



Instituto Geológico
y Minero de España

20342

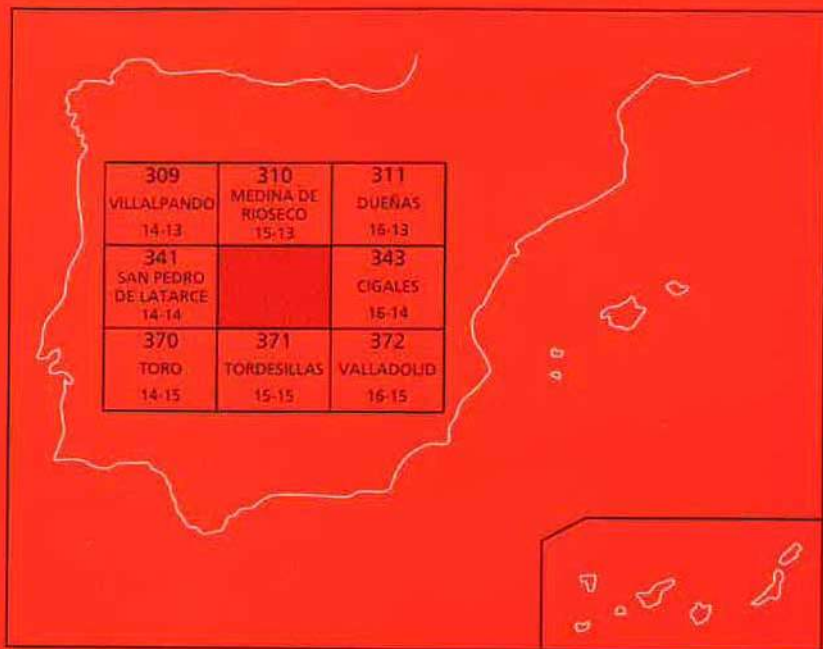
342

15-14

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1 : 50.000

Segunda serie - Primera edición



VILLABRÁGIMA

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

SE INCLUYE MAPA GEOMORFOLÓGICO A LA MISMA ESCALA

VILLABRÁGIMA

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

Depósito Legal: M-22825-2007

ISBN: 978-84-7840-691-3

NIPO: 657-07-007-X

Fotocomposición: Cartografía Madrid, S.A:

Impresión: Gráficas Muriel, S.A.

La presente Hoja nº 342 (Villabragima) 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)

Autores:

Mapa Geológico: E. Piles Mateo y P. Cabra Gil (EPTISA)

Mapa Geomorfológico: P. Cabra Gil, (EPTISA)

Memoria: E. Piles Mateo, A. Herrero Hernández, A. Pineda Velasco y P. Cabra Gil

Han participado en aspectos parciales:

- Hidrogeología: Y. Camarero Benito (EPTISA)
- Paleontología: C. Sesé Benito y J. Morales Romero (MNCN, CSIC)
- Recursos Minerales: M. Leguey Galán (AURENSA)
- Puntos de Interés Geológico: M. Leguey Galán (AURENSA)
- Digitalización y tratamiento SIG: M. Navas Cernuda, B. Delgado Gordillo y J. García Villar (EPTISA).
- Estudios de muestras: I. Armenteros, P. Huerta y M. Suárez (Universidad de Salamanca).

Dirección y Supervisión del IGME:

Dirección: L.R. Rodríguez Fernández

Supervisión: A. Martín-Serrano García y F. Nozal Martín

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

Í N D I C E

1. INTRODUCCIÓN.....	7
1.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA.....	7
1.2. ANTECEDENTES.....	8
1.3. MARCO GEOLÓGICO.....	9
2. ESTRATIGRAFÍA.....	10
2.1. TERCIARIO.....	10
2.1.1. Limos y arcillas ocre, con niveles arenosos (1). Facies Tierra de Campos (Astaraciense).....	11
2.1.2. Arcillas grises y limos (2) y margas y limos (3) con intercalaciones calizas (4). Facies Cuestas (Astaraciense superior - Vallesiense).....	14
2.1.3. Calizas con gasterópodos (5) y margas amarillentas (4). Calizas del Páramo (Vallesiense superior - Turoliense).....	17
2.2. CUATERNARIO.....	18
2.2.1. Arenas finas y limos (loess) (Dunas y manto eólico) (7).....	19
2.2.2. Limos, arenas, gravas y cantos (Glacis y glacis degradados) (8 y 9).....	19
2.2.3. Cantos, gravas, arcillas y arenas (Abanicos aluviales) (10).....	19
2.2.4. Gravas, cantos, arenas y limos (Terrazas) (11).....	20
2.2.5. Arcillas, arenas y limos negros (Fondos endorreicos) (12).....	20
2.2.6. Arcillas y limos con gravas y cantos (Aluvial-coluvial) (13).....	20
2.2.7. Bloques, cantos y arcillas (Coluviones) (14).....	20
2.2.8. Bloques y arcillas (Deslizamientos) (15).....	21
2.2.9. Cantos, gravas, arcillas y arenas (Conos de deyección y conos aluviales) (16).....	21
2.2.10. Limos, arenas y cantos (Llanura de inundación) (17).....	21
2.2.11. Cantos, gravas, arenas y arcillas (Fondos de valle) (18).....	21
3. PALEONTOLOGÍA.....	22
3.1. TIERRA DE CAMPOS.....	22
3.1.1. Hojas de Valladolid y Cigales.....	22
3.1.2. Hoja de Villabrágima.....	23
3.1.3. Hoja de Tordesillas.....	24
3.1.4. Resultados: Edad.....	24
3.2. FACIES CUESTAS.....	24
3.2.1. Microvertebrados.....	24
3.2.1.1. Hoja de Dueñas.....	24
3.2.1.2. Hoja de Valladolid.....	25
3.2.2. Macrovertebrados.....	26
3.2.2.1. Hoja de Cigales.....	26
3.2.2.2. Hoja de Tordesillas.....	26
3.2.3. Palinología.....	26
3.2.4. Caráceas.....	26
3.2.5. Foraminíferos y Ostrácodos.....	27
3.3. CALIZAS CON GASTERÓPODOS. CALIZAS DEL PÁRAMO.....	27

4. TECTÓNICA.....	28
5. GEOMORFOLOGÍA.....	30
5.1. CARACTERÍSTICAS FISIOGRÁFICAS.....	30
5.2. ANTECEDENTES.....	31
5.3. ANÁLISIS.....	31
5.3.1. Estudio morfoestructural.....	31
5.3.2. Estudio del modelado.....	33
5.3.2.1. <i>Formas de ladera</i>	33
5.3.2.2. <i>Formas fluviales</i>	33
5.3.2.3. <i>Formas kársticas</i>	34
5.3.2.4. <i>Formas lacustres</i>	35
5.3.2.5. <i>Formas eólicas</i>	35
5.3.2.6. <i>Formas poligénicas</i>	36
5.4. FORMACIONES SUPERFICIALES.....	36
5.5. EVOLUCIÓN GEOMORFOLÓGICA.....	39
5.6. MORFODINÁMICA ACTUAL-SUBACTUAL Y TENDENCIAS FUTURAS.....	40
6. HISTORIA GEOLÓGICA.....	41
7. GEOLOGÍA ECONÓMICA.....	43
7.1. RECURSOS MINERALES.....	43
7.2. HIDROGEOLOGÍA.....	46
7.2.1. Antecedentes sobre las Investigaciones hidrogeológicas en la Cuenca del Duero.....	46
7.2.2. Climatología e Hidrología superficial.....	46
7.2.3. Localización y funcionamiento hidrogeológico.....	47
7.2.4. Cartografía Hidrogeológica.....	49
7.2.5. Inventario de Puntos de Agua.....	49
8. PATRIMONIO NATURAL GEOLÓGICO.....	56
9. BIBLIOGRAFÍA.....	58

1. INTRODUCCIÓN

1.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

La Hoja del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 de Villabrágima nº 342 (15-14), se localiza en la Submeseta Septentrional, aproximadamente en el centro de la depresión terciaria de la Cuenca del Duero, perteneciendo en su totalidad a la provincia de Valladolid, dentro de la Comunidad de Castilla y León.

Presenta un clima de tipo mediterráneo templado continental, con inviernos fríos (4°C) y veranos templados, con un valor medio de 20° C. La temperatura media anual oscila entre 11°C y 13°C, y los valores de precipitación media anual están comprendidos entre 450 y 550 mm. En cuanto al régimen de humedad, la duración, intensidad y situación estacional del período seco, la zona de estudio se puede clasificar como de clima mediterráneo seco.

La vegetación no es demasiado abundante, pues la mayor parte del territorio se dedica a cultivos de secano, pero pueden encontrarse enclaves de pinos (*Pinus pinaster*) y encinas (*Quercus ilex*), en las altas planicies, y de chopos (*Populus*), en las principales vegas.

La primera fuente de actividad económica es la agricultura y, después, la ganadería. Destacan los cereales y la vid, además de algunas pequeñas huertas en los fondos de valle de los principales ríos, sobre todo del Sequillo, en el noroeste de la Hoja. La ganadería, por su parte, incluye elementos de ovino (lanar) y, en mucha menor medida, de caprino.

El territorio de la Hoja se presenta muy poco poblado. Los principales núcleos de población son Villabrágima y Tordehumos, muy próximos entre sí y con poblaciones del orden del millar de personas. Le siguen en importancia Castromonte, La Mudarra, Peñaflor de Hornija, San Cebrián de Mazote y Wamba. Finalmente, existen una serie de aldeas, entre las que destacan Barruelo, Palomar y San Pelayo.

Por lo que se refiere a las comunicaciones, la situación es bastante buena al estar todos los núcleos de población conectados entre sí. Destaca la carretera nacional 601, en la esquina noroeste de la Hoja, y una importante red de caminos carreteros y pistas que por su densidad, hacen prácticamente accesible toda la superficie de la hoja.

Orográficamente se caracteriza por presentar una amplia altiplanicie horizontal (superficie de los páramos), hendida por valles orientados NE-SO. Esta altiplanicie es también conocida como montes Torozos, antiguamente denominados montes de Cauria, y constituye un extenso relieve tabular que se extiende desde el Pasillo de la Bureba, al NE de la Cuenca, hasta Cuellar y la vecina hoja de Tordesillas, con una altitud media en la presente Hoja de 840 m. En la parte noroeste de la Hoja existe un relieve ondulado, con menores cotas (del orden de 720 m) denominado Campiña de Tierra de Campos, verificándose el enlace entre la altiplanicie de los Páramos y la Campiña (o los fondos de los valles) mediante laderas o cuestas.

El curso fluvial más importante de la Hoja es el río Sequillo, tributario de río Valderaduey, que la cruza por el cuadrante NO. El resto de la red la constituye un conjunto de arroyos de escasa enti-

dad. Los principales cursos de agua de carácter permanente son, además del río Sequillo, los ríos Bajoz y Hornija. El río Bajoz recorre la zona sureste de la Hoja, teniendo como afluentes, por su margen izquierda, los arroyos de Caz del Molino y de Valdelanoria. El río Hornija discurre por la mitad sur de la Hoja, con varios flujos, tales como los arroyos de Gorgollón, Reguera, Valderrebargo, Valdecarros, Valdeprendes, Anlanal y del Val. Paralelamente al curso del río Sequillo se encuentra el canal de riego de Macías Picavea, regando el borde noroeste de la Hoja.

1.2. ANTECEDENTES

Los primeros trabajos sobre la geología de la Cuenca del Duero, se inician con los estudios de GIL Y MAESTRE (1880) en la región de Salamanca, dividiendo los materiales aflorantes en tres conjuntos que hace correlacionar con los trabajos de CORTAZAR (1877) en la Provincia de Valladolid. HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1912, 1915, 1921, 1932) y HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1930) realizan estudios estratigráficos y paleontológicos en las Provincias de Palencia y Valladolid, estableciendo HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1915) la ya clásica división del Mioceno de la Cuenca del Duero: Tierra de Campos, Cuestas y Páramo. CRUSAFONT Y TRUYOLS (1958) incorporan datos de otras zonas y precisan la edad de los materiales.

En 1967, AEROSERVICE abre la etapa de la realización de la cartografía geológica de la Cuenca del Duero, con una cartografía a escala 1:250.000. Después, el IGME (1971) realiza la Hoja de Valladolid nº 29 a escala 1:200.000. PORTERO et al. (1982) en la I Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero, realizan una síntesis del Terciario de la Cuenca del Duero, en la que se reúnen todos los trabajos efectuados hasta el momento.

A partir de 1970, año de la presentación de su Tesis Doctoral, JIMÉNEZ (1968, 1970, 1971, 1972, 1973, 1974, 1975, 1977, 1983) y JIMÉNEZ et al. (1982), da un importante impulso en el conocimiento del Terciario de la Cuenca del Duero, principalmente del Paleógeno, con importantes aportaciones tanto en el campo de la estratigrafía y de la tectónica Alpina de la Cuenca, como en el campo de las dataciones.

PORTERO et al. (1983), como resultado de la realización de una serie de Hojas MAGNA (CGS-IMINSA), incorpora los datos obtenidos junto con los de otros autores y realiza un esquema de correlación estratigráfica N-S desde la Hoja de Guardo en el límite Norte, hasta la Hoja de Cardeñosa, límite sur de la Cuenca (Sistema Central). Entre otras aportaciones al conocimiento de la Cuenca, definen una nueva facies, Facies Dueñas, a muro de Tierra de Campos.

A finales de los años 70 se suceden los trabajos, bien como Tesis Doctorales: CORROCHANO (1977) que estudia la estratigrafía y sedimentología de Zamora, ALONSO GAVILÁN (1981) que estudia el Paleógeno del borde suroccidental, ARMENTEROS (1986) sobre el Neógeno suroriental, MARTÍN-SERRANO (1986) en la región occidental de Zamora, en la cual entre otros datos define la "Facies ocre", etc. ORDÓÑEZ et al. (1976), indican que la sedimentación durante el Neógeno no fue continua, definiendo tres rupturas de orden mayor, con la diferenciación de cuatro unidades litoestratigráficas. Hemos de destacar los numerosos trabajos de MEDIAVILLA y DABRIO (1986, 1987, 1988) y MEDIAVILLA et al. (1999).

Los estudios paleontológicos, a partir de las primeras dataciones realizadas por MIQUEL y ROMÁN (1906) y ROYO y GÓMEZ (1922) han sido motivo de numerosos trabajos y revisiones, tanto de yacimientos antiguos como nuevos, como los realizados por CGS-IMINSA durante la realización de las Hojas MAGNA próximas.

CALVO et al. (1993), realizan una síntesis del Neógeno continental de la Península, así como una interpretación paleoclimática. En este trabajo definen nueve rupturas sedimentarias de orden mayor que van desde el Ageniense al Villafranquiense.

La presente Memoria, así como la Cartografía Geológica y Geomorfológica adjunta, forman parte de un bloque de siete hojas realizadas conjuntamente. A la información de carácter más regional en cuanto a la extensión de la zona estudiada: variaciones de facies, evolución geomorfológica, etc, que se obtiene al realizar una serie de hojas relacionadas entre sí, se añade la posibilidad de integrar datos tanto sedimentológicos como paleontológicos en las distintas facies y unidades diferenciadas. Por lo cual se integrarán en los apartados de estratigrafía y paleontología la información obtenida en el resto de las hojas realizadas.

1.3. MARCO GEOLÓGICO

Desde el punto de vista geológico, la Hoja de Villabrágima se ubica en la parte centro-occidental de la Cuenca terciaria del Duero. La 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 predominantemente endorreico (fluvial y lacustre), producido en una depresión localizada sobre la parte oriental del Macizo Hespérico, zócalo hercínico peninsular. En toda la mitad oriental de la Cuenca, sobre su sustrato hercínico y bajo el relleno terciario, se encuentra una cobertera mesozoica, más potente y completa cuanto más hacia el este. Refleja invasiones marinas de procedencia oriental, cuyo máximo transgresivo acaeció durante el Cretácico superior. En el norte, este y sur, la Cuenca aparece limitada por sistemas montañosos alpinos (Cordillera Cantábrica, Sistema Ibérico y Sistema Central, respectivamente).

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 zócalo 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 Villabrágima, el espesor de relleno terciario es del orden de 800 a 1.100 m, según se considere la parte SO o la NE de la misma, y a partir de reconstrucciones y datos de sondeos profundos próximos.

La parte superior del relleno terciario aflora con espesores visibles máximos del orden de 100 – 110 m, y en las partes centrales de la Cuenca aparece constituida por tres tramos litológicos, ya clásicos en la literatura geológica sobre el Mioceno Castellano que, de abajo a arriba, son:

- La facies terrígena, fluvial, de Tierra de Campos, de color ocre y edad, sobre todo, Mioceno medio.
- La facies blanca, lacustre, de Cuestas, margo-arcillosa, frecuentemente yesífera y, minoritariamente, caliza. De edad Mioceno superior (Vallesiense, fundamentalmente).
- La facies Caliza de Los Páramos, de edad Mioceno superior.

Estos tres tramos clásicos constituyen la totalidad de la Hoja de Villabrágima. Las Calizas de Los Páramos forman las planicies altas de los relieves tabulares existentes por toda la Hoja. La Facies Tierra de Campos se extiende formando la campiña del noroeste de la Hoja y las zonas más bajas del resto de la misma. Por último, y como su nombre indica, la Facies Cuestas aflora en las laderas que existen, enlazando dichas altas planicies con las campiñas o con la parte baja de los valles, si bien no aparecen las facies yesíferas en la presente Hoja.

Los depósitos cuaternarios están, fundamentalmente, asociados a la red fluvial y a las laderas o cuevas. Hay también pequeños depósitos endorreicos asociados a depresiones kársticas en las altas planicies de Los Páramos. También, sobre los Páramos, se localizan restos de formaciones eólicas.

2. ESTRATIGRAFÍA

En este capítulo se describirán las distintas diferenciaciones cartográficas realizadas en la Hoja de Villabrágima, agrupadas en dos subcapítulos, el primero referido al Terciario, y el segundo al Cuaternario.

2.1. Terciario

Como ha sido indicado en el capítulo anterior, los tramos representados, a grandes rasgos, en la Hoja, son los clásicos del Mioceno castellano que fueron definidos por HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1915), y que, de muro a techo, son:

- Facies Tierra de Campos
- Facies Cuestas
- Calizas de los Páramos

De los dos grupos en que se han dividido las Calizas de los Páramos (Páramo 1 o Inferior, y Páramo 2 o Superior) en las partes centro-orientales de la Cuenca del Duero, las de la Hoja de Villabrágima pertenecen, según la correlación efectuada con Hojas próximas, a las Calizas del Páramo 1 o Inferior.

No obstante, dentro de cada una de estas grandes unidades, son diferenciables, a su vez, litológicas minoritarias.

2.1.1. Limos y arcillas ocre, con niveles arenosos (1). Facies Tierra de Campos (Astaraciense)

Representan aproximadamente un 20% de la superficie de la Hoja, aflorando en las márgenes del amplio valle del río Sequillo, en el cuadrante NO de la Hoja, y al SO, en el valle formado por el río Bajoz.

En general, esta facies se encuentra frecuentemente recubierta por depósitos de ladera y por los cultivos realizados sobre ella, lo cual dificulta su observación. Hay que resaltar, no obstante, los afloramientos que podríamos definir de excepcionales, localizados en el cuadrante NO, concretamente en el Castillo de la localidad de Tordehumos, en el Cerro de Santa Cristina, y a lo largo de la ladera izquierda del río Sequillo, especialmente en el Cerro Pajares y las cercanías de Valverde de Campos, en el límite norte de la Hoja.

Se desconoce su potencia al no aflorar su muro, pudiéndose estimar en unos 70 m de potencia aflorante, a partir de la cota del techo con los materiales suprayacentes y el punto de afloramiento más bajo de cota en río Seco.

Litológicamente y de acuerdo con el informe sedimentológico, la facies Tierra de Campos la forman una sucesión de limos arenosos, con intercalaciones de capas de arenas, arcillas y calizas de pequeño espesor. Estas litologías se ordenan en secuencias granodecrecientes, la mayoría de las veces incompletas, formadas por arenas y limos arenosos que solamente, y en casos puntuales, aparecen interrumpidas en la base, por lentejones de conglomerados y en el techo, por arcillas y costras calcáreas o caliches. En los casos donde estas litologías aparecen cementadas, lo están por carbonato cálcico.

En el contexto de la realización de la presente Hoja, se han levantado cuatro columnas estratigráficas, situadas en las zonas siguientes:

- Cerro Pajares, al SE de Villabrágima.
- Cerro Pilatos, al oeste de la carretera de Villabrágima a Castromonte.
- Cerro de Santa Cristina al NO de Tordehumos.
- En el Km 31,500 de la carretera a Valverde de Campos a Castromonte.

Las arenas son de grano medio a fino, tienen escasa matriz, y presentan colores ocre-amarillentos, en ocasiones con un alto porcentaje de limo. El límite inferior es erosivo y, el superior es gradual hacia limos arenosos. La mayor parte de las facies arenosas están compuestas por más de un 25% de fragmentos de rocas, y un porcentaje bajo de matriz, por lo que, de acuerdo con las clasificaciones petrológicas vigentes, son litarenitas en sentido estricto.

Las litologías arenosas se encuentran ordenadas internamente con estratificaciones y laminaciones cruzadas y, en la mayoría de los casos se presentan masivas. Ocasionalmente, muestran estratificación cruzada de tipo surco.

En muchos casos, en estas arenas son frecuentes los rasgos edáficos, entre los que destacan las concentraciones o nódulos de carbonato cálcico. Otros rasgos edáficos importantes que aparecen dispersos entre el sedimento son nódulos y láminas de oxihidróxidos de hierro y manganeso y bioturbaciones. Puntualmente, se desarrollan fuertes hidromorfías que hacen cambiar la textura y el color del sedimento.

La morfología de los estratos arenosos es tabular, con espesores máximos de 4 m y con gran extensión lateral. En otras ocasiones, muestran una geometría lenticular, con espesores inferiores a 3 m y extensión lateral inferior a 20 m.

Los limos se hallan bien representados en esta unidad; tienen colores ocre, rojizo y verde. En su composición aparece sedimento de tamaño arena fina con granos de cuarzo y algún fragmento de roca disperso. Ocasionalmente, aparecen algunos cantos dispersos entre el sedimento.

Estas litologías forman cuerpos de morfología tabular con espesores variables, inferiores a 25 m, y de gran extensión lateral. El límite inferior es neto o gradual desde otras litologías, generalmente, de mayor tamaño de grano. El límite superior es, en muchos casos, gradual hacia facies arcillosas o carbonatadas.

No presentan estructuras tractivas, mostrando sin embargo rasgos post-sedimentarios edáficos, entre los que destacan las concentraciones o nódulos de carbonato cálcico, dispersos entre el sedimento y rizocreciones, o rizolitos alargados preferentemente en la vertical. También pueden aparecer: nódulos y láminas de oxihidróxidos de hierro y manganeso, y bioturbaciones.

Las arcillas y margas aparecen de forma ocasional a techo de las secuencias granodecrecientes. En líneas generales, presentan colores claros verdes y blancos.

Por lo general, carecen de estructuras sedimentarias tractivas, lo cual confiere al sedimento un carácter masivo. Pueden aparecer rasgos edáficos como nódulos y concreciones carbonatadas, *slikensides* y también hidromorfías.

En ocasiones, contienen abundantes restos fósiles de invertebrados enteros y fragmentados de gasterópodos, ostrácodos y carófitas.

Estas litologías finas aparecen formando cuerpos de morfología tabular, con espesores inferiores

a 2 m y, de extensión lateral mayor de 200-300 m. Los límites inferior y superior de estos cuerpos son netos, debido a la variación en la coloración y en la granulometría del sedimento.

Los caliches tienen un aspecto de campo noduloso y terroso. Son sedimentos arenosos y limosos enriquecidos en carbonato cálcico por precipitación del mismo *in situ*. El color es variable, con mezclas de rojo y amarillo, y moteados pardos.

La morfología suele ser lenticular, con espesor máximo de 1 m y puede alcanzar hasta decenas de metros de extensión lateral. El límite superior suele ser neto, mientras que el inferior es gradual y presenta, en la mayoría de los casos, rizocreaciones que penetran en la facies detrítica basal.

Es digno de mención el nivel de caliche, de unos 30 cm de espesor, del cerro de Santa Cristina, localizado a techo de Tierra de Campos.

Es frecuente la presencia de marmorizaciones en los limos y arcillas de la Facies Tierra de Campos, mereciendo especial atención los afloramientos en los cuales se puede observar el contacto de estas facies con Cuestas, concretamente en el Cerro Pajares, en una cantera abandonada. En este punto se pueden observar un contacto neto con los materiales de Cuestas suprayacentes. En los metros finales de Tierra de Campos se presenta un nivel, de más de un metro, de marmorizaciones tipo pseudogley que se prolonga a todo lo largo del frente Cuestas-Tierra de Campos.

En Hojas orientales próximas se indica la presencia de un nivel marmorizado, con las características del citado en el Cerro Pajares y con gran continuidad lateral (LÓPEZ et al., 1986), por lo que se presume una presencia generalizada del mismo; por el contrario, en Hojas occidentales no se cita la presencia de dicho nivel, salvo en la zona sur (Hoja de Villalpando), donde se indica la presencia a techo de Tierra de Campos de niveles de concreciones calcáreas con moldes de raíces.

Esta marmorización del techo de Tierra de Campos ha sido atribuida a una interrupción sedimentaria, generalizada en el centro de la Cuenca, y/o a procesos de alteración por encharcamiento prolongado debido a la instalación posterior de la Facies Cuestas suprayacente.

A partir del estudio sedimentológico de las columnas estratigráficas levantadas en la Facies Tierra de Campos, se puede deducir el ambiente deposicional y paleogeográfico de la misma, caracterizado por el desarrollo de una llanura de inundación, con crecimiento vertical y movimiento lateral de los canales fluviales, similar al modelo sedimentológico que se obtiene para la Formación Mansilla definida por HERRERO (2001) en la provincia de León.

Los cuerpos canalizados representan un volumen de sedimentos mínimo en relación con los depósitos de llanura de inundación, que son los más abundantes en esta unidad. Las características sedimentológicas permiten diferenciar canales de tipo meandriforme con carga de arenas, dentro de la Facies Tierra de Campos. Las paleocorrientes medidas señalan flujos dirigidos hacia el SO.

El hecho de encontrarse la mayoría de los canales aislados entre sedimentos de llanura de inundación, con mínimo desarrollo de superficies de reactivación, hace pensar en un tipo de corrientes fluviales sinuosas, confinadas y sometidas a ciclos de crecida y estiaje. En general, estas carac-

terísticas pueden ser suficientes para permitir al sistema sedimentario formar un amplio volumen de sedimentos de llanura de inundación, a veces con lagunas dispersas.

Los subambientes de llanura de inundación en las Facies Tierra de Campos se caracterizan por la presencia de paleosuelos carbonatados (costras carbonatadas). Estos paleosuelos guardan relación con períodos largos de exposición y señalan, por tanto, áreas con ausencia de sedimentación, siendo, además, indicativos de un clima árido o semiárido, con lluvias estacionales (GOUDIE, 1983).

En los encharcamientos someros de esta llanura de inundación se depositan margas con gasterópodos y ostrácodos.

Estudios palinológicos realizados en esta Facies, en zonas próximas (en la parte basal de la sección de Torremormojón, prov. de Palencia) indican la presencia de pantanos con Taxodiaceae y *Polygonum*, un bosque de clima húmedo y cálido (*Magnolia*, *Areaceae*, *Ginkgo*), y una playa seca con Amarantaceae y Chenopodiaceae, rodeada de bosques con *Quercus* y *Sequoia*.

En cuanto a edad, LÓPEZ y SANCHÍZ (1982) datan, a partir de los micromamíferos, la Facies Tierra de Campos como Astaraciense, y LÓPEZ et al., (1986) como Aragoniense superior, coincidiendo ambos, por tanto, en una edad Mioceno medio. Es digno de mención que, precisamente en la mencionada sección de Torremormojón, ÁLVAREZ SIERRA et al. (1986 y 1990) proponen un estratotipo del límite Aragoniense-Vallesiense (Mioceno medio-Mioceno superior).

2.1.2. Arcillas grises y limos (2) y margas y limos (3) con intercalaciones calizas (4). Facies Cuestas (Astaraciense superior – Vallesiense)

Suprayacente a la Facies Tierra de Campos y con contacto neto a nivel de afloramiento, se sitúa una nueva unidad, la Facies Cuestas, fácilmente reconocible en el tramo medio-alto de las laderas (cuestas) bajo los páramos, de ahí su nombre. Destaca por los colores claros de alteración frente a los ocre y rojizos de Tierra de Campos y su posición bajo los escarpes de la unidad superior o caliza de los Páramos.

Aflora a lo largo y ancho de la Hoja, constituyendo las laderas de los valles de la misma.

Se han diferenciado, básicamente, dos unidades cartográficas claramente reconocibles; una inferior (2) fundamentalmente arcillo-limosa, y otra superior (3) margosa, con niveles de calizas que, en determinadas zonas, adquieren gran desarrollo lateral, por lo que se han diferenciado cartográficamente (4).

En el tramo inferior (2) se intercalan niveles oscuros de 20 a 30 cm de espesor, así como niveles lentejonares de limos arenosos de color ocre, no cartografiados, similares a los de la Facies Tierra de Campos. La presencia de estos niveles podría indicar que el contacto entre Tierra de Campos y Cuestas es transicional, ahora bien, hay que considerar la presencia, regionalmente y a techo de Tierra de Campos, de niveles marmorizados y caliches (ver anteriormente), que pueden representar períodos de no sedimentación. A partir de estas consideraciones, puede deducirse que

este tramo inferior (2) de la Facies Cuestas puede representar el paso lateral de la misma con la Facies de La Serna. La Facies de La Serna que es, al igual que Tierra de Campos, también terrígena y de color ocre, equivale en edad a la Facies Cuestas, y se localiza en la parte noroccidental de la Cuenca del Duero.

Por encima de esta unidad se ha diferenciado otra (3), en cambio lateral de facies y en contacto transicional con la anterior, formada por una serie margosa con intercalaciones de calizas, cuya mejor representación se sitúa en la zona norte de la Hoja. Conformando la Facies Cuestas típica y es frecuente en esta serie, la presencia de niveles de ostrácodos, prácticamente lumaquéllicos, en los tramos superiores de la misma. Las columnas estratigráficas más representativas de esta unidad margosa son las de Peñafior de Hornija (II) y San Pelayo.

En el conjunto de la Hoja, la Facies Cuestas aflora con una potencia máxima de 55 m, situando el límite, respecto a la unidad infrayacente, en una serie de limos arenosos con una importante hidromorfía, de coloración blanca y ocre pálida.

Litológicamente, en conjunto, la Facies Cuestas muestra una agrupación de facies arcillosas (2) y margosas (3), asociadas a niveles de caliza y caliza arenosa de pequeño espesor (4). Ocasionalmente, se observan calizas margosas, que son reflejo de una transición entre estas dos litologías. La secuencialidad de orden menor que presentan es, en la base, las litologías finas (arcillas o margas) y a techo las calizas, lo que representa una secuencia de somerización.

Las arcillas (unidad 2) suelen presentar colores verdes y límites netos, presentando una geometría tabular de espesor inferior a 6 m y extensión lateral grande, mayor de 200 m. Algunas capas de arcillas pueden presentar restos fósiles de gasterópodos, ostrácodos y caráceas, estar bioturbadas y tener color oscuro, debido a restos de materia orgánica.

Las margas (unidad 3) son de colores gris, rosado y verde, ocasionalmente blanco. Aparecen en capas tabulares de espesor variable, en líneas generales, inferiores a 7 m y cuya extensión lateral supera los 200-300 m. Sus límites inferior y superior suelen ser netos, en ocasiones ondulados, otras veces, muestran una tendencia transicional. Se presentan masivas, y en ocasiones se aprecia una intensa laminación horizontal.

Algunas capas presentan una fuerte bioturbación, y con frecuencia suelen contener en su interior abundantes restos de invertebrados fósiles como gasterópodos (también opérculos), ostrácodos y caráceas, que suelen aparecer enteros o fragmentados. Los niveles rosados suelen ser especialmente abundantes en restos fósiles, aunque, en algunas ocasiones, las margas de esta unidad son azoicas.

Las calizas aparecen muy dispersas entre las facies finas de la Facies Cuestas. Tienen colores claros, blancos y grises, puntualmente cremas. Aparecen con un espesor inferior a 1,5 m y una extensión lateral de decenas o centenas de metros, lo que les confiere una geometría tabular. Los límites inferior y superior suelen ser netos y a veces, ondulados.

Son frecuentes los restos fósiles de invertebrados (gasterópodos, opérculos, caráceas y ostrácodos), enteros y fragmentados y, en otras ocasiones, suelen aparecer rizocreciones. Otras veces,

estos registros fósiles se hallan en forma de moldes.

Las calizas arenosas muestran generalmente un color blanco, y aparecen con alguna frecuencia dentro de esta unidad. Presentan un tamaño arena fina a media, formado por valvas enteras de ostrácodos y conchas de gasterópodos. Generalmente, muestran una geometría tabular con un espesor inferior a los 0,45 m y una continuidad lateral observable en afloramiento de varias decenas de metros. Los límites inferior y superior suelen ser ondulados y netos. En su interior aparecen laminaciones cruzadas y suelen mostrar una tendencia granocreciente. En algunas capas pueden aparecer grietas de desecación.

Dentro de la unidad de la Facies Cuestas aparecen dos tramos caracterizados por diferentes asociaciones de facies correspondientes, básicamente, a dos ambientes sedimentarios: lacustre interno somero y delta lacustre.

En la unidad inferior (2) se distinguen sedimentológicamente tres conjuntos. En la base aparecen arcillas con restos fósiles y bioturbación de tipo profundo, que refleja una sedimentación continúa y lenta, y que representa una asociación lacustre interna profunda. Sobre ella, se deposita un segundo conjunto formado por margas con laminación paralela y restos fósiles, alternando con calizas y calizas margosas con límites ondulados y restos fósiles, que representan la asociación de prodelta. El tercer conjunto de facies está situado a techo y, está formado por una alternancia de margas con algún fósil, limos y arenas de color pardo, que representan la asociación del frente deltaico. Este tipo de facies ha sido descrito en el Neógeno de la Cuenca del Duero por *MEDIAVILLA y DABRIO (1986)*, *SÁNCHEZ BENAVIDES et al. (1988)* y *CORROCHANO y ARMENTEROS (1989)*.

El espesor del tramo deltaico aumenta hacia el SE, y la asociación fluvial se acuña en esa misma dirección, a la vez que la asociación lacustre se pierde en sentido contrario, hacia el NO. Su mayor espesor hacia el sureste indica que, en esa dirección, las facies más internas del lago se acumulan con mayor volumen, como aparece en la columna estratigráfica de Peñafior de Hornija II, lo que puede indicar una mayor subsidencia de la cuenca hacia esa parte.

En el segundo tramo (unidad cartográfica 3) se depositan, de forma alternante, margas con laminación paralela, bioturbación y restos fósiles dispersos, calcarenitas con laminación de ripples y tendencia granocreciente, y finalmente, calizas en bancos de tamaño medio con restos fósiles en forma de moldes y rasgos de exposición subaérea.

Este segundo tramo representa la sedimentación de lagos carbonatados de tipo somero. En las zonas más internas se sedimentan las facies margosas, y en las zonas marginales se localizan las calizas y las calcarenitas. En este último caso, se puede producir un retrabajamiento por la acción de olas y corrientes propias de zonas marginales de lagos.

La superposición de ambos tramos refleja, para esta zona, una evolución en la sedimentación desde los ambientes deltaicos hacia un ambiente sedimentario de tipo lacustre más abierto, lo que puede estar representado una subida del nivel lacustre, fluctuaciones en la entrada de sedimento o episodios de actividad tectónica. Esta actividad tectónica provoca una importante subsidencia durante el Neógeno en el centro de la Cuenca, como señalan *MEDIAVILLA y DABRIO (1988)* y *MEDIAVILLA et al. (1996)*.

Los estudios paleontológicos realizados en la provincia de Valladolid por GONZÁLEZ-DELGADO et al. (1986) y, CIVIS et al. (1989a y 1989b), analizan los restos fósiles de gasterópodos, ostrácodos y polen. Entre los primeros destacan *Valvata*, *Gyraulus*, *Bithynia*, opérculos de *Bithynia*, *Limnaea*, *Planorbarius*, y *Ancylus*. Entre los ostrácodos cabe citar a *Cyprinotus*, *Ilyocypris*, *Candoninae*, *Cyclocypris* y *Paralimocythere*. Entre los restos de polen se pueden mencionar, como más abundantes, los restos de Pináceas (*pinus*) sobre los frecuentes de Ericáceas, Asteráceas, Poáceas y Cistáceas.

LÓPEZ y SANCHÍZ (1982) datan en función de los micromamíferos, las principales unidades del Terciario Español, señalando para la Facies Cuestas una edad Astaraciense superior – Vallesiense.

ÁLVAREZ SIERRA et al. (1990) identifican *Cricetulodon hartenbergeri* en la columna estratigráfica de Tordehumos, en el cuadrante NO de la Hoja y, por tanto, el tramo correspondiente pertenecería al Vallesiense inferior.

Estudios magnetoestratigráficos realizados en zonas próximas (Torremormojón, provincia de Palencia) por RUIZ et al. (1996) indican para la Facies Cuestas una edad comprendida entre los 9,7 m.a. y 10,9 m.a., dentro, por tanto del Vallesiense.

2.1.3. Calizas con gasterópodos (5) y margas amarillentas (4). Calizas del Páramo (Vallesiense superior – Tuoliense)

Es la unidad más aflorante en la Hoja, representando un 80% de la superficie de la misma. Forma una amplia superficie subhorizontal, ligeramente inclinada hacia el suroeste (desde de los 850 m del vértice de Montes Torozos, en la zona oriental, hasta los 838 en el vértice Santas Martas en el suroeste), denominada unidad fisiográfica de los Montes Torozos. En sección, se reconocen fácilmente por generar un escarpe.

Esta unidad eminentemente caliza (unidad cartográfica 6), está formada por bancos de geometría tabular, de 20-70 cm de espesor, y extensiones laterales de hasta centenas de metros, con intercalaciones de margas. Los límites inferior y superior suelen ser netos, con frecuencia ondulados. En algunas zonas, sobre todo en el área del río Hornija, a muro de las calizas del Páramo se presenta un nivel de 1 a 1,5 m de margas amarillas, fácilmente reconocibles (unidad cartográfica 5).

Las calizas presentan tonos claros, blancos y grises, puntualmente cremas, y a veces, pátina gris oscura, como las calizas intercaladas en la Facies Cuestas. En su interior son masivas, aunque en ocasiones se desarrollan estratificaciones cruzadas en surco de pequeña escala y, más frecuentemente laminaciones paralelas remarcadas por fósiles de invertebrados. Estos restos fósiles (gasterópodos, opérculos, caráceas y ostrácodos) suelen aparecer enteros y fragmentados, frecuentemente en forma de moldes, y en ocasiones, acumulándose en posición horizontal, marcando la estratificación. También son muy abundantes los moldes de raíces, frecuentemente rellenos de arcillas rojas.

Las margas aparecen de forma escasa en esta unidad, normalmente separando los bancos de caliza, son de color blanco y presentan geometrías tabular y lenticular, con un espesor inferior a 3 m, y una extensión lateral variable. En ellas no se han encontrado estructuras sedimentarias tractivas. No se han diferenciado cartográficamente, salvo el nivel de margas amarillentas, basal.

El ambiente sedimentario que se interpreta para esta unidad es de lagos poco profundos, carbonatados y de baja pendiente, con una franja palustre bien desarrollada. Al ser pequeña la profundidad de estos lagos, las variaciones del nivel de agua dejan al descubierto áreas con sedimentos inicialmente lacustres, que son colonizados por las plantas, dando lugar a la actuación de procesos pedogenéticos. Esta unidad representa la progradación de las facies marginales lacustres, hacia el centro de la cuenca del Duero, y en ella se pueden reconocer ciclos de expansión-retracción lacustre.

Los estudios paleontológicos de los fósiles de gasterópodos y ostrácodos realizados en la provincia de Valladolid por GONZÁLEZ-DELGADO et al., (1986) y CIVIS et al., (1989a y 1989b), muestran como más abundantes entre los primeros, los generos *Valvata* junto a opérculos de *Bithynia*.

LÓPEZ y SANCHÍZ (1982) datan, teniendo en cuenta los restos fósiles de micromamíferos, las principales unidades del Terciario español, atribuyendo a las Facies de los Páramos una edad Turolense-Plioceno, aunque la edad pliocena es puesta en duda por varios autores.

La presencia de *Hipparion*, *Tragoportax* y *Tetralophodon*, en el yacimiento de Tariego de Cerrato (Palencia) podría indicar que la sedimentación de edad turolense está presente aún en la parte alta del relleno terciario de la Cuenca del Duero, según se señala en el trabajo de MEDIAVILLA et al. (1996). Por otro lado, los estudios magnetoestratigráficos realizados en la sección de Tariego de Cerrato por RUIZ et al. (1996) también incluyen las Calizas de los Páramos en el Turolense.

Gran parte de la superficie del Páramo, es decir el techo de la unidad calcárea del mismo nombre (unidad cartográfica 6) se encuentra tapizada por depósitos de *terra rossa*, relacionados con procesos kársticos, y costras laminares bandeadas (PÉREZ-GONZÁLEZ, 1979) que serán descritos, más pormenorizadamente, en el apartado de Geomorfología. Este nivel de costras está presente en toda la superficie del Páramo, ahora bien el intenso cultivo a que ha sido expuesta la zona la ha eliminado y se encuentra en la actualidad a modo de acumulaciones (majanos) a lo largo de los caminos. No se puede determinar la potencia de esta costra por las causas ya indicadas, pero en la cercana Hoja de Cigales se indican espesores del orden de 30 cm.

2.2. CUATERNARIO

Los depósitos cuaternarios presentan gran variedad y una representación superficial importante. Fondos de valle, terrazas, glaciares, conos de deyección, coluviones y arenas eólicas, son algunas de las formaciones más características. La descripción se realiza en orden a su edad, empezando por los sedimentos más antiguos.

2.2.1. Arenas finas y limos (loess) (Dunas y manto eólico) (7)

Los depósitos eólicos se presentan en la hoja de Villabragima generalmente sobre la superficie del Páramo de Torozos, con una amplia representación, aunque sin una morfología definida. Se trata de arenas silíceas finas, redondeadas a subredondeadas y de color pardo amarillento, a veces anaranjadas. La potencia observada, de 0,30 a 1,00 m, es probable que no sea la original, por el alto grado de removilización que existe en superficie.

En más contadas ocasiones, se presentan materiales limosos de estructura masiva, de color pardo claro (loess). En este caso, se suelen disponer en las laderas orientadas al noreste, al abrigo de los vientos dominantes, procedentes del suroeste.

La edad asignada a estos depósitos es Pleistoceno medio-Actualidad.

2.2.2. Limos, arenas, gravas y cantos (Glacis y glacis degradados) (8 y 9)

Dentro de este grupo, se han diferenciado dos tipos de glacis, unos de acumulación y otros degradados. Los primeros, de grandes dimensiones, son los que se forman en las laderas del Páramo que miran al norte, y están relacionados con la compleja evolución que sufren estas laderas. Se originan por el aporte de los numerosos barrancos que se desarrollan en los frentes de las mesas calizas, además de por los procesos de gravedad, solapándose lateralmente y dando una franja continua que orla las mesas del Páramo. Los glacis degradados tienen el mismo origen y, por tanto, la misma composición, pero son de menor extensión, y se sitúan en los valles menores como los de los ríos Bajoz, Hornija o Peñaflor. Siempre aparecen en las laderas orientadas al este o al norte, están disectados lateralmente y colgados en relación al *talweg* actual.

Por lo que respecta a las características litológicas y texturales, son depósitos asociados a antiguas formas de ladera, siendo su área madre la caliza del Páramo y las margas y margocalizas de las Facies Cuestas. Están formados por clastos, más o menos angulosos, de calizas con una matriz abundante de carácter limo-arenoso y un cierto porcentaje de arcilla. Su potencia oscila entre algunos cm y 3 m. Localmente se encuentran cementaciones carbonatadas. La edad de estos depósitos es Pleistoceno medio-superior.

2.2.3. Cantos, gravas, arcillas y arenas (Abanicos aluviales) (10)

Los abanicos aluviales aparecen al pie de los pequeños barrancos que se desarrollan en las laderas, siendo su área madre las Facies Cuestas y Páramo. En la hoja de Villabragima pueden observarse al norte de la Hoja, interdentándose, lateralmente, con glacis. Sus depósitos están constituidos por cantos, gravas e, incluso bloques, de calizas, más redondeados cuanto más lejos de la zona de aporte, y por una matriz arcilloso-limosa, de color pardo grisáceo. Aunque la mano del hombre, en su laboreo intensivo, ha trastocado la superficie de estos depósitos, se observan fragmentos sueltos de costras, lo que hace suponer la posible existencia de procesos edáficos antiguos (encostramientos) sobre los mismos. La edad asignable a estos depósitos es Pleistoceno.

2.2.4. Gravas, cantos, arenas y limos (Terrazas) (11)

Las terrazas tienen una mínima representación en la Hoja, limitándose a las proximidades de Peñaflor de Hornija. Están formada por cantos y gravas de calizas en una proporción del 80%, con relación al resto de las litologías. La matriz es arenoso-limosa, de color pardo, con algunas carbonataciones. La potencia es superior a los 2 m.

2.2.5. Arcillas, arenas y limos negros (Fondos endorreicos) (12)

Estos depósitos se originan en relación con fenómenos de endorreísmo y encharcamiento temporal en las depresiones kársticas de las calizas del Páramo. Se trata de limos y arcillas oscuros, con cierto contenido en arenas, no descartándose la presencia de fragmentos de calizas procedentes de los escarpes de las dolinas (ver apartado de Geomorfología). A techo, desarrollan suelos de carácter vértico topomorfo, de color gris oscuro o negro que indican condiciones de poca oxigenación. Como se indica en la contigua Hoja, por el noreste, de Dueñas (nº 311), es muy frecuente en estos suelos la presencia de arcillas montmorilloníticas con poca cantidad de humus en la arcilla. En épocas de lluvias intensas, estas zonas quedan total o parcialmente inundadas. La evidencia de su funcionalidad hace que la edad sea considerada como Holoceno-Actual.

2.2.6. Arcillas y limos con gravas y cantos (Aluvial-coluvial) (13)

Este tipo de depósitos es muy escaso, y los que aparecen se sitúan en el borde sur de la Hoja, cerca de la localidad de Wamba. Sus características litológicas y texturales son intermedias entre las de los fondos de valle y las de los coluviones que se alimentan de materiales calcáreos procedentes del Páramo y de Cuestas. Se les ha asignado una edad holocena.

2.2.7. Bloques, cantos y arcillas (Coluviones) (14)

Son aquellos depósitos que tapizan las vertientes y que se han originado y originan por acción de la gravedad. Existen dos tipos de coluviones:

- Los que derivan de los fangos con paleocanales arenosos de Tierra de Campos. Estos depósitos se componen de limos y arenas con cantos y gravas de calizas, areniscas y cuarcitas. El espesor es pequeño y rara vez superan 2 m. Se trata de materiales sueltos, poco coherentes y con una textura caótica. Su conservación está condicionada por las labores agrícolas, puesto que Tierra de Campos constituye, por su naturaleza, la base fundamental de los cultivos de secano de La Campiña castellana.
- Los que derivan de la erosión de las facies Páramo y Cuestas. En este caso los coluviones están formados por fragmentos angulosos-subangulosos de calizas, incluidos en una matriz limoso-arcillosa. A medida que estos coluviones se alejan del Páramo, aumenta el contenido en finos. Aunque su espesor es muy variable, al igual que en los anteriores, no parecen sobrepasar los 2 m. Tanto éstos, como los anteriores, se recono-

cen como de edad Holoceno.

2.2.8. Bloques y arcillas (Deslizamientos) (15)

Se trata de dos pequeños ejemplos situados en el límite sur de la Hoja, en la margen izquierda del río Hornija y desarrollados sobre las margas y margocalizas de las Facies Cuestas. La naturaleza de estos materiales y la orientación oeste de los mismos, no descarta la posibilidad que, bajo las mismas condiciones, puedan producirse nuevos movimientos, sobre todo si se incorpora agua al sistema. Parece tratarse de movimientos traslacionales, con desplazamiento de una parte de la ladera hacia posiciones inferiores. Se consideran de formación reciente.

2.2.9. Cantos, gravas, arcillas y arenas (Conos de deyección y conos aluviales) (16)

Los conos de deyección se sitúan en la parte final de los diferentes fondos de valle que existen en la Hoja. Aunque no ha sido posible la observación de ningún perfil, por los datos de superficie y por su posición, puede deducirse que la composición está en relación con su procedencia, bien de Tierra de Campos, o bien de Cuestas y Páramos. Así, sus gravas serán menos o más calcáreas, y su matriz más o menos abundante, pero siempre de carácter areno-arcilloso. Por su directa relación con los fondos de valle, la edad que se les ha atribuido es Holoceno.

2.2.10. Limos, arenas y cantos (Llanura de inundación) (17)

Por lo que se refiere a la llanura de inundación del río Sequillo, la naturaleza y textura de sus depósitos son similares a la de los fondos de valle que recorren Tierra de Campos pero tiene, a techo, un nivel de limos arenosos de casi 1 m de espesor. Sobre él se desarrolla un suelo de carácter aluvial, con un horizonte A orgánico y unos horizontes B y C limosos con concentraciones de carbonatos. La potencia total no ha podido ser observada en ningún punto, pero parece superar los 2 m. También la edad de estos depósitos es Holoceno.

2.2.11. Cantos, gravas, arenas y arcillas (Fondos de valle) (18)

En la Hoja de Villabrágima, son de dos tipos: los que se alimentan de Tierra de Campos y los que lo hacen de las Facies Cuestas y Páramo. En cuanto a los aluviales que discurren por Tierra de Campos, se ha observado que contienen gravas de areniscas de grano fino y de calizas, con una matriz arenoso-arcillosa, muy abundante. Los fondos de valle formados a expensas del Páramo y de Cuestas, como los de los ríos Bajoz, Peñaflor y Hornija, son los que tienen la casi totalidad de sus gravas de naturaleza calcárea y una matriz más fina, limoso-margosa. El tamaño de los clastos, como es de suponer, ofrece una gran variedad y no se puede dar una media precisa, pero las observaciones realizadas en el campo permiten señalar un rango de 2 a 6 cm. La potencia también es difícil de concretar, pero parece estar entre 2 y 5 m. La edad asignada a estos depósitos es Holoceno, puesto que corresponden a la última etapa del desarrollo de la red de drenaje.

3. PALEONTOLOGÍA

En el presente apartado se recopilan datos paleontológicos de Hojas vecinas y se ofrecen resultados de los muestreos efectuados durante la realización de la presente Hoja. Todos los datos se presentan a continuación, clasificados por facies, tipos paleontológicos (macro o microvertebrados, palinología, etc.) y Hojas o localidades.

3.1. TIERRA DE CAMPOS

3.1.1. Hojas de Valladolid y Cigales

En épocas anteriores a la de realización la Hoja de Villabrágima, se estudiaron cuatro yacimientos de micromamíferos, tres en la Hoja de Valladolid y uno en la Hoja de Cigales, denominados Simancas 1, Simancas 2, Cistiérniga y Fuensaldaña, respectivamente.

La fauna determinada en los distintos yacimientos es:

Simancas 1

Peces indeterminados, Ophidia indeterminado, Lacertidae, Aves, Insectívora, *Prolagus* sp., *Megacricetodos crusafonti* (FREUDENTHAL), *Megacricetodon aff minor* (LARTET), *Democricetodon?* sp.

Esta asociación se sitúa dentro del Astaraciense.

Simancas 2

Zona de muestreo situada unos metros por encima de Simancas 1. La fauna presente es similar a Simancas 1, es decir, Astaraciense.

Cistiérniga

Yacimiento situado en el mismo nivel, aproximadamente, que el de Fuensaldaña, que se describe a continuación. Se han reconocido *Megacricetodon crusafonti* (FREUDENTHAL), *Megacricetodon aff. Minor* (LARTET), atribuyendo esta asociación al Astaraciense superior.

Fuensaldaña

Situado en la Hoja de Cigales, reconociéndose Carnívora indete., Cervidae indet., Sorocidae aff. *Miosorex*, Erinaceidae cf. *Galerix*, *Prolagus* sp., Heterocrus cf. *Grivensis* (MAJOR), *Megacricetodon crusafonti* (FREUDENTHAL), *Cricetodon* sp., asociación que indica una edad Astaraciense superior.

3.1.2. Hoja de Villabrágima

En la presente Hoja, y en épocas anteriores a la realización de la misma, se estudió un yacimiento en la localidad de Tordehumos, en el noroeste de la Hoja.

LÓPEZ et al. (1986) sitúan geográficamente el yacimiento (en realidad tres yacimientos fosilíferos, TH 1, 2 y 3) y señalan que lo muestrearon, pero no dan ninguna determinación taxonómica. Indican que TH 1 es una facies detrítica.

ÁLVAREZ et al. (1987,1990) proporcionan la lista faunística de los yacimientos TH2 y TH3, que es la siguiente:

Megacricetodon freudenthali (TH2)
Cricetulodon hartenbergeri (TH 2 y 3)
Ramys perezi (TH2)
Mimomys cf. Dehmi (TH2)
Euroxenomys minutus (TH2 y 3)
Prolagus crusafonti (TH2)

La edad de esta asociación (que está dentro de la biocronozona de *Cricetulodon hartenbergeri* según estos autores), es casi inmediatamente superior al límite Aragoniense/Vallesiense, por lo que es Vallesiense inferior (Mioceno superior). Es por tanto, bioestratigráficamente más reciente que las de Torrelobatón y Buenaventura, que se verán más adelante.

Posteriormente, CUESTA y MORALES (1999) vuelven a citar este yacimiento, aunque sin precisar su edad dentro del Terciario.

Durante la realización de la presente Hoja, y a la salida de la localidad de Villabrágima hacia Castromonte, a unos 2 km del primer pueblo, en el primer cerro acaravado a la izquierda del camino, se tomó muestra de un nivel oscuro de margas situado en la parte superior de la colina por debajo de un nivel de caliche.

Los resultados del muestreo son los siguientes:

Fauna de invertebrados y vertebrados:

Placas que podrían corresponder a ostrácodos.

Gasterópodos: Algunos

Peces: Una vértebra y dos dientes.

Roedores: Cricétidos: *Megacricetodon* sp: Un M2 inferior izquierdo casi entero (L = +1,19; A=1,09). Por la talla y también por su morfología progresiva (sin mesolófido) entra dentro de la línea: *Megacricetodon collongensis-crusafonti-ibericus*, más bien dentro de alguna de estas dos últimas especies del Aragoniense superior y Vallesiense inferior respectivamente.

Micromamíferos indeterminables: Un fragmento de esmalte de diente. Un fragmento de diente (¿lagomorfo?).

Microvertebrados indeterminables: Algunos huesos largos.

Valoración: Es la única muestra de la que se puede decir con seguridad que pertenece al Mioceno: Aragoniense superior o Vallesiense inferior por la presencia de *Megacricetodon* de la línea anteriormente citada.

3.1.3. Hoja de Tordesillas

En la vecina Hoja de Tordesillas (nº 371), en el cruce de las carreteras de Tordesillas a Valladolid y Velliza, entre los km 4 y 3, se muestreó en un corte a la izquierda de la carretera, una alternancia de arenas amarillas y limos verdes que, aparentemente, podrían tener restos vegetales. El corte tiene unos dos metros, tomándose la muestra hacia la mitad. Los resultados del estudio de esta muestra, han sido negativos.

3.1.4. Resultados: Edad

Después de todo lo expuesto, puede decirse que la Facies Tierra de Campos se sitúa en el Aragoniense (Astaraciense).

3.2. FACIES CUESTAS

3.2.1. Microvertebrados

Durante la realización de las Hojas de Valladolid, Cigales y Dueñas, en 1979-1982, se estudiaron numerosos yacimientos de microvertebrados, tanto en la Facies Cuestas s.s como en la facies Zaratán (facies situada en la base de Cuestas, caracterizada por margas y arcillas con niveles de fangos gris oscuro representativos de niveles de ciénagas).

3.2.1.1. Hoja de Dueñas

Torremormojón 6a (Con coordenadas x=511.650; Y=817.850; Z=785).

Lista fáunica: *Prolagus* sp. A. *Peridyromys* aff. *Multicrestatus* DE BRUIJN. *Megacricetodon* cf. *Minor* (LARTET).
Edad: Astaraciense superior (Zonas MN 7 y 8).

Torremormojón 4. Situada en la sección de Torremormojón E. unos 30 m por encima de Torremormojón 6ª.

Lista fáunica: *Prolagus crusafonti* LÓPEZ. *Euroxenomys minutus* (MEYER). *Cricetodon* (*Hispanomys*) gr. *Peralensis* VAN DER WEER. *Cricetodontinae* 1 nov. *Peridyromys* aff. *Multicrestatus* DE BRUIJN.
En este punto aparece gran cantidad de restos de grandes mamíferos (*Hipparion*).
Edad: Vallesiense inferior (zona MN 9).

Torremormojón 3. Situada en la misma sección estratigráfica a unos 8 m por encima de Torremormojón 4.

Lista fáunica: *Prolagus crusafonti* LÓPEZ. *Euroxenomys minutus* (MEYER). *Rotundomys hartenbergeri* FREUDENTHAL. *Peridyromys* aff. *Multicrestatus* DE BRUIJN.

Edad: Vallesiense inferior (Zona MN 9).

Torremormojón 2. Situada en la misma sección estratigráfica, a unos 7 m por encima de Torremormojón 3.

Lista fáunica: *Eliomys truci* MEIN Y MICHAUX.

Edad: Desde el Vallesiense superior hasta el Plioceno inferior (Zonas MN 10 a MN 14).

3.2.1.2. Hoja de Valladolid

Yacimiento de Zaratan

Situada en las proximidades del pueblo de Zaratán. La muestra fue tomada en los niveles de fangos oscuros ("ciénagas"). Se ha podido determinar:

Insectívora

Prolagus sp.

Gliridae nov. Gen. Aff. *Peridyromys multicrestatus* de BRUIJN

Megacricetodon aff. *Minor*

El nivel fáunico es muy amplio, comprendiendo el Astaraciense superior y el Vallesiense inferior.

Localidad de Duredos

Se sitúa en la parte oriental de la Hoja, entre Tudela de Duero y Villabáñez, unos 1.500 m al sur de esta localidad. La muestra ha sido tomada en los mismos niveles de fangos oscuros ("ciénagas") de la base de las Facies Cuestas. Se pudo determinar:

Erinaceidae cf. *Galerix*

Prolagus sp.

Gliridae nov aff. *Peridyromys multicrestatus* de BRUIJN

Cricetodon gr. *Jotae-aguirrei*

Cricetodontinae indet.

Edad: Astaraciense superior.

3.2.2. Macrovertebrados

Los yacimientos más importantes en áreas próximas a la Hoja, son los de Fuensaldaña y Villavieja del Cerro, situados en las Hojas de Cigales y de Tordesillas, respectivamente.

3.2.2.1. Hoja de Cigales

Los yacimientos de Fuensaldaña, ya estudiados por HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1930), comprenden, entre otros, los de "Los Cotanillos", Cerro de la Horca, de la "Loma" y Fuente de la Cueva". En estos yacimientos fueron citados *Dicerorhinus sansaniensis* LARTET, *Dicerorhinus simorrensis* LARTET, *Dinotherium levius* JOURD, *Trilophodon angustidens* CUV. *Servidentinus lusitanicus* B.I.C. y *Tetralophodon longirostris* KAUP, atribuyéndose a esta asociación una edad Vindoboniense medio.

3.2.2.2. Hoja de Tordesillas

En la Hoja que limita al sur, Tordesillas, en el yacimiento de Villavieja del Cerro, localizado en el cerro de San Juan, próximo a dicha localidad, fueron descubiertos, en 1986, los restos de un mastodonte en la base de la Facies Cuestas. JIMÉNEZ et al. (1993) clasifica dichos restos como *Gomphotherium angustidens*. Posteriormente, en 1995 se revisan los restos depositados en el Museo Provincial de Valladolid, y se rectifica su identificación, asignándose a *Tetralophodon longirostris* (KAUP), el cual indicaría una edad de Aragoniense superior (MAZO y JORDÁ, 1997). Como resumen, se puede decir que el muro de la Facies Cuestas tiene una edad como mínimo Aragoniense superior (MN 8 de Mein).

3.2.3. Palinología

Los datos de que se dispone se centran en la Facies Cuestas, y más concretamente en los niveles de ciénagas (Facies Zaratán), no siendo los datos obtenidos resolutivos en cuanto a la datación.

3.2.4. Caráceas

Del estudio de caráceas realizado en los mismos puntos que los análisis palinológicos, en zonas limítrofes a la presente Hoja, las especies reconocidas presentan una amplia dispersión vertical entre las unidades miocenas y pliocenas, por lo que desde un punto de vista cronoestratigráfico no aportan ningún dato de la facies presentes, pues abarcan tanto Tierra de Campos, como Cuestas o Páramo.

3.2.5. Foraminíferos y Ostrácodos

Al igual que en el caso de las caráceas, las asociaciones de foraminíferos y ostrácodos estudiadas en otras zonas cercanas a Villabrágima, no son representativas desde un punto de vista cronoestratigráfico, reconociéndose:

Foraminíferos: *Ammonia tepida* (CUSHMAN), *Elphidium* cf. *Decipiens* (COSTA), *Astrononion* sp.

Ostrácodos: *Candona praecos* (STRAUB), *Ilyocypris gibba* (RAMDOHR), *Cyprinotus salinus* (BRADY), *Limmocytheree* aff. *Inopinata* (BAIRD) y *Cyprideis torosa* (JONES).

El dato de interés que aporta esta asociación es respecto al carácter del medio, que sería mesosalino.

3.2.5.1. Hoja de Tordesillas

En el conjunto de hojas realizadas junto con la de Villabrágima, y en relación con la presente facies, se ha muestreado una serie en la Hoja de Tordesillas (nº 371) a la cual se ha denominado Velilla.

La zona se localiza a la salida de la localidad de Velilla a la derecha, en un camino que con dirección noroeste, y pasando por una fuente a la izquierda, se corta una serie alternante de margas y calizas con abundantes gasterópodos. Se han tomado tres muestras en los niveles de gasterópodos, que de base a techo se han denominado:

- 11.A) INFERIOR: Capa muy cementada de color marrón, de unos 50 cm de espesor; es el primer nivel basal que contiene gasterópodos.
- 11.B) MEDIO: Por encima del anterior, es el segundo nivel que contiene gasterópodos; está menos cementado que el anterior y es de color marrón, de unos 30 cms de espesor.
- 11.C) SUPERIOR: Se toma una muestra en la parte más alta del corte que es un nivel muy cementado de color marrón que contiene gasterópodos.

Resultados del muestreo:

11.A) INFERIOR:

Fauna de invertebrados y vertebrados:

Gasterópodos: Muchos.

Peces: Muchos dientes.

Microvertebrados indeterminables: Algunos restos de huesos de microvertebrados (tres de ellos largos y con articulación claramente reconocibles).

11. B) MEDIO:

Fauna de invertebrados y vertebrados:

Gasterópodos: Muchos.

Peces: Muchas vértebras, algunos restos óseos y muchos dientes.

11. C) SUPERIOR:

Fauna de invertebrados y vertebrados:

Gasterópodos: Muchos.

Peces: 8 dientes.

3.3. CALIZAS CON GASTERÓPODOS. CALIZAS DEL PÁRAMO

No se ha podido determinar la edad de esta unidad, pues la fauna presente no es significativa dado su dispersión, no obstante todos los autores coinciden en atribuir una edad Vallesiense superior-Turolense.

4. TECTÓNICA

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 rellenar 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 sepultados.

Según interpretaciones de subsuelo, basadas en geofísica y sondeos, 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 800 y 1.100 m, de los que 480-550 m corresponden a materiales sintectónicos (de edad básicamente paleógena) y 320-560 m a post-tectónicos (de edad neógena, sobre todo).

En cuanto a la Tectónica reciente, es decir, aquella que afectaría a los materiales del Mioceno (medio y superior) aflorantes en esta Hoja, no se han encontrado estructuras (fallas, pliegues, etc.) demostrativas de su existencia. En algunos puntos, en la Facies Cuestas, se han observado pliegues de escasa entidad, de unos 5 m de longitud máxima y unos 0,5 m de amplitud o altu-

ra, que pueden deberse a fenómenos de asentamiento y movilizaciones de las arcillas más que a esfuerzos tectónicos.

Hay que indicar, no obstante, que en la colindante Hoja occidental de San Pedro de Latarce, se indica un suave plegamiento de direcciones N-S y NO-SE, en series atribuidas al Mioceno inferior, al norte del río Sequillo. Al sur de este río, dicho plegamiento queda sumergido bajo la Facies Tierra de Campos (Mioceno medio), que se presenta subhorizontal.

Por otra parte, diversos autores han atribuido el carácter rectilíneo de algunos de los ríos más representativos de la Cuenca del Duero a un control tectónico profundo. En la mencionada Hoja de San Pedro de Latarce se indica una flexura paralela a la traza del río Valderaduey, río notablemente rectilíneo y de dirección NE-SO, considerando que dicha flexura es el resultado de una fractura de zócalo. En la Hoja de Villabrágima, el único río importante que podría reflejar un control estructural de su trazado sería el Sequillo, cuyo trazado es paralelo al del río Valderaduey.

Para verificar si esta posible fractura de zócalo ha producido salto vertical en el Terciario, se han controlado las cotas del contacto Tierra de Campos / Cuestas en los afloramientos de excepcional calidad y extensión que se presentan en la margen izquierda del río, contrastándolas con las de los afloramientos de la margen derecha, concretamente con los del cerro Santa Cristina. Se ha comprobado que se encuentran prácticamente a la misma cota, lo que descarta la existencia de salto vertical. Aún así, el río Sequillo podría estar situado sobre una fractura de zócalo, como se argumenta en la Hoja septentrional de Medina de Rioseco, a partir de las siguientes consideraciones:

- El río Sequillo se localiza inmediatamente al noroeste, y con la misma dirección, que el límite de los relieves amesetados de los Páramos. A gran escala, este límite es notablemente rectilíneo y cruza toda la Cuenca, desde Villadiego (Burgos) hasta las cercanías de Toro (Zamora). Puede ser, incluso por tanto, el reflejo de un accidente de zócalo que, en su día, condicionó los límites de depósito de las facies lacustres del Mioceno superior (Cuestas y Páramo).
- Paralelos al río Sequillo existen, en la mencionada Hoja de Medina de Rioseco, anomalías geomorfológicas (que podrían deberse a ligeros movimientos neotectónicos), tales como arroyos con dirección anómala de drenaje y zonas endorreicas asociadas.

En relación con la problemática del borde de los Páramos, hay que indicar que en dicho borde de la parte noroeste de la Hoja, en el Cerro de la Ballesta, existe una posible fractura NE-SO que provoca un suave basculamiento hacia el SE, detectable en las "tablas" de las calizas de la Facies Cuestas. Probablemente, este basculamiento representa un deslizamiento gravitacional, iniciado y facilitado a partir de dicha fractura preexistente.

Lineamientos comparables a los del Valderaduey, Sequillo y límite de los Páramos, tanto en longitud como en dirección, son frecuentes en el conjunto de la Cuenca del Duero: lineamiento del Pisurga-Arlanzón, Falla de Alba-Villoria, etc.

Finalmente, sólo indicar algunas observaciones acerca de la superficie del Páramo. Ésta, en la

Hoja y en zonas limítrofes, presenta una pendiente hacia el suroeste, calculada en un 1 por mil, que aumenta progresivamente hasta el 12 por mil hacia el norte de la Cuenca. Aunque esta inclinación ha sido supuesta como posiblemente original, deposicional, por OLMO et al. (1978), la fracturación que presenta la "placa" caliza del Páramo (deducible por el desarrollo de fenómenos de karstificación) puede indicar que la mencionada pendiente podría estar relacionada con una gran flexión del Terciario, de edad post-Vallesense.

5. GEOMORFOLOGÍA

5.1. CARACTERÍSTICAS FISIGRÁFICAS

Desde un punto de vista fisiográfico se reconocen la comarca natural de los Montes de Torozos y el valle del río Sequillo. Ahora bien, morfológicamente, el área pertenece al sector central de la Cuenca del Duero, donde están representadas las tres unidades definidas por E. HERNÁNDEZ-PACHECO, en 1915, para el Mioceno castellano: La Campiña, Las Cuestas y El Páramo.

La Campiña correspondería, aquí, a la denominada Tierra de Campos. Ocupa una pequeña parte del sector noroeste de la hoja y su morfología es inconfundible, pues se trata de un relieve muy suave, donde alternan lomas y pequeñas colinas con valles poco incididos. En esta unidad es donde están las menores alturas, desde 750 a 730 m, con una cota media de 740 m.

La unidad de Cuestas es algo más restringida y sirve de enlace entre la Campiña y el Páramo, constituyendo las laderas de este último. Es donde se encuentran las mayores pendientes y es la base del desarrollo de glaciares y conos aluviales, productos de la compleja evolución de estas vertientes. La unidad se esculpe sobre margas con niveles calcáreos, por lo que su color blanco grisáceo destaca sobre los colores pardos y ocres de la unidad anterior.

La tercera unidad es la representada por el Páramo de los Montes de Torozos y ocupa la mayor parte de la hoja de Villabragima. Como señala PLANS (1970), forma el contrafuerte, por el sur, de la Tierra de Campos, sobre elevándose 80-100 m por encima de ella. La altura media es de 840 m, destacando como puntos más altos los parajes de Corralnuevo (851 m) y Monte Torozos (850 m). Esta extensa planicie está construida sobre las calizas terminales del Mioceno superior. Su continuidad sólo se deja interrumpir por la incisión de algunos ríos y arroyos que dan como resultado valles largos y estrechos, muy característicos de este sector.

Además de estas tres unidades clásicas hay que destacar el valle del río Sequillo que aparece en el cuadrante noroeste de la hoja. Sus afluentes principales, se localizan en la margen izquierda y son los arroyos de Rionuevo y de la Guándila. Existen otra serie de ríos que con la misma dirección que el Sequillo, seccionan el Páramo. De norte a sur son los ríos Bajoz, Peñafior y Hornija que dan lugar a valles estrechos, de largo recorrido y con laderas cortas y acusadas. Hay que mencionar además, el canal de Macías Picavea que discurre paralelo al río Sequillo, por el sur.

5.2. ANTECEDENTES

La bibliografía sobre Cuaternario y Geomorfología, para la hoja de Villabrágima, no es abundante, pero sí existen numerosos datos de este sector central de la Cuenca del Duero. Entre los trabajos más antiguos destaca el de E. HERNÁNDEZ-PACHECHO (1915) sobre la Geología y la Paleontología de Palencia, donde ya define las tres unidades clásicas del sector central: La Campiña, Las Cuestas y El Páramo. También de interés es el estudio de F. HERNÁNDEZ-PACHECHO (1930) que incluye la Geología y Paleontología del territorio de Valladolid.

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

Más tarde, PÉREZ-GONZÁLEZ (1979) estudia el Cuaternario del sector central de la Cuenca del Duero y determina las características geomorfológicas del mismo. Otros autores como DANTÍN CERECEDA (1931), MACAU (1960), PLANS (1970), GUTIÉRREZ ELORZA (1994), MOLINA y ARMENTEROS (1986) y GRACIA et al. (1981), dedican su esfuerzo a aspectos morfológicos concretos como: áreas endorreicas, cerros testigo, paleovertientes o superficies poligénicas.

La realización del Mapa del Cuaternario de España, a escala 1:1.000.000, junto con la cartografía de las hojas geológicas, a escala 1:50.000, del Plan MAGNA, próximas a esta Hoja, han servido de gran ayuda para la confección de esta cartografía.

Por último, el Proyecto del *Mapa Neotectónico y Sismotectónico de España, a escala 1:1.000.000*, realizado por el ITGE-ENRESA, aporta algunos datos más sobre este sector de la Cuenca del Duero.

5.3. ANÁLISIS MORFOLÓGICO

Se consideran aquí dos aspectos fundamentales: uno morfoestructural, en el que se analiza el relieve como consecuencia del sustrato geológico y la disposición del mismo, y otro morfogenético, relativo al relieve que se obtiene debido a la actuación de los procesos exógenos sobre el sustrato.

5.3.1. Estudio morfoestructural

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

Para ello es conveniente situar la zona en un contexto más amplio y, en este caso, la hoja de Villabrágima pertenece al sector central de la Cuenca del Duero y, como ya se ha señalado en el apartado anterior, lo más característico del mismo, es la presencia de las tres unidades definidas para el Mioceno castellano: La Campiña, Las Cuestas y El Páramo. Como la disposición de los

sedimentos miocenos es horizontal y cada una de estas unidades tiene características litológicas diferenciadas, son éstas, en gran medida, las responsables de su morfología.

La Campiña tiene como base las facies Tierra de Campos. Su litología consiste en fangos ocreos con paleocanales arenosos (episodios de expansión de los sistemas fluviales) y algunos suelos calcimorfos. El resultado, después de la actuación de los procesos externos, es un relieve ondulado, poco importante, en el que se suceden una serie de divisorias redondeadas y valles de fondo casi plano. La morfoestructura resultante es un conjunto de replanos, degradados o no, más o menos festoneados, con escarpes suaves y de pequeño salto.

Las Cuestas, por su parte, están constituidas por una sucesión de margas lacustres, en ocasiones yesíferas, que culmina con un tramo de calizas lacustre-palustres denominado Páramo. Las Cuestas intercalan episodios detríticos de origen aluvial. Con estas características, su morfología queda condicionada por la presencia de niveles calizos más resistentes a la erosión que los niveles margosos y detríticos. El resultado es un relieve en graderío en el que se escalonan los replanos estructurales, a veces de gran amplitud, labrados en los niveles más competentes. Los mejores ejemplos se pueden observar al este y sureste de la localidad de Villabrágima y, aunque estas plataformas sean consecuencia de una serie de procesos complejos de erosión-sedimentación, el carácter competente de los materiales que constituyen estas plataformas, controla, sin lugar a dudas, el desarrollo de las mismas.

La tercera unidad es El Páramo, una gran plataforma estructural, afectada por la erosión que invade la mayor parte de la superficie de la hoja. Su continuidad suele estar interrumpida por el encajamiento de algunos ríos como el Bajoz, el Peñaflor o el Hornija, y por los procesos de karsificación que, a veces, dan lugar al desarrollo de importantes dolinas.

El Páramo de Montes de Torozos es, según PÉREZ-GONZÁLEZ (1982), una magnífica superficie poligénica de erosión-acumulación, construida sobre los términos finales de la serie carbonatada del Vallesiense superior (del OLMO y PORTERO, 1978). Se trata de una superficie, prácticamente desnuda en este sector, con algunas dolinas y huecos de disolución rellenos de arenas eólicas y de "terra rossa". La edad de formación de esta superficie no se conoce de forma precisa, pero se cree comprendida entre el final del Plioceno superior y el principio del Pleistoceno inferior. OLIVÉ y CARRERAS et al. (1982) la relacionan cronológicamente con la Raña de Guardo, por lo que PÉREZ-GONZÁLEZ et al. (1994) consideran muy probable que Montes de Torozos equivalga a la "superficie inferior" de MOLINA y ARMENTEROS (1986).

Por lo que se refiere a la red de drenaje, ésta ofrece una morfología de tipo paralelo como corresponde, por un lado a una cierta homogeneidad litológica y estructural y, por otro, a la influencia de una serie de accidentes paralelos y al basculamiento generalizado que tiene lugar, hacia el E y el SE, durante el Plioceno. Si a todo esto se añaden cambios bruscos en los perfiles longitudinales de ríos y arroyos, y una regular asimetría de los valles por el diferente desarrollo de las laderas, cabe considerar la presencia de movimientos recientes en la zona (véase, a este respecto, lo indicado en el apartado de Tectónica).

5.3.2. Estudio del modelado

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

5.3.2.1. Formas de ladera

Están constituidas por aquellos depósitos que tapizan la base de las vertientes y que se han originado por acción de la gravedad. Su morfología característica es la de bandas alargadas en la dirección de los ríos y arroyos, y casi siempre están en contacto con los fondos de valle con los que, a veces, se interdentan. Aparecen en las laderas del río Sequillo, sobre Tierra de Campos, y también en los valles de los ríos que disectan el Páramo, como son el Bajoz, el Peñafior y el Hornija, además de en otros valles de menor rango, sobre las Facies Cuestas.

También se incluyen aquí los deslizamientos. Hay que mencionar dos pequeños deslizamientos, situados en el límite sur de la hoja, en la margen izquierda del río Hornija, y desarrollados sobre las margas y margocalizas de las Facies Cuestas. La naturaleza de estos materiales y la orientación oeste de los mismos, no descarta la posibilidad que bajo las mismas condiciones, puedan producirse nuevos movimientos, sobre todo si se incorpora agua al sistema. Parece tratarse de movimientos traslacionales con desplazamiento de una parte de la ladera hacia posiciones inferiores.

En la parte noroeste de la Hoja, en el Cerro de la Ballesta (en el borde de la plataforma de Los Páramos) existe una posible fractura NE-SO que provoca un suave basculamiento (probablemente, un deslizamiento gravitacional) hacia el SE, detectable en las "tablas" de las calizas de la Facies Cuestas. Probablemente la fractura era preexistente y ha favorecido el mencionado posible deslizamiento.

5.3.2.2. Formas fluviales

Dentro de este apartado se incluyen fondos de valle, llanuras de inundación, terrazas, conos de deyección y abanicos aluviales como formas asociadas a un depósito. Arroyada difusa, incisión, cárcavas, cabeceras de cárcavas y aristas constituyen las formas de erosión.

Los fondos de valle aparecen ocupando las zonas de topográficamente más bajas. Su forma en planta es alargada, de longitud variable y con un trazado rectilíneo o suavemente sinuosos. En la hoja de Villabrágima son largos y estrechos, superando apenas los 300 m de anchura, con una superficie plana que ocasiona valles con perfil en artesa. La linealidad de muchos cauces es persistente en determinadas direcciones, destacando la NE-SO, dirección de algunos accidentes importantes como son: las fallas de Ciudad Rodrigo, Béjar-Alba y Logroño-Santa María de Nieva.

La llanura de inundación sólo se desarrolla en el río Sequillo. Su morfología en planta es ligera-

mente sinuosa con una superficie muy plana y una anchura media de aproximadamente 1 km, llegando hasta más de 2 km en el límite oeste de la hoja. Sobre ella se desarrollan suelos de carácter aluvial, de color pardo y textura limosa, con un horizonte de materia orgánica de espesor muy reducido.

Otra de las formas a considerar son los conos de deyección, situados en algunos valles cuando otros cauces de menor rango, desembocan en ellos. En general se presentan como formas aisladas, de pequeño tamaño, y con una característica forma de abanico. Son frecuentes en los valles de los ríos que seccionan el Páramo, como el Bajoz, el Hornija o el Peñaflor, donde aparecen interdentándose, lateralmente con los coluviones.

Los abanicos aluviales, por su parte, aparecen en las laderas del Páramo y están relacionados con la evolución de dichas vertientes. El área madre de estos depósitos la constituyen el Páramo y las Cuestas, tapizando, muchas veces, a estas últimas. En esta hoja, se pueden localizar al norte de la misma, donde se relacionan lateralmente con los depósitos de glaciares. La morfología es en abanico, como su propio nombre indica, y se caracterizan por la escasa pendiente y por su gran extensión, alcanzando las márgenes del río Sequillo.

En cuanto a las terrazas hay que decir que se ha cartografiado un solo afloramiento en el río Hornija, en las proximidades de Peñaflor de Hornija. Es de pequeñas dimensiones y su dispositivo morfológico es el habitual, con techo muy plano y escarpe bien conservado que muestra el encajamiento del fondo de valle.

Por lo que se refiere a las formas erosivas, las mayores manifestaciones se dan en la unidad de Las Cuestas. La litología margosa de sus sedimentos, unida a las pendientes más acusadas, da lugar a que los procesos de incisión profundicen más que en otros sectores y se desarrollen barrancos y cárcavas con el consiguiente retroceso de cabeceras. Por el contrario, en el sector de Tierra de Campos, de suave topografía es más fácil encontrar procesos de arroyada difusa o de erosión en regueros en las cabeceras de ríos y arroyos. En este sentido PLANS (1970) señala como un excelente ejemplo de erosión fluvial, el retrotraimiento de Cuestas en la gran mesa del Páramo y los cerros testigos o "motas" que emergen de 30 a 40 m, en esos sectores; un ejemplo de ello es el cerro de Santa Cristina, con 823 m que destaca sobre Tierra de Campos, al noroeste de la hoja.

5.3.2.3. *Formas kársticas*

Son el resultado de los procesos de disolución sobre las calizas terciarias del Páramo. Las formas más características son las dolinas. Consisten en áreas algo deprimidas, de no más de 5 m de profundidad, redondeadas u ovaladas y de diversos tamaños. Cuando varias dolinas se unen entre sí, dan lugar a las uvalas, depresiones que se reconocen por su morfología arriñonada. En la Hoja, la karstificación ha sido muy intensa por lo que la superficie del Páramo ha quedado totalmente perforada por estas formas, pero hay que señalar que la mayor acumulación de las mismas, se encuentra entre los ríos Bajoz, Hornija y Peñaflor. Las dolinas de mayores dimensiones se encuentran, sin embargo, entre el río Hornija y el arroyo de Hornija, en el cuadrante sureste de la hoja. Estas últimas tienen formas ovaladas y una alineación preferente que coincide con

la dirección regional, NE-SO, que llevan la mayor parte de los principales ríos. También sobre la superficie del Páramo, aunque no cartografiados en esta hoja, aparecen unas arcillas rojo-vinosas, conocidas como "terra rossa" que aparecen rellenando dolinas, uvalas, grietas, huecos de disolución etc. Al ser un material que empieza a formarse en el Plioceno (AGUIRRE et al., 1976) es natural que haya sufrido diversos procesos de erosión por lo cual es difícil, en la actualidad, poder encontrar un registro completo de su perfil original y realizar una cartografía de su distribución.

5.3.2.4. *Formas lacustres*

Las formas lacustres se localizan en áreas endorreicas o de mal drenaje y se emplazan en el seno de las dolinas, de las depresiones kársticas y sobre los materiales eólicos que se acumulan en la superficie del Páramo. Su dimensión es muy variable pero pueden llegar a ser de tamaño kilométrico. Las que se instalan sobre dolinas suelen tener formas redondeadas u ovaladas, mientras que las que se desarrollan sobre los sedimentos eólicos presentan formas más irregulares. Se generan por encharcamientos debidos a lluvias intensas, en determinadas épocas, y sedimentan, en el fondo, materiales limo-arcillosos. A techo desarrollan suelos grises de carácter vértico. En época estival suelen estar secos.

5.3.2.5. *Formas eólicas*

Dentro del ámbito de la hoja, aparecen sobre el Páramo de Montes de Torozos, alcanzando una gran extensión. Se trata de arenas silíceas muy finas o incluso limos (loess), sin estructura definida, pero con una característica común, y es que se suelen instalar sobre el karst desarrollado en el Páramo. Este hecho le añade una singularidad a su distribución y a su morfología en planta, pues al rellenar dolinas y uvalas, las acumulaciones de arena adquieren formas redondeadas. Algunas están modificadas por la mano del hombre y, en general, son de gran inestabilidad por lo que muchas de las acumulaciones detectadas en la fotografía aérea, no existen en la actualidad, mientras que han aparecido otras nuevas. Este tipo de depósitos ha sido citado con anterioridad, en las hojas de Dueñas (nº 311) y Cigales (nº 343), donde aparecen instaladas en las cabeceras de algunos valles. Menos frecuentemente, los depósitos eólicos más finos (loess) pueden encontrarse en laderas orientadas al NE, al abrigo de los vientos dominantes, que proceden del suroeste.

El conjunto de todos estos depósitos indica una actividad eólica muy importante durante el Pleistoceno y el Holoceno. No se descarta la posibilidad de que muchas de las depresiones existentes sobre la superficie del Páramo, aunque de origen kárstico, hayan modificado sus dimensiones y su morfología por los procesos de deflación eólica.

Las dunas eólicas son frecuentes en toda la Cuenca del Duero, constituyendo el complejo eólico más importante de la España interior. Los afloramientos ocupan centenares de kilómetros cuadrados y han sido ya motivo de estudio en el siglo pasado (CASIANO DE PRADO, 1854; CORTÁZAR, 1877). En época reciente, diversos autores han cartografiado y estudiado algunas áreas de distribución de estos arenales, tales como ALCALÁ DEL OLMO (1972, 1974). Este último autor aporta numerosos datos acerca de las características texturales y mineralógicas de estos sedimentos.

PÉREZ-GONZÁLEZ (1982) en la parte central de la Cuenca del Duero encuentra manifestaciones antiguas y actuales de la acción eólica, señalando que los vientos procedentes del SO han dejado su huella sobre terrazas, superficies, cuestas y páramos, con un material derivado del sustrato terciario y cuaternario próximo.

5.3.2.6. *Formas poligénicas*

En este apartado se han incluido los glaciares y los depósitos de aluvial-coluvial. Dentro de los primeros se han diferenciado dos tipos, unos de acumulación y otros degradados. Los primeros, de grandes dimensiones, son los que se forman en las laderas del Páramo que miran al norte y están relacionados con la compleja evolución que sufren estas vertientes. El área madre de estos depósitos la constituyen el Páramo y las Cuestas y muchas veces, llegan a cubrir gran parte de estas últimas. Se originan por el aporte de los numerosos barrancos que se desarrollan en los frentes de las mesas calizas, además de por los procesos de gravedad. La densidad de los barrancos es tal, que los depósitos producidos se solapan lateralmente dando una franja continua de sedimentos que orla las vertientes del Páramo.

Los glaciares degradados tienen el mismo origen y, por tanto, la misma composición, pero son de menor tamaño y se sitúan en los valles menores como los de los ríos Bajoz, Hornija o Peñaflo. Siempre aparecen en las laderas orientadas al este o al norte, están disectados lateralmente y colgados en relación al "talweg" actual.

Los aluviales-coluviales son muy escasos y se dan en algunas laderas del Páramo, donde debido a la pendiente, los depósitos aluviales y los coluviales se mezclan, haciendo difícil su separación cartográfica.

5.4. FORMACIONES SUPERFICIALES

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

A grandes rasgos y teniendo en cuenta las numerosas definiciones existentes, según los especialistas o el uso que de ellas hagan técnicos o planificadores, se consideran formaciones superficiales a aquellos materiales coherentes o no, pero que han podido sufrir una consolidación posterior, y que están relacionados con la evolución del relieve observable en la actualidad. Goy et al. (1980) señalan como rasgo más relevante de las formaciones superficiales, su cartografiabilidad, añadiéndole una serie de atributos imprescindibles en su caracterización, tales como: geometría, textura, consolidación, espesor y, siempre que sea posible, cronología.

Para los objetivos de la presente Hoja, conviene describir las formaciones superficiales de forma agrupada según su origen o génesis.

Las formaciones superficiales de ladera están representadas por los coluviones. Aparecen en las vertientes cubriendo la parte inferior de las mismas. Si se tienen en cuenta los materiales de los que proceden, se pueden distinguir dos tipos de coluviones:

- Los que derivan de los fangos con paleocanales arenosos de Tierra de Campos. Estos depósitos se componen de limos y arenas con cantos y gravas de calizas, areniscas y cuarcitas. El espesor es pequeño y rara vez superan 2 m. Se trata de materiales sueltos, poco coherentes y con una textura caótica. En la hoja de Villabrágima aparecen en la margen derecha del río Sequillo y su conservación general está condicionada por las labores agrícolas, puesto que Tierra de Campos constituye, por su naturaleza, la base fundamental de los cultivos de secano de La Campiña castellana.
- Los que derivan de la erosión de las Facies Páramo y Cuestas. En este caso los coluviones están formados por fragmentos angulosos-subangulosos de calizas, incluidos en una matriz limoso-arcillosa. A medida que estos coluviones se alejan del Páramo se hace mayor el contenido en finos. Aunque su espesor es muy variable, al igual que los anteriores, no parecen sobrepasar los 2 m. Se reconocen en los valles de los ríos Bajoz, Hornija y Peñaflor. Tanto los primeros, como estos segundos, tienen una edad Holoceno.

Entre las formaciones superficiales de origen fluvial están los fondos de valle formados a expensas del Páramo, como los de los ríos Bajoz, Hornija y Peñaflor. Tienen la casi totalidad de sus gravas de naturaleza calcárea y una matriz limoso margosa, debido a su paso por las Facies Cuestas. El tamaño de los clastos, como es de suponer, ofrece una gran variedad y no se puede dar una media precisa, pero las observaciones realizadas en campo permiten apuntar a un rango de 2 a 6 cm. La potencia, también es difícil de concretar, pero puede estimarse entre 2-5 m. La edad asignada estos depósitos es Holoceno puesto que corresponden a la última etapa de la instalación de la red de drenaje.

Por lo que se refiere a la llanura de inundación del río Sequillo, la naturaleza y textura de sus depósitos son similares a la de los fondos de valle que recorren Tierra de Campos pero tiene, a techo, un nivel de limos arenosos de casi 1 m. Sobre él se desarrolla un suelo de carácter aluvial con un horizonte A orgánico y unos horizontes B y C limosos con concentraciones de carbonatos. La potencia total no ha podido ser observada en ningún punto, pero parece superar los 2 m. También la edad de estos depósitos es Holoceno.

Los conos de deyección se sitúan sobre los diferentes fondos de valle que existen en la hoja. La composición está en relación con el área madre de donde proceden sus aportes. En función de su procedencia de Tierra de Campos, como los conos situados en la margen derecha del río Sequillo, o de Cuestas y Páramos, sus gravas serán menos o más calcáreas y su matriz más o menos abundante, pero siempre de carácter limo-arcillosa. Por su directa relación con los fondos de valle, la edad que se les ha atribuido es Holoceno.

Los abanicos aluviales proceden en su mayoría del Páramo y de Cuestas y, por ello, sus depósitos están constituidos por cantos gravas y bloques de calizas, más redondeados a medida que

nos alejamos de la zona de aporte y una matriz limoso-arcillosa de color pardo grisáceo. Aunque la mano del hombre en su laboreo intensivo, ha trastocado la superficie de estos depósitos, se observan fragmentos sueltos de costras, lo que hace suponer la existencia anterior de procesos edáficos que hayan dado lugar a estos encostramientos. También se han podido observar estas pequeñas costras en los coluviones. La edad para los abanicos aluviales es Pleistoceno medio-superior.

Las terrazas tienen una mínima representación en la hoja, limitándose a un pequeño afloramiento en las proximidades de Peñaflor de Hornija. Está formada por cantos y gravas de calizas en una proporción del 80%, con relación al resto de las litologías. La matriz es arenoso-limosa de color pardo. La potencia es superior a los 2 m, se observan algunas carbonataciones aunque no está muy cementada.

Las formaciones superficiales de origen lacustre tienen su máxima representación en los fondos endorreicos y semiendorreicos. Los depósitos que aquí se originan son el producto de aportes laterales y de la disolución de las calizas del Páramo. Se trata de limos y arcillas con cierto contenido en arenas, no descartándose la presencia de fragmentos de calizas procedentes de la erosión de los escarpes de las dolinas. A techo, estos depósitos, desarrollan suelos de carácter vértico topomorfo, de color gris oscuro o negro que indican condiciones de poca oxigenación. Como se indica en la contigua hoja, por el noreste, de Dueñas (nº 311), es muy frecuente en estos suelos la presencia de arcillas montmorilloníticas con poca cantidad de humus en la arcilla. En épocas de lluvias intensas estas zonas quedan total o parcialmente inundadas. La evidencia de su funcionalidad hace que su edad sea considerada como Holoceno-Actual.

Las formaciones superficiales de origen eólico tienen una amplia representación sobre la superficie del Páramo, pero aparecen sin una morfología definida. Se trata de arenas síliceas finas, redondeadas a subredondeadas y de color pardo amarillento, a veces anaranjadas. La potencia observada, de 0,30 a 1,00 m, es probable que no sea la original, por el alto grado de removiliación que existe en superficie. La edad asignada a estos depósitos es Pleistoceno medio-Actualidad.

Las formaciones superficiales de origen poligénico son los glaciares y los depósitos de aluvial-coluvial. Los primeros son depósitos asociados a antiguas formas de ladera y su área madre es, fundamentalmente la caliza del Páramo y las margas y margocalizas de Cuestas. Están formados por clastos, más o menos angulosos, de calizas con una matriz abundante de carácter limo-arenoso y un cierto porcentaje de arcilla. Su potencia oscila entre algunos cm y 3 m. Localmente se encuentran cementaciones carbonatadas.

Los aluviales-coluviales son muy escasos y los que aparecen se sitúan en el borde sur de la hoja, cerca de la localidad de Wamba. Sus características litológicas y texturales presentan son intermedias entre los fondos de valle y los coluviones que se alimentan de materiales calcáreos procedentes del Páramo y de Cuestas.

5.5. EVOLUCIÓN GEOMORFOLÓGICA

La evolución geomorfológica de esta zona hay que incluirla dentro de la evolución general de la Cuenca del Duero. En el Neógeno, la configuración de la Cuenca del Duero se hace muy parecida a la actual. En el Vallesense superior comienza la sedimentación de la serie carbonatada del Páramo que termina en el Turoliense-Plioceno con las últimas manifestaciones endorreicas de la cuenca. Se reconocen, entonces, dos niveles de calizas del Páramo (ciclos inferior y superior) cuya existencia ha sido interpretada de diferentes maneras, aunque la opinión más generalizada para esta etapa terminal del relleno es la de una estabilidad tectónica manifiesta (HERAIL, 1984; BERTRAND y BERTRAND, 1984; MARTÍN-SERRANO, 1988; PINEDA, 1990; PINEDA y ARCE, 1990). La estabilidad queda patente al comprobar que los sediplanos de la cuenca se prolongan hacia el interior de los bordes montañosos a través de pedimentos bien desarrollados.

No obstante, antes de la sedimentación del ciclo superior se producen interrupciones sedimentarias, karstificaciones, formación de costras y acumulaciones de "terra rossa". Con posterioridad a la sedimentación del ciclo superior (y, por tanto, simultáneamente con el cierre del ciclo endorreico), se producen una serie de movimientos de amplio radio y se desarrolla una superficie poligénica que afecta a los dos niveles calcáreos, y que quizá es la responsable de la desaparición, en determinadas zonas, de las calizas del Páramo superior. Esta superficie se prolonga más arriba, hacia los marcos montañosos y ha sido denominada "Superficie superior del Páramo", cuyas características han sido definidas por MOLINA y ARMENTEROS (1986).

En la Hoja de Villabrágima esta superficie se localiza entre los 830 y 850 m, con una suave pendiente hacia el suroeste, instalándose sobre las calizas del Páramo inferior. Aunque aquí las calizas no acusan ningún plegamiento, existen otras áreas de la cuenca donde esto sí ocurre y la superficie bisela varios términos de la serie. Cuando la superficie está bien conservada, como sucede en esta hoja, se pueden identificar formas kársticas que llegan a afectar a los 5 m superiores, aunque en otros puntos pueden alcanzar mayor profundidad. Se observan también huecos y tubos de disolución rellenos de arcillas rojas con limo y arenas. El color de las arcillas es rojo oscuro y según la tabla de colores Munssel ofrece HUES de 10 YR 2,5 YR.

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

El vaciado fluvial también se produce por etapas como lo demuestran las amplias plataformas aluvionares, o terrazas que aparecen en otras áreas de la cuenca y que se escalonan, dando cada vez depósitos más estrechos, en bandas alargadas y paralelas a los cauces. Se trata del proceso de desarrollo y jerarquización de la red de drenaje. Las principales arterias y sus afluentes van desmantelando poco a poco grandes extensiones, siendo las facies Tierra de Campos y Cuestas las más afectadas. Un ejemplo de ello es la hoja Villabrágima, donde se ha producido un vaciado erosivo del orden de 80-90 m desde el nivel del Páramo.

Aunque el proceso de vaciado fluvial es el más importante, existen otra serie de procesos de menor actividad que contribuyen a perfilar la morfología local. Volviendo a esta Hoja, hay que destacar el endorreísmo desarrollado sobre las arenas eólicas instaladas en el Páramo, favorecido por la topografía plana y por la karstificación. También importante es el modelado de laderas en el que intervienen la formación de coluviones y abanicos aluviales y el retroceso de los escarpes. No hay que olvidar la acción del viento que, desde el Pleistoceno medio hasta la actualidad y con una dirección dominante del SO, ha dejado sentir su acción, produciendo importantes acumulaciones.

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

5.6. MORFODINÁMICA ACTUAL-SUBACTUAL Y TENDENCIAS FUTURAS

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

Los procesos de ladera apenas tienen aquí representación. No obstante se debe hacer mención a algunas caídas de bloques que desde los escarpes que dan los niveles de calizas del Páramo, tienen lugar. Su existencia no se ha representado en el mapa geomorfológico debido a su escasa incidencia.

Por lo que respecta a los procesos fluviales, su actividad es fundamentalmente erosiva. La arroyada difusa actúa sobre los suaves relieves de Tierra de Campos, mientras que la incisión vertical lo hace sobre las laderas de Cuestas. En ellas, el acarcavamiento y el retroceso de cabeceras van produciendo un lento retrotraimiento del gran frente del Páramo hacia el sur.

La formación de áreas endorreicas, incluso el agrandamiento de las que hay, es un hecho que puede observarse en la actualidad. En las épocas en que las lluvias son abundantes, una parte importante de estos fondos se cubre de agua albergando una flora característica de zonas húmedas y que contribuye con su actividad a crear las condiciones reductoras idóneas.

Finalmente hay que hacer mención a los procesos de origen tectónico, puesto que un análisis detallado de la red de drenaje y la distribución del endorreísmo llevan a reflexionar sobre una posible influencia de la tectónica en su disposición. La linealidad de algunos cauces, los cambios bruscos en los perfiles longitudinales de ríos y arroyos y la similar asimetría de numerosos valles, predisponen a considerar la presencia de movimientos recientes en la zona.

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

6. HISTORIA GEOLÓGICA

La Historia Geológica del conjunto de la Cuenca del Duero, donde se localiza la Hoja de Villabrágima, comienza a finales del Mesozoico.

Durante la mayor parte del Mesozoico, el Macizo Hespérico (que constituye los bordes meridional y occidental de la Cuenca) 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 Ibérico o Hespérico. El máximo transgresivo acaeció durante el Cretácico superior, no sobrepasando los sedimentos marinos de esta edad, hacia el oeste y aproximadamente, la línea León-Ávila, es decir, los alrededores occidentales de la Hoja de Villabrágima.

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

Los primeros sistemas fluviales trenzados, constituidos a expensas de estos perfiles desmantelados, fosilizan progresivamente estos relieves, de tal forma que en el Paleoceno el paisaje estaba dominado por la planitud. Los sedimentos asignables a dichos sistemas fluviales constituyen las unidades denominadas en la literatura regional, como siderolíticas y silíceas (que constituyen las formaciones paleógenas basales, sobre el zócalo, en la zona de Salamanca-Zamora).

Después, una nueva fragmentación del área (fase neolarámica?) cambia el entorno geográfico. Se crearon pequeños valles de origen tectónico de dirección N-S, y otros más importantes, orientados NE-SO, que tienen su máxima expresión actual en la fosa de Ciudad Rodrigo, y probablemente, también en la falla de Alba-Villoria. En las partes más centrales de la Cuenca, se crearon altos y depresiones de origen tectónico que son erosionados y fosilizados después, durante aproximadamente el resto del Paleógeno. 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. 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 débil 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. El relleno terciario en el conjunto de la Cuenca ha enrasado ya los antiguos relieves tectónicos creados durante el Paleógeno.

En el inicio del Neógeno, el carácter nuevamente discordante, y el color rojo de las formaciones correlativas (Facies Roja de Toro, Facies Aspariegos, etc., aflorantes al oeste de la presente Hoja) indica que han cambiado, otra vez, el área fuente y también las condiciones climáticas. El cambio de área fuente puede deberse a una elevación, probablemente muy localizada, del borde occidental (constituido por Paleozoico poco metamórfico), quizá en relación con la reactivación de las fallas NE-SO, tales como las de la fosa de Ciudad Rodrigo, etc., durante la fase sálica/stáfrica?. 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.

Durante el Mioceno inferior, existe en toda la parte central y nororiental de la Cuenca del Duero, un área lacustre (Facies Dueñas) alimentada por aparatos fluviales procedentes del este (probablemente, comportando facies ocre) y del sur / suroeste (con facies arcólicas). Esta área lacustre no era exclusiva de la actual Cuenca del Duero sino que se extendía más al NE, por La Bureba, y quizá también por gran parte de la Cuenca del Ebro.

Durante el Mioceno medio (cuyos sedimentos son los más antiguos aflorantes en la presente Hoja), existe una sedimentación fluvial procedente del norte y oeste (facies ocre de Tierra de Campos s.s.) que en esta Hoja y en gran parte de la Cuenca se presenta en facies de llanura de inundación, con abundante desarrollo de procesos edáficos. Los datos de paleocorrientes de esta Hoja indican que los aparatos fluviales se dirigían hacia el E/SE. Por otro lado, la generalizada presencia de esta facies ocre en el conjunto de la Cuenca, y las paleocorrientes hacia el NE que presenta en la zona de Burgos, indica que esta facies desaguaba hacia el surco Ebro-Rioja. Ello obedece a una probable retracción hacia el este del cuerpo lacustre indicado anteriormente para el Mioceno inferior, cuyos límites no llegan, en el Mioceno medio, a la actual Cuenca del Duero.

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

Las Calizas de los Páramos suponen el final del relleno endorreico de la Cuenca del Duero. Sobre ellas se desarrollan, en el Mioceno terminal o ya en el Plioceno, importantes fenómenos de edafización y karstificación, en condiciones de estabilidad tectónica en los márgenes de la Cuenca.

En un momento indeterminado del Plioceno o del principio del Pleistoceno comienza en la Hoja y también en las partes centro-orientales de la Cuenca, el vaciado erosivo del relleno sedimentario terciario. El proceso de vaciado se debe a la irrupción de la red hidrográfica atlántica en la Cuenca, a partir del borde occidental de la misma, y probablemente por erosión remontante. La diferencia que existe entre el nivel de base de esta red (que, por ejemplo, está en la zona fronteriza de La Fregeneda a unos 120 m sobre el nivel del mar) respecto de la parte superior del relleno terciario (a 800 m o más) es la causa del inicio y continuación actual del proceso de vaciado erosivo.

El vaciado erosivo se realiza según etapas en las que alternan condiciones de estabilidad temporal con otras de más rápida incisión vertical de la red hidrográfica, como queda testimoniado por la existencia de terrazas fluviales. Asimismo, se realiza de forma preferente o selectiva según la litología infrayacente. Así, los materiales blandos (Facies Tierra de Campos y La Serna, por ejemplo) son más fácilmente eliminados, creándose sobre ellos valles anchos que, por coalescencia, terminan por originar zonas onduladas de escaso relieve, como la Campiña; por el contrario, en las zonas donde existían las Calizas de los Páramos, éstas han funcionado a manera de escudo protector frente a la erosión, por lo que ésta se ha desarrollado, fundamentalmente mediante incisión.

Aunque la causa última del vaciado erosivo es, como se ha apuntado anteriormente, el menor nivel de base de la nueva red hidrográfica (la atlántica), existen otros procesos erosivos (o de pérdidas de volúmenes de relieve) asociados, tales como los deslizamientos de ladera o los procesos de deflacción eólica. Siempre, todos estos procesos erosivos generan depósitos (las formaciones superficiales: terrazas, manto eólico, etc.), efímeros en términos de tiempo geológico ya que, al continuar el proceso de vaciado, están sometidos a la amenaza de erosión futura.

7. GEOLOGÍA ECONÓMICA

7.1. RECURSOS MINERALES

Además de los datos obtenidos directamente en campo, las fuentes de información empleadas para la elaboración del apartado referente a los Recursos Minerales de la hoja nº 342 (Villabrágima) han sido las siguientes:

- Mapa Geológico-Minero de Castilla y León. E. 1:400.000.
- Mapa de Rocas Industriales. E. 1:200.000. Hoja 29 (Valladolid)
- Visitas realizadas a la Delegación Territorial de Industria, Comercio y Turismo, Sección de Minas de Valladolid.

En la actualidad no hay ninguna explotación ni indicio minero en la Hoja relativo a minerales metálicos y no metálicos, ni tampoco a minerales energéticos. Los únicos indicios mineros y explotaciones activas encontradas en la presente Hoja son los correspondientes a rocas industriales.

La actividad minera está exclusivamente relacionada con la explotación de calizas, ya sea para su empleo como áridos, tras su machaqueo, o como rocas ornamentales, y casi siempre con un ámbito espacial de utilización muy limitado. En cuanto a los aspectos históricos, no se ha encontrado ninguna información de interés relativa a estas explotaciones.

Los únicos materiales explotados corresponden a las Calizas del Páramo, ampliamente presentes en la misma. En los términos de Valdenebro de los Valles, Medina de Río Seco y Villabrágima existen una serie de pequeñas explotaciones locales, sin datos en las Jefaturas de Minas, sin actividad continuada, y cuya producción se emplea en construcciones de edificios y cerramientos de fincas. Al noroeste de La Mudarra se localizan numerosas canteras inactivas, en las que se puede observar un considerable volumen de escombreras, aspecto indicativo de una intensa actividad en el pasado; en la actualidad se explota una de ellas, cuya producción es absorbida por el consumo local.

En la tabla I se incluye una relación de las explotaciones localizadas en esta Hoja, y se citan las características más relevantes de las mismas. Un buen número de los indicios de esta Hoja están recogidos en el Mapa Geológico y Minero a escala 1:400.000 de Castilla y León, de cuya base de datos se han extractado las fichas que se adjuntan, indicando en la tabla el número que cada indicio tiene en dicho Mapa. De la información obtenida de este Mapa se desprende que existen grandes reservas de calizas de buena calidad para su uso en la construcción.

Por otro lado, cabe mencionar que al noreste de Castromonte existe un aprovechamiento de aguas minerales denominado "Castrovita".

Nº	Nº en Mapa G y M	Localizado en trabajo de campo	Registrado en sección de minas	Situación	Coordenadas UTM		Sustancia	Término Municipal	Observaciones
					X	Y			
1	3943	No	No	Inactiva	338500	4630400	Calizas	Valdenebro de los Valles	
2 (163)	3942	No	No	Inactiva	337900	4628900	Calizas	La Mudarra	
3	3941	Si	No	Activa	336200	4631200	Calizas	Valdenebro de los Valles	
4 (169)	3940	Si	No	Activa	335350	4630860	Calizas	Medina de Rioseco	
5 (171)	3939	No	No	Inactiva	332200	4621500	Calizas	Torrelobatón	
6	3938	Si	No	Inactiva	330050	4621050	Calizas	Torrelobatón	
7	3937	No	No	Inactiva	329750	4629000	Calizas	Torrelobatón	
8	3933	No	No	Inactiva	323600	4616250	Calizas	San Cebrián de Mazote	
9	3936	No	No	Inactiva	328750	4628400	Calizas	Villabrágima	
10	3934	Si	No	Inactiva	324950	4621650	Calizas	Castromonte	
11	3935	No	No	Inactiva	325950	4622250	Calizas	Castromonte	
12	-	Si	No	Activa	327500	4628800	Calizas	Villabrágima	
13	-	Si	No	Inactiva	329500	4621050	Calizas	Monasterio de Santa Espina	
14	-	Si	No	Inactiva	324100	4631850	Calizas	Villabrágima	
15	-	Si	No	Inactiva	325100	4629100	Calizas	Villabrágima	
16	-	Si	No	Inactiva	325000	4628300	Calizas	Villabrágima	
17	-	Si	No	Inactiva	337600	4628450	Calizas	La Mudarra	
18	-	Si	No	Activa	335550	4630600	Calizas	La Mudarra	

Tabla I. Indicios menores de la hoja 1: 50.000 nº 342 (Villabrágima)

7.2. HIDROGEOLOGÍA

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

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

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

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

En agosto de 1985 se publica en el 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 (SGOP), ya había realizado varios proyectos de recopilación y síntesis de recursos hidráulicos en las cuencas del Arlanzón (1976) y Esgueva (1977).

7.2.2. Climatología e Hidrología superficial

La Hoja de Villabrágima se sitúa al noroeste de la provincia de Valladolid, en la zona central de la Cuenca del Duero, dentro de la banda de clima Mediterráneo templado. Esta banda se caracteriza por los siguientes parámetros: la temperatura media anual entre 11°C y 13° C, precipitación media anual entre 450 y 550 mm, evapotranspiración media en la zona entre 700 y 800

mm. En cuanto al régimen de humedad, y de 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 los ríos Sequillo, Bajoz y el Hornija. El río Sequillo pasa por el noroeste de la Hoja, siendo el curso fluvial más importante, aunque de escaso caudal en verano. Paralelamente a su curso se encuentra el canal de riego de Macías Picavea, regando el borde noroeste de la Hoja. El río Bajoz recorre la zona sureste del área de estudio, su caudal es escaso aunque recibe aportes, por su margen izquierda de dos arroyos: Caz del Molino y Valdelanoria. Por último, el río Hornija que discurre por la mitad sur de la Hoja, con escaso caudal a pesar del gran número de afluentes que incorpora: Gorgollón, Reguera, Valderreburgo, Valdecarros, Valdeprendes, Anlanal, del Val y Hornija.

Según la clasificación de zonas hidrológicas establecida en el P. H. D. , correspondiendo dicha división a un criterio para la evaluación de recursos hidráulicos, la Hoja de Villabrágima se incluye dentro de dos zonas: Zona II o B- correspondiente con la Junta de Explotación denominada Pisuerga- y Zona VI o D- correspondiente con la Junta de Explotación denominada Duero Inferior o Bajo Duero-.

Dentro de la Zona II, en la subzona del Carrión se incluye parcialmente la subcuenca C-35, que tiene una aportación parcial media anual de 77 hm³. Dentro de la Zona VI, incluye parcialmente a la subcuenca C-32 y cuya aportación parcial media anual es de 64 hm³. La demanda para la Zona VI es de 37 hm³ para abastecimiento urbano [incluyendo la subzona Adaja-Cega], 235 hm³ para riegos con aguas subterráneas y 421 hm³ con aguas superficiales.

7.2.3. Localización y funcionamiento hidrogeológico

La Hoja de Villabrágima se encuentra dentro varias unidades hidrogeológicas, según la "Delimitación de las unidades hidrogeológicas y síntesis de sus características" (DGOH-IGME, 1988): La U.H. 02.06, Río Esla-Valderaduey y la U.H. 02.07, que corresponde al Páramo de Torozos, y que ocupa casi la totalidad de la zona de estudio.

U.H. 02.07, Páramo de Torozos

Esta unidad tiene una superficie de 1.631,7 km², en el conjunto de la Cuenca, ocupando la mayor parte de la Hoja. Se caracteriza por presentar una litología formada por calizas, y a veces margas, de la Facies Páramo.

El funcionamiento hidrogeológico de la unidad puede resumirse de la siguiente manera: las entradas se efectúan mediante lluvia directa (50 hm³/año). Las salidas se producen por manantiales (39-42 hm³/año), ríos (6-9 hm³/año), y por bombeos (2 hm³/año), principalmente.

Los usos del agua se concentran sobre todo en la agricultura, con 5-8 hm³/año, así como en abastecimiento urbano 0,8 hm³/año; las posibilidades de explotación son reducidas por el escaso espesor saturado del acuífero, estimándose en 5 m. De los parámetros hidrogeológicos: trans-

misividad y caudales específicos- se desconocen sus valores, no así del coeficiente de almacenamiento, que oscila entre 0,01 y 0,02. Los datos referentes a la piezometría son muy escasos aunque según las redes del ITGE (1513 8 001, en la U.H. 02.07) la piezometría se encuentra a 705 m.s.n.m., según la campaña de abril de 1999.

Respecto a la calidad de las aguas subterráneas, se califican en facies sulfatada cálcica. La conductividad oscila entre valores de 1606 y 1748 $\mu\text{S}/\text{cm}$ el valor medio de 1677 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La concentración de nitratos oscila de 22 a 31 mg/l, con valor medio de 27 mg/l.

La clasificación para abastecimiento se considera de apta a no utilizable y para el riego de C1S1 (clasificación de las aguas para riego según el procedimiento del U.S. Salinity Laboratory Staff), supondría un agua de baja salinidad, C1, baja en sodio, S1.

U.H. 02.06, Río Esla-Valderaduey

Aunque esta unidad es una de las que más superficie tiene en la Cuenca del Duero, con 13.264,6 km², dentro de la hoja tan sólo ocupa un pequeño sector en la zona noroeste.

Se caracteriza por presentar una litología de limos y arcillas ocre correspondiente a la facies Tierra de Campos. El funcionamiento hidrogeológico de la unidad puede resumirse de la siguiente manera: las entradas se efectúan mediante lluvia directa (173 hm³/año), ríos (6 hm³/año), y por entradas laterales de otras unidades (10 hm³/año). Las salidas se producen por ríos (119 hm³/año), y por bombeos (70 hm³/año), principalmente.

Los usos del agua se concentran sobre todo en la agricultura, con 66 hm³/año. Los parámetros hidrogeológicos- coeficiente de almacenamiento, transmisividad y caudales específicos- son muy variables. Los datos referentes a la piezometría indican valores comprendidos entre 975 y 650 m.s.n.m. en toda la unidad; correspondiendo a 715 m.s.n.m. en la zona de estudio, según la campaña de abril de 1999 (-1514 1 001-). Hay que resaltar que se diferencia una piezometría superficial y otra profunda; dirigiéndose ambas desde los interfluvios a los ríos. La piezometría superficial tiene valores entre 975 y 650 m.s.n.m. y la profunda de 900 a 700 m.s.n.m.

Respecto a la calidad de las aguas subterráneas, se clasifican como facies bicarbonatada cálcico-magnésica, bicarbonatada sódica y clorurada sódica. La conductividad oscila entre valores de 112 y 3783 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con valor medio de 810 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La concentración de nitratos oscila de 0 a 120 mg/l, con valor medio de 19 mg/l.

La clasificación para abastecimiento se considera buena, con excepciones por la elevada salinidad y para el riego de C2S1 (clasificación de las aguas para riego según el procedimiento del U.S. Salinity Laboratory Staff), C2, supone un riesgo medio de salinización del suelo y S1, agua baja en sodio, por lo que puede usarse en la mayoría de los suelos con escasas posibilidades de alcanzar elevadas concentraciones de sodio intercambiable.

Funcionamiento hidrogeológico

La Hoja esta constituida en su mayor parte por el acuífero libre del Páramo de Torozos. En este acuífero, la recarga se produce por infiltración de agua de lluvia y las descargas se traducen en forma de manantiales periféricos a dicho Páramo. Bajo este acuífero se presentan materiales muy poco permeables, constituidos por la Facies Cuestas.

Bajo la Facies Cuestas, y confinado hacia arriba por ella, se presentan los materiales detríticos (Facies Tierra de Campos) que forman parte del acuífero multicapa terciario. Este acuífero, heterogéneo y anisótropo, presenta recargas por agua de lluvia y aportes de otras unidades, y descargas a los ríos y en menor medida a los bombeos de la zona. La dirección del flujo se produce desde los interfluvios hacia los ríos, en este caso el río Sequillo, en esta Hoja.

7.2.4. Cartografía Hidrogeológica

Para la definición de las unidades hidrogeológicas se ha realizado una simplificación y unificación de términos geológicos, pasando de 18 términos geológicos a 13 unidades cartográficas hidrogeológicas.

Los primeros términos corresponden a materiales terciarios. De ellos, los tres primeros corresponden al acuífero multicapa, heterogéneo y anisótropo correspondientes en esta zona a la U.H. 02.06 Esla-Valderaduey. Se caracteriza litológicamente por tener materiales detríticos finos, alternantes con niveles más gruesos, que dan al conjunto una permeabilidad media. Por otro lado, los términos 4, 5, y 6 forman parte de la U.H.02.07 Páramo de Torozos, formado por niveles de calizas (de permeabilidad alta), entre niveles margosos, típicos de la Facies Cuestas. Estos materiales constituyen un acuífero libre, que ocupa prácticamente la totalidad de la Hoja.

Los materiales correspondientes al Pleistoceno y Holoceno, están definidos por los términos del 7 al 13. Tan sólo hay que destacar la importancia, local de pequeñas terrazas, en el valle del Arroyo Peñaflor y la presencia de arenas eólicas con permeabilidad alta, al noreste de la Hoja, sobre la superficie del Páramo.

7.2.5. Inventario de Puntos de Agua

Respecto al inventario de puntos de agua existentes en la zona, se ha reseñado en la Tabla II, en la que se señalan las características más importantes: coordenadas, naturaleza, profundidad, uso, columna litológica y si pertenecen a las redes de Piezometría y/o Calidad del IGME.

Se tienen registrados un total de 99 puntos de agua; de los cuales 6 son manantiales, 37 pozos con profundidades inferiores a 25 m y los restantes 56, son sondeos (40 con profundidad inferior a 100 m, 7 comprendidos entre 100 y 200 m, y 5 entre 200 y 350 m). El 60% de los usos se dedican a la agricultura, el 19 % a los usos domésticos y el resto no se utiliza o se desconoce su uso.

Nº PUNTO	COORD. X	COORD. Y	COTA	PROF.	NATURA-LEZA	USO	R.C	R.P	COLUM-NA LITO.
151410001	478215	803110	736	154	Sondeo	Abastecimiento no urbano		P	SI
151410002	482050	802630	726	153	Sondeo	Abastecimiento no urbano			
151420001	482950	801830	755	274	Sondeo	Agricultura			
151420002	483250	802110	750	274	Sondeo	Agricultura			
151420003	488800	798000	840		Manantial	Abastecimiento no urbano			
151420004	487600	795920	840	16	Pozo	Agricultura			
151430001	492400	803975	846	?	Sondeo	No se utiliza			
151430002	492575	803975	816	?	Sondeo	Desconocido			
151430003	494730	801875	851	25	Sondeo	Agricultura			
151430004	490200	797260	840	7	Pozo	Agricultura			
151430005	490760	797400	840	9	Pozo	Agricultura			
151430006	490420	796940	840	10	Pozo	Agricultura			
151430007	492060	799850	840	10	Pozo	Agricultura			
151430008	492300	798740	840	12	Pozo	Agricultura			
151430009	490900	798650	840	12	Pozo	Agricultura			

Tabla II: Resumen del inventario de Puntos de Agua de la hoja de Villabragima

Nº PUNTO	COORD. X	COORD. Y	COTA	PROF.	NATURA-LEZA	USO	R.C	R.P	COLUM-NA LITO.
151430010	492900	798850	840	8	Pozo	Agricultura			
151430011	495750	798795	840	8	Pozo	Abastecimiento no urbano			
151430012	495950	798850	840	11	Pozo	Abastecimiento no urbano			
151430013	495800	799150	840	10	Pozo	Abastecimiento no urbano			
151430014	495450	799190	840	10	Pozo	Agricultura			
151430015	494800	799800	840	12	Pozo	Agricultura			
151430016	494750	798200	840	10	Pozo	Agricultura			
151430017	494550	797950	840	11	Pozo	Agricultura			
151430018	494800	797720	840	12	Pozo	Agricultura			
151430019	495670	798440	840		Manantial	Abastecimiento no urbano			
151440001	497255	803320	845	51	Sondeo	No se utiliza			SI
151440002	501685	797485	850	180	Sondeo	Desconocido			SI
151440003	497151	803578	851	155	Sondeo	Desconocido			SI
151440004	496490	800750	851	27.4	Sondeo	Abastecimiento no urbano			
151440005	499110	799500	847	8	Pozo	Agricultura			

Tabla II: Resumen del inventario de Puntos de Agua de la hoja de Villabragima (cont.)

Nº PUNTO	COORD. X	COORD. Y	COTA	PROF.	NATURA-LEZA	USO	R.C	R.P	COLUM-NA LITO.
151440006	499150	799700	847	30	Sondeo	Agricultura			
151440007	498550	798850	847	9	Pozo	Agricultura			
151440008	498450	798750	847	30	Sondeo	Agricultura			
151440009	499750	799999	847	8	Pozo	Agricultura			
151440010	498080	798500	847	32	Sondeo	Agricultura			
151440011	499600	800050	847	20	Sondeo	Agricultura			
151440012	497450	798510	847	11	Pozo	Agricultura			
151440013	496700	800500	852	12	Pozo	Agricultura			
151440014	501300	798100	848	15	Sondeo	Agricultura			
151440015	501230	797960	848	15	Sondeo	No se utiliza			
151440016	501190	797400	848	17	Sondeo	Agricultura			
151440017	501430	797295	848	17	Sondeo	Agricultura			
151440018	501900	797650	848	14	Sondeo	Abastecimiento no urbano			
151440019	502999	799300	848	7.5	Pozo	Agricultura			
151440020	502550	799000	848	15	Pozo	Agricultura			

Tabla II: Resumen del inventario de Puntos de Agua de la hoja de Villabragima (cont.)

N° PUNTO	COORD. X	COORD. Y	COTA	PROF.	NATURA-LEZA	USO	R.C	R.P	COLUM-NA LITO.
151440021	502800	799100	848	14	Pozo	Agricultura			
151440022	502750	799350	848	14	Pozo	Agricultura			
151440023	502550	799300	848	14	Pozo	Agricultura			
151440024	502710	800200	848	20	Sondeo	Abastecimiento y agricultura			
151440025	499550	795650	848	8.5	Pozo	Agricultura			
151440026	499200	795110	848	10	Pozo	Agricultura			
151440027	499310	795150	848	16	Sondeo	No se utiliza			
151440028	501625	800950	848	20	Sondeo	Abastecimiento y ganadería			
151440029	502050	802500	848	23	Sondeo	Agricultura			
151440030	502525	802460	848	23	Sondeo	Agricultura			
151440031	502800	801560	848	23	Sondeo	Agricultura			
151440032	502700	801550	848	23	Sondeo	Agricultura			
151440033	500600	798150	847	15	Sondeo	Abastecimiento y agricultura			
151440034	500700	798150	847	8	Pozo	Abastecimiento no urbano			
151440035	501360	796950	850	33	Sondeo	Agricultura			

Tabla II: Resumen del inventario de Puntos de Agua de la hoja de Villabragima (cont.)

Nº PUNTO	COORD. X	COORD. Y	COTA	PROF.	NATURA-LEZA	USO	R.C	R.P	COLUM-NA LITO.
151440036	501370	796950	850	13	Sondeo	Agricultura			
151440037	497800	802600	850	85	Sondeo	Agricultura			
151440038	499100	802500	850	13	Pozo	Agricultura			
151450001	480170	789400	774	196	Sondeo	Agricultura			
151450002	475950	793910	830	162	Sondeo	Desconocido			
151450003	478890	787550	760	170	Sondeo	Abastecimiento no urbano			
151460001	488600	794475	840	?	Sondeo	Desconocido			
151460002	488850	790700	830		Manantial	Abastecimiento no urbano			
151460003	488100	787460	785		Manantial	Agricultura			
151460004	484750	791750	840	333	Sondeo	Agricultura			SI
151460005	486600	790150	840	25	Sondeo	Agricultura			
151460006	486400	791300	840	18	Sondeo	Agricultura			
151460007	486600	789850	840	18	Sondeo	Abastecimiento no urbano			
151460008	487300	791350	840	18	Sondeo	Abastecimiento y agricultura			
151460009	486800	789650	840	30	Sondeo	Agricultura			

Tabla II: Resumen del inventario de Puntos de Agua de la hoja de Villabragima (cont.)

Nº PUNTO	COORD. X	COORD. Y	COTA	PROF.	NATURA-LEZA	USO	R.C	R.P	COLUM-NA LITO.
151470001	490450	788650	780	250	Sondeo	Desconocido			SI
151470002	491045	791600	820		Manantial	Agricultura			
151480001	498127	786201	780	300	Sondeo	Desconocido		P	SI
151480002	496550	787700	830		Manantial	Agricultura			
151480003	500250	794020	849	91	Sondeo	Desconocido			SI
151480004	500390	794035	849	74	Pozo con sondeo	Desconocido			SI
151480005	497600	793890	845	29	Sondeo	Agricultura			
151480006	497250	793375	845	90	Sondeo	Agricultura			SI
151480007	497225	793790	845	26	Sondeo	Agricultura			
151480008	497250	793320	845	27	Sondeo	Agricultura			
151480009	497650	794020	845	26	Sondeo	Agricultura			
151480010	497560	793670	845	21	Sondeo	Agricultura			
151480011	497998	793891	845	21	Sondeo	Agricultura			
151480012	497370	793550	845	20	Sondeo	Agricultura			
151480013	497450	793450	845	30	Sondeo	Agricultura			

Tabla II: Resumen del inventario de Puntos de Agua de la hoja de Villabragima (cont.)

Nº PUNTO	COOR. X	COOR. Y	COTA	PROF.	NATURA-LEZA	USO	R.C	R.P	COLUM-NA LITO.
151480014	499075	793860	847	30	Sondeo	Desconocido			SI
151480015	502550	791950	850	8	Pozo	Abastecimiento no urbano			
151480016	499540	792500	850	14	Pozo	Abastecimiento y ganadería			
151480017	499550	792700	850	10	Pozo	No se utiliza			
151480018	500900	793025	850	8	Pozo	No se utiliza			
151480019	500900	792950	850	7.3	Pozo	No se utiliza			
151480020	500950	793050	850		Sondeo	No se utiliza			
151480021	502950	793750	850	21	Pozo con sondeo	Ganadería			
151480022	502550	793100	848	40	Sondeo	No se utiliza			

Tabla II: Resumen del inventario de Puntos de Agua de la hoja de Villabragima (cont.)

8. PATRIMONIO NATURAL GEOLÓGICO

Los Puntos de Interés Geológico (P.I.G.) seleccionados en la Hoja de Villabragima son de temática variada, que responde a la actuación de procesos diversos de tipo sedimentario y geomorfológico. A continuación se describen los Puntos seleccionados:

PIG 342 - 1

Este Punto está representado por una dolina elipsoidal de extensión media, que se desarrolla en las Calizas del Páramo, y se localiza entre los pueblos de Peñafior de Hornija y Wamba. Tiene una extensión en planta de unos 1.500 x 700 m, y una profundidad de no mas de 2 m, lo que la hace prácticamente imperceptible a la vista, en el campo. El fondo de la dolina, utilizado para aprovechamiento agrícola de secano, está constituido, fundamentalmente, por terra rossa (arcillas rojas

de descalcificación). Su funcionamiento endorreico queda patente en época de lluvias intensas, cuando se encharca. Cabe, entonces, destacar la importancia de esta forma en la recarga del acuífero carbonatado infrayacente, al permitir que el agua superficial que recoge se infiltre en el subsuelo.

PIG 342 - 2

Este Punto contempla una pequeña cantera de loess (arenas eólicas finas, limos realmente, de color marrón claro) que se encuentra en las afueras occidentales de la población de Barruelo, donde actualmente se encuentra la báscula del pueblo. La cantera tiene planta rectangular y fue explotada para la elaboración de adobe, utilizado en la construcción local. El loess alcanza un espesor próximo a los 2 m, y en su base presenta materiales coluvionares procedentes de la Facies Cuestas.

PIG 342 - 3

En este Punto se observa el contacto de la Facies Tierra de Campos con la Facies Cuestas. Está situado a unos 2,5 km de Villabrágima, junto a la carretera que une esta localidad con Castromonte, a los pies del cerro de Pajares. En este lugar existe una cantera abandonada de arcillas con importantes procesos de marmorización dentro de la Facies Tierra de Campos. Por encima de la cantera se observa el mencionado contacto, de tipo concordante y marcado por un cambio de coloración.

PIG 342 - 4

Este Punto, situado cerca del anterior, se localiza junto al cerro de la Ballesta. La serie terciaria comprende la Facies Cuestas con un nivel calcáreo culminante localmente, y está basculada al sureste unos pocos grados, lo que se visualiza bien por la inclinación de dicho nivel. La inclinación es debida, probablemente, a un deslizamiento gravitacional facilitado por una fractura NE-SO en el nivel calcáreo.

PIG 342 - 5

Este Punto corresponde a unas cárcavas localizadas al noroeste de la población de Tordehumos, y desarrolladas, sobre todo, en las laderas suroccidentales de los cerros de Santa Cristina y Tordehumos. Las cárcavas están labradas en la Facies Tierra de Campos, observándose también el contacto con la Facies Cuestas.

9. BIBLIOGRAFÍA

- AEROSERVICE Ltd. (1967).- *Mapa Geológico de la Cuenca del Duero. Escala 1:250.000*. Instituto Nacional Colonización - IGME.
- AGUIRRE, E. (1975).- División estratigráfica del Neógeno Continental. *Est. Geol.*, 31; 587-595.
- 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.
- ALBERDI, M^a. T. (1972).- El género *Hipparion* en España. Nuevas formas de Castilla y Andalucía. Revisión e Historia evolutiva. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 2 v.
- ALBERDI, M^a. T. (1974).- Las "faunas de *Hipparion*" de los yacimientos españoles. *Est. Geol.*, 30 (2-3), 189-212.
- ALCALÁ DEL OLMO, L. (1972).- Estudio sedimentológico de los arenales 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 de 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. y VALLE, M.F. del (1987).- Paleogeografía del SO de la Fosa de Ciudad Rodrigo (Salamanca). En: *Actas del VI Simposio de Palinología*, APLE: J. Civis y M.F. del Valle (eds.). Universidad de Salamanca. 269-275.
- ÁLVAREZ SIERRA, M.A. Y GARCÍA MORENO, E. (1986).- New *Gliridae* and *Cricetidae* (Mamm. Rodó) from the Middle and Upper Micoene of the Duero Basin, Spain. *Stvd. Geol. Salmanicensiat*. Univ. Salamanca, 23, 145-189.
- ÁLVAREZ SIERRA, M. A.; GARCÍA MORENO, E.; LÓPEZ, 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., GARCÍA, E., GONZÁLEZ, A., LÓPEZ, N., MEDIAVILLA, R., RIVAS CARBALLO, R. Y VALLE, M. F. DEL (1990).- Un estratotipo del límite Aragoniense-Vallesiense (Mioceno medio-Mioceno superior) en la sección de Torremorjón (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

- ARMENTEROS, I. (1986).- Estratigrafía y sedimentología del Neógeno del sector suroriental de la depresión del Duero (Aranda de Duero-Peñafiel). (Publicación de la Tesis Doctoral). Ed. Diput. Salamanca. Serie Castilla y León, 1, 471 pp.
- ARMENTEROS, I. Y CORROCHANO, A. (1994).- Lacustrine record in the continental Tertiary Duero Basin (northern Spain). En: Global Geological Record of Lake Basins. Volume I. World and Regional Geology, Gierlowski-Kordesch, E. y Kelts, K. (eds.), 4: 47-52. Cambridge University Press.
- ARRIBAS, A. Y JIMÉNEZ, E. (1971).- Mapa Geológico de España a escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Hoja 29 (Valladolid). IGME.
- BARBA MARTÍN, A. (1980).- Mapa Geológico de España a escala 1: 50.000 (MAGNA). Hoja nº 341 (San Pedro de Latarce). IGME
- BERGONIOUX, F. Y CROUZEL, F. (1958).- Les mastodontes de l'Espagne. Est. Geol., 14; 223-365
- BERTRAND, G. Y BERTRAND, C. (1984).- Des rañas aux rasas. Remarque sur le système montagne-piémont de la Cordillère Cantabrique Central, Espagne du nord-ouest. Montagnes et piémonts. Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest, vol. Esp, 247-260.
- BIROT, P. Y SOLE, L. (1954).- Investigaciones sobre la morfología de la Cordillera Central Española. CSIC, Inst. "Juan Sebastián el Cano", 88 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). Mongr. SEG-ITGE, 6; 45-67.
- 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). Attribution au Paléocène par datation isotopique des alunites de l'unité inferieure. C. R. Acad. Sc., Paris, 295 (II), 599-562.
- 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.
- CASIANO DE PRADO, M. (1854).- Note sur la constitution géologique de la province de Ségovie. Bull. Soc. Géol. France, 11, 330-378.
- CIVIS, J.; ARMENTEROS, I.; FLORES, J.A.; GONZÁLEZ DELGADO, J.A.; MEDIAVILLA, R.; RIVAS CARBALLO, J.R.; SIERRA, F.J. Y DEL VALLE, M.F. (1989).- La Fauna (invertebrados) y Flora fósil del Neógeno de Castilla y León (Zamora, Valladolid y Palencia). Informe interno Univ. de Salamanca.

Inédito, 76 pp. 7 láms.

- CIVIS, J.; ARMENTEROS, I.; VALLE, M.F.; GONZÁLEZ DELGADO, J.A.; RIVAS, M.R.; SIERRO, F.J. Y FLORES, J.A. (1989).- Moluscos, Ostrácodos y Palinología de las facies fluvio-lacustres del Neógeno del SE de la provincia de Valladolid (Cuenca del Duero). *Geogaceta*, 6, 78-81.
- 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. (1977).- Estratigrafía y sedimentología del Paleógeno de la provincia de Zamora. Tesis Doctoral. Univ. Salamanca. 336 pp.
- 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).- Las Depresiones del borde Suroccidental de la Cuenca del Duero. Libro Jubilar de J.M. Ríos: Geología de España, (2). IGME, 513-521.
- CORTAZAR, D. (1877).- Descripción física, geológica, y agrológica de la provincia de Valladolid. Mem. Com. Mapa Geol. España, Madrid: 121 pp, 8 pl.
- CORTÉS, A.; MAESTRO, A. Y SORIANO, M.A. (1998).- Determinación de patrones de fracturación en el Neógeno del NE de la Cuenca del Duero a partir de una imagen de satélite. *Geogaceta*, 24; 91-94.
- CRUSAFONT (1951).- Los nuevos Mamíferos del Neógeno de España. *Not. y Com. IGME*, 22, 127 pp.
- CRUSAFONT, M.; AGUIRRE, E. Y GARCÍA, J. (1968).- Un nuevo yacimiento de mamíferos del Mioceno de la Meseta española. *Acta Geol. Hisp.*, Barcelona, 3, 22-24.
- CRUSAFONT, M.; AGUIRRE, E.; GARCÍA, J. Y TRUYOLS, J. (1960).- El Mioceno de las cuencas de Castilla y de la Cordillera Ibérica. *Not. y Com. IGME*, 60; 127-140.
- CRUSAFONT, M.; AGUIRRE, E.; GARCÍA, J. Y VILLALTA, J.C. (1954).- Ensayo de Síntesis sobre el Mioceno de la Meseta Castellana. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, T. extr., 215-227.
- 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.
- CUESTA, M.A. (1999).- Las faunas de mamíferos del Eoceno de la cuenca del Duero (Castilla y León, España). Síntesis bioestratigráfica y biogeográfica. En: *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.
- Dantín Cereceda, J. (1931).-La cuenca endorreica de La Nava (Palencia). *Asoc. Esp. Prog. de las Ciencias. 12 Congr. Barcelona*, 1929. Secc.II, T.III y IV. 97-100. Madrid 1931.
- FREYET, P. (1973).- Petrography and paleoenvironment of continental carbonate deposits with particular reference to the Upper Cretaceous and Lower Eocene of Languedoc. *Sedim. Geol.*, 10, 25-60.
- FREYET, P. (1984).- Les sédiments lacustres carbonatés et leurs transformations par émerision et pedogènes. Importance de leur identification pour les reconstitutions paléogéographiques. *Bull. Cent. Rech. Explor. Prod. Elf-Aquit.* 8.1, 223-247.
- FREYET, P. Y PLAZIAT, J.C. (1982).- Continental carbonate sedimentation and pedogenesis. Late Cretaceous and Early Tertiary of southern France. *Contrib. Sediment.* (B.H. Purser Ed., Stuttgart), 12, 212 pp.
- GARCÍA ABBAD, F.J. Y REY SALGADO, J. (1973).- Cartografía geológica del Terciario y Cuaternario de Valladolid. *Bol. Geol. Min.*, 84, 2 mapas, 213-227.
- 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. Salmanticensis*, 22, 277-292.
- GOUDIE, A.S. (1983).- Calcrete. En: *Chemical Sediments and geomorphology. Precipitates and residua in the near surface environments*, (A. S. Goudie y P. Kenneth, Eds). Academic Press. London: 93-131.
- 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.; GARCÍA MARCOS, J.M. Y JIMÉNEZ, E. (1981).- Las fallas de "El Cubito": Geometría, funcionamiento y sus implicaciones cronoestratigráficas en el Terciario de Salamanca. *Bol. Geol. Min.*, 92 (6), 267-273.
- GUTIÉRREZ ELORZA, M. (1994).- Geomorfología de España. Editorial Rueda, Madrid. 526 pp.

- HERAIL, G. (1984).- Dynamique géomorphologique et sédimentologique des piémonts et bassins intramontagneux du Nord-Ouest de l'Espagne et gîtologie de l'or détritico. Chron. Rech. Min., 474, 49-68.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1912).- Observaciones con motivo del descubrimiento de Mastodontes en el Cerro del Cristo de Otero (Palencia). Bol. R. Soc. Esp. 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 gigantes. Ibérica. Tortosa. 328-330.
- 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. (1932).- Síntesis fisiográfica y geológica de España. Trabajos Mus. Nac. Cienc. Nat. Ser. Geol., 38: 584 pp.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1930).- Fisiografía, geología y paleontología del territorio de Valladolid. Mem. Com. Inv. Paleont. y Prehist, 37: 38-95.
- HERRERO, A. (2001).- Estratigrafía y Sedimentología de los depósitos terciarios del borde norte de la Cuenca del Duero, en la provincia de León. Tesis Doctoral. 490 pp. Univ. de Salamanca.
- IGME (1971).- *Mapa Geológico de España a escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Hoja nº 29 (Valladolid)*. IGME.
- JIMÉNEZ, E. (1968).- *Stereogenys salmanticensis* nov. sp., quelonio eocénico del valle del Duero. Est. Geol., 24 (3-4): 191-203.
- JIMÉNEZ, E. (1970).- Estratigrafía y Paleontología del borde suroccidental de la Cuenca del Duero. Tesis Doctoral. Univ. Salamanca. 323 pp.
- 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).- Los reptiles fósiles del valle del Duero. Sobre un cuarto prototipo casi completo de *Stereogenys salmanticensis*, Jim. Est. Geol., 26, 245-260.
- JIMÉNEZ, E. (1970).- Sobre un nuevo hallazgo de *Stereogenys Salmanticensis*, Jim. Stvd. Geol. Salmanticensia, 1, 73-86.

- JIMÉNEZ, E. (1971).- Nuevos yacimientos de quelonios fósiles en Coca (Segovia) y su significado estratigráfico. *Stvd. Geol. Salmanticensia*, 7, 57-82.
- JIMÉNEZ, E. (1971).- Primer Pseudotrionyx español: *Allaeochelys casasecai* nov. sp. del Luteciense de Corrales (Zamora). *Est. Geol.*, 27; 153-166.
- JIMÉNEZ, E. (1971b).- Nuevos fragmentos específicos del Pelomedúsidos lutecienses del Valle del Duero. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, 68; 243-257.
- JIMÉNEZ, E. (1972).- El Paleógeno del borde SW de la Cuenca del Duero. Los escarpes del Tormes. *Stvd. Geol. Salmanticensia*, 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. Salmanticensia*, 5, 107-136.
- 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, (5), 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. Salmanticensia*, 17, 125-127.
- JIMÉNEZ, E. (1983).- Síntesis del Paleógeno continental de la Cuenca del Duero. Libro Jubilar de J.M. Ríos: Geología de España, II, IGME, 103-108.
- 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.
- JIMÉNEZ, E. Y GARCÍA MARCOS, J.M. (1980).- Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (MAGNA). Hoja nº 370 (Toro). IGME.
- JIMÉNEZ, E.; ORTEGA COLOMA, F.J.; GIL TUDANCA, S.; MARTÍN DE JESÚS, S. Y VAL RECIO, J. DEL (1993).- Excavaciones paleontológicas del Miógeno en Castilla y León. El mastodonte de Villavieja y las tortugas gigantes de Coca y Arévalo. Consejería de Cultura y Turismo, Junta de Castilla y León, Valladolid, 16 pp.

- 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. 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, N.; AGUSTÍ, J.; CABRERA, L.; CALVO, J.P.; CIVIS, J.; CORROCHANO, A.; DAAMS, R.; DÍAZ, M.; ELIZAGA, E.; HOYOS, M.; MARTÍNEZ, J.; MORALES, J.; PORTERO, J.M.; ROBLES, F.; SANTISTEBAN, C. Y TORRES, T. (1985).- Approach to the spanish continental Neógene synthesis and paleoclimatic interpretation. VII Congr. Reg. Com. Medit. Neog. Stratigraphy. Abstracts. Budapest, 348-350.
- MABESOONE, J.M. (1959).- Tertiary and Quaternary Sedimentation in a part of the Duero Basin (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.
- MACAU, F. (1960).- Assèchement et mise en irrigation de "La Nava de Campos". 5.000 Ha. *Int.Comm.Irr. and Drain. 4' Congr.Irr. and Drain. Madrid 1960*. Reports for Discussion. Question II Part. I. R. I. to 20. 11305-11332.
- MARTÍN-SERRANO, A. (1988).- El relieve de la región occidental zamorana. La evolución geomorfológica de un borde del Macizo Hespérico. Tesis doctoral. Inst. Est. Zamoranos "Florián de Ocampo", Dip. Zamora, 306 pp.
- MARTÍN-SERRANO, A. (1989).- Características, rango, significado y correlación de las series ocres del borde occidental de la Cuenca del Duero. Stvd. Geol. Salmanticensia, 5:239-252.
- MARTÍN-SERRANO, A. (1981).- Mapa Geológico de España a escala 1: 50.000 (MAGNA). Hoja nº 309 (Villalpando). IGME.
- 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. (1994).- El relieve del Macizo Hespérico: Génesis y cronología de los principales elementos morfológicos. Cuad. Lab. Xeolóxico de Laxe, 19: 37-55.
- MAZO, A.V. (1977).- Revisión de los Mastodontes de España. Tesis Doctoral. Univ. Complutense de Madrid, 420 pp.

- MAZO, A.V. Y JORDÁ 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.
- MEDIAVILLA, R.M.; DABRIO, C.J.; MARTÍN-SERRANO, A. Y SANTISTEBAN, J.I. (1996).- Lacustrine Neogene Systems of the Duero Basin: evolution and controls. En: *Tertiary Basins of Spain: the stratigraphical record of crustal kinematics*. World and Regional Geology, Friend, P.F. y Dabrio, C.J. (Eds.), Cambridge University Press. 6: 228-236.
- MOLINA, E. Y ARMENTEROS, I. (1986).- Los arrasamientos pliocenos y plio-pleistocenos en el sector suroriental de la cuenca del Duero. *Studia Geológica Salmanticensia* 22, 293-307.
- 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.
- OLIVÉ, A.; Y CARRERAS, F. (1982).- *Memoria y Mapa Geológico de España, E. 1: 50.000 nº 235 (San Cebrián de Campos)*. 2ª Serie-MAGNA. IGME.
- OLMO, P. DEL Y PORTERO, J.M. (1978).- Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (MAGNA). Hoja nº 311 (Dueñas). IGME.
- OLMO, P. DEL Y PORTERO, J.M. (1979).- Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (MAGNA). Hoja nº 343 (Cigales). IGME.
- OLMO, P. DEL Y PORTERO, J.M. (1979).- Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (MAGNA). Hoja nº 372 (Valladolid).IGME.

- ORDÓÑEZ, S.; GARCÍA DEL CURA, M^a.A. Y LÓPEZ-AGUAYO, F. (1981).- Chemical carbonated sediments in continental basins: The Duero Basin. 2d. Eur. Meg. Sedim., Int. Assoc. Sedim. Bologna. Abstracts, 130-133.
- PARADELO, L.; PARAMIO, M. Y FERNÁNDEZ ANGLIO, D. (1968).- Geología de Valladolid. En: Mapas provinciales de suelos. Valladolid. Mapa Agron. Nac., Ministerio Agricultura; Madrid, 7-13.
- PELÁEZ-CAMPOMANES, P.; DE LA PEÑA, A. Y LÓPEZ, N. (1989).- Primeras faunas de micromamíferos del Paleógeno de la Cuenca del Duero. *Stvd. Geol. Salmanticensia*, vol. esp. 5: 135-157.
- PÉREZ-GONZÁLEZ, A. (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. Neóg. 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, C. (1994).- Depresión del Duero. En: Geomorfología de España. Gutiérrez Elorza, M. (coord.). Ed. Rueda, Madrid, 351-388.
- PINEDA, A. (1990).- Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, (MAGNA). Hoja nº 166 (Villadiego). IGME.
- 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.
- PINEDA, A. Y ARCE, J.M. (1990).- Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, (MAGNA). Hoja nº 200 (Burgos). IGME.
- PLANS, P. (1970).- La Tierra de Campos. Inst. de Geograf. Aplic. Patr. Alonso de Herrera. CSIC. Madrid.
- PORTERO, J.M.; OLMO, P. DEL, OLIVÉ, A. (1983).- El Neógeno de la transversal Norte - Sur de la Cuenca del Duero. En: 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.
- 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.

- ROYO Y GÓMEZ, J. (1922).- El Mioceno Continental Ibérico y su fauna malacológica. Mem. Com. Invest. Pal. y Prehist., 30, 230 pp.
- ROYO Y GÓMEZ, J. (1926).- Terciario continental de Burgos. XIV Cong. Geol. Inter. Madrid, Guía Exc. A-6, 69 pp.
- ROYO Y GÓMEZ, J. (1926).- Tectónica del Terciario Continental Ibérico. XIV Cong. Geol. Int., fasc. 1, Madrid. 593-523.
- RUIZ, V.C.; MEDIAVILLA, R.; OSETE, M.L. Y VILLALAIN, J.J. (1996).- Magnetoestratigrafía del Neógeno del sector central de la Cuenca del Duero. Geogaceta, 20, 1017-1020.
- 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 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.
- SOLÉ SABARÍS, L. (1958).- Observaciones sobre la edad de la penillanura fundamental de la meseta española en el sector de Zamora. Brev. Geol.
- SOLÉ SABARÍS, L., et al. (1952).- Geografía de España y Portugal. Tomo I: Geografía física; el relieve. Edit. Montaner y Simón, Barcelona. 500 pp.
- 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.

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