



Instituto Geológico
y Minero de España

20371

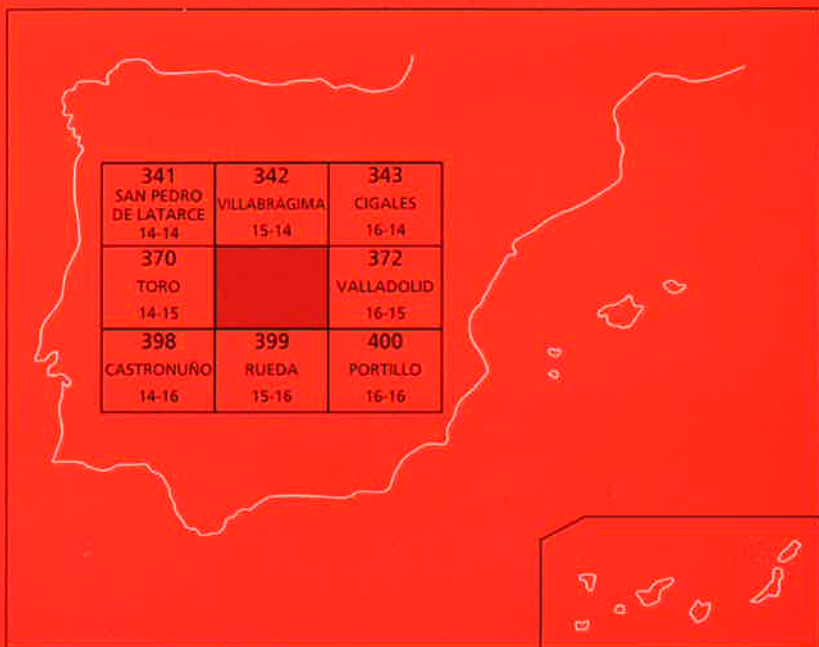
371

15-15

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1 : 50.000

Segunda serie - Primera edición



TORDESILLAS

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

SE INCLUYE MAPA GEOMORFOLÓGICO A LA MISMA ESCALA

TORDESILLAS

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

Depósito Legal: M-22826-2007

ISBN: 978-84-7840-692-0

NIPO: 657-07-007-X

Fotocomposición: Cartografía Madrid, S.A:

Impresión: Gráficas Muriel, S.A.

La presente Hoja nº 371 (Tordesillas) 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: A. Pineda Velasco, E. Piles Mateo y A. Salazar Rincón, (EPTISA)

Mapa Geomorfológico: A. Salazar Rincón, (EPTISA)

Memoria: A. Pineda Velasco, E. Piles Mateo, A. Salazar Rincón y A. Herrero Hernández

Han participado en aspectos parciales:

- Hidrogeología: Y. Camarero Benito (EPTISA)
- Recursos Minerales: M. Leguey Galán (AURENSA)
- Puntos de Interés Geológico: M. Leguey Galán (AURENSA)
- Paleontología: C. Sesé Benito y J. Morales Romero (Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid)
- 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)
- Agradecimientos: A J. Delgado Iglesias, quien realizaba su Tesis Doctoral sobre parte de la Hoja de Tordesillas.

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.....	9
1.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA.....	9
1.2. ANTECEDENTES.....	10
1.3. MARCO GEOLÓGICO.....	11
2. ESTRATIGRAFÍA.....	13
2.1. TERCIARIO.....	13
2.1.1. Conglomerados cuarcíticos y limos rojos, y arenas amarillentas (1). Facies Facies Roja de Toro (Mioceno inferior).....	13
2.1.2. Arcosas fangosas rojizas y gris verdosas, con cementación variable y frecuentes niveles de gravas de cuarcita, y costras calcáreas (2). Facies Villalba de Adaja (Mioceno inferior).....	15
2.1.3. Fangos arcósicos gris verdosos y pardos, con niveles de arcosas gruesas (3). Facies Pedraja del Portillo (Mioceno inferior).....	16
2.1.4. Limos ocre con paleocanales de areniscas (4). Facies Tierra de Campos (Mioceno medio).....	17
2.1.5. Facies Cuestas (5-8) (Vallesiense).....	19
2.1.6. Calizas con gasterópodos (9). Calizas del Páramo (Vallesiense superior-Turoliense).....	22
2.2. CUATERNARIO.....	23
2.2.1. Pleistoceno.....	25
2.2.1.1. Cantos y grava con algunas arenas. Terrazas medias del Duero (10) (Pleistoceno medio y superior).....	25
2.2.1.2. Cantos y gravas con algunas arenas. Terrazas bajas del Duero (11) (Pleistoceno superior).....	26
2.2.1.3. Gravas y cantos calcáreos angulosos. Glacis (12). (Pleistoceno medio y superior).....	26
2.2.1.4. Gravas y cantos calcáreos subredondeados. Terrazas de los ríos Bajoz y Hornija de Peñaflor, (13). (Pleistoceno superior).....	27
2.2.2. Pleistoceno y Holoceno.....	28
2.2.2.1. Lutitas arenosas con gravas calcáreas. Depósitos de fondos de valle (16). Abanicos aluviales (17). Rellenos de vaguadas aluvial-columial (20). (Pleistoceno superior y Holoceno).....	28
2.2.2.2. Grandes bloques de calizas y margas. Deslizamientos (18) (Pleistoceno superior y Holoceno).....	29
2.2.2.3. Lutitas, arenas, grava y cantos. Coluviones (19). Glacis subactual (21) (Pleistoceno superior y Holoceno).....	29
2.2.2.4. Arenas bien clasificadas. Manto eólico y dunas (22). (Pleistoceno superior y Holoceno).....	30
2.2.2.5. Limos: loess (23). (Pleistoceno y Holoceno).....	31
2.2.2.6. Arcillas y limos. Depósitos endorreicos y de fondo de dolinas (24). (Pleistoceno y Holoceno).....	31

2.2.3.	Holoceno.....	32
2.2.3.1.	<i>Limos, arenas, cantos y gravas. Barras de canal (14). Depósitos de llanura de inundación (15). (Holoceno).</i>	32
3.	PALEONTOLOGÍA.....	32
3.1.	FACIES ROJA DE TORO.....	32
3.2.	FACIES VILLALBA DE ADAJA.....	32
3.3.	FACIES PEDRAJA DEL PORTILLO.....	33
3.4.	FACIES TIERRA DE CAMPOS.....	33
3.4.1.	Hojas vecinas de Valladolid y de Cigales.....	33
3.4.2.	Hoja de Villabrágima.....	34
3.4.3.	Hoja de Tordesillas.....	34
3.4.4.	Resultados: Edad.....	34
3.5.	FACIES CUESTAS.....	35
3.5.1.	Microvertebrados.....	35
3.5.1.1.	<i>Hoja de Dueñas.....</i>	35
3.5.1.2.	<i>Hoja de Valladolid.....</i>	35
3.5.1.3.	<i>Hoja de Villabrágima.....</i>	36
3.5.2.	Macrovertebrados.....	37
3.5.2.1.	<i>Hoja de Cigales.....</i>	37
3.5.2.2.	<i>Hoja de Tordesillas.....</i>	37
3.5.3.	Palinología.....	37
3.5.4.	Caráceas.....	37
3.5.5.	Foraminíferos y Ostrácodos.....	38
3.5.5.1.	<i>Hoja de Tordesillas.....</i>	38
3.6.	CALIZAS CON GASTERÓPODOS. CALIZAS DEL PÁRAMO.....	39
4.	TECTÓNICA.....	39
5.	GEOMORFOLOGÍA.....	40
5.1.	DESCRIPCIÓN FISIOGRÁFICA.....	40
5.2.	ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO.....	42
5.2.1.	Estudio morfoestructural.....	42
5.2.2.	Estudio del modelado.....	43
5.2.2.1.	<i>Laderas.....</i>	43
5.2.2.2.	<i>Formas fluviales.....</i>	44
5.2.2.3.	<i>Formas kársticas.....</i>	45
5.2.2.4.	<i>Formas eólicas.....</i>	46
5.2.2.5.	<i>Formas endorreicas y lacustres.....</i>	47
5.2.2.6.	<i>Formas antrópicas.....</i>	47
5.2.2.7.	<i>Formas poligénicas.....</i>	47
5.2.3.	Formaciones superficiales.....	48
5.3.	EVOLUCIÓN DINÁMICA.....	50
5.4.	MORFOLOGÍA ACTUAL Y SUBACTUAL.....	51

6. HISTORIA GEOLÓGICA.....	51
7. GEOLOGÍA ECONÓMICA.....	54
7.1. RECURSOS MINERALES.....	54
7.2. HIDROGEOLOGÍA.....	56
7.2.1. Antecedentes sobre las investigaciones hidrogeológicas en la Cuenca del Duero.....	56
7.2.2. Climatología e hidrología superficial.....	57
7.2.3. Localización y funcionamiento hidrogeológico.....	58
7.2.4. Cartografía hidrogeológica de la Hoja de Tordesillas.....	60
7.2.5. Inventario de puntos de agua.....	60
8. PATRIMONIO NATURAL GEOLÓGICO.....	68
9. BIBLIOGRAFÍA.....	70

1. INTRODUCCIÓN

1.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

La Hoja a escala 1:50.000 de Tordesillas, nº 371 (15-15), se localiza en la Submeseta Septentrional (Castilla la Vieja), aproximadamente en el centro de la Depresión o Cuenca del Duero, perteneciendo en su totalidad a la provincia de Valladolid, dentro de la Comunidad de Castilla y León.

La Submeseta Septentrional se caracteriza, entre otras cosas, por sus altitudes relativamente elevadas (700 – 1.000 m), lo que condiciona temperaturas ligeramente bajas, con medias anuales próximas a los 12° C. Presenta un clima de tipo Mediterráneo Continental, con inviernos fríos (4° C) y veranos templados (con un valor medio de 20° C).

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 o laderas, y de chopos (*Populus*), en las principales vegas.

La Hoja de Tordesillas carece de un entramado industrial, centrándose toda la actividad económica en la actividad agrícola y ganadera. El carácter alomado de la zona y la naturaleza blanda de muchas de las formaciones terciarias, ha facilitado la utilización mecánica intensiva en explotaciones agrícolas, sobre todo cerealísticas y de secano, habiendo también viñedos. La ganadería es, característicamente, ovina y, como tal, no estabulada.

La superficie de la Hoja se presenta escasamente poblada. Las poblaciones, de pequeño tamaño, se distribuyen regularmente en el conjunto de la superficie de la Hoja, pero siempre en sus partes topográficamente menos altas. De las poblaciones existentes en la Hoja, destaca la de Tordesillas, la cual le da nombre. Dicha ciudad, localizada en el borde sur de la Hoja, fue de gran importancia en el pasado, como lo prueba el tratado firmado entre las Coronas de Castilla y Portugal, y por lo cual se delimitaron las áreas de influencia entre ambos reinos, ante los descubrimientos de nuevas tierras, iniciados con los viajes de Colón. En la actualidad, dicha población es importante como centro de servicios, ligado a un nudo de comunicaciones por carretera. Del resto de las poblaciones de la Hoja, destaca, desde el punto de vista histórico, la de Villalar de los Comuneros, situada en la parte suroccidental de la misma.

La Hoja presenta una buena red de comunicaciones, destacando la carretera N-VI (Madrid – La Coruña), que atraviesa la Hoja casi diagonalmente, de sur a noroeste. Además, hay que mencionar la carretera Burgos – Salamanca (o de la frontera francesa a Portugal), hoy día denominada Autovía de Castilla, que recorre la Hoja de este a sur, y la de Tordesillas a Zamora, subparalela al borde meridional de la misma. Estas tres carreteras fundamentales confluyen en Tordesillas. Por lo demás, de esta población irradian varias carreteras locales, complementada por una suficiente red de pistas y caminos.

Desde el punto de vista hidrográfico, destaca el río Duero, que discurre por el borde suroriental de la Hoja. Además, es digno de mención el río Hornija de Peñafior, afluente derecho del anterior, que atraviesa la Hoja de norte a suroeste. El resto de la red fluvial está constituido por varios arroyos de curso estacional, entre los que cabe destacar el de Molinos-Juncos, en la parte central de la Hoja, afluente del Hornija.

Morfológicamente, la Hoja se caracteriza por la presencia de altiplanicies (Páramos de los Montes Torozos) en el centro, norte y este de la misma. El resto de la superficie de la Hoja lo constituye un relieve alomado. Es en las altas planicies de las mesetas donde se encuentran las cotas más altas de la Hoja, que son del orden de los 840 m. Los puntos más bajos se encuentran en el ángulo sureste de la misma, junto a la localidad de San Miguel del Pino y al borde del río Duero.

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) 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.

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. En la *Primera Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero* se realiza una síntesis del Terciario de la misma, 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 (1970, 1974, 1977) y JIMÉNEZ et al. (1983), dan un importante impulso en el conocimiento del Terciario de la Cuenca del Duero, principalmente del Paleógeno, con notables 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 al 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 (1979, 1988) en la región occidental de Zamora, en la cual entre otros datos, define la "Facies ocres", 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. Hay que destacar los numerosos trabajos de MEDIAVILLA y DABRIO (1987, 1988) y MEDIAVILLA et al. (1996).

Los estudios paleontológicos, a partir de las primeras dataciones realizadas por MIQUEL (1902, 1906) y ROYO y GÓMEZ (1922, 1929) 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 Tordesillas se ubica en la parte occidental de la Depresión terciaria del Duero. La Depresión o Cuenca del Duero conforma, conjuntamente con las del Tajo y del Ebro, las tres grandes cuencas terciarias intracontinentales, características del interior de la Península Ibérica. De las tres, es la más noroccidental, y la que se sitúa a mayor altitud promedio: unos 700 m sobre el nivel del mar.

La Cuenca del Duero es el resultado de un relleno terciario de materiales depositados en ambiente continental y 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 su-

vemente hacia el este y norte, constituyendo, así, el sustrato hercínico de la Cuenca. Por el contrario, los bordes septentrional, oriental y meridional se comportaron como bordes montañosos “activos”, elevados mediante fallas inversas vergentes hacia la depresión, cabalgantes sobre el relleno terciario, en diversos períodos de la acumulación de éste. Este distinto comportamiento geodinámico de los bordes de la Cuenca determinó la asimetría del espesor del relleno terciario: en consecuencia, los mayores espesores de sedimentos (3.000-4.000 m) se localizan junto a los bordes oriental y septentrional. En la Hoja de Tordesillas, el espesor de relleno terciario oscila entre 815 y 1120 m, según se considere su parte SO o su parte NE, respectivamente, y según reconstrucciones a partir de 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, y que, de arriba a abajo, son:

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

Estos tres tramos clásicos constituyen la mayor parte de la Hoja de Tordesillas. Las Calizas de los Páramos forman las planicies altas de los relieves existentes por toda la Hoja. La Facies Tierra de Campos se extiende formando la campiña del centro-sur y oeste de la Hoja. 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.

Además de estos tres tramos clásicos, que constituyen la parte superior del relleno terciario de la Cuenca, en la Hoja de Tordesillas y concretamente en sus partes más bajas, que son las suroccidental y meridional, aparecen representadas otras formaciones infrayacentes a las anteriores, que, de techo a muro son:

- La facies arcósica y fangosa de Pedraja del Portillo.
- La facies arcósica rojiza, con niveles de gravas, y algo cementada, denominada Facies de Villalba de Adaja.
- La facies conglomerático-limosa rojiza, denominada Facies Roja de Toro.

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

2. ESTRATIGRAFÍA

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

2.1. Terciario

Dentro del Terciario se han diferenciado independientemente las Facies Roja de Toro (1), Villalba de Adaja (2), Pedraja del Portillo (3) y Tierra de Campos (4).

La Facies Cuestas se ha dividido en dos unidades claramente reconocibles en campo, que, a su vez, presentan características sedimentológicas propias: la Facies Cuestas inferior, a muro, litológicamente limo-arcillosa (5), y la Facies Cuestas superior, a techo, margocaliza y arcillosa (8), con contacto de cambio lateral de facies, entre ambas. A su vez, dentro de la Facies Cuestas se han diferenciado lentejones de limos ocre (6), solo presentes en la Facies Cuestas inferior, y niveles calizos y margocalizos (7), existentes en ambas.

Finalmente, la serie terciaria es coronada por las Calizas de los Páramos (9). 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 Tordesillas pertenecen, según la correlación efectuada con Hojas próximas, a las Calizas del Páramo 1 o Inferior.

2.1.1. Conglomerados cuarcíticos y limos rojos, y arenas amarillentas (1). Facies Roja de Toro (Mioceno inferior)

Esta unidad cartográfica se localiza en la esquina suroccidental de la Hoja, siendo prolongación cartográfica de la Facies Roja de Toro, definida en la vecina Hoja del mismo nombre (nº 370) por JIMÉNEZ y GARCÍA MARCOS (1980). Equivale a la Facies Aspariegos y a los Conglomerados de Belver, descritos más al noroeste, entre Zamora y Benavente. Esta unidad es discordante sobre materiales paleógenos, aflorantes en Hojas próximas de Toro (nº 370) y Rueda (nº 399).

En la presente Hoja de Tordesillas aflora solamente el techo de esta unidad, y debido a la escasa incisión de la red fluvial en ella, no presenta buenos cortes ni afloramientos. Es por ello que la descripción que sigue proviene de observaciones efectuadas en las vecinas Hoja de Toro y Rueda, esta última realizada en la misma época y por los mismos autores, en parte, que la presente.

En la localidad de Toro, esta unidad está constituida por conglomerados de matriz gredosa de color rojo intenso, poco compactados, que presentan estratificaciones cruzadas abundantes, paleocanales e intercalaciones de areniscas y limos, también rojos, así como lechos (costras) carbonatados, siendo frecuente en su base la presencia de episodios ferruginosos; las areniscas son más frecuentes hacia el techo de la unidad y, lateralmente, hacia el sureste. Pese a su característico color rojo, esta unidad puede presentar variaciones, por lo general, hacia colores amarillentos

tos. La potencia observada es del orden de 35 m.

En la Hoja de Rueda se confirma la pérdida progresiva del carácter conglomerático hacia el sureste, indicada anteriormente, así como una menor potencia, manteniéndose, no obstante, la tonalidad roja característica. En el escarpe septentrional del río Duero, muy próximo al borde meridional de la Hoja de Tordesillas, en las proximidades de Torre-Duero y Vega Mayor, los conglomerados rojos de cantos cuarcíticos, decimétricos, son dominantes sobre las areniscas, también rojizas, alcanzando la unidad un espesor probablemente inferior a los 25-30 m. Más hacia el sur y sureste, en el valle del Trabancos, los conglomerados (con cantos de tamaño generalmente inferior a 5 cm) son ya minoritarios frente a los limos y areniscas, apareciendo frecuentes intercalaciones de costras calcáreas de espesor decimétrico, y algunas arenas amarillentas; el espesor de la unidad probablemente no supera los 10-15 m en los afloramientos más meridionales de la Hoja de Rueda, al sureste de la población de Siete Iglesias de Trabancos.

En la localidad de Torre Duero (noroeste de la Hoja de Rueda, en el límite con la de Tordesillas) se aprecia cómo esta unidad forma secuencias granodecipientes, de espesor variable, inferior a 8 m, formadas por conglomerados y arenas, exclusivamente, de color rojo y ocre, que pueden presentar superficies internas erosivas. En la base de estas secuencias aparecen conglomerados clastosoportados, con una matriz arcillo-arenosa y una composición en los clastos de cuarzo, cuarcita y lidita. La cementación es escasa, de naturaleza generalmente carbonatada. El tamaño medio de los cantos es de 17-18 cm, siendo el máximo del orden de 35 cm.

Los conglomerados presentan estratificación cruzada en surco y estratificación horizontal, remarcadas en muchos casos por imbricaciones de los clastos, y forman cuerpos de geometría tabular, con la base erosiva y canalizada, de 4-5 m de espesor máximo y más de 100 m de extensión lateral.

En la parte alta de las secuencias, y sobre los conglomerados, aparecen arenas de tamaño grueso en la base a fino en el techo, con algún clasto disperso entre ellas, que presentan un moderado contenido en feldespatos y cemento carbonatado. En estas arenas se observa una tendencia a no presentar estructuras sedimentarias, si bien en algunos casos aparecen en la base estratificaciones cruzadas en surco, de media a gran escala, y laminaciones de ripples de 7 cm de longitud de onda y 4 cm de altura. Forman cuerpos sedimentarios de geometría tabular, con espesor inferior a 4-5 m y extensión lateral superior a los 100 m.

Esta unidad cartográfica es interpretable, en conjunto, como un producto de canales fluviales de baja sinuosidad, bien desarrollados, con depósitos de barras de gravas en el interior de los canales. Es importante destacar la ausencia de sedimentos propios de llanuras de inundación. El sistema fluvial respondería a una corriente multicanalizada, con una componente braided de moderada a alta. Las paleocorrientes encontradas señalan una procedencia del norte y noroeste.

En las zonas con importante recubrimiento y escasez de afloramientos, el paso de esta unidad se marca por su color característicamente rojo, así como por la presencia, asociada, de abundantes cantos cuarcíticos sueltos, de tamaño decimétrico o mayor. En general, y de acuerdo con lo expuesto en las vecinas Hojas de Castronuño y Toro, hay que destacar la gran similitud que pueden presentar los materiales de esta unidad con los de algunas terrazas más altas del río Duero;

además, el hecho de que, a veces, se encuentren en la misma posición morfoestructural es otro factor de posible confusión entre ambos.

En cuanto a la edad de esta unidad, y a partir de consideraciones regionales, por su posición infrayacente, en el noroeste de la Hoja respecto de facies de edad mejor establecida (Facies Tierra de Campos, de edad Mioceno medio), se le atribuye una edad Mioceno inferior.

Esta unidad queda recubierta concordantemente por la arcósica inmediatamente suprayacente (2), con la que debe, además, presentar cambio lateral de facies, de gran amplitud.

2.1.2. Arcosas fangosas rojizas y gris verdosas, con cementación variable y frecuentes niveles de gravas de cuarcita, y costras calcáreas (2). Facies Villalba de Adaja (Mioceno inferior)

Esta unidad se dispone concordantemente sobre la anterior, verificándose, probablemente, además, un cambio lateral de facies, a gran escala, entre ambas. Corresponde, regionalmente, a la Facies Villalba de Adaja, definida por CORRALES et al. (1978) en la localidad tipo que le da nombre. En la Hoja de Tordesillas se localiza en toda la parte meridional.

La unidad muestra un cierto grado de cementación, por lo que algunos de sus afloramientos pueden presentar algo de relieve. Está constituida por arcosas y arcosas fangosas de tonos gris verdoso, gris amarillento y, hacia techo, rojizo, que se disponen en bancos difusos de potencia superior al metro, generalmente. Es característica la presencia, siempre frecuente, de nivelillos de gravas cuarcíticas (de unos 2-5 m de centil) de espesor menor de 50 cm, generalmente con base canalizada. El espesor de la unidad debe alcanzar un máximo de unos 60 m, si bien en la parte occidental de la Hoja (en las proximidades de Villalar de los Comuneros) decrece su potencia (hasta un mínimo de 5-10 m), lo cual es atribuible al carácter discordante que presenta la unidad suprayacente (ver a continuación).

Asimismo, es frecuente la presencia de niveles de costras carbonatadas, no siempre localizadas sobre los niveles más finos. A este respecto, es de destacar la costra que se localiza aproximadamente a 1 km al Oeste de Tordesillas, por la carretera de Torrecilla de la Abadesa y donde ésta cruza sobre el Canal de Tordesillas, en la margen derecha del Duero, muy próxima al borde sur de la Hoja de Tordesillas pero dentro ya de la vecina Hoja de Rueda: la costra, de espesor métrico, muestra una notable marmorización, habiéndose borrado casi totalmente las características de la litología original a la que afecta, de la que solo quedan relictos de grava silíceas.

Los nivelillos de gravas cuarcíticas presentes en esta unidad forman, en sentido estricto, conglomerados generalmente soportados por una matriz de arena y lutitas, que sólo ocasionalmente aparecen como clastos soportados, de color ocre y rojizo. Los clastos son de cuarcita, cuarzo, feldspatos y lilitas, de tamaño medio 5 cm y máximo 12 cm. Estos niveles se ordenan en estratificaciones cruzadas en surco, de media a gran escala, y forman cuerpos sedimentarios de geometría lenticular, con base erosiva y canalizada. Ocasionalmente aparece alguna costra de carbonato rojiza, desarrollada sobre estos niveles.

Encima de los niveles de gravas, la parte alta de la secuencia está formada por arenas y areniscas que presentan un tamaño de grano grueso en la base y fino en el techo, con color ocre-marrón, y, a veces, algún clasto silíceo centimétrico. En estas arenas aparece una ciclicidad de estructuras sedimentarias, conformada por estratificaciones cruzadas en surco de media escala, en la base, a las que suceden gradualmente y hacia arriba, arenas masivas, sobre las que suelen desarrollarse enrejados de carbonato que pueden derivar en costras.

Los niveles de gravas silíceas son interpretables como canales de baja sinuosidad, con depósitos en forma de barras de gravas que migran libremente por el lecho. Las arenas masivas son producto de un descenso de la energía del medio y una acreción vertical, reflejando condiciones de llanura de inundación. En conjunto, esta unidad se corresponde con un sistema fluvial bien jerarquizado, de baja sinuosidad, con canales bien definidos, que se mueven lateralmente en la llanura de inundación.

Hacia el techo de la unidad, los tonos rojizos y las concentraciones de pedotúbulos calcáreos devienen dominantes, lo que indica una mayor frecuencia de procesos edáficos (y, por tanto, de interrupciones en la sedimentación). Además, por consideraciones cartográficas y geomorfológicas, se deduce la existencia de una superficie de erosión intramiocena en la parte alta de esta unidad.

En cuanto a edad, y ante la carencia de restos fosilíferos en la Hoja, cabe suponerla de edad Mioceno inferior, por sus relaciones de concordancia y de paso lateral con la unidad infrayacente, a la que también se atribuye dicha edad.

2.1.3. Fangos arcósicos gris verdosos y pardos, con niveles de arcosas gruesas (3). Facies Pedraja del Portillo (Mioceno inferior)

En la Hoja de Tordesillas, esta unidad se dispone de forma aparentemente concordante sobre la anteriormente descrita (Villalba de Adaja), que también es arcósica. Sin embargo, hacia el suroeste, en las vecinas Hojas de Rueda (nº 399) y Castronuño (nº 398), se apoya sobre otras infrayacentes, concretamente sobre la Facies Roja de Toro (unidad 1) y sobre el Paleógeno. Ello es debido a que se emplaza sobre una superficie de erosión (superficie de Alaejos o de Valderaduey, ver capítulo de Geomorfología) desarrollada sobre dichas unidades, por lo que es discordante sobre todas ellas. De todo lo expuesto, se deduce, además, que la Facies Pedraja del Portillo no es un paso lateral de la Facies Villalba de Adaja, como se ha sugerido anteriormente (ver Hojas de Valladolid, nº 372 y de Portillo, nº 400).

Esta unidad se compone de arcosas fangosas gris-verdosas, fangos arcósicos pardos y arcosas gruesas pardo-grises, siempre con abundantes concentraciones calcáreas de origen pedogenético. Es, en conjunto, una unidad de color gris-pardo y que, en contraste con la infrayacente, nunca suele presentar niveles de gravillas cuaríticas ni cementaciones. Lateralmente, hacia el este y noreste (en la vecina Hoja de Valladolid, nº 372), pasa a la Facies Dueñas, margo-yesífera.

La unidad está constituida por secuencias granodecrecientes peor definidas que en las unidades anteriores. El espesor de estas secuencias es inferior a 6 m y están constituidas, de muro a techo,

por arenas microconglomeráticas, arenas de grano medio-fino, y lutitas. Las arenas microconglomeráticas basales suelen ser de color ocre, contienen algún clasto silíceo disperso, de tamaño centimétrico, y pueden presentar, de forma no muy patente, estratificaciones cruzadas en surco, de media escala, conformando cuerpos sedimentarios de geometría lenticular, con la base erosiva y a veces acanalada, con un espesor inferior a 4 m y una extensión lateral inferior a los 50 m. Las arenas que les suceden, de tamaño de grano medio a fino y color ocre-amarillento, son masivas (a veces con estratificaciones y laminaciones cruzadas) y algo cementadas, con morfología tabular o lenticular canalizada, espesores de 1-2 m y extensión lateral no superior a 20 m. Las lutitas superiores son, en sentido estricto, limos arenosos de color ocre-rojizo, a veces marrón, y espesores inferiores a 1 m, algo edafizados y marmorizados, con bioturbaciones y raíces; típicamente presentan concentraciones o nodulillos centimétricos de carbonato cálcico, dispersos en el sedimento, y rizocreaciones o rizolitos alargados preferentemente en la vertical, pudiendo también aparecer láminas de oxihidróxidos de hierro y manganeso. Como término final de las secuencias suelen aparecer caliches de aspecto noduloso y terroso y color variable, rojo-amarillento, con moteados pardos.

Desde el punto de vista sedimentológico, esta unidad representa una gran llanura de inundación surcada por canales fluviales de baja sinuosidad, con carga mixta de arenas microconglomeráticas y arenas de grano medio-fino. Los cuerpos canalizados representan un volumen de sedimentos mínimo en relación con los depósitos típicos de la llanura de inundación, que son los predominantes en la unidad. En conjunto, representa, pues, un sistema fluvial de características algo más distales que el de las unidades anteriores. Las paleocorrientes medidas señalan una dirección de los paleoflujos comprendida entre N40° y N 90°. El desarrollo de horizontes de encostramiento bien formados es indicativo de momentos de interrupciones en la sedimentación, en relación con períodos largos de exposición, y clima árido-semiárido con lluvias estacionales.

En la Hoja de Tordesillas, esta unidad alcanza unos 40 m de espesor máximo, si bien en el oeste no supera los 10-15 m. Le es atribuible una edad Mioceno inferior o Mioceno medio basal, que es la edad atribuida regionalmente a su equivalente lateral: la Facies Dueñas. La Facies Dueñas aflora desde Valladolid hacia el noreste, y es una facies margo-yesífera, lacustre, que puede culminar con calizas. La Facies Dueñas y, por tanto, también la Facies Pedraja del Portillo, suponen el final de un ciclo, como lo acredita la presencia de encostramiento y/o karstificación en su techo. Sobre ella se dispone, discordantemente, la Facies Tierra de Campos.

2.1.4. Limos ocre con paleocanales de areniscas (4). Facies Tierra de Campos (Mioceno medio)

La Facies Tierra de Campos es una unidad terrígena de color ocre, de edad básicamente Mioceno medio, presente en prácticamente toda la mitad centro-septentrional de la Cuenca. En la Hoja de Tordesillas se dispone discordantemente sobre la Facies Pedraja del Portillo, y más al noreste, sobre la Facies lacustre de Dueñas, equivalente lateral de la anterior.

Litológicamente se caracteriza por la presencia fundamentalmente de fangos, y a veces limos, de tonos ocre, con raras intercalaciones discontinuas de calizas limolíticas arenosas, niveles calcimorfos desarrollados sobre dichos fangos y lentejones, de espesor métrico, de grava y arena, con

un relativo alto contenido de cuarzo y de fragmentos de rocas. Estos niveles detríticos incorporan frecuentemente cantos blandos y cantos calcáreos, procedentes de la propia unidad.

Litológicamente, la facies Tierra de Campos consiste en una sucesión de limos arenosos, con intercalaciones de canales de arenas de pequeño espesor. En general, estas litologías se ordenan en secuencias granodecrecientes, frecuentemente incompletas, formadas por arenas basales y limos arenosos encima, que cuando cementadas, lo están por carbonato cálcico.

Las arenas son de grano medio a fino, con escasa matriz, color ocre-amarillento, y ocasionalmente con un alto porcentaje de limo, consistiendo en litarenitas, dado que en su mayor parte están compuestas por más de un 25 % de fragmentos de rocas y un porcentaje bajo de matriz. Estas litologías arenosas presentan estratificaciones y laminaciones cruzadas. La morfología de sus estratos es lenticular, con límite inferior erosivo, espesores máximos de 4 m y extensión lateral no superior a los 25 m.

Los limos son la litología dominante de la unidad y presentan color ocre, rojizo y verdoso, estando compuestos por granos de cuarzo y algún fragmento de roca disperso. Forman cuerpos de morfología tabular, con espesores variables, y gran extensión lateral, con límite inferior neto o, más raramente, gradual desde litologías arenosas, y superior generalmente gradual hacia facies más arcillosas. No presentan estructuras tractivas, pero sí pueden mostrar rasgos post-sedimentarios edáficos, entre los que destacan las concentraciones nodulares de carbonato cálcico y las rizocreaciones o rizolitos alargados verticalmente. También pueden aparecer laminillas de oxihidróxidos de hierro y manganeso.

En la Hoja de Tordesillas, esta unidad muestra espesor variable. El espesor mínimo (10-15 m) se presenta en la parte centro-meridional de la Hoja, mientras que el máximo (30 m) se alcanza hacia el noreste y, sobre todo, noroeste de la misma.

Desde el punto de vista sedimentológico, la Facies Tierra de Campos se interpreta como correspondiente a vastas llanuras de lodos (llanuras de inundación), en las que los lentejones detríticos de grava y arenas representarían canales. En conjunto, este medio sedimentario se habría producido en zonas de poco drenaje o drenaje deficiente (dada la ausencia de encajamiento de canales) relacionadas con un sistema fluvial distal. Estas llanuras de inundación presentarían movimiento lateral de los canales y, en el tiempo, crecimiento vertical. La muy pequeña proporción de los cuerpos canalizados en relación con los depósitos finos correspondientes a la llanura de inundación, indica la existencia de canales aislados, además, con mínimo desarrollo de superficies de reactivación y escasez de depósitos de desbordamiento. Ello indica un tipo de corrientes fluviales, sinuosas, confinadas, y sometidas a ciclos de crecida y estiaje, características probablemente suficientes como para permitir al sistema sedimentario formar un amplio volumen de sedimentos de llanura de inundación. Dentro de estas grandes extensiones de llanuras de inundación habría áreas con ausencia prolongada de sedimentación, lo que generaría procesos de edafización que formarían paleosuelos (costras carbonatadas) en relación con períodos largos de exposición subaérea y un clima árido o semiárido con lluvias estacionales.

En el ámbito de la Hoja de Tordesillas, las medidas de paleocorrientes en los cuerpos canalizados indican paleoflujos de dirección N 40° y N 80°, lo cual puede ser un dato de importancia relati-

va, si se tiene en cuenta la sinuosidad de tales cursos fluviales. Regionalmente, los aportes, según también medidas de paleocorrientes, procederían del NO, O y N, es decir del Macizo Hespérico no granítico y escasamente metamórfico (Zona Asturoccidental - Leonesa, fundamentalmente). Estos sentidos de paleocorrientes se mantienen incluso en el NE de la Cuenca, en los umbrales de La Bureba, lo que parece indicar que este sistema fluvial desaguaba hacia el surco Ebro-Rioja (PINEDA, 1996).

Es frecuente la presencia de marmorizaciones en los limos y arcillas, mereciendo especial atención los situados en el contacto de estas facies con Cuestas. 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 contacto Cuestas-Tierra de Campos, penetrando en la vecina Hoja de Villabrágima. LÓPEZ et. al. (1986) citan la presencia de este paleosuelo con gran continuidad lateral. Este nivel marmorizado puede representar una interrupción sedimentaria generalizada, en el centro de la Cuenca, y/o quizás ser un efecto de alteración debido al encharcamiento de las facies salinas suprayacentes (Facies Cuestas).

Desde HERNÁNDEZ-PACHECO (1915), y por datos paleontológicos de vertebrados, a la Facies Tierra de Campos se le asigna una edad Mioceno medio. Recientemente, PORTERO et al. (1982,1983) y MEDIAVILLA et al. (1996) le asignan una edad Astaraciense fundamentalmente, es decir, Aragoniense superior.

2.1.5. Facies Cuestas (5-8) (Vallesiense)

Limos y arcillas grises (5). Tramo inferior de la Facies Cuestas

El contacto de esta unidad con la infrayacente Tierra de Campos es neto, y se localiza a la base de las laderas, allí donde empieza la campiña. Es de difícil observación, dados los recubrimientos y la extensa explotación agrícola a que están sometidas esas zonas.

La característica cartográfica principal es el tono blancuzco que adquiere mediante alteración superficial, en claro contraste con los colores ocres y rojizos de la unidad infrayacente.

Litológicamente, está constituida por arcillas de color gris verdoso, laminadas, con niveles oscuros de espesor no superior a 0,5 m, muy frecuentes. Algunos niveles arcillosos presentan restos fósiles con gasterópodos, y ostrácodos y caráceas, en niveles tabulares y a lo largo de más de 50 m de continuidad lateral. Dichos niveles representarían áreas de tipo ciénaga con acumulación de materia orgánica.

Limos ocres (6)

En la Facies Cuestas inferior se presentan, esporádicamente, niveles lentejonares de escaso desarrollo y potencia, de limos de color ocre, de características litológicas similares a los de la facies infrayacente de Tierra de Campos. No se presentan asociados a ningún nivel o zona concreta de la columna estratigráfica.

El único nivel de estas características, con entidad cartografiable, se localiza a 1,5 km al NE de la población de Matilla de los Caños, en el centro-sureste de la Hoja. De espesor métrico, se le sigue a lo largo de unos 400 m. Dichos niveles lentejonares podrían representar partes distales de la Facies de La Serna. Esta facies, definida en el norte de la Cuenca, es de características similares a la de Tierra de Campos, y hacia el centro de la misma, pasa lateralmente a la Facies Cuestas.

Calizas y margocalizas (7)

Dentro de la Facies Cuestas, y tanto en el tramo inferior (5) como, sobre todo, en el superior (8), destacan morfológicamente niveles de calizas (7), a veces con gran extensión lateral. Generalmente, presentan colores claros y grises, en ocasiones cremas, con un espesor que no supera los 1,5 m. Los límites superior e inferior son netos, a veces ondulados, con geometría tabular.

Con cierta frecuencia, estos niveles están constituidos por calcarenitas de color blanco, con tamaño de arena fina, formadas por valvas de ostrácodos y conchas de gasterópodos. También presentan geometría tabular, con extensión lateral del orden de la decena de metros, y potencias inferiores a 0,45 m. Con estas características, es notable el nivel existente en las proximidades del P.K.200 de la N-VI.

Calizas, margocalizas, margas y arcillas (8). Tramo superior de la Facies Cuestas

A techo del tramo inferior de la Facies Cuestas (5), y de forma gradual mediante cambio lateral de facies a gran escala, se dispone el tramo superior (8), constituido por margas y arcillas con frecuentes niveles calizos y margocalizos., de los que los más importantes (los que proporcionan resalte morfológico y permiten, por tanto, su control cartográfico) se han diferenciado (7), habiéndose descrito en el apartado anterior.

Los niveles margosos muestran tonos grises, rosados y verdosos, presentándose en niveles tabulares de potencia no superior a los 7 m, y extensión lateral mayor de 300 m. Sus límites de techo y muro suelen ser netos, aunque en algunas ocasiones puedan ser ondulados y, en otras, transicionales. Aunque masivos, pueden mostrar, a veces, laminación horizontal.

Algunas capas presentan una fuerte bioturbación en el sedimento y, con frecuencia, suelen contener en su interior, abundantes restos de invertebrados fósiles, tales como gasterópodos (y sus opérculos), enteros o fragmentados, ostrácodos y caráceas. Estos restos pueden presentarse concentrados horizontalmente, remarcando la laminación.

Sedimentología y edad de la Facies Cuestas

Dentro de la unidad de Facies Cuestas aparecen dos tramos caracterizados por diferentes asociaciones de facies correspondientes, básicamente, a dos medios sedimentarios: lacustre interno

somero y delta lacustre.

En el tramo inferior de la Facies Cuestas (5) se distinguen, sedimentológicamente, tres conjuntos. En la base aparecen arcillas con restos fósiles y bioturbación de aguas someras, que refleja una sedimentación continua y lenta, y que representa una asociación lacustre interna. 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, 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 en algunas zonas) de color ocre, 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, lo que representa una zona de mayor subsidencia en la cuenca hacia esa parte, junto a la ubicación de los depocentros de esta unidad hacia esas zonas.

En el tramo superior de la Facies Cuestas (8) 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. 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, pudiendo haber indicios de retrabajamiento por oleaje típico de la zona marginal del lago.

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 elevación 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), CIVIS et al. (1989 a y 1989 b), corresponden a 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 Ericaceas, Asteraceas, Poaceas y Cistaceas.

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

ÁLVAREZ SIERRA et al. (1986 y 1990), en la parte inferior de la unidad superior de la sección de

Torremorjón (Hoja nº 311: Dueñas), y teniendo en cuenta los restos de micromamíferos, identifican la Biozona *M. ibericus* con *Megacricetodon ibericus* y *Eurozenomys minutus* que representan el tránsito Aragoniense superior-Vallesiense inferior, y *Prolagus oemingensis* que representa sólo al Aragoniense superior. En la parte superior de la misma sección, estos mismos autores identifican la biozona *C. hartenbergeri*, en el Vallesiense inferior, con restos de *Cricetulodon hartenbergeri*, *E. minutus*, *M. freudenthali*, *Ramys PÉREZI*, *P. crusafonti*, *Myomimus cf. Dehmi*, *Eomyops catalaunicus* e *Hipparion* sp.

ÁLVAREZ SIERRA et al. (1990) identifican *Cricetulodon hartenbergeri* en la columna estratigráfica de Tordehumos, en el cuadrante NO de la vecina Hoja de Villabrágima.

Los estudios magnetoestratigráficos realizados en la sección de Torremorjón por RUÍZ et al. (1996) permiten precisar que esta sección abarca una edad comprendida entre los 9,7 m.a. y 10,9 m.a., que está dentro del Vallesiense, según dichos autores.

2.1.6. Calizas con gasterópodos (9). Calizas del Páramo (Vallesiense superior-Turolense)

Las Calizas del Páramo suceden concordantemente (de forma gradual, pero rápidamente) a la Facies Cuestas. Forman, como se ha indicado anteriormente, el techo de la sucesión terciaria de la Hoja y, al mismo tiempo, las altas planicies culminantes de los relieves amesetados característicos de la región.

Esta unidad eminentemente caliza, 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.

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, de forma más frecuente laminaciones paralelas remarcadas por restos fósiles de invertebrados. Estos restos fósiles de invertebrados (gasterópodos, opérculos, enteros y fragmentados, y frecuentemente en forma de moldes), así como ostrácodos y caráceas se acumulan, ocasionalmente, en posición horizontal, marcando la laminación. También son muy abundantes las rizocreciones.

Las margas aparecen de forma escasa en esta unidad, y normalmente aparecen separando los bancos de caliza. Estas litologías 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.

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

LÓPEZ y SANCHÍZ (1982) asignan una edad Turolense-Plioceno para la Facies de Caliza de los Páramos, puesta hoy en duda.

La presencia de *Hipparion*, *Tragoportax* y *Tetralophodon*, en el yacimiento de Tariego de Cerrato (Palencia) indica que la sedimentación de edad turolense está presente aún en la parte alta del terciario de la Cuenca del Duero, según MEDIÁVILLA et al. (1996). Estudios magnetoestratigráficos realizados en la sección de Tariego de Cerrato por RUIZ et al. (1996) 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 multiacintadas y 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 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

Las Calizas de los Páramos y las terrazas del Duero son las principales referencias para ordenar cronológicamente las distintas unidades asignadas al Cuaternario.

Las terrazas están muy poco representadas en la orilla norte del Duero, donde se sitúa la Hoja de Tordesillas, pero en la orilla contraria (y ya en la Hoja de Rueda nº 399) se localizan las secuencias de terrazas más completa del Duero. PÉREZ-GONZÁLEZ (1982) estudió dichas secuencias y estableció un modelo de 14 terrazas fluviales. La realización de la cartografía geológica y geomorfológica de las Hojas de Tordesillas (nº 371) y Rueda (nº 399) ha permitido revisar dicho modelo. La existencia de datos topográficos más precisos, ha posibilitado mejorar la correlación altitudinal de los distintos niveles. Las modificaciones introducidas han sido mínimas, por lo que se ha respetado en lo posible la nomenclatura de PÉREZ-GONZÁLEZ (1982). Estas modificaciones han dado como resultado una mayor coherencia en el seguimiento cartográfico de los niveles de terraza en el conjunto de ambas Hojas. En la Tabla I se muestra el modelo de terrazas propuesto.

PÉREZ-GONZÁLEZ (1982)	Hojas de Tordesillas y Rueda ESTE TRABAJO		Unidades cartográficas de la Hoja de Tordesillas (nº 371) *
TD1 (+141 - 144)	TD1 (+145)		
TD2 (+126 - 134)	TD2 (+135 -141)		
TD3 (+110 - 114)	TD3 (+114 -126)		
TD4 (+102 - 07)	TD4 (+103 - 111)		
		TD4' (+99 - 105)	
TD5 (+96 - 1 00)	TD5 (+96 - 100)	TD5-TD6	
TD6 (+82 - 84)	TD6 (+84 - 92)		
	TD6' (+86 - 91)		
TD7 (+74 - 80)	TD7 (+77 - 83)		
TD8 (+62)	TD8 (+61 - 71)		
TD9 (+54 - 56)	TD9 (+55 - 63)		
TD10 (+40 - 48)	TD10 (+45 - 55)		10 (b)
		TD10' (+41 - 43)	10 (c)
TD11 (+24 - 30)	TD11 (+29 - 34)		10 (d)
TD12 (+18 - 22)	TD12 (+14 - 16)		11 (e)
TD13 (+8 - 12)	TD13 (+5 - 8)	TD12' (+12)	11 (f)
TD14 (+3 - 5)	Llanura de inundación		15 (h)

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

Tabla I: **Modelo de terrazas propuesto para las hojas topográficas a escala 1:50.000 de Tordesillas (nº 371, 15-15) y Rueda (nº 399, 15-16) y su correlación con el modelo de PÉREZ-GONZÁLEZ (1982)**

2.2.1. Pleistoceno

2.2.1.1. Cantos y grava con algunas arenas. Terrazas medias del Duero (10) (Pleistoceno medio y superior)

Los niveles de terrazas más antiguos localizados en la Hoja de Tordesillas conforman una serie de retazos dispersos situados en las proximidades del borde sur de la Hoja. Los tres niveles cartografiados se corresponden con los niveles TD10 (+45 - 55), TD10' (+41 - 43) y TD11 (+29 - 34).

El espesor de estos depósitos de terrazas es de 1,5 a 2 m. Las litologías principales de los clastos son cuarcita (75 - 85 %) y cuarzo (15 - 25 %). También se han localizado algunos cantos de sílex de forma nodular procedentes del Mioceno (Facies Cuestas), lo que ha posibilitado separar las terrazas cartografiadas junto al borde suroeste de la Hoja de las facies rojas de Toro, que son muy similares a las terrazas del Duero. En el este de la Hoja (junto a San Miguel del Pino) se han localizado clastos de calizas, areniscas, microconglomerados y lilitas, todas ellas en proporciones muy bajas y cuya presencia es debida a la influencia del río Pisuerga (OLMO et al., 1982), que confluye con el Duero justo en el borde este de la Hoja.

Los tamaños medios se localizan en la fracción de las gravas gruesas (16 - 64 mm), y el centilo está dentro de la fracción cantos gruesos (128 - 256 mm). La matriz arenosa o limo-arenosa es generalmente escasa (15 - 20 % aproximadamente). Los tamaños bloque (> 256 mm) solamente se localizan en las terrazas situadas al oeste de la Hoja, siendo su procedencia los materiales del Mioceno inferior (facies de Toro) cuya granulometría es más gruesa (PÉREZ-GONZÁLEZ, 1982). Los clastos son subredondeados.

Los afloramientos son de poca calidad, lo que unido a la edafización bastante avanzada de los materiales, hace difícil observar las estructuras sedimentarias originales. Los cantos están imbricados, con inclinación hacia el noreste, lo que también permite diferenciar estas terrazas de las facies rojas de Toro, cuyos cantos suelen presentar inclinaciones justamente en dirección contraria.

Estas terrazas presentan suelos rojos fersialíticos con horizonte cálcico o petrocálcico (Alfisolos). El horizonte superficial es de lavado o eluvial (E o A2), normalmente presenta un espesor de 50-60 cm, pero puede estar parcial o totalmente erosionado, es de color pardo claro. El horizonte de acumulación es argílico (Bt), tiene un espesor de unos 40 cm, de color rojizo (2,5 YR 4/6, 4/8 y 5/6) y presenta cutanes de arcilla delgados y discontinuos (PÉREZ-GONZÁLEZ, 1982). El horizonte inferior es cálcico o petrocálcico, con espesor de 40 cm a 1 m, de color blanquecino y de aspecto masivo, pulverulento, poco cementado en los niveles de terraza más bajos (junto a San Miguel del Pino) y más consistente en los niveles más altos (borde oeste de la Hoja).

La terraza TD11 está parcialmente recubierta por un manto de arenas eólicas más recientes.

Basándose en los yacimientos arqueológicos de Castronuño I (Achelense medio) y Monfarracinos en Toro (Achelense antiguo), que se sitúan en las terrazas TD12 y TD6 respectivamente (SANTONJA Y PÉREZ-GONZÁLEZ, 1984; PÉREZ-GONZÁLEZ et al., 1994), es posible atribuir las tres terrazas que se han descrito al Pleistoceno medio, siendo posible que la más reciente pudiera ser del Pleistoceno

superior.

2.2.1.2. Cantos y gravas con algunas arenas. Terrazas bajas del Duero (11) (Pleistoceno superior)

Estas unidades cartográficas se corresponden con las terrazas TD12 (+14 - 16) y TD13 (+5 - 8) del Duero. Están presentes en el extremo sureste de la Hoja y forman afloramientos más continuos que las terrazas descritas en el apartado anterior. El nivel más antiguo (TD12) está mejor representado en la orilla izquierda, aunque presenta algunos retazos en la orilla contraria. El nivel de más joven (TD13) está mejor representado en la orilla derecha y conforma la vega alta del valle del Duero.

El espesor de estos depósitos de terrazas es de 4 - 5 m. Las litologías principales de los clastos son cuarcita (predominantes) y cuarzo, aunque localmente presentan clastos de otras litologías (calizas principalmente).

Los tamaños medios se localizan en la fracción de las gravas gruesas (16 - 64 mm), y el centilo está dentro de la fracción cantos gruesos (128 - 256 mm). Los clastos son subredondeados. La matriz arenosa o limo-arenosa es generalmente escasa, aunque también aparecen intercalaciones de 10 - 30 cm de espesor compuestas exclusivamente por arenas mal clasificadas (heterométricas), pero con cierto predominio de las fracciones más gruesas.

Estas terrazas presentan suelos pardo-rojizos, estando los horizontes cálcicos poco desarrollados. El horizonte de acumulación argílico (Bt), tiene un desarrollo y espesor variable (20 - 70 cm), de color rojizo (5 YR 5/6, 4/6 y 5/8) y presenta cutanes de arcilla delgados y zonales (PÉREZ-GONZÁLEZ, 1982). El horizonte cálcico (Ck) tiene un espesor reducido de 10 - 20 cm, de color blanquecino, está poco o nada cementado, discontinuo, e incluso a veces la acumulación de carbonato solamente se localiza alrededor de los clastos.

Ambas terrazas están bastante recubiertas por un manto de arenas eólicas más recientes.

Basándose en el yacimiento arqueológico Castronuño I (Achelense medio), que se sitúa en la terraza TD12, es posible atribuir las dos terrazas que se han descrito al Pleistoceno superior (SANTONJA Y PÉREZ-GONZÁLEZ, 1984; PÉREZ-GONZÁLEZ et al., 1994).

2.2.1.3. Gravas y cantos calcáreos angulosos. Glacis (12). (Pleistoceno medio y superior)

Estos materiales forman recubrimientos de reducidas dimensiones en las laderas que descienden del Páramo del Monte de Torozos. Conforman retazos de paleovertientes con morfología de glacis que la erosión ha disectado y aislado.

El espesor de estos depósitos es generalmente muy reducido (30 - 60 cm), no llegando nunca a sobrepasar 1 m de potencia.

Se trata de un depósito de color blanco grisáceo, compuesto por clastos de calizas del Mioceno. El tamaño de los clastos es variable, con predominio de la fracción canto (64 - 128 mm) en los depósitos más proximales y de la fracción grava muy gruesa (32 - 64 mm) en los más distales. El contenido en matriz limo-arenosa es grande (20 - 50 %). Los clastos son de forma planar y subangulosos o subangulosos-subredondeados.

El aspecto general de los afloramientos es más o menos masivo. Cuando la matriz es escasa la textura es clasto - soportada y los clastos están algo imbricados, mientras que cuando ésta es abundante, la textura es matriz - soportada. El depósito muestra una consistencia firme a ligeramente cementado. Los suelos muestran escaso desarrollo, presentando solamente un horizonte A que en ocasiones está más o menos erosionado.

Localmente es posible distinguir dos o incluso tres niveles de glacis encajados unos en los otros, pero como quiera que la preservación de estos recubrimientos es muy pobre, es muy difícil establecer un modelo de encajamiento coherente para el conjunto de la Hoja, por lo que se han cartografiado como una sola unidad.

Debido a que estos recubrimientos no enlazan directamente con los sistemas de terrazas y a que al menos existen dos o tres episodios diferentes de formación de glacis, es difícil establecer unos límites cronológicos para esta unidad cartográfica. En principio y en función de su posición con respecto a los sistemas de terrazas del Duero y sus afluentes se pueden atribuir al Pleistoceno medio y superior.

2.2.1.4. Gravas y cantos calcáreos subredondeados. Terrazas de los ríos Bajoz y Hornija de Peñafior, (13). (Pleistoceno superior)

Estas terrazas están presentes en la orilla derecha de los ríos Bajoz y Hornija de Peñafior. En el río Bajoz solamente se ha identificado la terraza más baja, mientras que en el Hornija de Peñafior existen al menos dos niveles de terrazas. La existencia de terrazas fluviales en el valle del río Bajoz ya había sido señalada previamente en la vecina hoja de Toro (JIMÉNEZ y GARCÍA MARCOS, 1980). La terraza más baja se localiza a unos 3 o 4 m de altura sobre el cauce actual, mientras que la superior lo hace a unos 10 m.

El espesor de estos materiales está comprendido entre 0,5 y 1,5 m. La composición litológica de los clastos es casi exclusivamente caliza (> 95 %) y algo de sílex procedentes de las Calizas de los Páramos y de la Facies Cuestas. Aguas abajo, pueden llegar a incorporar algunos clastos de cuarcita, pero siempre en cantidades muy pequeñas. El tamaño medio de los clastos está comprendido en la fracción de la grava muy gruesa (32 - 64 mm); mientras que el centilo está comprendido en la fracción de los cantos gruesos (128 - 256 mm). La matriz es de arena lutítica, de color marrón y su abundancia es muy variable (10 a 60 %). Los clastos generalmente son subredondeados, aunque los más pequeños pueden ser redondeados.

El aspecto general de los afloramientos es más o menos masivo. Cuando la matriz es escasa los clastos están imbricados, mientras que cuando ésta es abundante la textura es matriz - soportada. El depósito muestra una consistencia firme a ligeramente cementado.

Debido a que estas terrazas no enlazan directamente con los sistemas de terrazas del río Duero, es difícil precisar su cronología. En principio y en función de su posición topográfica se pueden atribuir al Pleistoceno superior

2.2.2. Pleistoceno y Holoceno

2.2.2.1. *Lutitas arenosas con gravas calcáreas. Depósitos de fondos de valle (16). Abanicos aluviales (17). Rellenos de vaguadas aluvial-columial (20). (Pleistoceno superior y Holoceno)*

Todos estos materiales presentan una cierta semejanza, como consecuencia de una procedencia común y de modos de transporte similares. Los depósitos de fondo de valle se sitúan en los valles de los ríos y arroyos afluentes del Duero (Bajoz, Hornija de Peñafior, Los Molinos - Los Juncos, Callones, La Reguera - La Vega). Los abanicos aluviales son poco frecuentes, y se localizan en las salidas de valles secundarios al valle principal. Por último, en las zonas de cabecera de ciertos arroyos secundarios, es posible identificar ciertos rellenos cuyo origen es mixto, ya que los aportes laterales de las laderas se mezclan con los aportes longitudinales de la vaguada.

Junto a la localidad de San Salvador, el cauce del río Hornija se encaja en sus propios aluviones de fondo de valle, siendo posible reconocer estos materiales en todo su espesor (1,5 m). Es posible diferenciar dos tramos claramente distintos.

El tramo inferior mide 0,5 m de espesor, corresponde a las facies de canal y está compuesto por clastos de calizas procedentes de las facies de los Páramos y Cuestas. El tamaño medio de los clastos está comprendido en la fracción de los cantos finos (64 - 128 mm); mientras que el centilo está comprendido en la fracción de los cantos gruesos (128 - 256 mm). La matriz de limo arenoso es poco abundante (< 10 %). Los clastos son subangulosos a subredondeados y están imbricados.

Las facies de llanura de inundación se superponen a las anteriores, y es la parte que suele ser visible en la mayoría de los valles, su espesor es aproximadamente de 1 m. Se trata de una lutita predominantemente limosa con algo de arena, de color marrón grisáceo claro y que contiene hasta un 10 % de clastos calcáreos de la fracción grava fina a muy fina (2 - 8 mm). El aspecto general es masivo. El suelo es de tipo aluvial (*Fluvent*) y presenta un horizonte edáfico superficial (A) de 15 a 20 cm de espesor y de color más oscuro.

Aguas abajo, estos depósitos de fondo de valle pueden llegar a incorporar algunos clastos de cuarcita, pero siempre en cantidades pequeñas

Los abanicos aluviales no muestran buenos cortes donde observar sus características. Superficialmente muestran características similares a las facies de inundación de los depósitos de fondo de valle, si bien su morfología es en abanico o cono.

Los rellenos de vaguada de origen aluvial-columial muestran características similares a las facies de inundación de los depósitos de fondo de valle, pero la morfología del valle suele ser en cuna

en vez de plana. El espesor de los materiales puede alcanzar hasta los 3 m. El tramo inferior compuesto por clastos de calizas procedentes de la facies de los Páramos y Cuestas puede estar ausente. El tamaño medio de los clastos suele ser mayor que en los depósitos de fondo de valle, y son más angulosos. Las facies finas superpuestas es la parte que suele ser visible en la mayoría de los casos, está compuesta por una lutita a veces limosa u otras veces más arcillosa, de color marrón anaranjado a marrón grisáceo claro, e incluso blanquecina cuando hay mucha influencia de la Facies Cuestas, y que contiene pocos clastos calcáreos. El suelo alcanza escaso desarrollo en general, pueden presentar un horizonte edáfico superficial (A) de 15 a 20 cm de espesor y de color más oscuro y en ocasiones un horizonte calcáreo (Ck) de poco desarrollo y aspecto pulverulento, y que se sitúa a una profundidad comprendida entre 0,5 y 1 m.

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

2.2.2.2. Grandes bloques de calizas y margas. Deslizamientos (18). (Pleistoceno superior y Holoceno)

Estos deslizamientos se localizan en el valle del arroyo de Los Molinos - Los Juncos, entre las localidades de Berceo y Berceo.

Es difícil de estimar el espesor de estos materiales, que en cualquier caso debe ser de varios metros. Está compuesto por una mezcla caótica de bloques de tamaño muy variable (hasta 2 o 3 m) de calizas de las facies de los Páramos y una matriz compuesta por las margas de las Facies Cuestas.

Basándose en la relación de posición de estos depósitos con el fondo de valle del arroyo Los Molinos - Los Juncos, se les puede atribuir una edad Pleistoceno superior a Holoceno.

2.2.2.3. Lutitas, arenas, grava y cantos. Coluviones (19). Glacis subactual (21) (Pleistoceno superior y Holoceno)

La mayoría de los coluviones se localizan en zonas próximas a los bordes de los Páramos, sin que falten coluviones en otras posiciones. Por el contrario, los glacis subactuales se localizan próximos a los fondos de los valles de los ríos Bajoz, Hornija de Peñaflo y Duero. Ambos depósitos son recubrimientos poco potentes, originados por la acción de la gravedad (más importante en el primer caso) y la arroyada no concentrada (más importante en el segundo caso) y cuya composición varía en función a la zona de procedencia, que generalmente se localiza muy próxima al depósito.

Junto a los bordes de la Superficie del Páramo se localizan coluviones de características comunes procedentes de los suelos que recubren el Páramo. El espesor de estos coluviones es muy variable, llegando a alcanzar los 2,5 m. Están compuestos por una lutita predominantemente limosa de color marrón claro, algo arenosa y con un 5 - 10 % de gravas calcáreas procedentes de la erosión de las costras calcáreas o caliches que recubren la Superficie del Páramo.

Los coluviones situados por debajo de la formación Calizas de los Páramos presentan características similares a los glaciares descritos anteriormente. El espesor de estos coluviones es muy variable y localmente llega a superar los 2 m. Es un depósito de color blanco grisáceo, compuesto por clastos de calizas. El tamaño de los clastos es variable, con predominio de la fracción grava media (8 - 16 mm). La matriz de arena lutítica es abundante (30 - 40 %). Los clastos son de forma planar y subangulosos o angulosos. La textura es matriz-soportada y la estructura masiva. El depósito muestra una consistencia firme a ligeramente cementado. Los suelos son del tipo rendzina, presentando un horizonte A de color oscuro y unos 20 cm de espesor cuando no está erosionado.

Los glaciares subactuales y los coluviones próximos a los fondos de los valles tienen 1 a 1,5 m de espesor. Están compuestos por arenas lutíticas de color marrón amarillento o rojizo, que contienen entre un 5 a 10 % de gravas de tamaño, composición y grado de redondeamiento variable, en función de la procedencia del depósito.

Se asigna una edad aproximada para estos depósitos de Pleistoceno superior a Holoceno, ya que son claramente posteriores a la fase de formación de glaciares.

2.2.2.4. Arenas bien clasificadas. Manto eólico y dunas (22). (Pleistoceno superior y Holoceno)

La presencia de arenas eólicas en la Cuenca del Duero fue señalada por primera vez por HERNÁNDEZ-PACHECO (1923). Estas arenas conforman una serie de recubrimientos de superficie muy variable y que se localizan a lo largo del borde sur de la Hoja, siendo los más extensos los que se sitúan sobre las terrazas bajas y la llanura de inundación del Duero.

El espesor del manto eólico normalmente es de 0,5 a 1 m, pero se adelgaza hacia los bordes hasta desaparecer por completo. Localmente existen algunas pequeñas zonas de dunas en las que el espesor de estas arenas puede llegar a alcanzar más de 2 m.

Esta unidad está formada por arenas arcósicas bien clasificadas, de color gris pardo claro, el tamaño medio suele estar comprendido en la fracción de las arenas medias (0,25-0,5 mm). La proporción de limo es muy baja y las gravas están ausentes. La estructura es masiva, salvo en las dunas donde pueden presentar estratificaciones cruzadas. La consistencia es suelta.

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

La edad de estas arenas eólicas es Pleistoceno superior (tardiglacial) y Holoceno, ya que se desarrollan principalmente sobre la terraza TD13 y la llanura aluvial del Duero. Esta edad es coherente con los datos aportados por DÍEZ HERRERO et al. (2000), que han realizado dataciones mediante luminiscencia del manto eólico de la Tierra de Pinares (que conforma la continuación hacia el sur de estos depósitos eólicos). Estos autores señalan la existencia de dos fases de depósito: una generalizada entre 12,5 y 9 ka BP (Dryas reciente) y que se prolonga hasta 8,7-7,9 ka BP (Boreal) y otra más restringida en torno a 7 ka BP (periodo Atlántico).

2.2.2.5. *Limos: loess (23). (Pleistoceno y Holoceno)*

Un kilómetro al norte de Robladillo, junto a la carretera a Ciguñuela, existe un pequeño afloramiento (trabajado en una pequeña cantera) de materiales limosos de tipo loess. Alcanzan más de 2,5 m de espesor, y son de color marrón anaranjado claro; están formados exclusivamente por limo grueso y arena muy fina y fina (< 0,25 mm). La estructura es masiva. Presenta una consistencia densa y dura y disyunción columnar característica.

Al realizar la cartografía de la Hoja de Tordesillas se ha visto que este material está presente en las laderas orientadas al NE (y, por tanto, al abrigo de los vientos dominantes) de muchos pequeños valles. No obstante, los afloramientos son raros, y dada la intensa actividad agrícola desarrollada sobre ellos, pueden ser confundidos con suelos.

2.2.2.6. *Arcillas y limos. Depósitos endorreicos y de fondo de dolinas (24). (Pleistoceno y Holoceno)*

Se han agrupado en esta unidad cartográfica distintos depósitos que presentan la característica común de haberse originado en algún tipo de depresión de carácter endorreico o semiendorreico. Estos depósitos pueden dividirse en dos tipologías principales: los depósitos situados en los fondos de grandes dolinas de la Superficie del Páramo y los situados en pequeñas depresiones de la esquina sudoeste del mapa.

Los depósitos de fondo de grandes dolinas forman dos recubrimientos superficiales de forma elíptica y cuyos ejes mayores miden 1.300 y 1.800 m, y los menores 600 y 1.300 m. Se localizan en los parajes denominados Las Navas (Torrelobatón) y Rehoyo (Bercero y Vega de Valdetrongo). No existen afloramientos que permitan realizar una descripción completa de estos materiales. El espesor de estos depósitos es mayor de un metro. En superficie están compuesto por arcillas limosas marrón grisáceo oscuro, con un 5 % de gravas gruesas (32 - 64 mm) y subredondeadas de Calizas de los Páramos.

El resto de los depósitos endorreicos se localizan en la zona suroeste de la Hoja, y son de formas y dimensiones variables, aunque siempre de mucho menor tamaño que las anteriores. Su presencia se asocia a la existencia de extensas llanuras y acciones de deflación eólica. No existen afloramientos que permitan realizar una descripción completa de estos materiales. El espesor de estos depósitos es mayor de un metro. En superficie están compuestos por arcillas o arcillas limosas grises, a veces muy plásticas.

La edad de los depósitos situados en los fondos de grandes dolinas es cuaternario en general y la de los situados en la esquina sudoeste de la Hoja Pleistoceno medio - superior y Holoceno.

2.2.3. Holoceno

2.2.3.1. Limos, arenas, cantos y gravas. Barras de canal (14). Depósitos de llanura de inundación (15). (Holoceno)

Estos depósitos conforman las barras de canal y la vega baja o llanura de inundación del río Duero.

Las barras de canal afloran parcialmente junto al cauce del río. El espesor visible es de 2,5 m, pero el espesor total debe ser de unos 4 o 5 m, sin que se pueda precisar con exactitud. La parte aflorante en época de aguas bajas esta compuesta por arenas gruesas y muy gruesas (0,5 - 2 mm) con un 15 - 25 % de gravas muy finas a medias (2 - 16 mm). Sin embargo, la granulometría de la porción de las barras cubiertas por el agua debe ser más gruesa. La consistencia de estos materiales es suelta.

Las facies de llanura de inundación recubren a las anteriores (menos en los afloramientos contiguos al cauce actual). Están formadas por 1,5 m de limo arenoso pardo. Las arenas son muy finas a finas (0,064 - 0,25 mm). El aspecto es generalmente masivo, aunque localmente puede contener algún lentejón de espesor centimétrico de gravas finas a medias. La consistencia es suelta, y presentan suelos aluviales profundos, en lo que a su profundidad efectiva se refiere, pero de escaso desarrollo edáfico (*Fluvents*).

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. FACIES ROJA DE TORO

En el conjunto de la Cuenca del Duero, esta facies o sus equivalentes (Conglomerados de Belver, Facies Aspariegos, etc.) nunca han proporcionado fósiles. Todos los autores son unánimes en situarlas en el Mioceno inferior, ya que la Facies Roja de Toro yace discordante sobre el Paleógeno, y está recubierta, sobre todo, por la Facies Tierra de Campos, datada en el Mioceno medio.

3.2. FACIES VILLALBA DE ADAJA

En la Hoja de Portillo (nº 400), esta facies se asocia con la de Pedraja de Portillo. En el apartado de Estratigrafía de la presente Hoja de Tordesillas ya se ha indicado que la Facies Villalba de Adaja presenta un cambio lateral de facies con la Facies Roja de Toro, y que la de Pedraja del Portillo yace discordantemente sobre ella.

En dicha Hoja de Portillo, los autores de la misma atribuyen para el conjunto Villalba – Pedraja, y conforme al estudio de micromamíferos fósiles en las Hojas de Valladolid (nº 372) y Cigales (nº 343), una edad comprendida entre Orleaniense (Mioceno inferior) y Límite Astaraciense-Vallesiense (Mioceno medio-superior). Por las relaciones estratigráficas ya indicadas, debe atribuirse a la Facies Villalba de Adaja una edad Mioceno inferior, sin más precisiones.

3.3. FACIES PEDRAJA DEL PORTILLO

Dado el carácter infrayacente de esta facies respecto a Tierra de Campos (datada como Mioceno medio, ver más adelante), así como el cambio lateral de facies entre Pedraja del Portillo y Dueñas (datada ésta como Mioceno inferior en otras partes de la Cuenca), hay que atribuir una edad Mioceno inferior para la Facies Pedraja del Portillo.

3.4. FACIES TIERRA DE CAMPOS

3.4.1. Hojas vecinas de Valladolid y de Cigales

Previamente a la realización de esta Hoja 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 (Mioceno medio, Aragoniense superior).

Simancas 2

Zona de muestreo situada unos metros por encima de Simancas 1. La fauna presente es similar a Simancas 1, es decir, Astaraciense (Mioceno medio, Aragoniense superior).

Cistiérniga

Yacimiento situado en el mismo nivel, aproximadamente, que el siguiente nivel de Fuensaldaña. Se han reconocido *Megacricetodon crusafonti* (FREUDENTHAL), *Megacrice todon aft. Minor* (LARTET), atribuyendo esta asociación al Astaraciense superior (Mioceno medio-alto, Aragoniense 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 (Mioceno medio-alto, Aragoniense superior).

3.4.2. Hoja de Villabrágima

En la Hoja de Villabrágima, se estudiaron diversos puntos en la localidad de Tordehumos (TH), 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. Señalan que TH 1 es una facies detrítica.

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

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

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

3.4.3. Hoja de Tordesillas

En la 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 2 m, tomándose la muestra hacia la mitad.

Los resultados del estudio de esta muestra han sido negativos.

3.4.4. Resultados: Edad

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

3.5. FACIES CUESTAS

3.5.1. 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).

3.5.1.1. 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).

3.5.1.2. Hoja de Valladolid

Yacimiento de Zaratán

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.
- Gliiridae nov. Gen. Aff. *Peridyromys multicrostus* de BRUIJN
- *Megacricetodon* aff. *Minor*
- El nivel faunístico 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 ("ciénaga") de la base de la Facies Cuestas. Se ha podido determinar:

- Erinaceidae cf. *Galerix*
- *Prolagus* sp.
- Gliiridae nov aff. *Peridyromys multicrostus*, de BRUIJN
- *Cricetodon* gr. *Jotae-aguirrei*
- Cricetodontinae indet.
- Edad: Astaraciense superior.

3.5.1.3. Hoja de Villabrágima

Dentro del contexto de realización de la Hoja de Villabrágima, y a la salida de la localidad de Villabrágima hacia Castromonte, a unos 2 km del primer pueblo, en el primer cerro acarcavado a la izquierda del camino, se tomó muestra de un nivel oscuro de margas (Facies Cuestas) situada en la parte superior de la colina por debajo de un nivel de caliche.

Los resultados del muestreo son los siguientes:

- 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), podría corresponder a *Megacricetodon collongensis-crusafonti-ibericus*, comprendidas entre el Aragoniense superior y el Vallesiense inferior.
- Micromamíferos indeterminables: Un fragmento de esmalte de diente. Un fragmento de diente (¿lagomorfo?).
- Microvertebrados indeterminables: Algunos huesos largos.

También se han encontrado: Placas que podrían corresponder a ostrácodos, algunos gasterópodos y restos de peces (una vértebra y dos dientes).

3.5.2. Macrovertebrados

3.5.2.1. Hoja de Cigales

Hay varios yacimientos, ya citados por HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1930), en la localidad de Fuensaldaña (yacimientos de "Los Cotanillos", "Cerro de la Horca", de la "Loma" y el de la "Fuente de la Cueva"). En estos yacimientos cita: *Dicerorhinus sansaniensis* LARTET, *Dicerorhinus simorrensis* LARTET, *Dinotherium levius* JOURD, *Trilophodon angustidens* CUV, *Servidentinus lusitanicus* B.I.C. y *Tetralophodon longirostris* KAUP. A partir de esta asociación, atribuye una edad Vindoboniense medio (aproximadamente, Astaraciense, Aragoniense superior).

También han aparecido restos de *Testudo bolivari*, cuya edad sería Astaraciense superior (Aragoniense superior).

3.5.2.2. Hoja de Tordesillas

En la Hoja de Tordesillas, en el cerro de Villavieja del Cerro, fueron descubiertos, en 1986, los restos de un mastodonte en la base de la Facies Cuestas, lo que sirve para acotar la edad tanto de la unidad infrayacente, Tierra de Campos, como la edad del muro de la Facies Cuestas.

JIMÉNEZ et al. (1993) clasifica los restos como *Gomphotherium angustidens*. MAZO y JORDÁ (1997) revisan los restos depositados en el Museo Provincial de Valladolid reclasificándolos como *Tetralophodon longirostris* (KAUP), lo que indica una edad de Aragoniense superior (MN 8).

Como resumen, se puede decir que el muro de la Facies Cuestas tiene una edad como mínimo de Aragoniense superior (MN 8).

3.5.3. 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.

3.5.4. Caráceas

Del estudio de caráceas realizado en los mismos puntos de los análisis palinológicos en zonas limítrofes a la presente Hoja, las especies reconocidas presentan una 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 representan tanto Tierra de Campos, como Cuestas o Páramo.

3.5.5. 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 el carácter del medio, el cual sería mesosalino.

3.5.5.1. Hoja de Tordesillas

Durante la realización de la Hoja, se ha muestreado una serie que se ha denominado Velilla. La serie se sitúa 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.- Nivel inferior: Capa muy cementada de color marrón, de unos 50 cm de espesor; es el primer nivel basal que contiene gasterópodos

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 reconocible).

11. B.- Nivel 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.

Fauna de invertebrados y vertebrados:

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

11. C.- Nivel superior: Se toma una muestra en la parte más superior del corte que es un nivel muy cementado de color marrón que contiene gasterópodos.

Fauna de invertebrados y vertebrados:

- Gasterópodos: Muchos.

- Peces: 8 dientes.

En resumen, no se ha encontrado fauna determinativa en cuanto edad.

3.6. CALIZAS CON GASTERÓPODOS. CALIZAS DEL PÁRAMO

No se ha encontrado fauna significativa ni en la Hoja ni en la región. Tradicionalmente, se les ha asignado 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 las interpretaciones del subsuelo, 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 815 y 1.120 m, de los que 500-570 m corresponden a materiales sintectónicos (de edad básicamente, paleógena) y 315-550 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 la Hoja, no se han encontrado estructuras (fallas, pliegues, etc.) demostrativas de su existencia. Cabe, sin embargo, mencionar la presencia de lineamientos, a los que se asocian anomalías geomorfológicas, de interés a este respecto.

Probablemente, el lineamiento más notable se sitúa en la parte central de la Hoja, y viene marcado por el arroyo de Juncos. Este arroyo forma un estrecho valle, relativamente recto, entre relieves de Páramo, con laderas empinadas, caracterizadas por la presencia de abundantes deslizamientos de ladera, entre las poblaciones de Becero y Berceruelo. Todos estos datos geomorfológicos sugieren un relativamente rápido encajamiento vertical de dicho arroyo en los materiales terciarios, que quizá se ha podido ver favorecido por la existencia de una falla de zócalo, de dirección NE-SO.

Son frecuentes en los alrededores de la presente Hoja algunos lineamientos de dirección NE-SO, que afectan a una gran parte de la Cuenca del Duero y que probablemente corresponden a fal-

las de zócalo. El lineamiento Pisuerga-Arlanzón, que se extiende desde precisamente Tordesillas, por Valladolid hasta Burgos, es el más notable de todos ellos, y en la Hoja de Tordesillas corresponde al tramo del Duero representado en la esquina SE. Otro lineamiento comparable en importancia es el que limita los relieves tabulares típicos de la parte centro-oriental de la Cuenca del Duero, y que se situaría al norte de la presente Hoja: este lineamiento quizá condicionó, incluso, el depósito de las facies lacustres del Mioceno superior (Facies Cuestas y Páramo).

5. GEOMORFOLOGÍA

5.1. DESCRIPCIÓN FISOGRÁFICA

La submeseta septentrional, donde se enclava la Hoja de Tordesillas, se caracteriza por presentar altitudes relativamente elevadas (700 a 1.000 m) y, en contraposición, una amplitud o energía del relieve pequeña.

La elevada altitud condiciona que las temperaturas sean ligeramente bajas, con medias anuales próximas a los 12 °C (Tabla II). La variación anual de temperatura es importante, siendo enero (media 4 °C) y julio (media 21 °C) los meses más extremos. La época libre de heladas tiene una duración más bien corta (4 a 5 meses). La precipitación media anual es escasa (390 a 440 mm), con una variabilidad estacional moderada. El clima es mesotérmico, y de semiárido a seco-subhúmedo (mediterráneo). El verano es templado. La estación seca se produce en el verano y la lluviosa está adelantada, ya que ocurre en el otoño. Existe un exceso de agua moderado durante el invierno y una falta de agua en verano también moderada.

ESTACIÓN	T0	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
ZAMORA	12.5	18.0	7.0	388	66	117.7	5.4	13.2	38.2	50.5	82.4	2625
VALLADOLID	12.0	18.5	5.9	442	63	118.9	8.8	16.9	46.3	67.0	82.2	2544

Tabla II: Valores Climatológicos Normales (1961-1990)
 en Zamora (Alt. 667 m; Lat. 41° 29' 56"; Long. 51° 45' 20")
 y Valladolid Observatorio (Alt. 735 m; Lat. 41° 38' 40"; Long. 41° 46' 27").

Fuente: MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTE Y MEDIO AMBIENTE
 DIRECCIÓN GENERAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA, 1995.

T°= Temperatura media anual (°C)

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

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

R = Precipitación anual media (mm)

H = Humedad relativa media (%)

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

DN= Número medio anual de días de nieve

DT= Número medio anual de días de tormenta

DF= Número medio anual de días de niebla

DH= Número medio anual de días de helada
DD= Número medio anual de días despejados
I = Número medio anual de horas de sol.

Existe cierto paralelismo entre las facies que presentan los materiales del Mioceno de la Hoja y las unidades fisiográficas correspondientes, de tal modo que las primeras tomaron nombre de las segundas (HERNÁNDEZ-PACHECO, E. y DANTÍN CERECEDA, J., (1915). De este modo pueden considerarse cuatro grandes unidades fisiográficas para la Hoja:

Páramos. Conforman un conjunto de amplias mesetas que se sitúan a una cota muy homogénea (830 - 840 m) y que reciben el nombre local de Montes de Torozos. Esta amplia planicie hace de culminación del relieve, de modo que las demás unidades se sitúan topográficamente por debajo de ella. La densidad de la red de drenaje es muy baja, ya que apenas se encuentra disectado. La litología característica de la unidad es las Calizas de los Páramos.

Cuestas. Constituye las laderas de enlace entre los Páramos y la Tierra de Campos o Campiña. Ocupa por lo tanto cotas intermedias (desde 710 - 730 m hasta los 830 m). Las diferencias de cotas de estas laderas superan ligeramente los 100 m. Su morfología es generalmente cóncava o recta, aunque en detalle alcanzan cierta complejidad. La densidad de la red de drenaje es alta e incluso muy alta o acarcavada. Su litología más característica es la de las facies homónimas: lutitas margosas con algunas intercalaciones de niveles calizos. En la base puede llegar a incluir parte de las facies de Tierra de Campos (fangos y arenas), ya que las relaciones de correspondencia entre facies y unidades fisiográficas no es completamente biunívoca.

Campiñas o Tierra de Campos. Está formada por llanuras o planicies alomadas, a veces escalonadas. Se sitúa a cotas relativamente bajas (700 - 730 m). La amplitud o energía del relieve es siempre muy pequeña (inferior a los 50 m) y la densidad del drenaje es de baja a media. La litología característica es la de la facies del mismo nombre: fangos con niveles de arenas, pero también incluye los conglomerados de matriz arenosa de las facies rojas de Toro y algunas terrazas fluviales.

Riberas o Vegas. Son llanuras o planicies de origen fluvial. Se sitúan en cotas siempre bajas (680 m para la vega del Duero, y 720-740 m en sus afluentes, como, por ejemplo, el valle del Hornija). La amplitud o energía del relieve y la densidad de drenaje son siempre bajas. Su litología característica es la de la de los aluviones que le dan origen: gravas, arenas y limos.

Los usos del suelo se adaptan a las características de cada terreno y dan nombre a las tres comarcas principales de la región, en las que se enmarca la Hoja. Los Páramos y Tierra de Campos son las unidades predominantes al norte del Duero, y se dedican al cultivo de cereal de secano, por lo que la comarca toma el nombre genérico de Tierra del Pan. Al sur del Duero predominan las terrazas sobre las que se localizan suelos aptos para el cultivo de la vid (suelos rojos fersialíticos con horizonte cálcico o petrocálcico), y la comarca toma el nombre de Tierra del Vino. En los límites de las provincias de Valladolid y Segovia abundan las arenas eólicas (que tienen una rep-

resentación más reducida en la Hoja de Tordesillas); estas arenas presentan un suelo pobre (Arenosoles) que se aprovecha para la explotación forestal de pino resinero y piñonero (*Pinus pinaster* y *Pinus pinea*), por lo que la comarca se conoce como Tierra de Pinares o Tierrapinares.

5.2. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO

5.2.1. Estudio morfoestructural

La arquitectura geológica del substrato condiciona la presencia de uno de los rasgos principales de la Hoja: La Superficie del Páramo. Se trata de una amplia meseta que se sitúa a una cota muy homogénea (830 - 840 m) y que recibe el nombre local de Montes de Torozos. La litología que da origen a la unidad es la denominada Calizas de los Páramos.

Tal y como ha sido indicado en el apartado de Estratigrafía, las Calizas de los Páramos de la Hoja de Tordesillas son atribuibles al Páramo 1, por lo que no representan la culminación del relleno de la Cuenca del Duero o sediplano de colmatación, ya que sobre ellas se superponen (al este y fuera de la Hoja) un nivel detrítico y otro nivel de calizas (Calizas del Páramo 2). De este modo, la Superficie del Páramo representa una superficie de origen poligénico pero con un marcado control estructural, y que presenta una evolución edáfica compleja e importantes retoques erosivos, sobre todo de tipo kárstico (ver los apartados de formaciones superficiales, formas kársticas y evolución dinámica).

La destrucción de la Superficie del Páramo da lugar a que se desarrollen sobre niveles calcáreos estratigráficamente más bajos, pero próximos a las Calizas del Páramo, replanos estructurales en forma de rellanos en graderío de extensión reducida. Estos replanos estructurales alcanzan su mayor desarrollo hacia el noroeste de la Hoja.

Ambos tipos de superficies quedan colgadas en forma de mesetas y graderíos sobre los valles circundantes, siendo el enlace entre ellas y las laderas un escarpe de origen estructural de altitud e inclinación moderada.

La erosión hídrica de estos escarpes estructurales hace que dichos relieves lleguen a quedar desgajados de las mesetas principales, y se formen cerros cónicos, que en la región se denominan "mamblas".

En el suroeste de la Hoja, a cotas próximas a los 700 - 710 m, se localizan los restos de una superficie plana a ligeramente ondulada. Coincide con la discontinuidad estratigráfica que separa las Series Rojas del Mioceno inferior (Facies Roja de Toro y Facies Villalba de Adaja) de otras series miocenas (Facies Pedraja del Portillo, Mioceno inferior, y Facies Tierra de Campos o Series Ocreas, del Mioceno medio), y que regionalmente constituye la denominada Superficie de Valderaduey de MARTÍN-SERRANO (1988). Esta superficie se prolonga como superficie de erosión hacia el oeste sobre el resto del Terciario más antiguo, e incluso sobre el propio zócalo hercínico, y a ella se asocian procesos de alteración con disolución de sílice, argilización y carbonatación. Son precisamente estos procesos de alteración, junto con la mayor granulometría y cementación que suelen presentar los materiales infrayacentes de los suprayacentes, lo que origina su mayor resisten-

cia relativa a la erosión y permite clasificarla como una superficie estructural degradada resultante de la exhumación de una discontinuidad estratigráfica miocena.

5.2.2. Estudio del modelado

5.2.2.1. Laderas

Las laderas de la Hoja son el resultado del encajamiento de la red fluvial cuaternaria sobre la Superficie del Páramo y, desde un punto de vista muy general, se trata de laderas de lavado, de perfil cóncavo y dominadas por escarpes estructurales de altura e inclinación moderadas. Sin embargo, en detalle, estas laderas presentan una morfología compleja como resultado de la existencia de diversas fases de regularización y disección.

Existe una primera generación de laderas a la que se asocian restos de glacis (ver el apartado de formas poligénicas) y paleovertientes que unían directamente los escarpes estructurales con los fondos de los valles. Esta primera generación de laderas aparece intensamente erosionada y disectada.

La segunda generación de vertientes, que es la dominante, se desarrolla a partir del encajamiento de pequeños arroyos y barrancos, ortogonales a los valles principales, que se encajan en las laderas de primera generación. Estas laderas son claramente asimétricas: las orientadas hacia el norte y noreste suelen presentar una regularización generalizada que da lugar a vertientes muy tendidas, mientras que las orientadas hacia el sur y suroeste son más abruptas y están intensamente erosionadas, llegando incluso a presentar cárcavas.

Esta disimetría, que ha sido señalada en numerosos valles del cuadrante suroccidental de la submeseta septentrional, se presenta a diversas escalas. Parece evidente que los efectos topoclimáticos de orientación de las vertientes han jugado un papel importante en este fenómeno de disimetría, tal y como ya ha sido apuntado por otros autores (OLMO Y PORTERO, 1982; PÉREZ-GONZÁLEZ et al., 1994; MUÑOZ JIMÉNEZ y TANARRO GARCÍA, 2000), ya que son los valles de orientación norte - sur, que reciben la misma insolación en ambas vertientes del valle, los que no suelen presentar disimetría. El efecto topoclimático ha sido atribuido en la cuenca alta del Duratón a fenómenos de tipo periglacial o crionival, sin que se indiquen evidencias concluyentes que sostengan dicha afirmación (MUÑOZ JIMÉNEZ y TANARRO GARCÍA, 2000). Sin embargo, la principal característica climática del cuadrante suroccidental de la submeseta septentrional es la escasez relativa de precipitaciones, como consecuencia de la barrera orográfica que supone el Sistema Central. Además, la presencia de fenómenos de erosión intensa (cárcavas) en las laderas orientadas al sur y suroeste (sometidas a una insolación y evapotranspiración superior), permite apuntar que podría tratarse de un efecto topoclimático de aridez como consecuencia de un mejor asentamiento de la vegetación, y en consecuencia una mejor protección contra la erosión, en las laderas orientadas hacia el norte y noreste frente a las orientadas al sur y suroeste.

Los movimientos en masa del tipo deslizamiento solamente se han detectado en las laderas del valle del arroyo de Los Molinos - Los Juncos, entre las localidades de Berceo y Berceo. Se trata de un valle encajado en la Superficie del Páramo y con diversos rasgos juveniles (sin desar-

rollo de valles afluentes, sin terrazas, con fondo de valle estrecho, etc.), lo que explica la presencia de estos deslizamientos. Se pueden reconocer hasta un total de cuatro grandes deslizamientos de tipo rotacional (tres en la orilla derecha del valle y otro en la izquierda) que afectan a las laderas en todo su desarrollo (300 - 450 de longitud y 65 - 85 m de desnivel) y que implican fundamentalmente a los materiales margosos de la Facies Cuestas y arrastran en cabecera a las Calizas de los Páramos. La anchura de estos deslizamientos es bastante importante, presentando dimensiones comprendidas entre 400 y 1.500 m.

Tal y como ya se ha señalado al describirlos en el capítulo de Estratigrafía, los coluviones, que no son demasiado frecuentes en la Hoja, ocupan tres posiciones geomorfológicas principales: a) junto a los bordes de la Superficie del Páramo, y que proceden del arrastre y acumulación de los suelos que recubren dicho Páramo, b) situados por debajo de la formación Calizas de los Páramos, y que presentan fundamentalmente clastos de esta formación, y c) en posiciones próximas a los fondos de los valles, y que suelen estar formados por materiales detríticos de granulometría variable procedentes de las laderas superiores.

5.2.2.2. Formas fluviales

Después de las formas estructurales, son las formas fluviales las que mejor definen el relieve de la Hoja, ya que son muy abundantes y variadas.

Los ríos y arroyos afluentes del Duero (Bajoz, Hornija de Peñafior, Los Molinos - Los Juncos, Callones, La Reguera - La Vega) presentan un fondo de valle o vega de forma llana y generalmente de anchura moderada (150 a 600 - 700 m), aunque localmente pueden alcanzar mayor anchura (hasta 1 km en Villalar de los Comuneros). El canal o *talweg* es de pocos metros de anchura y suele estar ligeramente incidido entre 1 y 1,5 m en este fondo de valle. Estos canales suelen estar muy modificados por la acción antrópica, ya que se desvía buena parte de su caudal para la irrigación de los cultivos y han sido excavados y encauzados en diversos lugares.

El fondo de valle del Duero (y del Pisuerga en el borde este de la Hoja) con una anchura comprendida entre los 700 y los 1.500 m, presenta una llanura aluvial recorrida por un solo cauce activo de trazado meandriforme. Las barras de canal, visibles en aguas bajas, son longitudinales y se suelen localizar aguas abajo de las pequeñas presas para los antiguos molinos y centrales eléctricas y en las márgenes convexas de los meandros (*point - bars*).

Tanto en el valle del Duero como en los del Bajoz y Hornija de Peñafior, existe una primera terraza que se solapa con el fondo de valle o la llanura de inundación, y que conforma una vega alta. Sobre esta primera terraza, y rara vez conectados con el fondo de valle, se encuentran algunos abanicos aluviales de poco desarrollo.

Al sur del Páramo de los Montes de Torozos (al norte del arroyo de Los Molinos, en Bercero, y junto a Villavieja del Cerro, en Tordesillas) se localizan también algunos abanicos aluviales, pero que finalizan sin llegar a conectar con el resto de la red de drenaje o con la vega alta. Estos abanicos, que se asocian a la presencia de cárcavas y arenas eólicas, representan un claro indicador de aridez climática.

Las demás terrazas se encuentran colgadas con respecto a la vega o fondo de valle de los ríos. Las del río Duero están generalmente muy poco y mal representadas en la orilla norte o derecha del río, y por lo tanto en la Hoja de Tordesillas. Los tres niveles de terrazas cartografiados se corresponden con los niveles TD10 (+45 - 55), TD10' (+41 - 43) y TD11 (+29 - 34) (ver la Tabla I).

En el valle del Hornija de Peñafior existen también algunos retazos de un nivel de terrazas colgado, y que se sitúa a unos 10 m sobre el cauce actual.

La densidad de la red de drenaje es, salvo en las zonas acarcavadas, media a baja, siendo los cursos de agua (*talwegs*) poco incididos, e incluso dando lugar a valles en cuna con relleno aluvial - coluvial.

Las cárcavas son frecuentes en las partes altas y más abruptas de las laderas, sobre las margas de las Facies Cuestas, y en especial cuando las orientaciones de las laderas son hacia el sur y suroeste. Algunas de estas cárcavas han sido estabilizadas recientemente mediante trabajos de repoblación forestal.

5.2.2.3. Formas kársticas

Se desarrollan sobre la Superficie del Páramo y afectan a la formación Calizas de los Páramos. Se trata de un karst en meseta en el que la escasa potencia de los estratos calcáreos condiciona el desarrollo muy limitado del karst.

Las calizas presentan en ocasiones tubos y perforaciones verticales de 4 a 5 cm de diámetro y de recorrido algo sinuoso. Asociado a estos tubos puede existir cierta rubefacción de la roca y algunos restos de lutitas de color rojo intenso (*terra rossa*). Estos tubos de disolución atraviesan completamente el estrato de calizas y no coinciden con planos de debilidad de la roca, por lo que deben haberse desarrollado a partir de una bioturbación por raíces.

Estos procesos de bioturbación - disolución - rubefacción no solamente aparecen en las calizas aflorantes, sino que también están presentes en estratos situados a 2 e incluso 3 m de profundidad. En ocasiones, estas calizas karstificadas aparecen cubiertas por 2 - 3 m de margas blanquecinas (a veces ligeramente amarillentas por alteración), muy ricas en carbonatos y a las que se superpone un caliche, lo que ha llevado a que algunos autores interpreten las margas superpuestas como productos de alteración (PÉREZ-GONZÁLEZ, 1982). Sin embargo, en otros emplazamientos se puede observar cómo sobre estos niveles de calizas karstificadas y de margas, se apoya un nuevo paquete de calizas, por lo que en realidad las margas harinosas son intercalaciones situadas entre capas de calizas.

En cuanto a las macroformas de origen kárstico cartografiables, se han diferenciado tres tipos básicos de dolinas. Las dolinas de menor tamaño presentan diámetros de rango decamétrico y profundidades decimétricas, y rara vez métricas. Sus bordes son muy difusos, por lo que apenas se percibe su presencia en el campo. Se presentan formando agrupaciones desordenadas y suelen presentar un suelo ligeramente más claro que el resto de la Superficie del Páramo, lo que

facilita su reconocimiento en las fotografías aéreas.

Las dolinas de tamaño medio presentan diámetros de rango hectométrico y también son poco profundas, de apenas un metro o poco más. Su borde es muy difuso y no suelen presentar relenos o rasgos superficiales característicos, por lo que su reconocimiento en el campo es difícil, aunque suelen apreciarse bien en las fotografías aéreas.

Además, existen otras dos grandes dolinas de fondo plano o artesa y cuyos bordes son muy netos. Estas grandes dolinas se localizan en los parajes denominados Las Navas (Torrelobatón) y Rehoyo (Bercero y Vega de Valdetronco). Sus ejes mayores miden 2100 y 1600 m y los menores 1500 y 900 m, respectivamente. La profundidad de estas dolinas es mucho mayor que en los casos anteriores, ya que supera los 5 m, por lo que su desarrollo no solamente afecta a los estratos de calizas, sino que también afecta a los niveles de margas intercalados, tal y como se aprecia claramente en la depresión de Las Navas (Torrelobatón).

Estas dolinas presentan también unos valles secos, de bordes difusos y que drenan hacia ellas. Estos valles secos se desarrollan en dirección noreste. Además, las dolinas siguen una alineación también noreste, y que se continua en la vecina hoja de Villabragima (n° 342) con otra serie de grandes dolinas de iguales características. La presencia de esta alineación morfológica (que también se manifiesta en la disposición de diversos cursos fluviales de la Hoja), el que su desarrollo afecte a niveles potentes de margas grises intercaladas entre las calizas y, el hecho de que no existan formas intermedias entre estas grandes dolinas de borde neto y las de menor tamaño de borde difuso, sugiere que existe un importante control estructural en la génesis de las mismas.

5.2.2.4. *Formas eólicas*

La presencia de un manto de arenas de origen eólico es la característica más significativa de la acción eólica de la zona, cuya presencia en el ámbito regional fue señalada por primera vez por HERNÁNDEZ-PACHECO (1923). Dicho manto conforma una serie de recubrimientos de tamaño muy variable y que se localizan a lo largo del borde sur de la Hoja, siendo los más extensos los que se sitúan sobre las terrazas bajas y la llanura de inundación del Duero. El espesor del manto eólico es generalmente muy pequeño (0,5 a 1 m), por lo que no presenta una morfología propia, sino que se adapta a las morfologías subyacentes. Este hecho ha aconsejado el respetar en la cartografía geomorfológica las formas subyacentes al manto (terrazas y sus escarpes), pero mantener el color de fondo correspondiente a la formación superficial de las arenas eólicas.

Localmente, cuando el manto de arenas presenta un espesor algo mayor, aparecen algunos pequeños campos de dunas. Se trata de pequeñas dunas transversales cuya altura nunca llega a superar los 2 m.

En las laderas de muchos valles secundarios orientadas al norte o al noreste, es decir, al abrigo de los vientos dominantes, se encuentran depósitos de loess de espesor métrico.

A lo largo del borde sur de la Hoja existen una serie de depresiones semicerradas que han sido interpretadas como cubetas de deflación.

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

5.2.2.5. *Formas endorreicas y lacustres*

Los fondos de las grandes dolinas situadas en los parajes de Las Navas (Torrelobatón) y Rehoyo (Bercero y Vega de Valdetronco), no presentan las características propias de un depósito de origen kárstico, esto es, no constituyen el residuo de la disolución del carbonato, sino que presentan más bien las características de un depósito ligeramente transportado y acumulado en una depresión endorreica. De hecho, en la depresión de Las Navas (Torrelobatón), se ha construido una conducción subterránea (con pozos de acceso verticales) que drena el fondo de la dolina y facilita su uso agrícola, por lo que no cabe la menor duda sobre su funcionamiento endorreico en un pasado reciente.

Otros focos endorreicos se localizan en la zona suroeste de la Hoja, y son de formas y dimensiones variables, aunque siempre de pequeño tamaño. Su presencia se asocia a la existencia de extensas llanuras y acciones de deflación eólica. Su alimentación es principalmente pluvial, y su régimen natural es estacional (lavajos o bodones), aunque la mayor parte de ellas se encuentran desecadas en la actualidad. Como quiera que su origen está asociado a las acciones de deflación eólica, su edad puede estar comprendida entre el Pleistoceno medio y el Holoceno.

5.2.2.6. *Formas antrópicas*

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

Otras modificaciones de incidencia puntual pero muy intensa es la creación de huecos de canteras y graveras, la construcción de diques o presas en el río Duero para aprovechar la energía hidráulica en molinos y centrales eléctricas, y la construcción del canal de drenaje subterráneo (con pozos de acceso verticales) que drena el fondo de la dolina o depresión de Las Navas (Torrelobatón).

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

5.2.2.7. *Formas poligénicas*

Se ha asignado como glaciais una serie de superficies suavemente inclinadas que descienden desde

los relieves principales hacia los valles, en especial hacia el del Duero. Hay que destacar la existencia de una serie de glacis de erosión en el extremo sur de la Hoja y que se encajan unos pocos metros en la superficie estructural degradada denominada regionalmente Superficie de Valderaduey (MARTÍN-SERRANO, 1988), estos glacis son el resultado de una regradación erosiva de dicha superficie y originan un conjunto de relieves de culminación llana y planta alargada, que suelen denominarse "tesos" en la comarca.

Los glacis conforman retazos de paleovertientes que la erosión ha disectado y aislado, y se localizan en las laderas que descienden del Páramo del Monte de Torozos. Localmente, es posible distinguir dos o incluso tres niveles de glacis encajados unos en los otros, pero como quiera que están muy degradados, y además no enlazan directamente con los sistemas de terrazas, es muy difícil establecer un modelo de encajamiento coherente para el conjunto de la Hoja.

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

Los glacis subactuales se localizan próximos a los fondos de los valles y enlazan con la primera terraza o vega alta de los ríos Hornija y Duero.

5.2.3. Formaciones superficiales

Las principales formaciones superficiales han sido descritas previamente en el apartado de Estratigrafía del Cuaternario, por lo que solamente se comentarán en este apartado algunos aspectos relativos a los recubrimientos de la Superficie del Páramo y de la superficie estructural degradada denominada regionalmente Superficie de Valderaduey.

Tal y como ya se ha dicho en el apartado de formas estructurales, la Superficie del Páramo representa una superficie de origen poligénico, con un marcado control estructural, y que presenta una evolución edáfica compleja e importantes retoques erosivos, sobre todo de tipo kárstico.

En la Hoja de Tordesillas, dicha Superficie del Páramo aparece recubierta casi en su totalidad por una costra calcárea o caliche. Generalmente, el espesor de este caliche está comprendido entre 20 y 50 cm, pero localmente llega a superar 1 m. Suele aparecer más o menos estructurado en placas que se separan fácilmente, siendo el espesor de las placas de unos 20 cm. Se trata de un caliche muy evolucionado, en el que las facies predominantes son las brechoides, aunque también están presentes facies blandas y pulverulentas y facies más recrystalizadas de tipo bandeado o multiacintado en las que alternan bandas de micrita beige claro con otras de micrita arenosa, algo rojizas.

Este caliche se apoya tanto sobre estratos de caliza (de la que en ocasiones incorpora clastos angulosos a las facies brechoides) como sobre los estratos de margas que se intercalan entre las calizas. Este hecho, junto con la presencia de fenómenos de karstificación en niveles de calizas situados por debajo de las margas, ha llevado a que algunos autores interpreten las margas sub-

yacentes a los caliches (muy ricos en carbonatos) como productos de alteración (PÉREZ-GONZÁLEZ, 1982), cuando en realidad se tratan de intercalaciones margosas entre las Calizas de los Páramos.

En el borde oeste de la dolina de Las Navas (Torrelobatón) se aprecia cómo la génesis de dicha dolina es posterior al caliche, ya que la primera corta netamente al segundo, observándose también las relaciones entre los caliches y las facies brechoides infrayacentes. Bajo el caliche existe una brecha calcárea heterométrica, de hasta 1 m de espesor, con matriz de lutita blanca. Los clastos son exclusivamente de caliza de la serie de los Páramos, están algo alteradas y descalcificadas, y son de forma subredondeada. La textura es bastante heterométrica, y el tamaño medio de los clastos está comprendido en la fracción de la grava muy gruesa (32 - 64 mm). El centil está comprendido en la fracción de los cantos gruesos (128 - 256 mm). La base de esta brecha es erosiva, y corta a las calizas más altas de la serie de los Páramos y a las margas intercaladas entre éstas. Los clastos muestran cierta granoselección.

PÉREZ-GONZÁLEZ (1982) señala en otras localizaciones situadas en la Hoja de Tordesillas, la presencia de arenas o limos que rellenan surcos o regueras de dimensiones métricas y que se apoyan erosivamente sobre unas margas blanquecinas de aspecto harinoso y a las que se superponen los caliches.

La *terra rossa* está prácticamente ausente en el sector de la Superficie del Páramo correspondiente a esta Hoja. Solamente se han detectado algunas manchas de pocos metros de diámetro a lo largo de la carretera de Velilla a Torrelobatón. Sobre el caliche, y en transición brusca con él, suele aparecer un suelo de limos arenosos, poco evolucionado y que incorpora clastos del propio caliche.

La superficie estructural degradada, cartografiada en el suroeste de la Hoja, puede relacionarse con la denominada regionalmente Superficie de Valderaduey, que corresponde a la exhumación de una discontinuidad estratigráfica que separa las Series Rojas del Mioceno inferior de las Series Ocreas del Mioceno medio - superior, y que se prolonga erosivamente hacia el oeste sobre el resto del Terciario más antiguo, e incluso sobre el propio zócalo hercínico. (MARTÍN-SERRANO, 1988). A los materiales infrayacentes de las Series Rojas y a la discontinuidad estratigráfica de su techo se asocian procesos de alteración y cementación característicos con disolución de sílice, argilización y carbonatación. La exhumación de esta superficie, que debió comenzar en la Hoja de Tordesillas hacia el Pleistoceno medio, condiciona que exista una superposición compleja de procesos de alteración antiguos y procesos edafológicos recientes, lo que origina perfiles edáficos complejos. En las eras situadas al sur de Villalar de los Comuneros pueden observarse perfiles muy bien conservados desarrollados sobre la superficie estructural degradada. En este perfil pueden diferenciarse los siguientes horizontes: un horizonte superficial (A) de 20 cm de espesor, un horizonte eluvial (E o A2) de color gris ceniza claro de 80 cm de espesor, un horizonte argílico (Bt) marrón rojizo de 60 cm de espesor y un horizonte cálcico (Ck - CKm) con estructura en enrejado de más de 40 cm de espesor. En otros lugares, los suelos suelen estar más erosionados, por lo que los horizontes superficiales están truncados.

5.3. EVOLUCIÓN DINÁMICA

El fin de la sedimentación en régimen endorreico de las Calizas de los Páramos es debido al inicio del ciclo de vaciado erosivo por el Duero y sus afluentes, que ha dado lugar finalmente al relieve actual de la Hoja.

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

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

El encajamiento de la red fluvial, consecuencia del régimen exorreico, dió como resultado la formación de un conjunto de laderas o cuestas y generó un nuevo paisaje cuaternario. Sin embargo, la Superficie del Páramo no continuó completamente estática, ya que sobre ella se desarrollaron importantes retoques erosivos de tipo kárstico.

Las primitivas cuestas o laderas no se han conservado, y debieron ser bien distintas a las actuales, ya que durante el Pleistoceno inferior, el río Duero se situaba entre 10 a 20 km al sur de su posición actual y discurría entre 64 y 145 m por encima de su cota actual (PÉREZ-GONZÁLEZ, 1982; PÉREZ-GONZÁLEZ et al., 1994). El paisaje cuaternario de la Hoja es, por lo tanto, consecuencia del paulatino encajamiento y desplazamiento del río Duero hacia su posición actual, por lo que los vestigios más antiguos de este nuevo paisaje cuaternario pueden situarse aproximadamente en el Pleistoceno medio, y están representados por restos de glacis encajados y degradados y los niveles de terrazas TD10 (+45 - 55) y TD10' (+41 - 43).

Durante el resto del Pleistoceno medio y el superior se configura un paisaje muy similar al actual. Las paleovertientes con morfología en glacis que enlazaban los escarpes de la Superficie del Páramo con los fondos de valle principales, fueron disectadas por un conjunto de valles secundarios de carácter disimétrico. El río Duero, que ocupaba ya una posición similar a la actual, deposita las terrazas y TD11 (+29 - 34) y TD12 (+14 - 16).

A finales del Pleistoceno superior, el río Duero alcanza su disposición actual. La terraza TD13 (+5 - 8), que conforma la vega alta de este valle actual y que se asocia con depósitos eólicos, se depositó durante las últimas etapas áridas y frías del Pleistoceno superior (tardiglacial).

A comienzos del Holoceno, el Duero se encajó ligeramente en sus aluviones para conformar su

llanura de inundación actual o vega baja. Las acciones eólicas y las condiciones de aridez se prolongaron hasta hace unos 7000 años (DÍEZ HERRERO et al., 2000), aunque con menor intensidad.

5.4. MORFOLOGÍA ACTUAL Y SUBACTUAL

La regulación hidrológica del río Duero ha dado lugar a importantes cambios en la configuración de su canal. Estos cambios son muy evidentes aguas abajo de su confluencia con el río Zapardiel (hoja de Rueda nº 399), mientras que en la Hoja de Tordesillas solo se manifiestan como una cierta tendencia del canal a encajarse y a estabilizar su posición.

Los arroyos secundarios suelen estar muy modificados por la acción antrópica, ya que se desvía buena parte de su caudal para la irrigación de los cultivos y han sido excavados y encauzados en diversos lugares.

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

Recientemente, la concentración parcelaria y el uso de maquinaria agrícola más pesada, han supuesto un aumento de la regularización de las vertientes, en las que se practica el cultivo de cereal de secano. Al mismo tiempo, el abandono de tierras agrícolas marginales y el decaimiento de la ganadería de ovino han conllevado un aumento de la cubierta vegetal en las laderas y escarpes más inclinados, que son las zonas más intensamente castigadas por la erosión. Además, esta acción se ha visto reforzada por algunas acciones locales de reforestación y de estabilización de cárcavas.

6. HISTORIA GEOLÓGICA

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

Durante la mayor parte del Mesozoico, el Macizo Ibérico (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. El máximo transgresivo acaeció durante el Cretácico superior, no sobrepasando los sedimentos marinos de esta edad, hacia el oeste y aproximadamente, la línea León-Avila, lo que en el ámbito de la Hoja de Tordesillas corresponde a su parte occi-

dental.

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, cuyos restos debieron quedar acumulados en las partes bajas de una paleotopografía irregular. Sobre el zócalo, el resultado fue una topografía rebajada, salpicada de relieves más resistentes (menos alterados, originalmente), y cuyo estado 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 síliceas (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, y 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 desmantelados y sepultados 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 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 colmatado los antiguos relieves tectónicos creados durante el Paleógeno.

En el inicio del Neógeno, el carácter nuevamente discordante, y el color rojo de las formaciones (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.

A continuación, ocurre un cambio del nivel de base, debido a una retracción del cuerpo lacustre

principal de la Cuenca del Duero (localizado siempre hacia el este-noreste de la Hoja) y/o a la elevación de la zona de la Hoja. Este nuevo nivel de base, a menor cota que el existente anteriormente, debió ser determinante en la creación de la superficie del Valderaduey-Alaejos, labrada sobre todo lo anterior, en el oeste de la Hoja. La alteración que recubre esta superficie es también característicamente roja, lo que indica la persistencia de las condiciones climáticas apuntadas anteriormente.

Después, la disposición de materiales arcósicos sobre la superficie del Valderaduey-Alaejos y sus formaciones asociadas, debe indicar un nuevo cambio de las condiciones paleogeográfico-sedimentarias, respecto a las anteriores. La procedencia sur o suroccidental de estos materiales probablemente debe estar relacionada con un nuevo levantamiento del borde meridional. Esta elevación es quizás coincidente con la expansión del cuerpo lacustre central de la Cuenca, que en el Mioceno inferior se extendería desde Valladolid hacia el este (Facies Dueñas).

Así pues, hay que suponer que durante el Mioceno inferior, existe en toda la parte central y nor-oriental 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 arcósicas). 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 existe una sedimentación fluvial procedente del norte y oeste (facies ocre de Tierra de Campos s.s.) que en la Hoja de Tordesillas y en gran parte de la Cuenca se presenta en facies de llanura de inundación, con abundantes desarrollos 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 desagaba 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 edificación y karstificación, en condiciones de estabilidad tectónica en los márgenes de la Cuenca.

En el Plioceno o al principio del Pleistoceno comienza en la Hoja y también en las partes centro-orientales de la Cuenca, el vaciado erosivo de la pila sedimentaria terciaria. 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 crear zonas onduladas de escaso relieve, tales 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 según la vertical.

Existen otros procesos erosivos (o de pérdidas de volúmenes de relieve), 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 las observaciones directas en campo, las fuentes de información empleadas para la elaboración del apartado referente a los Recursos Minerales de esta Hoja 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 las Delegaciones Territoriales de Industria, Comercio y Turismo, Sección de Minas de Valladolid.

En la actualidad, no hay ninguna explotación ni indicio minero activo relativo a minerales metálicos, no metálicos ni energéticos. Los únicos indicios mineros y explotaciones activas encontradas en la presente Hoja son los relativos a rocas industriales, correspondiendo, fundamentalmente, a extracciones de áridos naturales. También existen otras explotaciones temporales o ya abandonadas, que benefician las Calizas del Páramo, bien como roca ornamental, bien como áridos de machaqueo, además de alguna pequeña cantera de arcilla. En cuando a los aspectos históricos, no se ha encontrado ninguna información de interés relativa a las explotaciones mineras que existen o han existido en la Hoja.

En los términos municipales de San Miguel del Pino y Villanueva de Duero se localizan dos explotaciones de gravas y arenas correspondientes a una de las terrazas del río Duero, que se

encuentran en activo actualmente. La producción es absorbida por el consumo local de áridos para hormigones.

En los términos municipales de Berceo y de Berceruelo existen varias explotaciones de calizas, enclavadas en las Calizas Inferiores del Páramo. Estas explotaciones son locales y de carácter temporal. Por lo general están inactivas y su explotación intermitente se realiza en función de la demanda de las empresas constructoras, de modo que la producción es pequeña.

Muy repartidas por la Hoja existen pequeñas explotaciones de calizas semejantes a las anteriores, que actualmente se encuentran abandonadas. También existe una cantera de arcillas abandonada en el término de Villalar de los Comuneros.

Merece la pena destacar las explotaciones subterráneas existentes en la parte media de la Facies Cuestas del cerro Sotorruicio, entre las localidades de Vega de Valdetrongo y Becero, en el centro-oeste de la Hoja. Las explotaciones, de una corrida kilométrica han explotado un nivel, de espesor métrico, de un material blanquecino pulverulento, que según los estudios mineralógicos realizados durante la realización de la presente Hoja, está formado, básicamente, por dolomita.

En la tabla III se incluye una relación de las explotaciones incluidas en esta Hoja y se citan las características más relevantes de las mismas. También se adjuntan las fichas de minas e indicios mineros, correspondientes a la Hoja, obtenidas de la base de datos del Mapa Geológico y Minero a escala 1:400.000 de Castilla y León, cuyo número en dicho Mapa se cita en la tabla.

Nº	Nº en Mapa G y M	Localizado en trabajo de campo	Registrado en sección de minas	Situación
1	4998	Si	No	Inactiva
2	4094	Si	No	Inactiva
3 (133)	4100	Si	No	Inactiva
4	4101	Si	No	Inactiva
5	4102	Si	No	Inactiva
6	4103	Si	No	Inactiva
7(184)	4104	Si	Si	Activa
8(183)	4105	Si	Si	Activa
9	-	No	No	Inactiva
132	-	No	No	Inactiva
11	-	No	No	Inactiva
12	-	No	No	Inactiva
13	-	No	No	Inactiva
14	-	No	Si	Activa
15	-	No	Si	Activa

Tabla III.- Indicios mineros de la hoja 1:50.000 nº 371 (Tordesillas).

Nº	Coordenadas UTM		Sustancia	Término Municipal	Observaciones
	X	Y			
1	329600	4605350	Calizas	Bercero	
2	330450	4605350	Calizas	Tordesillas	
3 (133)	330500	4605600	Calizas	Berceruelo	
4	331300	4604300	Calizas	Berceruelo	
5	331350	4605400	Calizas	Berceruelo	
6	332500	4605000	Calizas	Vellilla	
7(184)	339400	4597650	Arcillas	San Miguel del Pino	
8(183)	339550	4597750	Arcillas	Villanueva de los Comuneros	
9	329000	4605350	Calizas	Tordesillas	
132	324500	458250	Calizas	Ciguñuela	
11	321950	4602700	Arcillas	Bercero	
12	336600	4597200	Calizas	Villanueva de Duero	
13	341400	4609700	Calizas		
14	325800	4603350	Arcillas		
15	345350	4597400	Arcillas		

Tabla III.- Indicios mineros de la hoja 1:50.000 nº 371 (Tordesillas). Continuación

7.2. HIDROGEOLOGÍA

En el presente apartado se describe la hidrogeología de la hoja de Tordesillas, 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 Tordesillas se sitúa en la zona central de la provincia de Valladolid, en la zona centro-occidental de la Cuenca del Duero. Debido a su situación geográfica, con altitudes entre 800 y 900 m en los Páramos y 600 y 700 m en los valles; se encuentra situada dentro de la banda de clima Mediterráneo templado, que se caracteriza por los siguientes valores: la temperatura media anual oscila entre 11 y 13° C, los valores de precipitación media anual están comprendidos entre 400 y 500 mm, la evapotranspiración media en la zona varía entre 700 y 800 mm. En cuanto al régimen de humedad, la duración, intensidad y situación estacional del período seco, la zona de estudio se puede clasificar de Mediterráneo seco.

Los principales cursos de agua de carácter permanente son el río Duero, Pisuerga, Adaja, Hornija y Bajoz. El río Duero atraviesa el borde sureste de la Hoja, con dirección noreste-suroeste, con un modesto caudal que se ve incrementado seis veces al recibir al Pisuerga por su margen derecha, al sur de Geria. Más adelante, recibe al río Adaja, por la margen izquierda, al norte de Villanueva de Duero. Al norte y noroeste de la Hoja discurren los ríos Bajoz y Hornija de Peñafior, que se incorporaran al Duero por la margen derecha fuera de la zona de estudio. Al suroeste de la Hoja y en el término municipal de Villamarciel comienza el canal de Tordesillas, llevando aguas del Duero a los regadíos de Villamarciel, San Miguel del Pino y Tordesillas.

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 Tordesillas se incluye dentro de tres zonas: Zona V o D- correspondiente con la Junta de Explotación denominada Riegos Meridionales-, Zona VI o D- correspondiente con la Junta de Explotación denominada

Duero Inferior o Bajo Duero- y Zona II o B - correspondiente con la Junta de Explotación denominada Pisuerga-.

Dentro de la Zona II, se incluye parcialmente la subcuenca 24, denominada río Pisuerga (C-24), que tiene una aportación parcial media anual de 4 hm^3 . Dentro de la Zona V, que incluye las subcuencas: D 7, D 8₁, D 8₂, D 9₁, denominada Embalse de San José. La aportación parcial media anual, para el período 1940-85, es de 14, 9, 15, y 144 hm^3 , respectivamente. En la Zona VI, ocupando más del 50% de la superficie del área de estudio, incluye la subcuenca 32, denominada río Bajoz (C-32); con una aportación parcial media anual de 64 hm^3 .

La aportación natural del río Adaja es de 168 hm^3 , cuenta con dos embalses en cabecera- fuera de la zona de estudio: Becerril (2 hm^3) y Las Cogotas, utilizados para satisfacer demandas para abastecimiento de Ávila y Medina de Rioseco. Además de las demandas citadas, satisfechas con aguas superficiales la Junta de Explotación del Adaja-Cega cuenta con 30.400 ha de riegos particulares atendidas con 173 hm^3 de aguas subterráneas.

La demanda para la Zona D (Adaja-Cega y Bajo Duero) es de 37 hm^3 para abastecimiento urbano, 694 hm^3 para riegos con aguas subterráneas y 292 hm^3 con aguas superficiales. Dentro de la Zona VI, incluye parcialmente a la subcuenca 32, denominada río Bajoz (C-32) y cuya aportación parcial media anual es de 64 hm^3 .

En cuanto a la calidad química de las aguas superficiales (de los principales ríos), se utiliza el "Índice de Calidad General" (I.C.G.), que varía de 0 a 100, reflejando la media ponderada. Tanto en el río Pisuerga como en el Duero, aguas abajo de Valladolid, el I.C.G. oscila entre 60 y 70, lo que supone un índice admisible.

7.2.3. Localización y funcionamiento hidrogeológico

La Hoja de Tordesillas se encuentra según la *Delimitación de las unidades hidrogeológicas del territorio peninsular e Islas Baleares y síntesis de sus características* (DGOH-IGME, 1988) dentro de varias unidades hidrogeológicas: U.H. 02.06, río Esla-Valderaduey y U.H. 02.07, Páramo de Torozos.

U.H. 02.07, Páramo de Torozos

Esta unidad tiene una superficie de $1.631,7 \text{ km}^2$, en el conjunto de la Cuenca, ocupando aproximadamente los 2/3 centro-nororientales de la hoja. Se caracteriza por presentar una litología formada por calizas y margas correspondientes al Páramo de Torozos.

El funcionamiento hidrogeológico de la unidad puede resumirse de la siguiente manera: las entradas se efectúan mediante lluvia directa ($50 \text{ hm}^3/\text{año}$). Las salidas se producen por manantiales ($39-42 \text{ hm}^3/\text{año}$), ríos ($6-9 \text{ hm}^3/\text{año}$), y por bombeos ($2 \text{ hm}^3/\text{año}$), principalmente.

Los usos del agua se concentran sobre todo en la agricultura, con $5-8 \text{ hm}^3/\text{año}$, así como en

abastecimiento urbano $0,8 \text{ hm}^3/\text{año}$; las posibilidades de explotación son reducidas por el escaso espesor saturado del acuífero, estimándose en 5 m. De los parámetros hidrogeológicos: transmisividad y caudales específicos, se desconocen sus valores, no así del coeficiente de almacenamiento, que oscila entre 0,01 y 0,02. No hay datos referentes de la Red Vigilancia de Piezometría del ITGE.

Respecto a la calidad de las aguas subterráneas, se califican en facies sulfatada cálcica. La conductividad oscila entre valores de $1.606 \mu\text{S}/\text{cm}$ y $1.748 \mu\text{S}/\text{cm}$ el valor medio de $1.677 \mu\text{S}/\text{cm}$. La concentración de nitratos oscila de 22 a 31 mg/l, con valor medio de 27 mg/l. La clasificación para abastecimiento se considera 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 $13.264,6 \text{ km}^2$, dentro de la hoja ocupa aproximadamente el tercio suroccidental de la misma. Se caracteriza por presentar una litología formada por arcosas, arenas, fangos, arcillas y gravas, correspondientes a las unidades cartográficas 1, 2 y 3 que se describirán más adelante.

El funcionamiento hidrogeológico de la unidad puede resumirse de la siguiente manera: las entradas se efectúan mediante lluvia directa ($173 \text{ hm}^3/\text{año}$), ríos ($6 \text{ hm}^3/\text{año}$), y por entradas laterales de otras unidades ($10 \text{ hm}^3/\text{año}$). Las salidas se producen por ríos ($119 \text{ hm}^3/\text{año}$), y por bombeos ($70 \text{ hm}^3/\text{año}$), principalmente. Los usos del agua se concentran sobre todo en la agricultura, con $66 \text{ hm}^3/\text{año}$. 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 661 m.s.n.m. (Abril de 1999, en el sondeo 1515 6 002) en la zona de estudio. Hay que resaltar que se diferencian 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 califican en facies bicarbonatada cálcico-magnésica, bicarbonatada sódica y clorurada sódica. La conductividad oscila entre valores de 112 y $3.783 \mu\text{S}/\text{cm}$ el 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

Hay que diferenciar varios tipos de acuífero: el acuífero libre que forma el Páramo de Torozos; en el que las recargas al sistema se producen por infiltración de agua de lluvia y las descargas se producen fundamentalmente por manantiales periféricos a dicho páramo, en el contacto entre las calizas y las margas. Y por otro lado, el acuífero detrítico terciario, que se define como un acuífero multicapa, heterogéneo y anisótropo; donde las recargas se producen por agua de lluvia y aportes de otras unidades y las descargas se dirigen principalmente a los ríos y en menor medida a los bombeos de la zona. La dirección del flujo es preferentemente de los interfluvios hacia los ríos.

7.2.4. Cartografía hidrogeológica de la Hoja de Tordesillas

Para la definición de las unidades cartográficas hidrogeológicas se ha realizado una simplificación y unificación de términos geológicos, pasando de 27 términos geológicos a 11 unidades cartográficas hidrogeológicas.

En los materiales terciarios se pueden agrupar en dos grandes grupos, por un lado, las arcosas y fangos arcósicos con niveles de gravas y arcosas gruesas, correspondientes a los tres primeros términos hidrogeológicos y a las facies Villalba de Adaja, y Pedraja de Portillo, con permeabilidad media y al este de la Hoja materiales de carácter conglomerático de la facies Roja de Toro, con permeabilidad alta. En conjunto, todos estos materiales que forman parte de la U.H.02.06 Esla-Valderaduey, constituyen una parte del acuífero multicapa, heterogéneo y anisótropo, comentado en el funcionamiento hidrogeológico, donde los flujos se dirigen hacia el río Duero.

Por otro lado, las unidades cartográficas hidrogeológicas 4 y 5, formadas por margas y calizas, forman parte de la U.H. 02.07 Páramo de Torozos. Esta formación carbonatada, tiene una permeabilidad alta, por karstificación y drena por algunos manantiales, en los puntos más bajos y en el contacto con los materiales margosos infrayacentes. Esta unidad, no tiene la importancia que el Páramo de Cuellar, ya que el espesor de ésta no supera la decena de metros, reduciendo la capacidad de almacenamiento de agua, para su posterior explotación.

El resto de los materiales diferenciados (un total de 6 términos) pertenecen a materiales del Pleistoceno-Holoceno. Hay que destacar, las terrazas del Duero, Bajoz y Hornija, formadas por cantos, gravas y arenas, que transfieren una permeabilidad alta a dichos depósitos. El resto de los materiales, se pueden agrupar con permeabilidades bajas a medias (localmente), excepto las arenas eólicas, de alta permeabilidad, muy restringidas geográficamente en la Hoja.

7.2.5. Inventario de puntos de agua

Se han recopilado un total de 92 puntos de agua. En su mayoría son sondeos de más de 25 m, siendo normal la profundidad comprendida entre 100 y 200, correspondiendo al 81,6% del total de los sondeos. Pozos, tan sólo hay 17 con profundidades inferiores a 15 m. El uso más frecuente es la agricultura que se compagina con el uso doméstico.

Los materiales que se explotan son los detríticos correspondientes a los términos arcósicos y arenosos de la facies Pedraja de Portillo, Villalba de Adaja y Tierra de Campos, respectivamente; llegando incluso a los términos del Mioceno inferior o correspondiente a la facies Roja de Toro. Por otro lado, tan sólo se tiene registro de un manantial, en el octante tres, formándose en el contacto entre las unidades 5 y 4, o lo que es lo mismo entre las calizas y las margas suprayacentes. En la tabla IV, se describen las principales características de estos puntos de agua: coordenadas, naturaleza, profundidad, uso, columna litológica y si pertenecen a las redes de Piezometría y/o Calidad del IGME.

Nº PUNTO	COOR. X	COOR. Y	COTA	PROF.	NATU-RALEZA	USO	R.C	R.P	COLUMNA LITOLÓGICA
151510001	476607	781754	740	133	Sondeo	Agricultura		P	SI
151510002	480375	784710	827	208	Sondeo	Agricultura			SI
151510003	481360	778175	710	5	Pozo	Agricultura			
151510004	480525	777300	710	5.7	Pozo	Agricultura			
151510005	480125	777330	709	5.7	Pozo	Agricultura			
151510006	479625	776750	707	5.3	Pozo	Agricultura			
151510007	480725	784250	790	162	Sondeo	Agricultura			SI
151510008	477075	780750	760	125	Sondeo	Desconocido			SI
151510009	477950	778200	735	150	Sondeo	Agricultura			SI
151510010	480500	779550	740	146	Sondeo	Agricultura			SI
151510011	480900	779200	714	4.6	Pozo	Agricultura			
151510012	481950	779050	715	4	Pozo	Agricultura			
151510013	475590	781980	712	83	Sondeo	Agricultura			
151510014	477795	781730	740	220	Sondeo	Agricultura			SI
151510015	481415	779055	720	100	Sondeo	Agricultura			SI
151510016	475300	780045	738	152	Sondeo	Desconocido			

Tabla IV: Resumen del inventario de Puntos de Agua de la Hoja de Tordesillas

Nº PUNTO	COOR. X	COOR. Y	COTA	PROF.	NATU-RALEZA	USO	R.C	R.P	COLUMNA LITOLÓGICA
151510017	480235	777710	718	186	Sondeo	Agricultura			
151520001	486990	784175	744	161	Sondeo	Agricultura			SI
151520002	485950	783110	726	3.75	Pozo	Agricultura			
151520003	484600	781990	720	5	Pozo	Agricultura			
151520004	483350	780725	718	5.5	Pozo	Agricultura			
151520005	483025	780550	714	?	Pozo	Desconocido			
151520006	483225	780325	720	5.65	Pozo	Agricultura			
151520007	482925	779925	720	5.85	Pozo	Agricultura			
151520008	484070	781110	725	400	Sondeo	Agricultura			SI
151520009	485975	783200	827	5.35	Pozo	Agricultura			
151520010	482200	780000	780	100	Sondeo	Agricultura			SI
151530001	493650	781500	825		Manantial	Abastecimiento y agricultura			
151540001	502325		850	397	Sondeo	Agricultura			SI
151550001	481052	769056	705	110	Sondeo	Desconocido		P	
151550002	479550	775375	712	6.2	Pozo	Agricultura			
151550003	481175	772500	710	40	Sondeo	Agricultura			

Tabla IV: Resumen del inventario de Puntos de Agua de la Hoja de Tordesillas (cont.)

Nº PUNTO	COOR. X	COOR. Y	COTA	PROF .	NATU- RALEZA	USO	R.C	R.P	COLUMNA LITOLÓGICA
151550004	475010	768300	698	110	Sondeo	Agricultura			SI
151550005	481450	769720	719	102	Sondeo	Agricultura			SI
151550006	479650	775290	718	164	Sondeo	Agricultura			SI
151550007	479750	774350	710	288	Sondeo	Agricultura			SI
151550008	479610	772320	700	?	Pozo	Agricultura			
151550009	479450	772910	695	?	Pozo	Agricultura			
151550010	480010	773800	695	?	Pozo	Agricultura			
151550011	476180	773860	706	178	Sondeo	Agricultura			SI
151550012	478135	773400	699	111	Sondeo	Agricultura			
151550013	478580	775800	718	222	Sondeo	Agricultura			
151550014	480055	77520	717	160	Sondeo	Agricultura			
151550015	479930	775720	720	180	Sondeo	Agricultura			
151550016	476500	772200	699	220	Sondeo	Desconocido			
151550017	481750	774550	727	99	Sondeo	Agricultura			SI
151560001	485000	773504	730	115	Sondeo	Desconocido	C	P	
151560002	484077	773402	719	115	Sondeo	Desconocido		P	

Tabla IV: Resumen del inventario de Puntos de Agua de la Hoja de Tordesillas (cont.)

Nº PUNTO	COOR. X	COOR. Y	COT A	PROF.	NATU-RALEZA	USO	R.C	R.P	COLUMNA LITOLÓGICA
151560003	483150	772900	718	115	Sondeo	Agricultura			SI
151560004	487300	770850	750	138	Sondeo	Abastecimiento no urbano			
151560005	484275	768460	718	132	Sondeo	Agricultura			SI
151560006	487380	769615	730	148	Sondeo	Agricultura			SI
151560007	487460	768920	704	140	Sondeo	Agricultura			SI
151560008	483525	771160	728	130	Sondeo	Agricultura			SI
151560009	485385	768450	700	136	Sondeo	Desconocido			SI
151560010	488390	768625	690	140	Sondeo	Agricultura			SI
151560011	484280	769750	720	132	Sondeo	Agricultura			
151560012	484880	770350	720	150	Sondeo	Agricultura			
151560013	485800	768920	700	150	Sondeo	Agricultura			
151560014	487400	770800	765	134	Sondeo	Abastecimiento no urbano			
151570001	495550	768525	680	89	Sondeo	Abastecimiento no urbano		P	
151570002	490415	769125	696	77	Sondeo	Agricultura	C	P	SI
151570003	490340	767350	703	92	Sondeo	Abastecimiento no urbano			SI
151570004	495560	768230	707	112	Sondeo	Abastecimiento no urbano			SI

Tabla IV: Resumen del inventario de Puntos de Agua de la Hoja de Tordesillas (cont.)

Nº PUNTO	COOR. X	COOR. Y	COTA	PROF.	NATU-RALEZA	USO	R.C	R.P	COLUMNA LITOLÓGICA
151570005	489980	769175	698	150	Sondeo	Agricultura			SI
151570006	490180	769010	698	137	Sondeo	Agricultura			SI
151570007	495700	767975	700	72	Sondeo	Abastecimiento no urbano			SI
151570008	490825	767575	700	150	Sondeo	Abastecimiento no urbano			SI
151570009	489550	770270	703	143	Sondeo	Agricultura			SI
151570010	493230	771450	750	152	Sondeo	Abastecimiento no urbano			
151570011	491480	769300	698	116	Sondeo	Desconocido			
151580001	497601	770000	685	194	Sondeo	Desconocido		P	SI
151580002	498625	770975	690	60	Sondeo	Desconocido			SI
151580003	499750	769475	676	82	Sondeo	Industria			SI
151580004	501040	773625	700	110	Sondeo	Agricultura			SI
151580005	501900	768000	693	48	Sondeo	Industria			
151580006	501175	773525	702	80	Sondeo	Agricultura			SI
151580007	496050	767825	700	71	Sondeo	Agricultura			SI
151580008	495950	768400	700	200	Sondeo	Desconocido			
151580009	495890	768710	700	144.5	Sondeo	Desconocido			

Tabla IV: Resumen del inventario de Puntos de Agua de la Hoja de Tordesillas (cont.)

Nº PUNTO	COOR. X	COOR. Y	COTA	PROF .	NATU- RALEZA	USO	R.C	R.P	COLUMNA LITOLÓGICA
151580010	501920	767720	700	70	Sondeo	Abastecimiento no urbano		P	SI
151580011	501400	776100	719	104	Sondeo	Agricultura			SI
151580012	500660	775500	725	208	Sondeo	Agricultura			
151580013	501310	7757	719	81	Sondeo	Agricultura			
151580014	499010	771670	695	72	Sondeo	Abastecimiento no urbano			SI
151580015	501800	774400	702	100	Sondeo	Abastecimiento y agricultura			
151580016	502000	768000	695	70	Sondeo	Agricultura			
151580017	502100	769100	685	65	Sondeo	Agricultura			
151580018	502200	769150	686	57	Sondeo	Agricultura			
151580019	501025	775050	702	89	Sondeo	Agricultura			SI
151580020	50000	778550	708	58	Sondeo	Agricultura			
151580021	500475	772975	700	75.1	Sondeo	No se utiliza			SI

Tabla IV: Resumen del inventario de Puntos de Agua de la Hoja de Tordesillas (cont.)

8. PATRIMONIO NATURAL GEOLÓGICO

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

FIG 371 - 1

Corresponde a dunas en las inmediaciones de la población de Villanueva del Duero. Las dunas, en la región, se han repoblado por pinos, para retener su avance.

FIG 371 - 2

Este punto se localiza en Villavieja del Cerro, al pie sur-oeste del cerro de San Juan. Aquí se encuentra uno de los yacimientos de mastodontes más importantes de la península, tanto por la rareza del ejemplar encontrado como por su buen estado de conservación. El yacimiento se descubrió en 1986 gracias a una investigación promovida por la Concejalía de Educación y Cultura de la Comunidad de Castilla y León, junto con la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca. Se trata de un mastodonte de la especie *Tetralophodon Longirostris*, que se halló emplazado en materiales arenosos con cementación carbonatada, correspondientes a medios fluvio-lacustres de la base de la Facies Cuestas.

FIG 371 - 3

Corresponde a un afloramiento de la Facies Cuestas, en Velilla, donde se observa un importante desarrollo de series lacustres con fauna de gasterópodos bien conservados, como *Valvata*, *Aniux*, *Ancylus*, *Lymnea*, *Planorbis*, e *Hidrobia*. Las litologías presentes son calizas y margocalizas en bancos centimétricos, de color blanco y gris-blanquecino, con pequeños niveles de lignitos, de origen palustre, intercalados.

FIG 371 - 4

Se trata de varios deslizamientos desarrollados sobre materiales de la Facies Cuestas, que aparecen en los alrededores de Berceruelo. En concreto hay dos deslizamientos, relativamente recientes, en la ladera noroeste del arroyo de los Juncos, uno bajo el pueblo y otro a mitad de camino entre éste y Becero.

FIG 371 - 5

Este punto tiene un interés minero, ya que son pequeñas labores mineras de interior en la inmediaciones de Becero, a media altura del cerro Sotorrucio. La explotación se desarrolló a principios del siglo XX, y sigue un nivel dolomítico pulverulento, de espesor métrico, en una longitud de unos 700 m. El material extraído fue empleado en su día para el encalado de las casas de los pueblos de la zona. El material se extraía por medio de pico y pala y se transportaba mediante asnos.

FIG 371 - 6

Es un valle amplio situado al sur de Torrelobatón, en el norte de la Hoja. Se trata de un típico valle asimétrico, muy escarpado en su ladera norte y muy tendido en la ladera opuesta, drenado por el arroyo Hornija.

FIG 371 - 7

Este punto corresponde a la dolina localizada en el Páramo, a 2 km al noreste de Torrelobatón. Es una dolina de contorno subcircular y de dimensiones cercanas al kilómetro. Puesto que su borde sureste está próximo al borde de la plataforma calcárea del Páramo, se ha excavado en ésta un emisario, al objeto de aprovechar las aguas que, en épocas de fuertes lluvias, acumula. Este encharcamiento temporal de la dolina favorece, asimismo, la recarga del acuífero existente en la mencionada plataforma calcárea.

FIG 371 - 8

Este punto se encuentra cercano al pueblo de Robladillo, al noreste de la Hoja, en el paraje de El Rebollar. Aquí se encuentran dos pequeñas canteras de loess, de dimensiones métrico/decamétricas, que fueron explotadas para la elaboración de adobe en la zona. En una de estas canteras aparece un antiguo horno de cal, de edad desconocida.

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. (1989).- El límite inferior del Pleistoceno. En: *Mapa del Cuaternario de España.* ITGE, 87-94.
- AGUIRRE, E., DÍAZ MOLINA, M. Y PÉREZ-GONZÁLEZ, A. (1976).- Datos paleomastológicos y fases tectónicas en el Neógeno de la Meseta Central española. *Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario.* Museo de Ciencias Naturales (CSIC), Madrid. 5; 7-29.
- AGUIRRE, E.; MOLINA, E.; PÉREZ-GONZÁLEZ, A. Y ZAZO, C. (1972).- The Pliocene-Pleistocene boundary in Spain. *Int. Coll. on the problem: The boundary between Neogene and Quaternary.* INQUA-IUGS, 117-123.
- ALBERDI, M^a.T. y AGUIRRE, E. (1970).- Adiciones a los Mastodontes del Terciario español. *Est. Geol.*, 26, 401-415.
- ALCALÁ DEL OLMO, L. (1972).- Estudio sedimentológico de los arenales de Cuéllar (Segovia). *Est. Geol.*, 28 (4-5), 345-359.
- ALCALÁ DEL OLMO, L. (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. (1986).- Paleogeografía del Paleógeno superior-Oligoceno en el SO de la Cuenca del Duero (España). *Stvd. Geol. Salmanticensia*, 22, 71-92.
- ALONSO GAVILÁN, G.; ARMENTEROS, I.; CARBALLEIRA, J.; CORROCHANO, A.; DABRIO, C.; JIMÉNEZ, E.; LÓPEZ, N.; OLIVÉ, A.; OLMO, P. del; POL, C. y PORTERO, J.M. (1983).- La Depresión del Duero. En: *Libro Jubilar de J.M. Ríos*, (Comba, J.A. Coord.): *Geología de España*, (II). IGME, Madrid, 487-489.
- ALONSO, J.L., PULGAR, J.A., GARCÍA RAMOS, J.C. y BARBA, P. (1996).- Tertiary basins and Alpine tectonics in the Cantabrian Mountains (NW Spain). En: *Tertiary Basins of Spain.* Friend, P.F. y Dabrio, C.J. (Eds). Cambridge University Press.
- ÁLVAREZ SIERRA, M.A. y GARCÍA MORENO, E. (1986).- New Gliridae and Cricetidae (Mamm. Rodó) from the Middle and Upper Miocene 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 Mioceno) 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 MARTÍNEZ, 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 Torremormojón (Cuenca del Duero, Provincia de Palencia). *Acta Salmanticensia*, Biblioteca de las Ciencias, 68, *Actas de Paleontología*, Civis Llovera, J. y Flores Villarejo, J. A. (Eds.). 57-64
- ARMENTEROS, I. (1986).- Estratigrafía y sedimentología del Neógeno del sector suroriental de la depresión del Duero (Aranda de Duero-Peñafiel). (Publicación de la Tesis Doctoral). Ed. Diput. Salamanca. Serie Castilla y León, 1, 471 pp.
- ARMENTEROS, I. Y CORROCHANO, A. (1983).- El Neógeno del sector suroriental de la depresión del Duero. Libro Jubilar de J.M. Ríos: *Geología de España*, (2), IGME: 521-526.
- 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.
- 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.
- CABRERA CEÑAL, R.; CRESPO RAMÓN, J.L.; GARCÍA DE LOS RÍOS COBO, J.I.; MEDIAVILLA MANZANAL, B. Y ARMENTEROS, I. (1997).- Mapa Geológico y Minero de Castilla y León a escala 1:400.000. SIEM-CALSA, Valladolid. 459 pp.
- CALVO, J.P.; DAAMS, R.; MORALES, J.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, N.; AGUSTÍ, J.; ANADÓN, P.; ARMENTEROS, I.; CABRERA, L.; CIVIS, J.; CORROCHANO, A.; DÍAZ MOLINA, M.; ELIZAGA, E.; HOYOS, M.; MARTÍN-SUÁREZ, E.; MARTÍNEZ, J.; MOISSENET, E.; MUÑOZ, A.; PÉREZ-GARCÍA, A.; PÉREZ-GONZÁLEZ, A.; PORTERO, J.M.; ROBLES, F.; SANTISTEBAN, C.; TORRES, T.; VAN DER MEULEN, A.J.; VERA, J.A. Y MEIN, P. (1993).- Up to date continental neogene synthesis and paleoclimatic interpretation. *Rev. Soc. Geol. Esp.*, 6; 29-40.
- CASAS, J.; LEGUEY, S. Y RODRÍGUEZ, J. (1972).- Mineralogía y sedimentología de los arenales que recubren el Terciario entre los ríos Pirón y Voltoya (Segovia). *Est. Geol.*, 28 (4-5), 287-297.
- 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. (1982).- El Mioceno al sur del Río Duero (Sector Occidental). I Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca (1979). Libro Guía de excursiones. *Temas Geológico Mineros*, 6 (2), 709-713.
- 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.
- CORROCHANO, A. (1974).- Características de la Sedimentación del Paleógeno en los alrededores de Salamanca. *Stvd. Geol. Salmanticensia*, 7, 7-39.
- CORROCHANO, A. (1977).- Estratigrafía y sedimentología del Paleógeno de la provincia de Zamora. Tesis Doctoral. Univ. Salamanca. 336 pp.
- CORROCHANO, A. (1982).- El Paleógeno del borde occidental de la Cuenca del Duero (Provincia de Zamora). I Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca (1979). *Temas Geol. Min.*, 19, 187-199.
- CORROCHANO, A. Y ARMENTEROS, L. (1989).- Los sistemas lacustres de la Cuenca terciaria del Duero. *Acta Geol. Hisp.*, 24, 259-279.
- CORROCHANO, A. y CARBALLEIRA, J. (1983).- El terciario del ángulo noroeste de la cuenca del Duero. Libro Jubilar J.M. Ríos: Geología de España, (2). IGME, 502-506.
- CORROCHANO, A. Y QUIROGA, J.L. (1974).- La discordancia Paleozoico-terciario al SW de Zamora. *Stvd. Geol. Salmanticensia*, 7, 7-39.
- CORTAZAR, D. (1877).- Descripción física, geológica, y agrológica de la provincia de Valladolid. *Mem. Com. Mapa Geol. España*, Madrid, 121 pp, 8 pl.
- 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.; REGUANT, S. Y GOLPE, J.M. (1975).- Síntesis biocronoestratigráfica del Terciario Continental español. *Est. Geol.*, 31; 581-586.
- CUESTA, M. A. Y MORALES, J. (1999).- Paleontología de mamíferos terciarios en Castilla y León: desarrollo histórico y estado actual. *Temas Geológico Mineros*, ITGE, XV Jornadas de Paleontología, 26; 78-82.

- DÍEZ HERRERO, A.; BATEMAN, M.D.; LÓPEZ SÁEZ, J.A. Y VEGAS, J. (2000).- Procesos eólicos tardiglaciares en la submeseta septentrional. Cronología del manto arenoso de la Tierra de Pinares. En: VI Reunión Nacional de Geomorfología. Sociedad Española de Geomorfología - Departamento de Geodinámica (UCM). 77.
- Espejo, R.; Torrent, J. y Roquero De Laburu, C. (1973).- Contribución a la caracterización de niveles superiores de terrazas fluviales en ríos españoles. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.), 71 (3-4), 231-236.
- FERNÁNDEZ GARCÍA, M.P. (1988).- Geomorfología del sector comprendido entre el Sistema Central y el Macizo de Santa María la Real de Nieva (Segovia). Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 336 pp.
- GARCÍA, A. y LÓPEZ, F. (1974).- Estudio mineralógico de las facies detrítico-calcáreas del Terciario de la zona centro-oriental de la cuenca del Duero (Aranda del Duero). Est. Geol., 30, 503-513.
- GARCÍA ABBAD, F. Y MARTÍN-SERRANO, A. (1980).- Precisiones sobre la génesis y cronología de los relieves apalachianos del Macizo Hespérico (Meseta Central Española). Est. Geol., 36, 391-401.
- GARCÍA ABBAD, F.J. Y REY SALGADO, J. (1973).- Cartografía geológica del Terciario y Cuaternario de Valladolid. Bol. Geol. Min., 84, 2 mapas, 213-227.
- GARCÍA DEL CURA, M.A. (1974).- Estudio sedimentológico de los materiales terciarios de la zona centro-oriental de la cuenca del Duero (Aranda del Duero). Est. Geol., 30, 579-597.
- GIL Y MAESTRE, A. (1880).- Descripción física, geológica y minera de la provincia de Salamanca. Mem. Com. Mapa Geol. España, Madrid, 209 pp.
- GONZÁLEZ-DELGADO, J.A.; CIVIS, J.; VALLE, J.F.; SIERRA, F.J. Y FLORES, J.A. (1986).- Distribución de Foraminíferos, moluscos y Ostrácodos en el Neógeno de la Cuenca del Duero. Aspectos más significativos. Stud. Geol. Salmanticensia, 22, 277-292.
- GOY, J.L.; PÉREZ-GONZÁLEZ, A.; PORTERO, J.M. Y ZAZO, C. (1980).- Aportaciones para un mapeo de Mapa de Formaciones Superficiales en España. Actas de la I Reunión Nacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio. Santander.
- GUTIÉRREZ ELORZA, M. (1994).- Geomorfología de España. Editorial Rueda, Madrid. 526 pp.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1912).- Observaciones con motivo del descubrimiento de Mastodontes en el Cerro del Cristo de Otero (Palencia). Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., 12; 68-69.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1915).- Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia. Junta Ampl. Est. e Inv. Cient. Comunicación de Inv. Paleont y Prehist. 5.

- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1921).- Descubrimientos paleontológicos en Palencia. Las tortugas fósiles gigantes. Ibérica. Tortosa. 328-330.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1928).- Los cinco ríos principales de España y sus terrazas. Trab. Mus. Nac. Hist. Nat. Ser. Geol., 36, 150 pp.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (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, E. y DANTÍN CERECEDA, J. (1915).- Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia. Mem. Com. Inv. Paleont. y Prehis. Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas, 5, 295 pp.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1923).- Las arenas voladoras de la provincia de Segovia. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., 23, 211-216.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1930).- Fisiografía, geología y paleontología del territorio de Valladolid. Mem. Com. Inv. Paleont. y Prehist., 37: 38-95.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1957).- Las formaciones de raña de la Península Hispánica. INQUA. V Congr. Intern. Madrid-Barcelona. Resumen des Commun., 78-79.
- IGME (1971).- *Mapa Geológico de España a escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Hoja nº 29 (Valladolid)*. IGME.
- IGME-CEDEX (1986).- Mapa Previsor de Riesgos por Expansividad de Arcillas en España a escala 1:1.000.000. IGME, Madrid. 64 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. (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. (1977).- Sinopsis sobre los yacimientos fosilíferos paleógenos de la provincia de Zamora. Bol. Geol. Min, 88 (5), 357-364.

- 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. (1979).- Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (MAGNA). Hoja nº 398 (Castronuño). IGME.
- JIMÉNEZ, E. Y GARCÍA MARCOS, J.M. (1980).- Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (MAGNA). Hoja nº 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 Miócenio 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.
- JULIVERT, M.; FONTBOTE, J.M.; RIBEIRO, A. Y CONDE, L. (1974).- Mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares a escala 1:1.000.000. IGME.
- LAÍN HUERTA, L.; DUCH MARTÍNEZ, C.; GARCÍA TORREGO, V.; IRISO CALLE, A.; LAÍN HUERTA, R. Y PERIANES JIMÉNEZ, V. (1991).- Atlas de riesgos naturales de Castilla y León. Serie Ingeniería GeoAmbiental. ITGE, Madrid. 87 pp.
- 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.
- MARTÍN-SERRANO, A. (1979).- El relieve zamorano. Planteamientos generales y problemática geomorfológica. *Tecniterrae*, 28:11-19.
- MARTÍN-SERRANO, A. (1988).- El relieve de la región occidental zamorana. La evolución geomorfológica de un borde del Macizo Hespérico. Tesis doctoral. Inst. Est. Zamoranos "Florián de Ocampo", Dip. Zamora, 306 pp.
- MARTÍN-SERRANO, A. (1988 b).- Sobre la posición de la raña en el contexto morfodinámico de la Meseta. Planteamientos antiguos y tendencias actuales. *Bol. Geol. Min.*, 99 (6), 855-870.
- MARTÍN-SERRANO, A. (1989).- Características, rango, significado y correlación de las series ocre del borde occidental de la Cuenca del Duero. *Stvd. Geol. Salmanticensia*, 5:239-252.
- MARTÍN-SERRANO, A. (1991).- La definición y el encajamiento de la red fluvial actual sobre el Macizo Hespérico en el marco de su geodinámica alpina. *Rev. Soc. Geol. Esp.*, 4 (3-4): 337-351.

- 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.
- MEIN, P. (1975).- Biozonation du Neogene Mediterranéen a partir des Mammifères. *Rep. Act. RCMNS Working Groups, Bratislava*. 78-81.
- MIQUEL, M. (1902).- Noticias sobre varios restos de Mamíferos fósiles procedentes de Fuensaldaña y la Cistérniga. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 2, 94-95.
- MIQUEL, M. (1906).- Restos fósiles de vertebrados encontrados en San Morales (Salamanca). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 6, 352-357.
- MOPTMA (1995).- Guía resumida del clima en España 1961-1990. Dirección General del Instituto Nacional de Meteorología, Madrid. 110 pp.
- MOLINA, E. (1991).- Geomorfología y geoquímica del Paisaje. Ed. Univ. Salamanca, *Acta Salmanticensia*. (Bibliot. de la Ciencia), 72, 156 pp.
- MOLINA, E. Y PÉREZ-GONZÁLEZ, A. (1989).- Depresión del Duero. En: Mapa del Cuaternario de España a escala 1:1.000.000. Pérez-González, A., Cabra, P. y Martín-Serrano, A. (Coords.).

- ITGE, Madrid. 153-161.
- MUÑOZ JIMÉNEZ, J. Y TANARRO GARCÍA, L.M. (2000).- El modelado fluvial en el piedemonte norte del Guadarrama oriental y Somosierra (Sistema Central Español): los valles disimétricos de la cuenca del Duratón. En: *VI Reunión Nacional de Geomorfología*. Sociedad Española de Geomorfología - Departamento de Geodinámica (UCM).
- OLMO, P. DEL Y PORTERO, J.M. (1982).- Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (MAGNA). Hoja nº 343 (Cigales). IGME.
- OLMO, P. DEL Y PORTERO, J.M. (1982).- Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (MAGNA). Hoja nº 372 (Valladolid).IGME.
- ORDÓÑEZ, S.; LÓPEZ AGUAYO, F. Y GARCÍA DEL CURA, M^a.A. (1976).- Estudio geológico de las "facies rojas" plio-cuaternarias del borde SE de la Cuenca del Duero (prov. Segovia). *Est. Geol.*, 32, 215-220.
- ORTI CABO, F. (1988).- Sedimentación continental evaporítica durante el Terciario en el Península Ibérica: Aspectos Generales. II Congreso Geológico de España. Granada. Simposios, 509-518.
- PARADELO, L.; PARAMIO, M. Y FERNÁNDEZ ANGLIO, D. (1968).- Geología de Valladolid. En: Mapas provinciales de suelos. Valladolid. Mapa Agron. Nac., Ministerio Agricultura; Madrid, 7-13.
- 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. (1996).- El enlace y la paleogeografía neógena entre las cuencas del Duero y del Ebro en La Bureba (Burgos). *Bol. Geol. y Min.*, 107, 14-28.
- PLANS, P. (1970).- La Tierra de Campos. Inst. de Geograf. Aplic. Patr. Alonso de Herrera. CSIC. Madrid.
- POL, C.; CORRALES, O.; CORROCHANO, A. Y CARBALLEIRA, J. (1977).- Las facies detríticas del Mioceno del Sector Sur de la Cuenca del Duero. VIII Congr. Nacional de Sedimentología. Oviedo-León.
- PORTERO, J.M. Y OLMO, P. DEL (1979).- Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. Hoja nº 400 (Portillo). IGME.

- PORTERO, J.M.; OLMO, P. DEL, Y 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.; 11, 51-58.
- POZO, M.; CARAMES, M.C. Y FONOLLA, F. (1984).- Estudio mineralógico, geoquímico y paleontológico de los materiales de transición de facies fluviales a evaporíticas en sector central de la Cuenca del Duero. Rev. Mat. Proc. Geol., UCM; 2, 95-113.
- ROQUERO, C. Y ONTAÑÓN, J.M. (1966).- Une forme d'accumulation des carbonates calcique et magnésique en bandes horizontales et grillages sous climat semiaride méditerranéen. Comunicaciones. Conferencias de suelos mediterráneos. Madrid. CSIC. 465-471
- ROYO Y GÓMEZ, J. (1922).- El Mioceno Continental Ibérico y su fauna malacológica. Mem. Com. Invest. Pal. y Prehist., 30, 230 pp.
- ROYO Y GÓMEZ, J. (1926).- Edad de las formaciones yesíferas del Terciario Ibérico. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., 26, 259-279.
- ROYO Y GÓMEZ, J. (1926).- Tectónica del Terciario Continental Ibérico. XIV Cong. Geol. Int., fasc. 1, Madrid. 593-523.
- ROYO Y GÓMEZ, J. (1929). Nuevos yacimientos de Mamíferos miocenos en la provincia de Valladolid. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., 29, 105-112.
- ROYO Y GÓMEZ, J. (1935).- Las grandes tortugas delseudodiluvial castellano. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., 35, 463-486.
- RUÍZ, 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 CAMAZO, M.; LEDESMA, M.; GARCÍA, A.; GALLARDO, J.F. Y MARTÍNEZ CARRASCO, R. (1973).- Contribución al estudio de los suelos salinos de la Depresión del Duero. *Anales de Edafología y Agrobiología*, 32, 1007-1024.

- SÁNCHEZ DE LA TORRE, L. (1982).- Características de la sedimentación miocena en la zona Norte de la Cuenca del Duero. I Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca (1979). Guía de excursiones. Temas Geológico Mineros. IGME, 701-708.
- SANTISTEBAN, J.I.; MARTÍN-SERRANO, A.; MEDIAVILLA, R. Y MOLINA, E. (1991).- Introducción a la estratigrafía del terciario del SO de la Cuenca del Duero. En: Alteraciones y paleoalteraciones en la morfología del oeste peninsular. Blanco, J.A.; Molina, E. y Martín-Serrano, A. (Coords). Monografías de la SEG, ITGE-SEG. 6; 185-198.
- SANTISTEBAN, J.I.; MEDIAVILLA, R. M.; MARTÍNEZ-SERRANO, A. Y DABRIO, C. (1996).- A general overview. En: Tertiary Basins of Spain. Friend, P.F. y Dabrio, C.J. (Eds). Cambridge University Press.
- SANTONJA, M. Y PÉREZ-GONZÁLEZ, A. (1984).- Las industrias paleolíticas de la Maya I en su ámbito regional. En: Excavaciones Arqueológicas en España. Ministerio de Cultura, Madrid. 135; 5-347.
- SANTONJA, M.; QUEROL, M.A. Y PÉREZ-GONZÁLEZ, A. (1982).- El yacimiento de la Maya I y la secuencia Paleolítica del valle del Tormes. En: I Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca (1979). Temas Geológico Mineros, IGME, VI (2), 641-659.
- SCHMIDT-THOME, P. (1945).- Basamento paleozoico y cobertera moderna en la parte occidental de España central (Provincias de Salamanca y Cáceres). Geotektonische Forschungen, 6. Berlín. Trad. Ríos, J.M. En: Publ. SOLÉ SABARÍS, L. (1952).- El relieve de la Península Ibérica y sus elementos estructurales. Geografía de España y Portugal, 1. Edit. Montaner y Simón. 17-269.
- SCHWENZNER, J.E. (1936).- Zur Morphologie des Zentralspanischen Hochlandes (Ref. a la Traducción de Vidal Box 1943, Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat, 41, 121-147). Geogr. Abhandlungen, 3, 10, Stuttgart.
- SOLÉ SABARÍS, L. (1952).- El relieve de la Península Ibérica y sus elementos estructurales. Geografía de España y Portugal, 1. Edit. Montaner y Simón. 17-269
- TORTOSA, A.; ARRIBAS, J.; GARZÓN, G.; FERNÁNDEZ, P. Y PALOMARES, M. (1997).- Análisis petrológico de depósitos de terraza aplicado al estudio de los procesos de captura en los ríos Adaja, Voltoya y Eresma (provincias de Segovia y Valladolid). Rev. Soc. Geol. Esp., 10 (1-2), 131-145.
- VICENTE, G. DE ; HERRÁIZ, M.; GINER, J.L.; LINDO, R.; CABAÑAS, L. Y RAMÍREZ, M. (1996).- Características de los esfuerzos activos interplaca en la Península Ibérica. Geogaceta, 20: 909-912.
- VILLALTA, J.F. Y CRUSAFONT, M. (1948).- Les gisements de mammifères du miocène espagnol: VIII. Bassin du Douro C. R. somm. Soc. Geol. Fr., (9/10) : 186-188.



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN Y CIENCIA



9 788478 406920