discontinua, se localizan formaciones conglomeráticas rojas, atribuibles al Mioceno inferior.

Otro rasgo característico de la Hoja de Medina del Campo es la superficie de Alaejos, equivalente, como se verá, a la del Guareña, definida más al suroeste, en la vecina Hoja de Cantalpino. La superficie de Alaejos ocupa una parte noroccidental de la Hoja, y está labrada fundamentalmente sobre las formaciones paleógenas. Sobre la mencionada superficie se disponen, en la esquina noroccidental de la Hoja, restos de Neógeno arcóstico.

### 2.1. PALEÓGENO

2.1.1. Areniscas blanco-amarillentas, a veces microconglomeráticas, y limolitas (1). 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). En la provincia de Zamora, es correlacionable con una parte de la Unidad Detritica Superior, de CORROCHANO (1977 y 1982).

Esta unidad cartográfica se presenta sólo en la parte noroccidental de la Hoja. El límite inferior de esta unidad no es visible en esta Hoja. Y tampoco el superior, correspondiente a una superficie de erosión terciaria (la superficie de Alaejos), labrada fundamentalmente en esta unidad, y sobre la que se disponen, discordantemente, formaciones posteriores (Mioceno inferior rojo, cuarcítico y arcóstico, unidades cartográficas 2 y 3, y, también, arcóstico blanco, unidad cartográfica 6). Debido, además, a la alteración (rubefacción y encostamiento) asociada a dicha superficie, son relativamente escasos los buenos cortes que presenta esta unidad cartográfica. Los mejores se encuentran en los alrededores de Castrejón (junto al borde oeste de la Hoja), en el valle del Trabancos.

Litológicamente, está constituida por bancos de areniscas y conglomerados, de color blanquecino a amarillento, en afloramiento y en el paisaje, bien cementados a veces. Su espesor visible, máximo conservado en la Hoja, no supera los 50 m.

Desde el punto de vista sedimentológico, esta unidad está integrada por secuencias granodecrescentes, 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 granodecrescente, 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.

Desde el punto de vista petrológico, y según datos de los estudios petrográficos, las facies arenosas de esta unidad son, fundamentalmente, areniscas arcillosas (grauvacas) y sublitarenitas, estando formadas por cuarzo ígneo y metamórfico (20-60%), feldespato (5-25%), fragmentos de rocas metamórficas (aprox. 5-25 %) y, como accesorios, micas negra y blanca, epidota, turmalina y cianita. Estas proporciones están corroboradas por los análisis de DRX, los cuales indican, además, para la fracción menor de 2 micras, contenidos en esmectitas (69%) e illita (19%), y trazas de paligorskita. Las texturas de estas areniscas reflejan baja madurez, con tamaños de arena gruesa en la mayor parte del sedimento, aunque con, a veces alta proporción de matriz arcillosa en algunas muestras.

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 centímetro 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. Se organizan en cuerpos de geometría lenticular, con la base erosiva y canalizada en forma plano-cóncava, con un espesor máximo de 4 m, y una extensión lateral menor de 75 m. En su interior pueden aparecer superficies erosivas.

La geometría de estos cuerpos areniscosos y conglomeráticos es lenticular de gran escala, con una extensión lateral mayor de 300m. 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, los ciclos 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 relativamente 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.

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.

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 megaripples 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 una etapa de descenso del mismo.

En conjunto, los datos petrológicos indican, además y por lo general, transporte poco prolongado, durante el que ni se han redondeado bien los granos ni se han discriminado bien los tamaños. La alta proporción de matriz arcillosa de algunas muestras indica flujos bastante energéticos y turbios

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 período prolongado de no sedimentación, lo que significa un abandono de los canales en la llanura de inundación, y una circulación por zonas colindantes. Petrográficamente, el desarrollo de perfiles edáficos durante la diagénesis temprana, se manifiesta en la fábrica birrefringente de la matriz arcillosa, que supone reorganizaciones *in situ* de los minerales de la arcilla

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, 1982; PELÁEZ-CAMPOMANES *et al.*, 1989), a partir de restos de macro y micromamíferos, cocodrilos 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).

## 2.2. NEÓGENO. FORMACIONES ROJAS, A VECES ARCÓSICAS, Y OTRAS ASOCIADAS

### 2.2.1. Areniscas y conglomerados cuarcíticos rojos, con niveles calcimorfos (2). Facies Roja de Toro (Mioceno inferior)

Esta unidad cartográfica aparece, exclusivamente, en el cuadrante noroccidental de la Hoja, inmediatamente al este de la unidad anteriormente descrita, y fundamentalmente entre las carreteras de Nava del Rey a Alaejos y a Castrejón. Debido a que la superficie de Alaejos está labrada también en esta unidad, y a que por tanto, está sometida a una agricultura intensiva, sus afloramientos son escasos, estando los más importantes localizados en la margen derecha (oriental) del río Trabancos.

Es una unidad de espesor inferior a 20 m, discordante sobre la paleógena anteriormente descrita. Pasa gradual, pero rápidamente, a techo (y también lateralmente) a la unidad de arcosas fangosas rojizas con niveles de gravas (3), aunque en esta Hoja ello no está suficientemente expuesto debido a la escasez y mala calidad de los afloramientos, y también al carácter discordante de formaciones arcósicas superiores (5 y 6), sobre ella.

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 Medina del Campo 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 (en la Hoja del mismo nombre) y prosigue sucesivamente por las Hojas de Tordesillas (nº 371) y Rueda (nº 399) hasta la de Medina del Campo. Más al suroeste aún, y aunque de forma discontinua, debido al carácter discordante del Neógeno arcósico, llega hasta la Hoja de Cantalpino (nº 453).

El mejor afloramiento de la Hoja se encuentra en la margen derecha del Trabancos, a unos 3 km del borde norte de la misma. 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 litita negra, principalmente, de 28 cm de tamaño máximo, y 1-4 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 de color rojo.

Las lutitas, también de color rojo, se sitúan encima y lateralmente respecto a los conglomerados. Están fuertemente derrubias 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 corroboran el carácter siliciclástico de esta unidad, con contenidos en cuarzo del 13 %, y de filosilicatos del 87 %, estando ausentes el feldespato, la calcita y la dolomita. Existen, asimismo, indicios de sílice amorfa.

En conjunto, esta unidad se interpreta como una llanura de inundación surcada por canales efímeros, de baja sinuosidad, 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 son de baja sinuosidad, 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. Estos canales tendrían una carga de gravas. En general, la unidad muestra una distalidad relativamente alta.

No existen datos paleontológicos que informen acerca de la edad 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).

2.2.2. Arcosas fangosas, rojizas y gris-verdosas, con cementación variable y frecuentes niveles de gravas de cuarcita, y costras calcáreas (3). Facies Villalba de Adaja (Mioceno inferior)

Esta unidad es correlacionable con las denominadas Facies de Villalba de Adaja, de CORRALES *et al.* (1978) y CORRALES (1982). Han sido también cartografiadas y estudiadas por del OLMO Y PORTERO, 1979; PORTERO y DEL OLMO, 1979), en las Hojas de Valladolid (nº 372) y Portillo (nº 400).

En la Hoja de Medina del Campo se presenta, sobre todo, en las partes topográficamente más bajas de sus sectores central y nororiental, entre Nava del Rey, Villaverde de Medina, Nueva Villa de las Torres y Medina del Campo. Asimismo, se presenta en una pequeña banda, próxima a la esquina noroeste de la Hoja, junto a la Casa de la Huerta, inmediatamente al norte del puente de la carretera Nava del Rey – Alaejos, sobre el río Trabancos.

Esta unidad pasa gradual pero rápidamente, hacia muro (y también, lateralmente) a la unidad conglomerática roja (2), anteriormente descrita, lo cual es observable, solamente, en la pequeña banda cartográfica de la Casa de la Huerta; en las demás, y principales, zonas de afloramientos, la erosión no ha llegado a descubrir aún su muro. Su techo estratigráfico no es observable, debido al carácter discordante de las formaciones arcósicas suprayacentes (5 y 6, sobre todo).

Los mejores afloramientos se presentan en la carretera de Medina del Campo a Nava del Rey, en los alrededores orientales de Medina del Campo, y en también en los occidentales, en las carreteras de Medina a El Campillo y a Nueva Villa de las Torres. Generalmente, en todas estas zonas, los afloramientos corresponden a los taludes artificiales de las carreteras, siendo más raros los cortes naturales, que se suelen localizar en las proximidades del río Zapardiel y sus afluentes inmediatos.

Desde el punto de vista litológico en el campo, la unidad se compone de arcosas fangosas, de color rojizo o verdoso, con hiladas de gravas cuarcíticas. Respecto de las unidades arcósicas superiores, se diferencia por su mayor grado de color, por la presencia más característica de las hiladas de gravas y por un ligero mayor grado de cementación. Esta última característica hace que, en algunos afloramientos naturales, se aprecie bien su estratificación en bancos de espesor métrico-decimétrico, destacando con más relieve las litologías más puramente arcósicas, con hiladas de gravas, respecto de las más fangosas. En algunos de los bancos, sobre todo de los más fangosos, se pueden presentar ligeras cementaciones calcáreas, y a veces verdaderas costras. Estas costras se han cartografiado, no obstante, como unidades distintas (4).

El espesor máximo observable de esta unidad es de unos 40 m. Teniendo en cuenta el carácter discordante de las formaciones arcósicas suprayacentes y que su muro no aflora en la mayor parte de sus áreas de distribución, su espesor original debe ser mayor.

En conjunto, la unidad está formada por sedimentos de naturaleza detritica, con secuencias granodecrecientes de espesor variable, inferior a 6 m, constituidas por conglomerados (arenas con hiladas de gravas) y arenas. Hacia arriba gradualmente, estos conglomerados son sustituidos por arenas de grano grueso a medio, que pueden formar el término superior de la secuencia. Como se ha indicado anteriormente, localmente pueden aparecer costras de carbonato.

Los conglomerados están soportados por una matriz de arena y lutitas, y sólo ocasionalmente aparecen clastosoportados, siendo polimodales y poligénicos. El color es ocre, rojo y gris-verdoso. La composición de los clastos es de cuarzo, feldespatos, cuarcita y lutitas negras. El máximo tamaño encontrado en esta unidad es de 7 cm, siendo el tamaño medio, de 3-5 cm. La morfología de los clastos es subredondeada y subesférica.

En estas facies conglomeráticas, la fracción grava es la dominante (25-65 %), apareciendo la arena muy gruesa en proporciones del 30 %, la arena gruesa en el 25 %, la arena media entre el 10 y el 18 %, la arena fina en el 4 %, la muy fina entre el 1 y el 4 %, y la fracción limo-arcilla entre el 2 y el 10 %.

Esta litología presenta estratificación cruzada en surco de gran escala, con láminas muy tendidas y estratificación horizontal. Las facies que se han encontrado son Gt y Gm, principalmente. Forman cuerpos sedimentarios de geometría lenticular, con un espesor inferior a 3 m, siendo su extensión lateral inferior a los 50 m.

Las arenas contienen, con frecuencia, pasadas de cantes de hasta 3-4 cm, cuya composición es de cuarcita, sobre todo. La composición de estas arenas sigue siendo mayoritaria de feldespato y cuarzo. En su ordenamiento interior aparecen masivas, o bien con estratificaciones cruzadas en surco de media escala. Las facies más abundantes son St y Sm. Con frecuencia, éstas últimas contienen hidromorfias y pueden llegar a desarrollar un enrejado de carbonato que, por amalgamación, llegan incluso a originar costras. Aparecen en cuerpos tabulares de espesor inferior a 8 m, y extensión lateral superior a 50 m. Algunas de las facies arenosas están afectadas por procesos de encostramiento calcáreo.

En el conjunto de la unidad, la asociación de facies más completa es la formada por Gm/Gt – St /Sm. Esta asociación y los rasgos más importantes del sedimento, reflejan para esta unidad un ambiente de depósito caracterizado por un sistema fluvial de baja sinuosidad, bien jerarquizado, con canales bien definidos, amplios y someros, y con una carga de gravas, que se mueven lateralmente en la llanura de inundación. Los cuerpos sedimentarios conglomeráticos se interpretan como canales de baja sinuosidad, sugiriendo los datos granulométricos un transporte tráctico bastante energético, con depósitos en forma de barras de gravas que migran libremente por el lecho, y produciéndose una acreción vertical y un descenso de la energía, que deposita las arenas masivas. Estas últimas presentan hidromorfías y bioturbaciones, y se interpretan como un depósito de llanura de inundación.

Comparativamente con la unidad anterior, de la que pasa gradualmente desde su techo, esta unidad sugiere una mayor distalidad, por dos razones: 1) se produce en esta unidad una mayor presencia de areniscas y un descenso en el contenido de conglomerados respecto de la anterior, y 2) a techo de casi todas las secuencias, en las facies finas, se origina un incipiente encostramiento carbonatado, que no está presente en la unidad anterior.

En cuanto a edad, y ante la carencia de restos fosilíferos en la Hoja, cabe suponerle de edad Mioceno inferior, no sólo por sus relaciones de paso lateral con la unidad anteriormente descrita (2), a la que también se atribuye dicha edad, sino también, por la edad atribuida a las unidades arcósicas suprayacentes (5 y 6, sobre todo).

#### 2.2.3. Costras calcáreas (4) (Mioceno inferior)

Esta unidad corresponde a diferenciaciones cartografiadas de las costras calcáreas existentes en la unidad precedentemente descrita (3).

Estas diferenciaciones se localizan a unos 4 km al sur de Medina del Campo, ocupando un área aproximada de 6 X 2 km (en sentido este-oeste X norte-sur). Por su mayor resistencia a la erosión, forma pequeños relieves tabulares, de extensión deca/hectométrica, que resaltan aún más del área circundante, dado el carácter topográficamente deprimido de ésta. No obstante lo anterior, los cortes naturales de estas unidades son escasos, salvo en algún talud de las carreteras de Medina del Campo a Madrigal de las Altas Torres y a Velascálvaro.

Litológicamente en el campo, son materiales calcáreos, blanquecinos o grises, nodulares, generalmente poco compactos, a veces, algo pulverulentos. Siempre suelen contener restos de tamaño centí/dicimétrico de los fangos arcósicos o de las arcosas a partir de los cuales se han desarrollado. Su espesor, raramente sobrepasa el metro.

En la parte noroeste de la Hoja, a unos 3,5 km al NE de Castrejón, existe una costra calcárea más compacta y desarrollada, y de mayor espesor (hasta 2 – 2,5 m) que las precedentemente citadas. Además, no guarda relación cartográfica con la unidad arcólica (3) a las que se ligan. Forma un afloramiento continuo de 1,5 km de largo y unos 200 m de ancho, orientado aproximadamente en sentido NNO-SSE, dispuesto discordantemente encima del contacto entre la unidad paleógena (1) y la conglomerática roja del Mioceno inferior (2), y guardando por tanto, probablemente, cierta relación con la superficie de

Alaejos (ver más adelante). Teniendo en cuenta todas estas relaciones e implicaciones, y sobre todo, que la superficie de Alaejos está labrada en unidades desde paleógenas (1, en esta Hoja) hasta arcósicas de la Facies Villalba de Adaja (3), y que sobre ella se sitúan discordantemente unidades arcósicas que se describen más adelante (5 y 6), cabe suponer esta costra en relación con las arcosas de la Facies Villalba de Adaja (3), y de ahí su agrupación cartográfica con las demás, descritas anteriormente.

Desde el punto de vista sedimentológico, y como se ha indicado en el apartado anterior, estos materiales carbonatados representan desarrollos edáficos prolongados (calcificaciones), en materiales propios de un sistema fluvial bien jerarquizado, de baja sinuosidad, con canales bien definidos, amplios y someros, que se mueven lateralmente en la llanura de inundación. Su desarrollo exige largos períodos de estabilidad, sin estar sometidos a la erosión fluvial: es por esta circunstancia por la que suelen desarrollarse en las facies fangosas más finas, de llanura de inundación.

En cuanto a edad, y ante la carencia de restos fosilíferos, cabe suponerles de edad Mioceno inferior, por enclavarse en la unidad arcósica de la Facies Villalba de Adaja (3). Como se ha indicado en el apartado anterior, una edad Mioceno inferior le es también atribuible a dicha facies arcósica, no sólo por sus relaciones de paso lateral con la unidad conglomerática roja (2), a la que también se atribuye dicha edad, sino, también por la edad atribuida a las unidades arcósicas suprayacentes (5 y 6, sobre todo).

### 2.3. NEÓGENO. FORMACIONES ARCÓSICAS FRECUENTEMENTE BLANCAS, Y OTRAS ASOCIADAS

Las unidades cartográficas 5, 6, 7 y 8 integran el Neógeno arcósico "blanco" (en contraposición a la unidad arcósica de Villalba de Adaja -3-, más rojiza, e infrayacente), siendo la 5, la unidad dominante sobre todo, desde el punto de vista volumétrico. Este Neógeno arcósico forma la mayor parte de la Hoja, excepción hecha de la parte noroccidental de la misma, y constituye los depósitos terciarios más recientes, preservados por la erosión, de la Hoja de Medina del Campo.

Las cuatro diferenciaciones cartográficas que integran este Neógeno arcósico, forman parte, o son contemporáneas, de la Facies Pedraja del Portillo, definida por DEL OLMO *et al.* (1979) 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). Asimismo, son equivalentes y/o contemporáneas de las Facies de Madrigal de las Altas Torres y de Puente Runel, de CORRALES *et al.* (1978) y CORRALES (1982), situadas por estos autores, como disconformes sobre la Facies Villalba de Adaja (la unidad 3 de la presente Hoja).

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 5, 6, 7 y 8, que integran este Neógeno arcósico en la Hoja de Medina del Campo.

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

### 2.3.1. Arcosas, fangos arcósicos gris-verdosos y pardos, con niveles de arcosas gruesas, y frecuentes niveles de suelos calcimorfos (5). Facies Pedraja del Portillo (Mioceno inferior)

Como se ha indicado anteriormente, esta diferenciación cartográfica constituye la litología dominante, volumétricamente, de este Neógeno arcósico. 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 unos 50 m. Desde el punto de vista sedimentológico, la unidad está constituida por secuencias granodecrescentes de espesor inferior a 6 m, y formadas, de muro a techo, por arenas microconglomeráticas, arenas de tamaño de grano grueso, medio-fino, y lutitas.

Las arenas son la litología más típica de esta unidad. Las arenas microconglomeráticas basales de cada secuencia, 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 gruesas pueden ser también basales, o suceder hacia arriba a las anteriores, presentando granos de cuarzo y feldespato, como componentes principales, y cantos de cuarcita y lidita en hiladas. Finalmente, las arenas más altas en cada secuencia son de tamaño de grano medio a fino y tonos algo ocre-amarillentos, masivas (a veces con estratificaciones y laminaciones cruzadas) y algo cementadas.

Las arenas presentan estratificación cruzada, de media/gran escala, en *sets* de hasta 2 m de amplitud, siendo la facies St la más frecuente. Se organizan en geometrías canalizadas, de base erosiva de relieve medio y techo plano, con extensión lateral inferior a los 50 m, y espesor menor de 3 m.

Las lutitas superiores de cada secuencia son, en sentido estricto, limos arenosos de color marrón, presentándose algo edafizados y marmolizados, 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.

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 interrupción en la sedimentación, en relación con períodos largos de exposición, y clima árido-semiárido, con lluvias estacionales.

### 2.3.2. Fangos arcósticos y arcosas, con predominio de tonos pardos, y frecuentes niveles de suelos calcimorfos (6) (Mioceno inferior)

Esta diferenciación cartográfica se presenta en la mitad meridional de la Hoja, siendo un cambio, en parte lateral y, sobre todo, hacia techo, de la unidad anteriormente descrita (5). Forman, cartográficamente, manchas de extensión kilométrica, alargadas NE-SO, u otras veces amalgamadas, en las partes más altas de las lomas. Sus espesores no superan, no obstante, los 10-15 m.

Litológicamente es, por tanto, muy similar a la unidad 5, 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 5, 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 limoso-arcillosa, apareciendo masivas y, ocasionalmente, con granoselección. Son frecuentes las hidromorfías, con impregnaciones de manganeso, 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.

Según datos de análisis de DRX, las facies puramente limosas revelan una composición de filosilicatos (80 %), feldespato potásico (5 %) y cuarzo (15 %). Los filosilicatos se distribuyen en esmectita (50 %), illita (41 %) y caolinita (9 %). Algunas muestras presentan calcita (30 %) y trazas de dolomita y yeso.

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 señalan una dirección de los paleoflujos dirigida hacia el noreste.

### 2.3.3. Arenas gruesas feldespáticas, con gravas de cuarzo y cuarcita (7) (Mioceno inferior)

Forma intercalaciones de unos 2-3 m de espesor en las unidades cartográficamente dominantes de este Neógeno arcóbico (5 y 6), 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 de éstas, presenta una mayor resistencia a la erosión, originando resaltes planos de extensión hecto/kilométrica (y, a veces, hasta decakilométrica, en la parte central de la Hoja) 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, y debido a la agricultura intensiva, los bordes de estos relieves planos se presentan muy suavizados, por lo que no son frecuentes los cortes verticales en esta unidad, salvo algunas trincheras en carreteras, o excavaciones, muy locales y de no muy grande envergadura. Un afloramiento notable se encuentra en las canteras situadas al sur de Villaverde de Medina, en la parte centro-norte de la Hoja.

Desde el punto de vista litológico, la unidad está escasamente cementada y constituida por arenas arcóbicas de tamaño de grano muy grueso a grueso, con matriz arenoso arcóbica 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 lítidas, siendo su tamaño máximo, de 15 cm, y el promedio, inferior a 2 cm; su forma es subredondeada a redondeada.

En estas facies conglomeráticas, la fracción grava es la dominante (25-65 %), estando la arena muy gruesa en proporciones del 30 %, la arena gruesa en el 25 %, la arena media entre el 10 y el 18 %, la arena fina en el 4 %, la muy fina entre el 1 y el 4 %, y la fracción limo-arcilla entre el 2 y el 10 %.

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

Sedimentológicamente, esta unidad es interpretable como canales de baja sinuosidad, sugiriendo los datos granulométricos un transporte tráctivo bastante energético, con depósitos en forma de barras de grava 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 señalan una dirección de los paleoflujos dirigida hacia el noreste.

#### 2.3.4. Costras calcáreas (8) (Mioceno inferior)

Esta unidad corresponde a diferenciaciones cartografiadas de las costras calcáreas existentes en las unidades precedentemente descritas, sobre todo en la unidad 5.

Estas diferenciaciones se localizan a unos 7-11 km al sur de Medina del Campo, ocupando un área aproximada de 10 X 5 km (en sentido este-oeste X norte-sur). Por su mayor resistencia a la erosión forman pequeños relieves tabulares, de extensión deca/hectométrica, raramente kilométrica, que resaltan respecto del área circundante. Los cortes naturales de estas unidades son escasos, o prácticamente inexistentes. Litológicamente en el campo, son materiales calcáreos, blanquecinos o grises, nodulares, generalmente poco compactos, a veces, algo pulverulentos. Siempre suelen contener restos de tamaño centí/decimétrico de los fangos arcósicos o de las arcosas sobre los cuales se han desarrollado. Su espesor, raramente sobrepasa el metro.

Petrográficamente se pueden clasificar como caliche joven, constituido por un mosaico microesparítico y esparítico en el que se adivinan microestructuras relacionadas con suelos.

Desde el punto de vista sedimentológico, y como se ha indicado en el apartado anterior, estos materiales carbonatados representan procesos edáficos prolongados (calcificaciones), en materiales propios de un sistema fluvial bien jerarquizado. Su desarrollo exige largos períodos de estabilidad, sin estar sometidos a la erosión fluvial: es por esta circunstancia por la que suelen desarrollarse en las facies fangosas más finas, de llanura de inundación.

En cuanto a edad, y ante la carencia de restos fosilíferos, cabe suponerles de edad Mioceno inferior, por enclavearse en la unidad arcósica de la Facies Villalba de Adaja (3). Como se ha indicado en el apartado anterior, una edad Mioceno inferior le es también atribuible a dicha facies arcósica, no sólo por sus relaciones de paso lateral con la unidad conglomerática roja (2), a la que también se atribuye dicha edad, sino, también por la edad atribuida a las unidades arcósicas suprayacentes (5 y 6, sobre todo).

### 2.4. CUATERNARIO

Las Calizas de los Páramos y las terrazas del Duero son las principales referencias para ordenar cronológicamente las distintas unidades asignadas al Cuaternario en esta región de la Cuenca del Duero. En las hojas de Tordesillas (nº 371), Rueda (nº 399) y Medina del Campo (nº 427) se localizan las secuencias de terrazas más completa del Duero. PÉREZ-GONZÁLEZ (1982) estudió dichas secuencias y estableció un modelo de 14 terrazas fluviales. La realización de la cartografía geológica y geomorfológica de las tres hojas citadas ha permitido revisar dicho modelo. La existencia de datos topográficos más precisos, ha posibilitado mejorar la correlación altitudinal de los distintos niveles. Las modificaciones introducidas han sido mínimas, por lo que se ha respetado en lo posible la numeración de niveles de PÉREZ-GONZÁLEZ (1982). Estas modificaciones han dado como resultado una mayor coherencia en el seguimiento cartográfico de los niveles de terraza en el conjunto de las tres hojas topográficas. En la Tabla I se muestra el modelo de terrazas propuesto.

PÉREZ – GONZÁLEZ (1982)	ESTE TRABAJO	Unidades cartográficas de la hoja de Medina del Campo (nº 427)*
TD1 (+141 – 144)	TD1 (+145 - 147)	9 (b)
TD2 (+126 – 134)	TD2 (+135 – 141)	10 (c)
TD3 (+110 – 114)	TD3 (+114 – 126)	
TD4 (+102 – 107)	TD4 (+103 ~ 111)	TD4'(+99 – 105)
TD5 (+96 – 100)	TD5 (+96 - 100)	TD5 – TD6
TD6 (+82 – 84)	TD6 (+84 – 92)	
	TD6' (+86 – 91)	
TD7 (+74 – 80)	TD7 (+77 – 83)	
TD8 (+62)	TD8 (+61 – 71)	
TD9 (+54 – 56)	TD9 (+55 – 63)	
TD10 (+40 – 48)	TD10 (+45 – 55)	TD10' (+41 – 43)
TD11 (+24 – 30)	TD11 (+29 – 34)	
TD12 (+18 – 22)	TD12 (+14 – 16)	
TD13 (+8 – 12)	TD13 (+5 – 8)	TD12' (+12)
TD14 (+3 - 5)	Llanura de inundación	

Tabla I: Modelo de terrazas propuesto para las hojas topográficas a escala 1:50.000 de Tordesillas (nº 371), Rueda (nº 399) y Medina del Campo (nº 427) y su correlación con el modelo de PÉREZ- GONZÁLEZ (1982).

Los números corresponden a las unidades cartográficas del mapa geológico, las letras a las formaciones superficiales del mapa geomorfológico

#### 2.4.1. Pleistoceno

##### 2.4.1.1. *Cantos y grava con algunas arenas (9, 10). Terrazas altas del Duero (Pleistoceno inferior)*

Los niveles de terrazas del sistema del río Duero están situados en el borde norte del mapa. Estos niveles de terraza están bastante erosionados, por lo que conforman la culminación de una serie de cerros más o menos aislados unos de otros. Los retazos cartografiados se corresponden con los niveles TD1 (+145 - 147) y TD2 (+135 – 141) respectivamente (ver la Tabla 1).

El espesor de estos depósitos de terrazas es generalmente 4 a 5 m, aunque puede disminuir localmente hasta alcanzar 1,5 o 2 m.

Las litologías principales de los clastos más gruesos es cuarcita y cuarzo, siendo en general predominante la primera sobre la segunda. La composición de la fracción arenosa es subarcósica con escaso contenido de fragmentos de rocas (TORTOSA et al., 1997).

Los tamaños medios corresponden a la fracción de las gravas gruesas (16 – 64 mm), y el centil está dentro de la fracción cantes finos (64 - 128 mm). La matriz arenosa o limo – arenosa es generalmente escasa, aunque también aparecen intercalaciones de 10–30 cm de espesor compuestas dominantemente por arenas mal clasificadas (heterométricas), pero con predominio de las fracciones más gruesas.

La intensa edafización de los materiales y su gruesa granulometría hace difícil observar las estructuras sedimentarias. La estratificación, no siempre visible, se presenta en capas lenticulares, de espesor mayor de 30 cm. En los niveles arenosos se aprecia en ocasiones laminación cruzada en surco. Los cantes están imbricados, con inclinación hacia el este y noreste.

Estas terrazas presentan suelos rojos fersialíticos con horizonte petrocálcico (Alfisoles). El horizonte superficial de lavado o eluvial (E o A2) está erosionado o presenta un espesor reducido (35 cm), es de color pardo claro. El horizonte de acumulación argílico (Bt), tiene un espesor de unos 20 - 30 cm, pero en ocasiones también puede estar completamente erosionado, es de color rojizo (2,5 YR y 10R) y presenta cutanes de arcilla espesos y continuos (PÉREZ-GONZÁLEZ, 1982). El horizonte inferior es petrocálcico tiene un espesor de hasta 1 m, es de color blanquecino y de aspecto masivo y está fuertemente cementado. Bajo este nivel más duro y de 1 m de espesor y hasta la base del depósito, la cementación de carbonato continua y suele presentar una estructura en enrejado y está ligera a fuertemente cementada.

Basándose en el yacimiento arqueológico de Monfarracinos en Toro (Achelense antiguo), que se sitúa en la terraza TD6 (SANTONJA y PÉREZ-GONZÁLEZ, 1984; PÉREZ-GONZÁLEZ et al., 1994), se atribuyen las terrazas que se han descrito al Pleistoceno inferior, siendo posible que la más antigua pudieran ser del Plioceno superior, ya que apenas se encuentran encajadas 20 a 30 m por debajo de la superficie del Páramo.

#### *2.4.1.2. Arenas y gravas con algunos cantes (11, 12, 13, 14, 15). Terrazas de los ríos secundarios (Pleistoceno medio y superior)*

A lo largo de los valles de los ríos Trabancos y Zapardiel existen pequeños retazos de terrazas, que generalmente son bastante discontinuos. Estas terrazas no muestran buenos afloramientos donde observar sus características. El espesor de estos depósitos de terrazas es generalmente de 1 a 1,5 m.

Las arenas son más abundantes que las gravas, siendo frecuentes los niveles en que las gravas llegan a estar completamente ausentes. La composición de la fracción arenosa es arcósica. Las litologías principales de los clastos más gruesos son cuarcita y cuarzo. Las

arenas están mal clasificadas (heterométricas), y el centil está dentro de la fracción cantos finos (64 - 128 mm).

La edad asignada a estos depósitos es Pleistoceno medio y superior, y se fundamenta en su relación altitudinal con las terrazas del Duero.

#### *2.4.1.3. Arenas y gravas con algunos cantos (16, 17, 18). Glacis (Pleistoceno medio y superior)*

En el norte del mapa, en algunas de las laderas de los valles secundarios del río Zapardiel, existen algunos restos de depósitos de paleoverdientes con morfología de glacis y que suelen estar bastante erosionados. También se ha cartografiado como glacis una superficie de erosión situada en el ángulo sureste del mapa, entre el río Zapardiel y el arroyo de Malpaso.

Estos materiales no muestran buenos afloramientos donde observar sus características. El espesor de estos depósitos es pequeño, generalmente entre 0,5 y 1 m.

Están compuestos por arenas y arenas limosas con algunas gravas y cantos. Estos materiales proceden tanto de la erosión de las terrazas del Duero, que dominan las laderas, como de los materiales del substrato del Terciario. Los cantos y gravas son más abundantes cuando la ladera del glacis está directamente dominada por las terrazas del Duero.

Las arenas son algo limosas, y están mal clasificadas (heterométricas), el centil está dentro de la fracción cantos finos (64 - 128 mm). Los materiales no muestran estratificación, aunque a veces es posible distinguir un nivel basal de acumulación de gravas y cantos de unos 10 cm de espesor.

La edad asignada a estos depósitos es Pleistoceno medio y superior, y se fundamenta en su relación altitudinal con las terrazas de los valles.

#### **2.4.2. Pleistoceno y Holoceno**

##### *2.4.2.1. Arenas limosas y gravas. Depósitos de fondo de valle (19). Abanicos aluviales (20). Rellenos de vaguadas aluvial – coluvial (21). Pleistoceno superior y Holoceno*

Todos estos depósitos superficiales presentan una cierta semejanza, como consecuencia de una procedencia común y de modos de transporte similares. Los depósitos de fondo de valle se sitúan en los valles de los ríos (Trabancos y Zapardiel) y arroyos afluentes de mayor entidad. Los abanicos aluviales se localizan en las desembocaduras de los arroyos de menor entidad existentes a lo largo de las márgenes de los ríos Trabancos y Zapardiel. Por último, en ciertos arroyos secundarios es posible identificar rellenos cuyo origen es mixto, ya que los aportes laterales de las laderas se mezclan con los aportes longitudinales de la vaguada.

Solamente en los depósitos de fondo de valle del río Trabancos existen buenos afloramientos que permitan una descripción minuciosa de estos materiales. El espesor de

estos depósitos está comprendido entre uno 1 y 3 m. Sin embargo, aguas arriba de Medina del Campo, el valle del río Zapardiel y sus afluentes muestran una morfología peculiar, que indica un importante proceso de agradación más o menos reciente; por todo ello, se puede suponer que el espesor de los depósitos de fondo de valle puede llegar a alcanzar 10 m o más. Además, en esta zona del río Zapardiel, los depósitos de fondo de valle pasan lateralmente y se intercalan con depósitos endorreicos y eólicos.

Los materiales más abundantes en todos estos depósitos son las arenas de composición arcólica, que se mezclan con cantidades variables de gravas y cíntos de cuarcita y cuarzo.

En los ríos Trabancos y Zapardiel, las arenas son heterométricas, contienen muy poco limo, y son de color gris claro a blanquecino y muestran laminaciones cruzadas en surco. Son frecuentes las cicatrices de erosión marcadas por niveles centimétricos de gravas, e incluso algunos cíntos. En los depósitos del río Zapardiel aparecen intercalados algunos niveles de arenas arcillosas de color gris, que indican condiciones edáficas reductoras. Los suelos apenas están desarrollados (suelos aluviales o "Fluvents").

Los depósitos de fondo de valle de los demás arroyos están compuestos por arenas limosas y arcillosas, mal clasificadas (heterométricas), en la que predominan las fracciones más finas, de composición arcólica y de color gris medio. El contenido en gravas es bajo y suelen pertenecer a las fracciones de las gravas finas y muy finas (2 – 8 mm).

Los abanicos aluviales y los rellenos de vaguada de origen aluvial – coluvial no muestran buenos cortes donde observar sus características. En superficie son similares a los depósitos de fondo de valle, si bien su morfología es en abanico o cono en el primer caso, y con morfología de valle en cuna en el segundo caso.

Basándose en la relación de posición de estos depósitos con los sistemas de terrazas, y en muchos casos en su carácter de funcional, se les puede atribuir una edad Pleistoceno superior a Holoceno.

#### *2.4.2.2. Arenas, gravas y cíntos (22). Coluviones (Pleistoceno superior y Holoceno)*

Dada la baja amplitud o energía del relieve que presenta el territorio cartografiado, los coluviones son poco abundantes. Solamente se han identificado algunos coluviones al pie de los escarpes que dominan las riberas derecha del valle del Trabancos.

Estos materiales no muestran buenos afloramientos donde observar sus características. Están compuestos por arenas lutíticas con un contenido variable de gravas y cíntos, cuyo espesor puede superar los 1,5 m.

Se asigna una edad aproximada para estos depósitos de Pleistoceno superior a Holoceno.

#### 2.4.2.3. Arenas bien clasificadas (23). Manto eólico y dunas (Pleistoceno superior y Holoceno)

La presencia de arenas eólicas en la Cuenca del Duero fue señalada por primera vez por HERNÁNDEZ-PACHECO (1923). Estas arenas, que conforman una serie de recubrimientos de tamaño muy variable, se localizan principalmente entre Medina del Campo y Rubí de Bracamonte, y se asocian a un proceso de agradación de los valles más o menos reciente.

El espesor del manto eólico normalmente es de 0,5 a 1 m, pero se adelgaza hacia los bordes hasta desaparecer por completo. Localmente existen algunas pequeñas zonas de dunas en las que el espesor de estas arenas puede llegar a alcanzar más de 2 m. Debido al pequeño espesor que presentan y a los trabajos forestales y agrícolas que soportan, es bastante frecuente que las arenas eólicas estén contaminadas con arenas menos clasificadas del substrato neógeno o de depósitos fluviales de fondo de valle, lo que dificulta su delimitación exacta.

Cuando no existe contaminación por el substrato, esta unidad está formada por arenas arcosas más o menos clasificadas, de color gris marronáceo claro, el tamaño de grano puede oscilar bastante y el tamaño medio suele estar comprendido en la fracción de las arenas medias (0,25 – 0,5 mm). La proporción de limo es muy baja y las gravas están ausentes. La estructura es masiva, salvo en las dunas donde pueden presentar estratificaciones cruzadas. La consistencia siempre es suelta.

Los suelos son de textura arenosa y presentan un desarrollo muy pobre (Arenosoles), por lo que suelen aprovecharse para la explotación forestal de pino resinero y piñonero (*Pinus pinaster* y *Pinus pinea*).

La edad de estas arenas eólicas es Pleistoceno superior (tardiglaciado) y Holoceno, ya que se desarrollan principalmente sobre las llanuras aluviales actuales o subactuales. Esta edad es coherente con los datos aportados por DÍEZ HERRERO *et al.* (2000), que han realizado dataciones mediante luminiscencia del manto eólico de la Tierra de Pinares (que constituye la continuación hacia el sureste de estos depósitos eólicos). Estos autores señalan la existencia de dos fases de depósito: una generalizada entre 12,5 y 9 ka BP (Dryas reciente) y que se prolonga hasta 8,7 – 7,9 ka BP (Boreal) y otra más restringida en torno a 7 ka BP (periodo Atlántico).

#### 2.4.2.4. Arenas, limos y gravas (24). Depósitos mixtos eólico – fluvial (Pleistoceno superior y Holoceno)

Las arenas eólicas descritas en el apartado anterior se han acumulado principalmente en el fondo de valle del río Zapardiel y sus afluentes y en relación lateral y de superposición con los depósitos de fondo de valle. Generalmente las diferencias en morfología, textura y usos del suelo son suficientes para permitir diferenciar en la cartografía unos materiales de los otros, pero en ocasiones esta tarea resulta casi imposible, por lo que se ha definido una unidad mixta que tanto puede contener en superficie unos como otros.

#### *2.4.2.5. Arenas y limos (25). Depósitos endorreicos (Pleistoceno medio a superior y Holoceno)*

Estos depósitos se localizan tanto en pequeñas depresiones cerradas como en fondo de valle y distribuidas prácticamente a lo largo de toda la hoja.

Cuando se alojan en depresiones cerradas, su presencia se asocia a la existencia de extensas llanuras y acciones de deflación eólica. Mientras que cuando se localizan en el fondo de valle su presencia se asocia bien a un drenaje insuficiente, o bien procesos de agradación más o menos recientes. En este último caso, estos materiales se interdigitan con depósitos de fondo de valle y mantos de arenas eólicas.

No existen afloramientos que permitan realizar una descripción completa de estos materiales. El espesor puede estimarse en 1-2 m. En superficie están compuestos por arenas y limos grises en proporción variable. La arena es arcólica y su tamaño de grano no suele sobrepasar la fracción de la arena media (0,25 – 0,5 mm). Los suelos son de colores grisáceos debido a sus características hidromórficas.

La edad de los depósitos puede situarse entre el Pleistoceno medio – superior y el Holoceno.

### 3. PALEONTOLOGÍA

Previamente a la realización de la presente Hoja, no existían en todo el ámbito de la misma, referencias sobre yacimientos paleontológicos.

Durante el año 2001 se prospectó la Hoja de Medina del Campo (nº 427) con el fin de buscar yacimientos de vertebrados fósiles. Los yacimientos de microvertebrados suelen ser más abundantes que los de grandes vertebrados, aunque estos últimos son más fáciles de descubrir a simple vista por el tamaño de sus restos. Por ello, los restos de microvertebrados no apreciables a simple vista, se buscan en principio en facies favorables para su contenido: preferiblemente margas finas pero con algún tipo de detrítico y sobre todo con restos orgánicos como gasterópodos, vegetales y/o restos de microvertebrados.

Se muestrearon en principio todos los cortes que presentaban facies susceptibles de contener este tipo de restos, desechariendo las facies más arenosas y los conglomerados. En total se recogieron 5 muestras de 25 kg cada una. En el Museo Nacional de Ciencias Naturales, se realizó la preparación y análisis de las muestras, siendo los resultados, negativos.

Los puntos muestreados fueron los siguientes:

- CASTREJÓN. Junto a la salida del pueblo de Castrejón por la carretera que va a Nava del Rey en un talud que hay en una curva a la izquierda de la carretera. El nivel es un paquete de margas pardas de 1,5 m de potencia, localizado en la unidad cartográfica nº 1 (Paleógeno).
- CARPIO SUR. Se localiza a las afueras del pueblo de Carpio, en una cantera de arcillas. La muestra se toma a techo de un nivel basal de marga arenosa detrítica fina de unos 2 m de potencia, que se encuentra en la unidad cartográfica nº 8 (parte alta de la Facies Pedraja del Portillo).
- CARPIO OESTE. Se encuentra a la salida de Carpio, siguiendo por la carretera que va a Fresno Viejo, pasado el punto anterior (Carpio Sur) a unos 100 m y en una cantera de arcilla. La muestra se tomó en un nivel basal margoso pardo arenoso de 1,5 a 2 m de potencia, situado en la unidad cartográfica nº 6 (Facies Pedraja del Portillo).
- LAS PELLEJERAS. Se localiza en la carretera de Campillo a Medina del Campo, pasado el puente sobre el tren, y en una cantera. El nivel muestreado es un paquete de arcillas detríticas pardas de unos 4 a 5 m de potencia, en la unidad cartográfica nº 5 (arcillas gruesas –paleocanales- de la Facies Pedraja del Portillo).
- VALDÁVILA. Se encuentra en el kilómetro 6,5 de la carretera de Nava del Rey a Medina del Campo, en un talud o corte de arcillas que hay a la derecha de la carretera. El nivel es un paquete de arcillas detríticas de unos 4 m de potencia, en la unidad cartográfica nº 5 (arcillas gruesas –paleocanales- de la Facies Pedraja del Portillo).

Después del tratamiento y estudio de todas las muestras tomadas en estos puntos, no se encontraron restos fósiles que hubieran permitido datar los niveles sedimentarios.

#### 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.

La disposición tabular y subhorizontal de las litologías aflorantes en la mayor parte de la Cuenca del Duero oculta, sin embargo, una estructura interna más compleja (que comenzó a conocerse mediante investigaciones petroleras o mineras: geofísica sísmica y sondeos profundos), con altos de basamento y depresiones, generalmente localizados en la proximidad de los bordes activos, y subparalelos a ellos. Materiales sintectónicos, de edad predominantemente paleógena, tienden a llenar esas depresiones, enrasando en sus partes terminales con la parte superior de dichos altos. Asimismo, materiales similares se encuentran junto a los bordes activos, y frecuentemente cobijados por el Mesozoico (pretectónico). No obstante, la Hoja de Villabrágima, al encontrarse en una posición centro-occidental respecto del conjunto de la Cuenca, se localiza lejos de las zonas con altos y depresiones sepultadas.

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 esquina suroccidental de la Cuenca 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 prolongación hacia el noreste pasa por la presente Hoja.

Según las interpretaciones de substituto, el Terciario de la Hoja se dispone sobre materiales del Macizo Hespérico (probablemente recubiertos por un delgado tegumento mesozoico) 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 650 y 900 m, de los que 450-500 m corresponden a materiales sintectónicos (de edad básicamente, paleógena) y 200-400 m a post-tectónicos (de edad neógena, sobre todo).

A partir de todo lo indicado, y de la distribución de unidades paleógenas y neógenas en la Hoja, pueden diferenciarse en ésta 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 del Neógeno arcósico.

No obstante, hay que señalar la presencia de restos de una superficie de erosión (la superficie de Alaejos, ligeramente descendente hacia el NE), desarrollada sobre los dos primeros dominios. Esta superficie limita las observaciones sobre ambos, por lo que parte de los datos que a continuación se indican, proceden de las Hojas próximas de Cantalpino (nº 453) y Rueda (nº 399).

El Dominio del Paleógeno ocupa la parte noroccidental de la Hoja. En él, la unidad cartográfica más antigua (1), atribuible al Paleógeno (Eoceno, en su mayor parte) presenta inclinaciones débiles (como máximo, de 15°) hacia el NE o NNE.

Hay que señalar, en este dominio, la presencia de un haz de diaclasas (rellenas de carbonatos), subverticales, con orientación NNO-SSE, y espaciadas decamétricamente. El mencionado haz se localiza 3 km al NO de Castrejón, en el valle de un pequeño arroyo, y en las proximidades de su desembocadura al río Trabancos. Deben representar fallas distensivas, sin salto, probablemente en relación con la inclinación hacia el ENE que presenta el dominio del Mioceno inferior rojo, discordante sobre el dominio del Paleógeno, y próximo a él.

El Dominio del Mioceno inferior rojo (constituido por la Facies Roja de Toro, unidad 2) se localiza también en la parte noroccidental de la Hoja, inmediatamente al este del dominio anterior. Se presenta discordante sobre el Dominio del Paleógeno, y ligeramente inclinado hacia el ENE, según datos topográficos de su contacto basal. En sentido estricto, y dado el carácter gradual y concordante a techo, de las arcosas de la Facies Villalba de Adaja (unidad 3), las manchas cartográficas de éstas en la parte centro-noreste de la Hoja, también forman parte de este dominio, aunque en estas zonas no presenten rasgos distintivos del Dominio arcósico que les rodea, siendo ello debido a la carencia de afloramientos, y a la actividad agrícola intensiva, desarrollada sobre ambos, que, de alguna forma, les homogeneiza.

El Dominio del Neógeno arcósico ocupa la mayor parte de la Hoja, prolongándose por las Hojas septentrionales y orientales vecinas, y constituyendo, de hecho, una parte importante del conjunto de la Cuenca del Duero. En la Hoja de Medina del Campo 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 la esquina noroccidental de la Hoja es observable cómo se dispone, discordantemente, encima de la superficie de Alaejos, labrada, como se recordará, sobre los dominios paleógeno y mioceno inferior rojo.

La prolongación nororiental de la traza de la falla de Alba-Villoria pasa por la Hoja de Medina del Campo siguiendo una línea NE-SO, aproximadamente de Castrejón a Nava del

Rey, pero su paso sólo se denota por la presencia de arroyos rectilíneos, de longitud kilométrica, y a veces alineados, en la parte noroccidental de la Hoja.

La traza de la falla de Alba-Villoria arranca de las vecinas Hojas meridionales de Alba de Tormes (nº 504), Peñaranda de Bracamonte (nº 479) y Cantalpino (nº 453); en ellas, 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, en los que se indican buzamientos máximos de 64° hacia el ESE, asociados a los mencionados ejes anticlinales. En la mitad meridional de la Hoja de Cantalpino, la traza de la falla se marca por una inflexión monocinal buzante unos 5-15° al ESE que afecta, incluso, a la superficie del Guareña (prolongación suroccidental de la de Alaejos).

Al noreste de la Hoja de Medina del Campo, en la Hoja de Rueda (nº 399), sobre la hipotética prolongación de la falla, se marcan algunos arroyos anormalmente rectilíneos, pero de tan sólo 2-3 km de longitud individual. Finalmente, todos estos rasgos rectilíneos descritos 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 supuestos, la falla de Alba-Villoria sería un elemento tectónico fundamental en el conjunto de la Cuenca del Duero, ya que la atravesaría transversalmente, de suroeste a noreste.

## 5. GEOMORFOLOGÍA

### 5.1. DESCRIPCIÓN FISIOGRÁFICA

Como se indicó en el capítulo de Introducción, el territorio de la Hoja pertenece a la cuenca hidrográfica del río Duero y se sitúa enteramente en la Meseta Ibérica, y más concretamente en la submeseta septentrional. Dicha submeseta se caracteriza por presentar altitudes relativamente elevadas (700 a 1000 m) y, en contraposición, una amplitud o energía del relieve pequeña.

La elevada altitud condiciona que las temperaturas sean ligeramente bajas, con medias anuales próximas a los 12º C (Tabla II). La variación anual de temperatura es importante, siendo enero (media 4º C) y julio (media 21º C) los meses más extremos. La época libre de heladas tiene una duración más bien corta (4 a 5 meses). La precipitación media anual es escasa, con una variabilidad estacional moderada. El clima es mesotérmico, y de semiárido a seco – subhúmedo (mediterráneo). El verano es templado. La estación seca se produce en el verano y la lluviosa está adelantada, ya que ocurre en el otoño. Existe un exceso de agua moderado durante el invierno y una falta de agua en verano también moderada.

ESTACIÓN	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
ZAMORA	12.5	18.0	7.0	388	66	117.7	5.4	13.2	38.2	50.5	82.4	2625
VALLADOLID	12.0	18.5	5.9	442	63	118.9	8.8	16.9	46.3	67.0	82.2	2544

Tabla II: Valores Climatológicos Normales (1961-1990) en Zamora (Alt. 667 m; Lat. 41º 29' 56"; Long. 5º 45' 20") y Valladolid Observatorio (Alt. 735 m; Lat. 41º 38' 40"; Long. 4º 46' 27"). Fuente: MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTE Y MEDIO AMBIENTE - DIRECCIÓN GENERAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA, 1995.

T = Temperatura media anual (º C).

TM = Media anual de las temperaturas máximas diarias (º C).

Tm = Media anual de las temperaturas mínimas diarias (º C).

R = Precipitación anual media (mm).

H = Humedad relativa media (%).

DR = Número medio anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm.

DN = Número medio anual de días de nieve.

DT = Número medio anual de días de tormenta.

DF = Número medio anual de días de niebla.

DH = Número medio anual de días de helada.

DD = Número medio anual de días despejados.

I = Número medio anual de horas de sol.

Básicamente, pueden considerarse dos grandes unidades fisiográficas para el territorio representado en el mapa:

- Campiñas o Tierra de Campos. Es la unidad fisiográfica predominante. Está formada por un conjunto de llanuras o planicies alomadas y escalonadas. La diferencia de cota entre el punto más elevado del mapa (804 m al norte de Villaverde de Medina) y los más bajos (708 – 710 m en los valles del Zapardiel y del Trabancos) es ligeramente inferior a los 100 m. La amplitud o energía del relieve local es siempre muy pequeña (inferior a los 50 m) y la densidad del drenaje es de baja a media. La litología característica está formada por diversas facies de materiales detriticos correspondientes al substrato Terciario y a los depósitos de terrazas fluviales del Duero.
- Riberas o Vegas. Son llanuras o planicies de origen fluvial. Se sitúan en cotas siempre bajas (aproximadamente 710 a 750 m en los valles de los ríos Trabancos y Zapardiel). La amplitud o energía del relieve y la densidad de drenaje son siempre muy bajas. Su litología característica es la de los aluviones que le dan origen: arenas, gravas y limos.

Se trata por lo tanto de un paisaje formado fundamentalmente por procesos de erosión y sedimentación fluvial, al que se superponen pequeños retoques eólicos.

Los usos del suelo se adaptan a las características de cada terreno y dan nombre a las comarcas principales en las que se enmarca el territorio. Las campiñas se dedican generalmente al cultivo de cereal de secano y de la vid (Tierra de Campos). Mientras que las arenas eólicas, que presentan un suelo pobre (Arenosol), se aprovecha para la explotación forestal de pino resinero y piñonero (*Pinus pinaster* y *Pinus pinea*), conociéndose la comarca como Tierra de Pinares. Las vegas fluviales son en general poco aptas para los cultivos hortícolas, por lo que se aprovechan para cultivo de secano, prados o explotación forestal de chopos.

## 5.2. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO

### 5.2.1. Estudio morfoestructural

A pesar de la gran monotonía de la litología que presenta el substrato, las diversas variaciones en granulometría y grado de cementación de los materiales detriticos son suficientes para que la arquitectura geológica condicione de manera notable el relieve. Existen sin embargo diversos factores que enmascaran y dificultan la observación de dicha influencia. En primer lugar está el escaso relieve que presenta el territorio (algo menos de 100 m para el conjunto de la hoja) y, en segundo lugar, está la presencia de cuatro niveles o superficies de erosión que se suceden unas a otras en un desnivel total de apenas 55 m. Además, las superficies de erosión enlazan con las superficies de origen estructural, que también son subhorizontales, hasta que ambas llegan a ser prácticamente indistinguibles, lo que unido a la escasez de afloramientos de calidad dificulta enormemente su interpretación.

Las superficies de erosión mencionadas anteriormente fueron descritas y cartografiadas por PÉREZ – GONZÁLEZ (1982), que las denominó superficies de Carpio, Alaejos, Medina y Coca (ver también apartado de formas poligénicas). Las observaciones de campo y los trabajos de cartografía geológica y geomorfológica realizados han puesto de manifiesto que parte de estas superficies se corresponden con niveles litológicos del substrato que presentan diferente resistencia a la erosión y deben ser cartografiadas, por tanto, como superficies de origen estructural.

En la esquina NO del mapa aparece una superficie situada a 750 – 740 m que se extiende ampliamente hacia el oeste (fuera del mapa) y que penetra también hacia el norte a través del valle del río Trabancos. Esta superficie fue asignada por PÉREZ-GONZÁLEZ (1982) a la citada superficie de erosión de Alaejos, y fue interpretada como una superficie de erosión que representa un estadio de estabilidad relativa y que no es sincrónico con la formación de terrazas en el valle principal (Duero). Según esta interpretación, el origen de esta superficie estaría referida a los momentos más secos y fríos del Cuaternario (supuestamente Pleistoceno medio), mediante una serie de acciones fluviales debidas a cauces múltiples poco profundos y de fuerte movilidad lateral, sin descartar procesos de deflacción eólica que pueden haber ayudado a la formación de la superficie (PÉREZ-GONZÁLEZ, 1982; PÉREZ-GONZÁLEZ et al., 1994). Sin embargo, la cartografía geológica realizada, indica que esta porción de la superficie de Alaejos se instala sobre un plano estratigráfico bien definido: el contacto discordante que separa la Series Rojas del Mioceno inferior de las Series Ocres del Mioceno medio - superior. Este contacto discordante ya había sido identificado por JIMÉNEZ FUENTES y GARCÍA MARCOS (1980 y 1981) en las vecinas hojas de Fuentesaúco (nº 426) y Castronuño (nº 398), donde las areniscas de Garcihernández o de Cantalapiedra (atribuidas al Mioceno medio - superior) se apoyan sobre la "ondulada llanura de Alaejos" y sobre el Paleógeno al norte de Siete Iglesias de Trabancos.

Al norte del Duero, la exhumación de esta discordancia conforma la denominada Superficie de Valderaduey de MARTÍN-SERRANO (1988), que se prolonga erosivamente hacia el oeste sobre el resto del Terciario más antiguo, e incluso sobre el propio zócalo Hercínico, y a la que se asocian procesos de alteración con disolución de sílice, argilización y carbonatación (MARTÍN-SERRANO et al., 1989).

Por lo tanto, se deduce que la superficie de Valderaduey (al norte del Duero) y la parte de la superficie de Alaejos indicada (al sur del Duero) representan en realidad la misma cosa: una superficie estructural degradada resultante de la exhumación de una discontinuidad estratigráfica del Terciario, y cuya mayor resistencia a la erosión es debida a los procesos de alteración asociados a dicha discontinuidad y a la mayor cementación que suelen presentar los materiales infrayacentes que los suprayacentes. Hacia el este del río Trabancos la discontinuidad separa materiales más homogéneos y, aunque la discontinuidad estratigráfica continua, las diversas superficies de erosión enlazan con ella siendo imposible diferenciarla de estas.

El cerro denominado Cuesta Negra (779 m; punto kilométrico 7 de la carretera de Castrejón de Trabancos a Nava del Rey) está constituido por materiales situados estratigráficamente por debajo de la discordancia citada anteriormente (facies Roja de Toro), sin embargo, el cerro se localiza claramente por encima de la superficie de Alaejos, por lo que debe ser

interpretado como el resultado de la exhumación de un paleorelief, por lo que tiene un origen estructural. Los materiales de la facies Roja de Toro también dan origen a una serie de resaltes de capa apenas perceptibles en el relieve y que se sitúan en el ángulo noroeste de la hoja.

El resto de los relieves estructurales cartografiados en el mapa están constituidos por una serie de cerros más o menos alargados (conocidos como tesos en la comarca) y serpenteantes cuya morfología actual debe corresponder con posibles paleocanales de mayor resistencia a la erosión. Es preciso señalar que la escasez de afloramientos de calidad no ha permitido comprobar esta hipótesis, por lo que no se han cartografiado como tales paleocanales sino simplemente como relieves estructurales.

En diversos lugares de la hoja existen cerros cónicos característicos de las series de sedimentos no excesivamente consolidados y disposición horizontal.

#### 5.2.2. Estudio del modelado

##### Laderas

Las laderas presentes en la hoja pueden agruparse en tres grandes grupos.

Las laderas situadas a mayor altitud son las que descienden de los relieves invertidos, coronados por las terrazas del río Duero, y que se localizan en el norte y noroeste de la hoja. Son laderas bastante evolucionadas y regularizadas, de perfil cóncavo, cuyo desnivel neto es de unos 50 m y con pendientes que suelen estar comprendidas entre el 5 y el 15 %.

Las laderas que conectan las distintas superficies de erosión unas con otras o con los fondos de valle suelen presentar un desnivel muy pequeño (menos de 25 m), perfiles cóncavos más o menos regularizados y pendientes bajas (5 a 15 %).

El conjunto de laderas más jóvenes está representado por aquellas que bordean los valles encajados de los ríos Trabancos y Zapardiel. Aunque son laderas con desniveles netos moderados (menos de 30 m), presentan perfiles poco regularizados y con las pendientes más elevadas de la hoja, estando generalmente comprendidas entre el 15 y el 25 %.

Tal y como ya se ha señalado al describirlos en el capítulo de estratigrafía, los coluviones son poco abundantes. Solamente se han identificado algunos al pie de las laderas que bordean el valle encajado del río Trabancos.

##### Formas fluviales

La red de drenaje de la hoja está compuesta por dos ríos principales que cruzan la hoja de sur a norte (Trabancos y Zapardiel) y un conjunto de pequeños arroyos afluentes a ellos. El Trabancos y el tercio septentrional del Zapardiel presentan un fondo de valle o vega de forma plana y de anchura bastante variable (100 a 1000 m). El canal o "talweg" es de

pocos metros de anchura y suele estar ligeramente incidido entre 1 y 1,5 m en este fondo de valle. Estos canales suelen estar muy modificados por la acción antrópica, ya que han sido excavados y encauzados en diversos lugares. En las fotografías aéreas de 1957 se aprecian diversos tramos en ambos ríos en los que el canal es de carácter entrelazado o "braided". Los encauzamientos y dragados realizados han modificado grandemente estas morfologías.

Sin embargo, la morfología del valle del río Zapardiel cambia bruscamente al sur de Medina. El fondo de valle alcanza en esta zona una anchura que llega a superar los 1500 m, y dentro de dicho fondo se localizan cerros donde aflora el substrato terciario y que, a modo de islas, están rodeados por los aluviones del río por todos sus lados. Este fondo de valle enlaza hacia el este y el suroeste con unas extensas zonas llanas que PÉREZ-GONZÁLEZ (1982) denominó "Superficie de Coca" y en la vecina hoja de Olmedo (PORTERO et al., 1982) se denominaron "Superficie de Coca – Arévalo" y "Superficie inferior". Estas llanuras, que se asocia a los cursos de los ríos Adaja, Arevalillo y Voltoya, se prolongan a través de los valles de los arroyos de La Agudilla y del Vallejo (afluentes del Zapardiel situados en la vecina hoja de Olmedo) hasta entrar en contacto con el valle del Zapardiel. La presencia de afloramientos del substrato terciario rodeados como islas por los rellenos cuaternarios indica claramente que este ensanchamiento del valle del río Zapardiel debe interpretarse como una superficie de agradación o relleno. La agradación a provocado que valles que anteriormente eran independientes entre sí (Zapardiel, Adaja y Voltoya) hallan entrado en contacto. Junto con las morfologías de fondo de valle características, también se reconocen en esta zona del valle del Zapardiel amplias zonas húmedas de drenaje deficiente, lagunas temporales y recubrimientos de un manto eólico que en alguna ocasión llega a formar dunas.

En el extremo sur del valle del Trabancos se ha cartografiado una zona de depósitos de derribo de canal o "crevasse splay".

A lo largo de los valles de los ríos Trabancos y Zapardiel existen pequeños retazos de terrazas, que generalmente son bastante discontinuos. Salvo el nivel más bajo, que se solapa con el fondo de valle, todas estas terrazas son colgadas.

Sin embargo, las terrazas fluviales mejor representadas en la hoja pertenecen al río Duero y se sitúan en el borde norte de la hoja. La secuencia de terrazas propuesta por PÉREZ-GONZÁLEZ (1982) para el río Duero está formada por 14 niveles, correspondiendo la número catorce a la llanura de inundación del río (que se localiza a unos 20 km hacia el norte del borde de la hoja). En la hoja de Medina del Campo se han cartografiado diversos retazos de las terrazas TD1 y TD2 (formaciones superficiales b y c del Mapa Geomorfológico). Estas terrazas forman relieves invertidos que constituyen los puntos más elevados de la hoja.

Tanto en el valle del Trabancos como en el del Zapardiel, existen algunos conos de deyección que se apoyan sobre el fondo de valle o sobre la primera terraza. Estos conos son de dimensiones modestas, ya que la longitud máxima de su radio no pasa de los 400 m.

La densidad de la red de drenaje es media a baja, siendo los cursos de agua ("talwegs") poco incididos, e incluso dando lugar a valles en cuna con rellenos aluvial – coluvial.

## Formas eólicas

La presencia de un manto de arenas de origen eólico es la característica más significativa de la acción eólica de la zona, y cuya presencia en el ámbito regional fue señalada por primera vez por HERNÁNDEZ-PACHECO (1923). Estas arenas forman una serie de recubrimientos de dimensiones muy variables y que se localizan al sur de Medina del Campo. El espesor del manto eólico es generalmente muy pequeño (0,5 a 1 m), por lo que no presenta una morfología propia, sino que se adapta a las morfologías subyacentes. Localmente, cuando el manto de arenas presenta un espesor algo mayor, aparece alguna pequeña duna transversal cuya altura nunca llega a superar los dos metros.

Una buena parte de las depresiones ocupadas por pequeñas lagunas y charcas localizadas en dichos mantos eólicos deben tener un origen también eólico, correspondiendo posiblemente a formas menores de deflación del manto eólico similares a los "blowout".

En el sustrato terciario existen también numerosas depresiones cerradas con lagunas estacionales. Estas depresiones son también interpretables como cubetas de deflación.

La edad del manto eólico y las dunas es Pleistoceno superior (tardiglaciar) y Holoceno, tal y como ya se ha señalado en el correspondiente apartado de estratigrafía del cuaternario. Sin embargo, las acciones de deflación eólica pudieron comenzar bastante antes, incluso en el Pleistoceno medio (PÉREZ-GONZÁLEZ, 1982; PÉREZ-GONZÁLEZ *et al.*, 1994).

## Formas endorreicas y lacustres

Los focos endorreicos localizados en la hoja son de formas y dimensiones muy variables. Existen al menos tres tipos de focos endorreicos.

El primer tipo se asocia a la existencia de cubetas de deflación eólica y se localizan prácticamente por toda la hoja. Son lagunas y charcas, de formas circulares o elípticas de tamaños muy variables, y cuyo eje mayor puede llegar a alcanzar hasta 800 m. Su alimentación debe ser pluvial y subterránea, y su régimen natural es estacional (lavajos o bodones). Muchas de estas lagunas se encuentran desecadas en la actualidad.

El segundo tipo son zonas húmedas que se localizan a lo largo de diversos valles situados en el centro de la hoja. Son humedales sin lámina de agua libre (criptohumedales), que presentan vegetación característica de juncos, y cuya presencia debe estar asociada tanto a la existencia de un nivel freático bastante superficial, como a la escasa pendiente longitudinal que presentan dichos valles.

El tercer tipo de endorreismo se localiza al sur de Medina del Campo. Se trata de una serie de lagunas y charcas estacionales cuya presencia está asociada a la concurrencia de tres fenómenos simultáneos, el relleno o agradación del valle del río Zapardiel (ver apartado de formas fluviales), la presencia de un manto de arenas eólicas con morfologías similares a "blowouts" y la presencia de un flujo de agua subterráneo que alimenta en buena parte estas lagunas. Es importante señalar la presencia en este foco endorreico del balneario de Las Salinas, que constituyen la manifestación más evidente de las descargas del acuífero.

La edad de los depósitos puede situarse entre el Pleistoceno medio – superior y el Holoceno.

### Formas antrópicas

Las principales acciones antrópicas que han modificado y modifican el paisaje son las debidas a la agricultura, ya que por su carácter extensivo ejercen un control decisivo sobre la dinámica actual del paisaje.

Otras modificaciones de incidencia puntual pero muy intensa es la creación de huecos de canteras.

Otras acciones antrópicas muy intensas tales como las carreteras, autopistas, vías de ferrocarril y núcleos urbanos no han sido señaladas en la cartografía geomorfológica ya que figuran en la base topográfica.

### Formas poligénicas

Las formas de origen poligénico más características de la hoja son las superficies de erosión. Estas superficies fueron descritas y parcialmente cartografiadas por PÉREZ-GONZÁLEZ (1982), que las denominó superficies de Carpio, Alaejos, Medina y Coca. También se cartografiaron superficies equivalentes a estas en la vecina hoja de Olmedo (PORTERO *et al.*, 1979).

Las observaciones de campo y los trabajos de cartografía geológica y geomorfológica realizados en las hojas de Cantalpino (nº 453), Madrigal de las Altas Torres (nº 454) y en esta hoja de Medina del Campo han puesto de manifiesto que parte de estas superficies se corresponden con niveles estratigráficos del substrato que presentan diferente resistencia a la erosión y deben ser cartografiadas como superficies de origen estructural (ver el apartado de morfoestructura). En concreto, parte de la denominada superficie de Alaejos es en realidad el resultado de la exhumación de una discontinuidad estratigráfica de edad Mioceno.

Las demás superficies cartografiadas se asocian casi siempre a la presencia de unas arenas gruesas con cantos pertenecientes a las facies de Pedraja de Portillo. Con todo, la organización espacial de las superficies y los rasgos de deflación eólica que presentan en su superficie indica que, aunque existe una cierta influencia de las características del substrato en su origen, se trata de un conjunto de superficies de erosión poligénicas. Se han cartografiado un total de cuatro superficies, que se describen seguidamente.

La superficie más elevada (S1) es equivalente a la superficie de Carpio de PÉREZ-GONZÁLEZ (1982). Se localiza en el borde sur de la hoja y de forma muy discontinua a lo largo del interflujo que separa las cuencas de drenaje de los ríos Trabancos y Zapardiel. Su punto más elevado es de 789 m y se localiza en la esquina suroeste de la hoja. La superficie desciende hacia el norte y el este hasta alcanzar su punto más bajo entre Castrejón de Trabancos y Villanueva de las Torres, a una cota de unos 779 m. En ninguno de los afloramientos visitados se ha encontrado formaciones superficiales asociadas a esta superficie. Los suelos presentes están muy erosionados, no habiéndose observado características peculiares en ellos.

La siguiente superficie (S2) es equivalente a una parte de la denominada superficie de Alaejos por PÉREZ-GONZÁLEZ (1982). Se encuentra encajada en la superficie anterior 12 a 20 m. También desciende en dirección noroeste, estando comprendidas sus cotas entre los 773 m (en Fresno el Viejo) y 749 m (en El Campillo). No se ha encontrado formaciones superficiales asociadas a esta superficie. La acequia excavada junto a la carretera que discurre entre Nueva Villa de las Torres y El Campillo ofrece muy buenos cortes en los que se observa la presencia de un suelo desarrollado directamente sobre el substrato mioceno y en el que se diferencia un horizonte superficial (A) de 25 cm de espesor y un horizonte de acumulación de arcilla (Bt) de color rojizo y de 75 cm de espesor.

La superficie siguiente (S3) es equivalente a una parte de la denominada superficie de Alaejos por PÉREZ-GONZÁLEZ (1982). Se encuentra encajada en la superficie anterior apenas 5 o 6 m; sin embargo, los escarpes que separan ambas superficies son muy netos tanto en el campo como en foto aérea. Su cota más alta es de 748 m (en Nueva Villa de las Torres) y desciende hacia el noroeste hasta alcanzar 740 m (en Villaverde de Medina). No se ha encontrado formaciones superficiales asociadas a esta superficie.

La superficie más baja que se ha cartografiado (S4) es equivalente a la superficie de Medina de PÉREZ-GONZÁLEZ (1982). Es una superficie de desarrollo más local, que presenta una inclinación ligeramente mayor que las anteriores, en forma de glacis, y que arranca directamente de las superficies anteriormente descritas. Las cotas a las que se localiza esta superficie están comprendidas entre 740 y 735 m. La dirección de la pendiente de estas superficies es variable, ya que se dirigen hacia los valles actuales. No se ha encontrado formaciones superficiales asociadas a esta superficie.

También se han cartografiado algunos restos de glacis de cobertura o glacis mixtos. La mayoría de ellos se localizan en el norte de la hoja y descienden de los relieves invertidos resultantes de la erosión de las terrazas más antiguas del río Duero.

Se han cartografiado también como formas poligénicas una serie fondos de vaguada cuya morfología es en cuna y no plana. Se trata por tanto de rellenos de valle en que los aportes coluviales procedentes de las laderas tienen tanta importancia o más en la definición final de la morfología que los arrastres longitudinales estrictamente fluviales.

Al sur de Medina del Campo, en la zona de ensanche del valle del río Zapardiel que ya ha sido comentada (ver apartado de formas fluviales), se han cartografiado como formas poligénicas unas amplias zonas de depósito llanas, pero ligeramente onduladas, y que presentan características intermedias entre el fondo de valle fluvial y las zonas recubiertas por mantos de arenas eólicas.

### 5.2.3. Formaciones superficiales

Las principales formaciones superficiales presentes en la hoja han sido descritas previamente en el apartado de estratigrafía del Cuaternario, por lo que solamente se comentarán en este apartado algunos aspectos relativos a las paleoalteraciones presentes en la superficie estructural denominada regionalmente Superficie de Alaejos o de Valderaduey (ver apartado de estudio morfoestructural) y a las laderas regularizadas.

La superficie estructural cartografiada en el noroeste de la hoja puede relacionarse con la denominada regionalmente Superficie de Valderaduey, que corresponde a la exhumación de una discontinuidad estratigráfica que separa las Series Rojas del Mioceno inferior de las Series Ocres del Mioceno Medio – Superior, y que se prolonga erosivamente hacia el oeste sobre el resto del Terciario más antiguo, e incluso sobre el propio zócalo Hercínico. (MARTÍN-SERRANO, 1988). A los materiales infrayacentes y a la discontinuidad estratigráfica de su techo se asocian procesos de alteración y cementación característicos con disolución de sílice, argilización y carbonatación (MARTÍN-SERRANO *et al.*, 1989). La exhumación de esta superficie, que debió comenzar en la hoja de Medina del Campo hacia el Pleistoceno medio, condiciona que exista una superposición compleja de procesos de alteración antiguos y procesos edafológicos recientes, dando lugar a perfiles edáficos complejos. El punto donde esta alteración alcanza mayor desarrollo es en el paraje denominado Las Canteras (Nava del Rey); en este lugar, la alteración consiste en un grueso caliche de cerca de tres metros de espesor al que se asocia la presencia de paligorskita, que fue explotada comercialmente (CABRERA CEÑAL *et al.*, 1997).

Las laderas regularizadas no presentan formaciones superficiales destacables, por lo que no han sido señaladas en el mapa como tales formaciones. Son formas predominantemente de erosión, aunque en la parte baja de las mismas puede haber cierta acumulación. Este depósito, que no llega a sobrepasar los 30 o 40 cm de espesor, suele estar constituido por arenas limosas y es muy característica la presencia de horizontes edáficos sepultados (en la parte baja de la ladera) y decapitados (en la parte alta de la misma).

### 5.3. EVOLUCIÓN DINÁMICA

El fin de la sedimentación en régimen endorreico de la formación Calizas de los Páramos en el Vallesiense superior – Rusciniense al norte y este de la hoja (AGUIRRE *et al.*, 1976) supone un cambio de ciclo, comenzando el régimen de vaciado erosivo de la cuenca que ha dado lugar al relieve actual.

El final de la sedimentación de las Calizas de los Páramos supuso una importante interrupción sedimentaria acompañada de fenómenos de karstificación, formación de terra rossa, erosión y encostramiento y que originó la Superficie del Páramo (OLMO *et al.*, 1982; PORTERO GARCÍA *et al.*, 1982; PÉREZ-GONZÁLEZ *et al.*, 1994). Sin embargo, hacia los sectores más centrales de la Cuenca, localizados hacia el noreste de la hoja, la sedimentación neógena continuó con la deposición de un nuevo ciclo sedimentario: las Calizas del Páramo 2 (ROYO y GÓMEZ, 1926; PORTERO GARCÍA *et al.*, 1982). Esta interrupción sedimentaria ha sido interpretada por PORTERO GARCÍA *et al.* (1982) como una fase de reactivación tectónica equivalente a la fase Iberomanchega (AGUIRRE *et al.*, 1976). Esta interpretación tectónica no es plenamente aceptada, ya que hacia los bordes de la Cuenca estas etapas finales de relleno se realizaron en condiciones de estabilidad (PÉREZ-GONZÁLEZ *et al.*, 1994).

El paso a un régimen exorreico en el Plioceno superior – Pleistoceno inferior conllevó la destrucción del paisaje finneógeno, del que la Superficie del Páramo es su principal testigo en el área central de la Cuenca.

El encajamiento de la red fluvial, consecuencia del régimen exorreico, dio como resultado la formación de un conjunto de laderas y terrazas fluviales y generó un nuevo paisaje cuaternario.

Al comenzar dicho encajamiento fluvial (Plioceno superior a Pleistoceno inferior), el río Duero se situaba unos 20 Km al sur de su posición actual y discurría 145 m por encima de su cota actual (PÉREZ-GONZÁLEZ, 1982; PÉREZ-GONZÁLEZ *et al.*, 1994). De este modo, aunque el río Duero se localiza hoy en día muy al norte de la hoja de Medina del Campo, dicho río dejó vestigios de su paso mediante el depósito de sus terrazas más altas.

El resto del relieve se formó en una etapa más tardía del Cuaternario, ya que dichas terrazas han quedado colgadas en relieve invertido dominando el borde norte de la hoja. Por lo tanto, existió una larga etapa que ocupó todo el Pleistoceno inferior y el comienzo del Pleistoceno medio de la que la erosión no ha dejado ningún vestigio en la hoja. Durante toda esta etapa, el río Duero fue desplazándose hacia el norte cada vez más lejos del borde de la hoja.

Aproximadamente en el Pleistoceno medio la erosión había rebajado el relieve unos 20 m por debajo de las terrazas más antiguas del Duero y comenzó a definirse un paisaje llano, constituido por superficies de erosión, que se desarrollaron siguiendo las mismas direcciones (SO-NE) que presentaban las facies del substrato; esto es, el drenaje de la zona debió mantener durante cierto tiempo la misma dirección que durante la etapa de relleno de la Cuenca del Duero, pero ahora produciendo la erosión de los sedimentos terciarios. Durante esta etapa se exhumó una importante discontinuidad estratigráfica de edad miocena que originó una superficie que enlazaba con el resto del relieve existente.

Al finalizar el Pleistoceno medio, o quizás ya en el Pleistoceno superior, los valles de los ríos Trabancos y Zapardiel se encajaron por erosión remontante y atravesaron totalmente el sistema de terrazas del río Duero. De este modo, se comienza a configurar un paisaje cada vez más similar al actual. Ambos ríos se encajaron en el paisaje de llanuras previo y dieron lugar a una nueva configuración de la red de drenaje. Esta etapa de encajamiento, que debió de ser relativamente rápida, originó sin embargo algunos retazos de terrazas fluviales en ambos ríos. Las superficies de erosión formadas en la etapa anterior quedaron sometidas a procesos de deflación eólica.

A finales del Pleistoceno superior existió una importante fase de relleno de los valles, especialmente del valle del río Zapardiel. Este relleno se asocia con depósitos eólicos, cuyo origen está en las últimas etapas áridas y frías del Pleistoceno superior (tardiglaciar). Las acciones eólicas y las condiciones de aridez debieron prolongarse hasta hace unos 7.000 años (DÍEZ HERRERO *et al.*, 2000), aunque con menor intensidad.

#### 5.4. MORFODINÁMICA ACTUAL, SUBACTUAL Y TENDENCIAS FUTURAS

Los ríos Trabancos y Zapardiel, y en menor medida los arroyos secundarios, están muy modificados por la acción antrópica, ya que han sido excavados y encauzados en diversos lugares.

El uso agrícola, ganadero y forestal, por su carácter extensivo, ejercen un control decisivo sobre la dinámica actual del paisaje. En el pasado reciente, las labores agrícolas de cultivo de cereal de secano y la ganadería extensiva de ovino originaron un paisaje con escasa cubierta vegetal, lo que ha dado lugar a la decapitación de los horizontes superficiales de los suelos, que se acumulan en las partes bajas de las laderas. Por el contrario, el uso forestal de los depósitos de arenas eólicas ha sido un factor decisivo para su preservación.

Recientemente, la concentración parcelaria y el uso de maquinaria agrícola más pesada, han supuesto un aumento de la regularización de las vertientes en las que se practica el cultivo de cereal de secano. Al mismo tiempo, el abandono de tierras agrícolas marginales y el declinamiento de la ganadería de ovino han conllevado un aumento de la cubierta vegetal en las laderas y escarpes más inclinados.

## 6. HISTORIA GEOLÓGICA

La Historia Geológica de la Hoja de Medina del Campo, 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, la línea León-Ávila, es decir, más o menos, la vertical de la Hoja de Medina del Campo.

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 polícíclica 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 Medina del Campo.

Después, una nueva fragmentación del área (fase neolarámica?) cambia el entorno geográfico. Se crearon pequeños valles de origen tectónico, y 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 la unidad 1, diferenciada en la Hoja de Medina del Campo. Durante esta etapa paleógena, al oeste, sobre las zonas elevadas del zócalo, debió proseguir una lenta denudación, con un rejuvenecimiento del relieve imperceptible, lo que se tradujo en un 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 arcónico en la vecina Hoja de Cantalpino (nº 453), 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-lídica y el color rojo de las formaciones correlativas (unidad cartográfica 2 sobre todo, y, también 3), 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 de la Cuenca (constituido por Paleozoico poco metamórfico), quizás en relación con la reactivación de las fallas NE-SO, tales como las de la fosa de Ciudad Rodrigo, etc., durante la fase sávica/stárica?. 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 de Alaejos-Guareña, labrada sobre todo lo anterior, y probablemente arrancando de relieves tallados en las formaciones rojas del Mioceno inferior en la parte oeste de la Hoja de Cantalpino. La alteración, así como el canturral que, en la mencionada Hoja, recubre esta superficie, son también característicamente rojos, lo que indica la persistencia de las condiciones climáticas apuntadas anteriormente.

Tras la creación de la superficie de Alaejos-Guareña, 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, en la vecina Hoja de Cantalpino. Este rejuego puede estar relacionado con la tectónica asociada a la unidad superior, arcólica, como se indica a continuación.

Después, la disposición de materiales arcósicos (unidades cartográficas 5, 6, 7 y 8) sobre la superficie del Guareña, indica un nuevo cambio de las condiciones paleogeográfico-sedimentarias, respecto a las anteriores. La procedencia sur o suroccidental de estos materiales arcósicos probablemente está relacionada con un nuevo levantamiento del borde meridional, asociado también a una nueva elevación del nivel de base; esta elevación quizás 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.

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 arcósticas, 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). Al suroeste de la Hoja de Medina del Campo, 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 (en la Hoja de Peñaranda de Bracamonte, nº 479), los aportes arcósticos.

Al NE de la Hoja de Medina del Campo, las condiciones endorreicas deben, no obstante, proseguir, durante el Mioceno medio y superior, en zonas más nororientales de la Cuenca del Duero, siendo testigos de ello, la Facies Tierra de Campos (Mioceno medio, procedente del oeste), la Facies de La Serna (Mioceno superior, también procedente del oeste y norte) y las Facies Cuestas y Páramos (Mioceno superior, lacustres). En el Mioceno superior, o quizás 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

Nº	Nº Ind Mapa Gy M. de C. y L.	Localizado en trabajo de campo	Coordenadas U.T.M.		Sustancia	Término Municipal (Provincia)	Observaciones
			X	Y			
1	4418	Sí	341.400	4.577.300	Arc.	Medina del Campo (Valladolid)	Terciario. Cantera pequeña inactiva
2 (153)	4415	Sí	330800	4.574.700	Ari.	Villaverde de Medina (Valladolid)	Grava, Aluvial. Cantera inactiva
3 (155)	4417	Sí	339.200	4.573.250	Arc.	Medina del Campo (Valladolid)	Terciario. Cantera pequeña activa
4	4416	No	337.900	4.560.900	Ari.	Fuente el Sol (Valladolid)	Grava, Aluvial. Cantera inactiva
5	4933	Sí	320.850	4.572.500	Pal.	Nava del Rey (Valladolid)	Arcilla (paligorskita). Costra calcárea terciaria Cantera pequeña inactiva con trincheras y socavones
6	-	Sí	344.500	4.570.000	Ars	Gomeznarro (Ávila)	Arenas de fondo de valle (Cuaternario). Inactiva
7	-	Sí	334.800	4.571.700	Ars.	Medina del Campo (Valladolid)	Areniscas (Terciario arcóscico). Pequeña cantera activa
8	-	Sí	331.000	4.574.800	Ari.	Villaverde de Medina (Valladolid)	Arena y grava (Terciario arcóscico). Pequeña cantera inactiva
9	-	Sí	329.950	4.577.900	Ari.	Villaverde de Medina (Valladolid)	Arena y grava (Terciario arcóscico). Pequeña cantera inactiva
10	-	Sí	330.150	4.577.700	Ari.	Villaverde de Medina (Valladolid)	Arena y grava (Terciario arcóscico). Pequeña cantera inactiva
11	-	Sí	323.250	4.568.900	Ari.	Carpio (Valladolid)	Arena y grava (Terciario arcóscico). Pequeña cantera inactiva
12	-	Sí	322.350	4.564.400	Arc.	Carpio (Valladolid)	Arena y grava (Terciario arcóscico). Pequeña cantera inactiva
13	-	Sí	322.250	4.564.950	Arc.	Carpio (Valladolid)	Arena y grava (Terciario arcóscico). Pequeña cantera inactiva
14	-	Sí	321.400	4.560.250	Ari.	Fresno el viejo (Valladolid)	Arena y Grava, tipo terraza, inactiva.
15	-	Sí	330.500	4.560.500	Ari.	Bobadilla del Campo (Valladolid)	Areniscas arcósicas (Terciario arcóscico). Pequeña cantera inactiva
16	-	Sí	337.800	4.564.900	Arc	Rubí de Bracamonte (Valladolid)	Arcilla y Arenas (Terciario arcóscico). Cantera pequeña inactiva
17	-	Sí	338.200	4.570.800		Medina del Campo (Valladolid)	Antiguas Salinas y Balneario

Tabla III: Indicios mineros de la Hoja 1: 50.000 Nº 427 (Medina del Campo)

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

Además de las observaciones en campo, realizadas durante la cartografía geológica de la Hoja, para la elaboración de este capítulo se ha consultado:

- El mapa Geológico-Minero de Castilla y León a E. 1:400.000.
- Mapa de Rocas Industriales Hoja 37 (Salamanca) a E. 1: 200.000.
- Los archivos de la Delegación Territorial de Industria, Comercio y Turismo, Sección de Minas de Valladolid.

No existen indicios de minerales metálicos ni tampoco energéticos en la Hoja de Medina del Campo. La actividad y el potencial minero de la Hoja se circunscriben al campo de las Rocas industriales, cuya explotación se reduce a la extracción de gravas y arenas en depósitos cuaternarios y depósitos terciarios arcósicos. La producción es limitada y destinada a cubrir las necesidades de la construcción local.

Existe una explotación activa de Arcilla y Arena con unas reservas estimadas en 80.842 m<sup>3</sup>. En el término municipal de Medina del Campo, enclavándose en la Facies Pedraja del Portillo. En Nava del Rey se cita una explotación de paligorskita, que dejó de explotarse en los años 70 y que se utilizaba para la clarificación del vino; la explotación se encuentra en relación con una costra calcárea (4). Por último, al sur de Medina del Campo existe un balneario, en relación con aguas salinas de origen profundo.

## 7.2. HIDROGEOLOGÍA

En el presente apartado se describe la hidrogeología de la Hoja de Medina del Campo, haciendo 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 ha recopilado en la tabla IV los puntos de agua existentes en la zona, con las características principales de éstos.

### 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.

Nº PUNTO DE AGUA	MUNICIPIO	PROVINCIA	NATURA-LEZA	PROFUN-DIDAD	NIVEL PIEZOMÉ-TRICO	NIVEL PIEZOMÉ-TRICO	USO
					(m.s.n.m.)/ Ab-94	(m.s.n.m.)/ Mar-99	
15171067	Alaejos	Valladolid	Sondeo	105	708.20	708.95	Agricultura
15171068	Nava del Rey	Valladolid	Sondeo	120	706.00	730.95	Agricultura
15171209	Nava del Rey	Valladolid	Sondeo	200			Abastecimiento
15171210	Nava del Rey	Valladolid	Sondeo	180			Abastecimiento
15172069	Villaverde de Medina	Valladolid	Sondeo	150	712.90	719.15	Agricultura
15172070	Villaverde de Medina	Valladolid	Sondeo	150	665.00		Agricultura
15172208	Nava del Rey	Valladolid	Sondeo	150			Agricultura
15172235	Villaverde del Rey	Valladolid	Sondeo	160			Abastecimiento
15172272	Nueva Villa de las Torres	Valladolid	Sondeo	180			Abastecimiento
15173071	Villaverde de Medina	Valladolid	Sondeo	100	690.00	705.30	Agricultura
15173072	Medina del Campo	Valladolid	Sondeo	137	685.87	695.70	Agricultura
15173234	Villaverde del Rey	Valladolid	Sondeo	210	670.20		Abastecimiento
15174073	El Carnillo	Valladolid	Sondeo	110	677.60	712.75	Agricultura
15174074	San Vicente de Palacio	Valladolid	Sondeo	60	705.60	708.75	Agricultura
15174075	Medina del Campo	Valladolid	Sondeo	170	722.27	730.00	Agricultura
15174076	Pozal de Gallinas	Valladolid	Sondeo	110	709.20	717.15	Agricultura
15174223	Medina del Campo	Valladolid	Sondeo	124	671.50		Abastecimiento
15174224	Medina del Campo	Valladolid	Sondeo	124	662.15		Abastecimiento
15174225	Medina del Campo	Valladolid	Sondeo	125	686.70		Abastecimiento
15174226	Medina del Campo	Valladolid	Sondeo	143	674.70		Abastecimiento
15174227	Medina del Campo	Valladolid	Sondeo	143	647.50		Abastecimiento
15174228	Medina del Campo	Valladolid	Sondeo	150	641.00		Abastecimiento
15174229	Medina del Campo	Valladolid	Sondeo	150			Abastecimiento
15175098	Carpio	Valladolid	Sondeo	120	735.90	735.50	Agricultura
15175099	Fresno el Viejo	Valladolid	Sondeo	120	738.60	740.80	Agricultura
15175236	El Carpio	Valladolid	Sondeo	172	730.00		Abastecimiento
15175267	Fresno el Viejo	Valladolid	Sondeo	100			Abastecimiento
15176100	Carpio	Valladolid	Sondeo	101	725.60	732.10	Agricultura
15176264	Brahojos de Medina	Valladolid	Sondeo	160	680.00		Abastecimiento
15177101	Bobadilla del Campo	Valladolid	Sondeo	128	740.40	744.00	Agricultura
15177102	Bobadilla del Campo	Valladolid	Sondeo	110	722.60	723.70	Agricultura
15177103	Velascalvaro	Valladolid	Sondeo	125	695.97	727.70	Agricultura
15177104	Cervillego de la Cruz	Valladolid	Sondeo	100	748.30	746.80	Agricultura
15178105	Rubí de Bracamonte	Valladolid	Sondeo	140	749.10	740.40	Agricultura
15178106	Fuente el Sol	Valladolid	Sondeo	100	737.10	743.30	Agricultura

Tabla nº IV: Resumen del inventario de Puntos de Agua de la Hoja de Medina del Campo

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 B.O.E. 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 B.O.E. 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

Como se ha indicado anteriormente, la Hoja de Medina del Campo se sitúa en la zona central de la Cuenca del Duero. Debido a su situación 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 Zapardiel, y Trabancos. Tanto el río Zapardiel como el río Trabancos discurren con dirección sur-norte, por la zona occidental y oriental de la Hoja, respectivamente.

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 Medina del Campo se encuentra dentro de la Zona V, correspondiendo a la Junta de Explotación llamada Riegos Meridionales. Dentro de esta zona a la cuenca 31, río Zapardiel (C-31), y a la cuenca D-9.

### 7.2.3. Localización y funcionamiento hidrogeológico

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

Esta Unidad es, por la gran explotación de sus aguas subterráneas, una de las más importantes, en el conjunto de la Cuenca del Duero. La superficie total de la unidad es de 7.754,4 km<sup>2</sup>.

Litológicamente, corresponde a materiales detríticos, de las facies Pedraja de Portillo, que corresponden a un acuífero profundo compuesto de fangos arcósicos y arcosas fangosas, agrupadas dentro del término geológico nº 2.

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 para conocer el funcionamiento hidrogeológico de la unidad es el siguiente: las entradas se realizan mediante lluvia directa (100-290 hm<sup>3</sup>/año), retornos de riego (48 hm<sup>3</sup>/año), y recargas laterales de otras unidades (10-15 hm<sup>3</sup>/año). Las salidas se producen principalmente por bombeos (187 hm<sup>3</sup>/año), y en menor proporción por ríos (50-65 hm<sup>3</sup>/año).

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

Respecto a los parámetros hidrogeológicos, se ha obtenido unos valores de transmisividad de 25 a 250 m<sup>2</sup>/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 desde los bordes de la Cuenca, a 624 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, para la piezometría superficial - con datos de sondeos de profundidad inferior a 150 m-; y por otro lado, sobre los 700 m, para la piezometría deducida de los sondeos con profundidad superior a los 150 m. En abril de 1999 la piezometría, en la Hoja, se encontraba entre 695 y 744 m (en los sondeos 1517 3 072, 1517 7 101) y sobre 730 m, en los sondeos superiores a 150 m (en el sondeo 1517 4 075).

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 de la Hoja de Medina del Campo

Para la definición de las unidades hidrogeológicas de la Hoja, en función de su permeabilidad, se ha realizado una simplificación y unificación de términos geológicos, pasando de 25 términos geológicos a 5 unidades cartográficas hidrogeológicas.

Los dos primeros términos se refieren a materiales terciarios. El primero corresponde a materiales paleógenos, caracterizados con permeabilidad alta, debido a su composición microconglomerática y de areniscosa. El resto de los materiales terciarios se han agrupado en un único término hidrogeológico, y presentan una permeabilidad media, por porosidad intergranular; están compuestos principalmente por facies de carácter detritico (arcosas con niveles de gravas y fangos arcósicos, con niveles de arcosas gruesas, de las facies Villalba de Adaja y Pedraja de Portillo). El conjunto de materiales terciarios corresponde al acuífero multicapa, heterogéneo y anisótropo dentro de la U.H.02.17 Los Arenales.

Los materiales correspondientes al Cuaternario, están definidos por los términos del 3 al 5. Tan sólo hay que destacar la importancia, a nivel local, de algunos depósitos de terrazas con permeabilidad alta, de escasa potencia o espesor.

#### 7.2.5. Inventario de puntos de agua

Se tienen registrados un total de 35 puntos de agua, todos ellos sondeos con más de 100 m de profundidad (que, incluso, superan los 150 m el 37% de ellos). Como se ha indicado anteriormente, el uso más frecuente es el agrícola, al que se dedican el 57% de los puntos, y el abastecimiento, en el que se emplean el resto (43%) de ellos.

La máxima densidad de puntos de agua se encuentra en las facies arcósicas y de fangos arcósicos de Pedraja de Portillo y Villaiba de Adaja, sobre todo en la mitad oriental de la Hoja. En la tabla IV 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 Medina del Campo se han seleccionado un total de cinco Puntos de Interés Geológico (PIG) que obedecen a diferentes temáticas estratigráficas, geomorfológicas e, incluso, mineras.

A continuación se describen los puntos seleccionados.

### **PIG 427-1**

Se sitúa hacia el borde norte de la Hoja, al oeste de la localidad de Nava del Rey, más concretamente en el paraje de Santa Bárbara. Se trata de un corte (frente de cantera) de unos 6 m de altura en la terraza más alta del Duero.

En el frente de la excavación se observan sedimentos detriticos formados por varias secuencias centimétricas granodecrescentes, con cantos de cuarcitas y cuarzo subangulosos en la base, matriz soportados, y arenas de gruesas a finas más abundante a techo de las secuencias. Se observan estructuras sedimentarias primarias de estratificaciones cruzadas, relacionadas con barras aluviales arenosas. En la parte superior se encuentran litologías calcáreas irregulares de tipo caliche. Todo el conjunto presenta un tono rojizo (rubefacción) característico de las terrazas altas de la región.

### **PIG 427-2**

Está situado en el tercio noroccidental de la Hoja, al NE de la localidad de Castrejón, más concretamente en el paraje denominado "La Cuadrada", junto a la "Casa de la Cantera". Se trata de una antigua explotación abandonada de paligorskita, en materiales calcáreos (costra de la parte alta de la Facies Villalba de Adaja). Las explotaciones han excavado hasta un máximo de unos 7 metros visibles bajo la cota del terreno, conservándose cámaras accesibles de dimensiones de hasta 60 m<sup>2</sup>; también se han empleado métodos de sostenimiento en las cámaras mediante pilares de mampostería.

Además del interés minero, hay que destacar el aspecto geomorfológico de este Punto, sobre todo observando en dirección norte, hacia donde queda patente el carácter culminante de la costra calcárea.

### **PIG 427-3**

Está situado en el tercio noroccidental de la Hoja, al NE de la localidad de Castrejón, más concretamente en el paraje denominado "La Cuadrada", al sur de la "Casa de la Cantera". Corresponde a un afloramiento de areniscas y conglomerados del Paleógeno con una longitud de unos 50 metros y un espesor observable de unos 4 metros, y con un notable diaclasado subvertical de direcciones dominantes N-S y NNO-SSE.

#### **PIG 427-4**

Este punto corresponde a una extensa zona situada en la parte centroriental de la Hoja, al sur de la localidad de Medina del Campo. Forma parte de las Áreas Protegidas de la Junta de Castilla y León del tipo Zonas Húmedas Catalogadas (Decreto 194/1994 y Decreto 125/2001, para la Comunidad de Castilla y León).

Los parajes incluidos son los de Pinar de Villafuerte, Los Tres Claveles, La Ranuxa, y El Rodero, entre otros. La extensión aproximada de la zona es de unos 6 por 3 km, y se caracteriza por una morfología muy suave, donde son frecuentes las zonas con drenaje deficiente y endorreicas separadas por suaves elevaciones arenosas, correspondientes a acumulaciones eólicas. En las zonas endorreicas se forman lagunas temporales, de las que las más importantes son las de Salinas, Lavajo Rabiso, Lavajo Toribia y Lagunas Reales.

#### **PIG 427-5**

Este punto corresponde a la laguna denominada Lavajo de las Lavanderas situada en el tercio suroccidental de la Hoja, al NE de la localidad de Carpio. Forma parte también de las Áreas Protegidas de la Junta de Castilla y León del tipo Zonas Húmedas Catalogadas (Decreto 194/1994 y Decreto 125/2001, para la Comunidad de Castilla y León). La extensión aproximada de la laguna en su eje mayor es de unos 500 m, manteniéndose con agua habitualmente. Inmediatamente al sur aparecen otras lagunas de menor extensión (Lavajo de Pedro Miguel, Lavajo de las Erillas, etc.).

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- AEROSERVICE LTD. (1967). "Mapa Geológico de la Cuenca del Duero. Escala 1:250.000". *Instituto Nacional Colonización a 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<sup>a</sup>. T. (1972). "El género Hippurion en España. Nuevas formas de Castilla y Andalucía. Revisión e Historia evolutiva". *Tesis doctoral*. Universidad Complutense de Madrid. 2 v.
- ALBERDI, M<sup>a</sup>. T. (1974). "Las faunas de Hippurion de los yacimientos españoles". *Est. Geol.*, 30 (2-3), 189-212.
- ALBERDI, M<sup>a</sup>. T. (1981). "Geología y Paleontología del yacimiento Neógeno continental de Los Valles de Fuentidueña, Segovia (España)". *Prefacio del monográfico del yacimiento de Los Valles de Fuentidueña*. M<sup>a</sup>. T. Alberdi (coord.) En: *Est. Geol.*, 37 (5-6): 337-516
- ALBERDI, M<sup>a</sup>. 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 arenajes de Cuéllar (Segovia)". *Est. Geol.*, 28 (4-5), 345-359.
- ALCALÁ DEL OLMO, L. (1974). "Estudio edáfico-sedimentológico de los arenales de la Cuenca del Duero". *Tesis Doctoral*. Universidad Complutense. Madrid. 2 v.
- ALONSO GAVILÁN, G. (1981). "Estratigrafía y sedimentología del Paleógeno en el borde suroccidental de la Cuenca del Duero (Provincia de Salamanca)". *Tesis Doctoral*. Univ. 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., ARMENTEROS, I., DABRIO, C. J. y MEDIAVILLA, R. M. (1987). "Depósitos lacustres terciarios de la Cuenca del Duero (España)". *Stvd. Geol. Salmanticensia*, 1, 24; 1-47.
- 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 GAVILÁN, G.; ARMENTEROS, I.; CARBALLEIRA, J.; CORROCHANO, A.; DABRIO, C.; JIMÉNEZ, E.; LÓPEZ, N.; OLIVÉ, A.; OLMO, P. del; POL, C. y PORTERO, J.M. (1983). "La Depresión del Duero". En: *Libro Jubilar de J.M. Ríos*, (Comba, J.A. Coord.): *Geología de España, (II)*. IGME, Madrid, 487-489.
- ALONSO, J.L.; PULGAR, J.A.; GARCIA 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). Cambridge University Press.
- ÁLVAREZ SIERRA, M.A. y GARCIA MORENO, E. (1986). "New Gliridae and Cricetidae (Mamm. Rodó) from the Middle and Upper Miocene of the Duero Basin, Spain". *Stvd. Geol. Salmanticensia*. Univ. Salamanca, 23, 145-189.
- ÁLVAREZ SIERRA, M. A. (1987). "Paleontología y Bioestratigrafía del Mioceno superior del sector central de la Cuenca del Duero". *Estudios de los micromamíferos de la serie de Torremormojón (Palencia). Tesis doctoral*. 154 pp.
- ÁLVAREZ SIERRA, M. A.; GARCIA MORENO, E.; LÓPEZ MARTÍNEZ, N. y DAAMS, R. (1987). "Biostratigraphy and paleoecological interpretation of Micromammal faunal successions in the Upper Aragonian and Vallesian (Middle-Upper Miocene) of the Duero Basin (N Spain)". *Ann. Inst. Geol. Publ. Hung.*, LXX: 517-521.
- ÁLVAREZ SIERRA, M. A.; CIVIS, J.; CORROCHANO, A.; DAAMS, R.; DABRIO, C. J.; GARCIA, E.; GONZÁLEZ, A.; LÓPEZ MARTÍNEZ, N.; MEDIAVILLA, R.; RIVAS CARBALLO, R. y VALLE, M. F. (1990). "Un estratotipo del límite Aragoniense-Vallesiense (Mioceno medio-Mioceno superior) en la sección de Torremormojón (Cuenca del Duero, Provincia de Palencia)". *Acta Salmanticensia, Biblioteca de las Ciencias*, 68, Actas de Paleontología; Civis Llovera, J. y Flores Villarejo, J. A. (Eds). 57-64.

- 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).
- ARAGONÉS, E.; CARRERAS, F.; OLIVE, A.; OLMO, P. del; PORTERO, J.M. y VARGAS, I. (1982). "Estratigrafía y sedimentología del Mioceno entre Guardo y Dueñas (Cuenca del Duero, Palencia)". *I Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero*, Salamanca (1979).
- ARMENTEROS, I. (1986). "Estratigrafía y sedimentología del Neógeno del sector suroriental de la depresión del Duero (Aranda de Duero-Peñaflor)". (*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*, (2), IGME, 521-526.
- ARRESE, F.; LOCANO, A.; MARTÍN-PATINO, T. y RODRÍGUEZ, J. (1964). "Estudio de las areniscas de Villamayor (Salamanca)". *Est. Geol.*, 20: 87-105.
- ARRIBAS, A. y JIMÉNEZ, E. (1967). "Geología de Zamora". *Mapas provinciales de suelos. Zamora. Mapa Agron. Nac. Minist. Agricult.*, 8-29; 1 mapa. Madrid.
- ARRIBAS, A. y JIMÉNEZ, E. (1970). "Mapa Geológico de España a escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente". Hoja 37 (Salamanca). IGME.
- BERGONIOUX, F. y CROUZEL, F. (1958). "Les mastodontes de l'Espagne". *Est. Geol.*, 14, 223-365.
- BIROT, P. y SOLÉ, L. (1954). "Recherches Morphologiques dans le Nw de la Penínsule Iberique". *Pub. del Inst. Geol. de la Universidad de Barcelona*, 221, 61 pp.
- BLANCO, J.A. (1991). "Los procesos de alteración en las cuencas terciarias meseteñas. En: 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. SEG-ITGE*, 6, 45-67.
- 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*; J.A. Blanco, E. Molina y A. Martín-Serrano (Coords). *Monogr. SEG-ITGE*, 6, IV parada, 239-249.
- BLANCO, J.A. y CANTANO, M. (1983). "Silicification contemporaine à la sedimentation 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 inférieure*. 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. Geol. Esp.*, 1, (3-4), 295-316.
- BOILLOT, G.; DUPEUBLE, P.A. y MALOD, J. (1979). "Subduction and tectonics on the continental of northern Spain". *Marine Geology*, 32, 53-70.
- BUSTILLO, M<sup>a</sup>.A. y MARTÍN-SERRANO, A. (1980). "Caracterización y significado de las rocas silíceas y ferruginosas del Paleoceno de Zamora". *Tecniterra*, 36, 14-29.
- C.G.S.- ADARO (1978). "Síntesis geológica previa para la prospección de Urano en la Cuenca del Duero". JEN, (*inédito*).
- C.G.S.-IMINSA (1978). "Síntesis geológica previa de la Cuenca del Duero". (*Proyecto Magna*), (*Inédito*). IGME.
- Cabrera Ceñal, R.; Crespo Ramón, J.L.; García de los Ríos Cobo, J.I.; Mediavilla Manzanal, B. y Armenteros, I. (1997). "Mapa Geológico y Minero de Castilla y León. Escala 1:400.000". *SIEMCALSA*, Valladolid. 459 pp.
- CALVO, J.P.; DAAMS, R.; MORALES, J.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, N.; AGUSTÍ, J.; ANADÓN, P.; ARMENTEROS, I.; CABRERA, L.; CIVIS, J.; CORROCHANO, A.; DÍAZ MOLINA, M.; ELIZAGA, E.; HOYOS, M.; MARTÍN-SUÁREZ, E.; MARTÍNEZ, J.; MOISSENET, E.; MUÑOZ, A.; PÉREZ-GARCÍA, A.; PÉREZ-GONZÁLEZ, A.; PORTERO, J.M.; ROBLES, F.; SANTISTEBAN, C.; TORRES, T.; VAN DER MEULEN, A.J.; VERA, J.A. y MEIN, P. (1993). "Up to date continental neogene synthesis and paleoclimatic interpretation". *Rev. Soc. Geol. Esp.*, 6; 29-40.
- CANTANO, M. (1982). "Estudio Morfoestructural del área de Golpejas (provincia de Salamanca)". *Tesis de Licenciatura*. Univ. Salamanca, 59 pp.
- CARBALLEIRA, J.; CORROCHANO, A.; POL, C.; DÍEZ BALDA, M.A. y PÉREZ-GONZÁLEZ, A. (1980). "Mapa Geológico de España a escala. 1:50.000, (MAGNA)". Hoja nº 479 (Peñaranda de Bracamonte). IGME.
- CARRERAS, F.; OLIVÉ, a. y FERNÁNDEZ CARRASCO, I. (1979). "Mapa Geológico de España E. 1:50.000, (MAGNA)". Hoja nº 481 (Nava de Arévalo). IGME.
- CASAS, J.; LEGUEY, S. y RODRÍGUEZ, 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.

- 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 CARBALLEIRAS, J. (1982). "El Paleógeno del Sector Septentrional de la Cuenca de Ciudad Rodrigo (alrededores de Torremendudas, 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). Libro Guia de excusiones. 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 (Trempl, 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". Publicaciones del Departamento de Estratigrafía. Univ. Salamanca, 9; 7-15.
- 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. Univ. Salamanca. 336 pp.
- CORROCHANO, A. (1980). "Los sistemas de abanicos aluviales del Paleógeno de Zamora". *Guia 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 ARMENTEROS, L. (1989). "Los sistemas lacustres de la Cuenca terciaria del Duero". *Acta Geol. Hisp.*, 24, 259-279.
- CORROCHANO, A. y CARBALLEIRA, J. (1983). "El terciario del ángulo noroeste de la cuenca del Duero". *Libro Jubilar J.M. Ríos: Geología de España* (2). 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.; 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.
- CORROCHANO, A., FERNÁNDEZ, B., RECIO, C., BLANCO, 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.
- 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 pp.
- CRUSAFONT, M. (1952). "Los jiráfidos fósiles de España". *Memorias y Comunicaciones del Instituto Geológico*. Diputación Provincial de Barcelona, CSIC, VIII, 239 pp.
- 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 GARCIA, J. (1968). "Un nuevo yacimiento de mamíferos del Mioceno de la Meseta española". *Act. Geol. Hisp.*, Barcelona, 3, 22-24.
- CRUSAFONT, M.; REGUANT, S. y GOLPE, J.M. (1975). "Síntesis biocrono estratigráfica del Terciario Continental español". *Est. Geol.*, 31; 581-586.
- CRUSAFONT, M.; AGUIRRE, E.; GARCIA, 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.; GARCIA, J. y VILLALTA, J.C. (1954). "Ensayo de Síntesis sobre el Mioceno de la Meseta Castellana". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, T. extr., 215-227.
- CUESTA, M. A. (1994). "Los plagiolophinae (Remy, 1976) nuevo rango (Perissodactyla, Mammalia) del Eoceno de la Cuenca del Duero (Castilla y León, España)". *Est. Geol.*, 50; 253-279.

- CUESTA, M. A. (1999). "Las faunas de mamíferos del Eoceno de la Cuenca del Duero (Castilla y León, España). Síntesis bioestratigráfica y biogeográfica". *Revista Española de Paleontología*, 14 (2); 203-216.
- CUESTA, M. A. y MORALES, J. (1999). "Paleontología de mamíferos terciarios en Castilla y León: desarrollo histórico y estado actual". *Temas Geológico-Mineros, ITGE, XV Jornadas de Paleontología*, 26; 78-82.
- DÍEZ HERRERO, A.; BATEMAN, M.D.; LÓPEZ SÁEZ, J.A. y VEGAS, J. (2000). "Procesos eólicos tardiglaciares en la submeseta septentrional. Cronología del manto arenoso de la Tierra de Pinares". En: *VI Reunión Nacional de Geomorfología. Sociedad Española de Geomorfología Departamento de Geodinámica (UCM)*. 77.
- DOMÍNGUEZ, A. y ARQUER PRENDÉS, F. (1971). "Comunicación sobre el hallazgo de una posible facies marina bajo los sedimentos terciarios continentales del occidente de la Cuenca del Duero". *I 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'étude 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.
- FERNÁNDEZ GARCÍA, M.P. (1988). "Geomorfología del sector comprendido entre el Sistema Central y el Macizo de Santa María la Real de Nieva (Segovia)". *Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid*. 336 pp.
- GARCÍA ABBAD, F.J. 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, 213-227, 2 mapas.

- GARCÍA DEL CURA, M.<sup>a</sup>.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.
- GARCÍA, J. y ALBERDI, M.<sup>a</sup>.T. (1968). "Nueva tortuga fósil en el Mioceno de Arévalo". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Biol.)*, 66, 141-149.
- GARCÍA-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 la Geología de la Cuenca del Duero. Salamanca, (1979), Temas Geológicos Mineros, VI (I), IGME, 275-289.
- 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 TUDANCA, S. (1992). "Yacimientos de Vertebrados paleógenos de Castilla y León". *Vertebrados fósiles de Castilla y León. Museo de Salamanca*; Jiménez, E. (Coord.), Junta de Castilla y León: 27-37.
- GIL y MAESTRE, A. (1880). "Descripción física, geológica y minera de la provincia de Salamanca". *Mem. Com. Mapa Geol. España*, Madrid. 209 pp.
- GONZÁLEZ-DELGADO, J.A.; CIVIS, J.; VALLE, J.F.; SIERRA, F.J. y FLORES, J.A. (1986). "Distribución de Foraminíferos, moluscos y Ostrácodos en el Neógeno de la Cuenca del Duero". Aspectos más significativos. *Stud. Geol. Salmanticensia*, 22, 277-292.
- GOY, J.L.; PÉREZ-GONZÁLEZ, 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*.
- GRACIA PLAZA, A.S.; GARCIA 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.
- GUTIÉRREZ ELORZA, M. (1994). "Geomorfología de España". Editorial Rueda, Madrid. 526 pp.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1912). "Observaciones con motivo del descubrimiento de Mastodontes en el Cerro del Cristo de Otero (Palencia)". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. 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. Fis. 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). "Fisiografía e Historia Geológica de la altiplanicie de Castilla la Vieja". *Publ. Univ. Valladolid*, 6 pp.
- 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: 396-398.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. y DANTÍN CERECEDA, J. (1915). "Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia". *Mem. Com. Inv. Paleont. y Prehist.*, 5, 295 pp.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. y DANTÍN CERECEDA, S. (1932). "Síntesis fisiográfica y geológica de España. Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas". *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 Inv. 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 Commun.*, 78-79.
- HERNÁNDEZ SAMPELAYO, P. y HERNÁNDEZ SAMPELAYO, A. (1951). "Mapa Geológico de España 1:50.000 (1ª Serie)". *Hoja y Memoria nº 370 (Toro)*. IGME, Madrid.
- IGME-CEDEX (1986). "Mapa Previsor de Riesgos por Expansividad de Arcillas en España a escala 1:1.000.000". IGME, Madrid. 64 pp.
- IGME (1970). "Mapa Geológico de España a escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente". *Hoja 37 (Salamanca)*. Serv. Publ. del Ministerio de Industria.
- JIMÉNEZ, E. (1968). "Stereogenys salmanticensis nov. sp., quelonio eocénico del valle del Duero". *Est. Geol.*, 24 (3-4): 191-203.

- JIMÉNEZ, E. (1970). "Estratigrafía y paleontología del borde suroccidental de la Cuenca del Duero". *Tesis Doctoral Univ. Salamanca*, 325 pp. (Resumen publicado en *Tesis Ciencias*, 1969-1970), 41-52.
- JIMÉNEZ, E. (1970). "Sobre un nuevo hallazgo de *Stereogenys Salmanticensis*". *Jim. Stvd. Geol. Salmanticensis*, 1, 73-86.
- 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. (1971). "Nuevos yacimientos de quelonios fósiles en Coca (Segovia) y su significado estratigráfico". *Stvd. Geol. Salmanticensis*, 7, 57-82.
- JIMÉNEZ, E. (1971a). "Primer *Pseudotrionyx* español: *Allaeochelys casasecai* nov. sp. del Luteciense de Corrales (Zamora)". *Est. Geol.*, 27; 153-166.
- JIMÉNEZ, E. (1971b). "Nuevos fragmentos específicos del Pelomedusidos 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. Los escarpes del Tormes". *Stvd. Geol. Salmanticensis*, 3, 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 geomorfológicas". *Stvd. Geol. Salmanticensis*, 5, 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.
- JIMÉNEZ, E. (1974). "Iniciación al estudio de la climatología del Paleoceno de la Cuenca del Duero y su posible relación con el resto de la Península Ibérica". *Bol. Geol. Min.*, Madrid, 85, 518-524.
- JIMÉNEZ, 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. Salmanticensis*, 17, 125-127.

- JIMÉNEZ, E. (1983). "Síntesis del Paleógeno continental de la Cuenca del Duero". *Libro Jubilar de J.M. Ríos: Geología de España, II*, IGME: 103-108.
- JIMÉNEZ, E. (1992). "Las dataciones del Paleógeno de Castilla y León". *Vertebrados fósiles de Castilla y León*. Jiménez-Fuentes, E. (Coord.), Museo de Salamanca; Junta de Castilla y León: 39-41.
- JIMÉNEZ, E. y GARCÍA MARCOS, J.M. (1979). "Mapa Geológico de España E. 1:50.000, (MAGNA)". Hoja nº 398 (Castronuño). IGME.
- JIMÉNEZ, E. y GARCÍA MARCOS, J.M. (1980). "Mapa Geológico de España E. 1:50.000, (MAGNA)". Hoja nº 370 (Toro). IGME.
- JIMÉNEZ, E. y GARCÍA MARCOS, J.M. (1980). "Mapa Geológico de España E. 1:50.000, (MAGNA)". Hoja nº 426 (Fuentesaúco). IGME.
- JIMÉNEZ, E.; CORROCHANO, A. y ALONSO, G. (1983). "El Paleógeno de la Cuenca del Duero". *Libro Jubilar de J.M. Ríos: Geología de España, II*, IGME; 489-493.
- 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.
- LAÍN HUERTA, L., DUCH MARTÍNEZ, C., GARCÍA TORREGO, V., IRISO CALLE, A., LAÍN HUERTA, R. y PERIANES JIMÉNEZ, V (1991). "Atlas de riesgos naturales de Castilla y León". Serie: *Ingeniería GeoAmbiental*. ITGE, Madrid. 87 pp.
- LEGUEY, S. y RODRÍGUEZ, J. (1969). "Estudio mineralógico de los ríos de la Cuenca del Pisuerga". *Anal. Edaf. y Agrobiol.*, Madrid, 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. Neog. 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 silicídasticos del Terciario superior en el borde N de la Cuenca del Duero (León-Palencia)". I Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero. Salamanca, 1979, *Temas Geológico Mineros*, VI (I), IGME, 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 polígenicos 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. (1988a). "El relieve de la región occidental zamorana. La evolución geomorfológica de un borde del Macizo Hespérico". *Tesis Doctoral*. Instituto de Estudios Zamoranos "Florian de Ocampo", Dip. de 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.*, 99 (6), 855-870.
- MARTÍN-SERRANO, A. (1989). "Características, rango, significado y correlación de las series ocreas del borde occidental de la Cuenca del Duero". *Stvd. Geol. Salmanticensia*, 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. Esp.* 4 (3-4): 337-351.
- MARTÍN-SERRANO, A.; BLANCO, J.A. y FERNÁNDEZ MACARRO, B. (1989). "Los procesos de alteraciones de la superficie de Valderaduey (Mioceno Inferior del Oeste Zamorano)". *XII Congreso Español de Sedimentología, Comunicaciones*. 245-248.

- MAZO, A.V. (1977). "Revisión de los Mastodontes de España". *Tesis Doctoral*. Univ. 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.
- MAZO, A.V. y JORDA PARDO, J.F. (1997). "Un *Tetralophodon Longirostris* (KAUP, 1832) (Proboscidea, Mammalia) en el Mioceno medio de Villavieja del Cerro (Sector central de la Cuenca del Duero, Valladolid)". *Rev. Soc. Geol. Esp.*, 10 (3-4), 219-235.
- 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*, 5, 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. Esp.*, 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, 293-310.
- MEDIAVILLA, R.M. y DABRIO, C.J. (1989). "Las Calizas del Páramo en el sur de la Provincia de Palencia". *Stvd. Geol. Salmanticensia*, 5: 273-291.
- MEGIAS, A. G. (1982). "Introducción al análisis tectosedimentario: aplicación al estudio dinámico de cuencas". *V Congr. Latinoamer. Geol., Actas*, 1: 385-402.
- MEIN, P. (1975). "Biozonation du Neogene méditerranéen à partir des Mammifères". *Rep. Act. RCMNS Working Groups, Bratislava*. 78-81.
- MIALL, A.D. (1981). "Analysis of Fluvial 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. Univ. 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". *C. R. Acad. Sci.*, Paris, 290, 1293-1296.
- MOLINA, E. y PÉREZ-GONZÁLEZ, A. (1989). "Depresión del Duero". *Mapa del Cuaternario de España a escala 1:1.000.000*. Pérez-González, A., Cabra, P. y Martín-Serrano, A. (Coords.). ITGE, Madrid. 153-161.
- 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*, VI (I), IGME, 443-448.
- MOLINA, E.; VICENTE, A.; CANTANO, M. y MARTÍN-SERRANO, A. (1989). "Importancia e implicaciones de las paleoalteraciones y de los sedimentos siderolíticos 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.
- MOPTMA (1995). "Guía resumida del clima en España 1961-1990". Dirección General del Instituto Nacional de Meteorología, Madrid. 110 pp.
- MORENO, E. (1987). "Roedores y Lagomorfos del Mioceno de la Zona central de la Cuenca del Duero. Sistemática, Biostratigrafía y Paleoecología". Tesis doctoral. Univ. Complutense de Madrid. 219 pp.
- 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.
- MUÑOZ JIMÉNEZ, J. y TANARRO GARCÍA, L.M. (2000). "El modelado fluvial en el piedemonte norte del Guadarrama oriental y Somosierra (Sistema Central Español): los valles disímétricos de la cuenca del Duratón". En: VI Reunión Nacional de Geomorfología. Sociedad Española de Geomorfología Departamento de Geodinámica (UCM).
- 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 sudeooligocénico de Muñogrande (Ávila)". *Stvd. Geol. Salmanticensia*, 4, 153-155.
- OLIVÉ, A. y CARRERAS, F. (1979). "Mapa Geológico de España a escala 1:50.000". Hoja nº 455 (Arévalo). IGME.
- OLMO, P. del y PORTERO, J.M. (1978). "Mapa Geológico de España a escala 1:50.000". Hoja nº 311 (Dueñas). IGME.
- OLMO, P. del y PORTERO, J.M. (1979). "Mapa Geológico de España a escala 1:50.000". Hoja nº 372 (Valladolid). IGME.

- ORDÓÑEZ, S.; LÓPEZ AGUAYO, F. y GARCÍA DEL CURA, M<sup>a</sup>.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. Esp.*, 2 (3-4), 199-222.
- PELÁEZ-CAMPOMANES, P. (1992). "Los roedores del Eoceno de Castilla y León. En: Vertebrados fósiles de Castilla y León". Jiménez-Fuentes, E. (Coord.). *Museo de Salamanca Junta de Castilla y León*: 105-109.
- PELÁEZ-CAMPOMANES, P.; DE LA PEÑA, A. y LÓPEZ MARTÍNEZ, N. (1989). "Primeras faunas de micromamíferos del Paleogénico de la cuenca del Duero". *Stvd. Geol. Salmanticensia*, vol. esp. 5; 135-157.
- PELÁEZ-CAMPOMANES, P. y LÓPEZ-MARTÍNEZ, N. (1996). "Strange Eocene rodents from Spain". *Palaeovertebrata, Montpellier*, 25 (2-4): 323-338.
- PÉREZ-GONZÁLEZ, A. (1979). "El límite Plioceno-Pleistoceno en la Submeseta meridional en base a los datos geomorfológicos y estratigráficos". *Reunión del grupo español del límite Neógeno-Cuaternario. Trab. Neog. Cuat.* 9.
- PÉREZ-GONZÁLEZ, A. (1982). "El Cuaternario de la región central de la Cuenca del Duero y sus principales rasgos geomorfológicos". I Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero. Salamanca, (1979). *Temas Geológico Mineros. IGME*, VI (2), 641-659.
- PÉREZ-GONZÁLEZ, A.; MARTÍN SERRANO GARCÍA, A. y POL MÉNDEZ, C. (1994). "Depresión del Duero". *Geomorfología de España*. Gutiérrez Elorza, M. (coord.). Ed. Rueda, Madrid, 351-388.
- 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, (III)*; 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.; CARRERAS, F.; OLIVÉ, A.; OLMO, P. DEL; GUTIÉRREZ ELORZA, M. y MOLINA, E. (1979). "Mapa Geológico de España a escala 1:50.000". Hoja nº 428 (Olmedo). IGME.
- PORTERO, J.M. y OLMO, P. DEL (1979). "Mapa Geológico de España a escala 1:50.000". Hoja nº 400 (Portillo). IGME.
- PORTERO, J.M.; OLMO, P. DEL, OLIVÉ, 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, Madrid; 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. y CARAMES, 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.
- Pozo, M.; CARAMES, 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". *Rev. Mat. Proc. Geol., UCM*; 2, 95-113.
- 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 a l'étude tectonique de Tras-os-Montes Oriental". *Serv. Geol. Port.*, 24, (Nova Serie), 1, 168 pp.
- ROMAN, F. (1923). "Algunos dientes de lofiodóntidos descubiertos en España". *Mem. Com. Invest. Pal. Prehis.*, 33, 1-22.
- ROMAN, 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 magnésique en bandes horizontales et grillages sous climat semiaride méditerranéen". *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. Prehis.*, 30, 230 pp.

- Royo y GÓMEZ, J. (1926a). "Edad de las formaciones yesíferas del Terciario Ibérico". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 26, 259-279.
- Royo y GÓMEZ, J. (1926b). "Tectónica del Terciario Continental Ibérico". *XIV Cong. Geol. Int. Madrid*, V 1, 593-523.
- 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. (1929). "Moluscos del Terciario continental de la provincia de Burgos". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 29, 239-244.
- Royo y GÓMEZ, J. (1933). "Sobre el 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*. Univ. de Salamanca. Inédito, 69 pp.
- SÁNCHEZ BENAVIDES, F.J.; DABRIO, C.J. y CIVIS, J., (1988). "Interpretación paleoecológica de los depósitos lacustres neógenos de Castrillo del Val (Noreste de la Depresión del Duero)". *Stvd. Geol. Salmanticensia*, 25, 87-108.
- 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, 701-708.
- 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). *Act. Geol. Hispánica*, 26 (2):133-148.

- 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*. Blanco, J.A.; Molina, E. y Martín-Serrano, A. (Coords.). *Monografías de la SEG*. ITGE SEG. 6; 185-198.
- SANTISTEBAN, J.I.; MEDIAVILLA, R. M.; MARTÍNEZ-SERRANO, A. y DABRIO, C. (1996). "A general overview". *Tertiary Basins of Spain*. Friend, P.F. y Dabrio, C.J. (Eds). Cambridge University Press.
- SANTISTEBAN, J.I.; ALCALÁ, L.; MEDIAVILLA, R.M.; ALBERDI, M.T.; LUQUE, L.; MAZO, A.; MIGUEL, I.; MORALES, J. y PÉREZ, B. (1997). "El yacimiento de Tariego de Cerrato: El inicio de la red fluvial actual en el sector central de la Cuenca del Duero". *Cuad. Geol. Ibérica*, 22; 431-446.
- SANTONJA, M. y PÉREZ-GONZÁLEZ, A. (1984). "Las industrias paleolíticas de la Maya I en su ámbito regional". *Excavaciones Arqueológicas en España. Ministerio de Cultura, Madrid*. 135; 5-347
- SANTONJA, M. y QUEROL, M.A. (1976). "Estudio de la industria del Paleolítico inferior procedentes de una terraza del Tormes (Galisano, 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". En: 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. Berlin 1945. Trad. Ríos, J.M. *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, 121-147). *Geogr. Abhandlungen*, 3, 10, Stuttgart.
- SOLÉ SABARÍS, L. (1952). "El relieve de la Península Ibérica y sus elementos estructurales". *Geografía de España y Portugal*, I. Edit. Montaner y Simón, Barcelona. 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". (1<sup>a</sup> serie). Hoja n° 478 (Salamanca). IGME.
- THIRY, M.; SIMON-COINCON, R. y MILNES, A.R. (1991). "Marcos morfológicos de desarrollo de silcretas. En: Alteraciones y paleoalteraciones en la morfología del oeste peninsular". *Zócalo hercínico y cuencas terciarias*. Blanco, J.A., Molina, E. y Martín-Serrano, A. (Coords.). *SEG-ITGE*, 6, 161-183.

- TORTOSA, A.; ARRIBAS, J.; GARZÓN, G.; FERNÁNDEZ, P. y PALOMARES, M. (1997). "Análisis petrólico de depósitos de terraza aplicado al estudio de los procesos de captura en los ríos Adaja, Voltoya y Eresma (provincias de Segovia y Valladolid)". *Rev. Soc. Geol. Esp.* 10 (1-2): 131-145.
- VICENTE, G. de; HERRAIZ, M.; GINER, J.L.; LINDO, R.; CABANAS, 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 mammifères du miocène espagnol". *VIII. Bassin du Douro. C.R. somm. Soc. Geol. Fr.* (9/10): 186-188.



MINISTERIO  
DE EDUCACIÓN  
Y CIENCIA

ISBN 847840715-4

9 788478 407156