



MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1 : 50.000

Segunda serie - Primera edición



QUINTANILLA DE ONÉSIMO

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

SE INCLUYE MAPA GEOMORFOLOGICO A LA MISMA ESCALA

QUINTANILLA DE ONÉSIMO

© INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA
Ríos Rosas, 23. 28003 MADRID

Depósito legal: M -35.552-1997
ISBN: 84-7840-297-7
NIPO: 241-96-007-6

Fotocomposición: Lagos Cartografía, S. L.
Impresión: Graymo, S.A.

La presente Hoja y Memoria ha sido realizada por Estudios y Proyectos Técnicos, S.A. (EPTISA), dentro del programa MAGNA, durante los años 1990 y 1991, con normas, dirección y supervisión del ITGE, habiendo intervenido los siguientes técnicos superiores:

Cartografía Geológica y Redacción de Memoria

J. Picart (EPTISA).
P. Wouters (EPTISA).

Cuaternario y Geomorfología

P. Wouters (EPTISA).

Neotectónica

E. Piles (EPTISA).
P. Wouters (EPTISA).

Sedimentología

J. Solé Pont (INYPESA).

Estudio de muestras

J. M. Brell (Difracción R-X) (U.C.M.).
J. P. Calvo Sorando (Carbonatados) (U.C.M.).
R. Fort (Minerales pesados) (U.C.M.).
IM. Bustillo (Minerales pesados) (U.C.M.).

Paleontología de vertebrados

C. Sese (C.S.I.C.).
J. Morales (C.S.I.C.).

Micropaleontología

J. Ramírez del Pozo.

Recursos naturales

J. Boquera (EPTISA).

Hidrogeología

Y. Camarero (EPTISA).

Geotecnia

E. Nestares (EPTISA).

Punto de Interés Geológico

J. Palacio (INYPISA).

Teledetección

G. Galán (INYPISA).

Jefe del Proyecto

E. Piles (EPTISA).

NORMAS Y DIRECCION (ITGE)

Dirección y Supervisión del Proyecto

A. Martín-Serrano (ITGE).

Recursos Minerales

J. M. Baltuille (ITGE).

Hidrogeología

A. Ballester (ITGE).

Puntos de Interés Geológico

E. Elízaga (ITGE).

En el Centro de Documentación del ITGE existe para su consulta una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria, constituida por:

- Muestras, sus estudios y preparaciones.
- Informes complementarios de sedimentología, hidrogeología, etc.
- Mapa de muestras.
- Columnas sedimentológicas de detalle.
- Album de fotografías.
- Mapa hidrogeológico a escala 1:50.000.
- Mapa neotectónico a escala 1:50.000.
- Etc.

INDICE

	<i>Páginas</i>
0. INTRODUCCION	7
1. ESTRATIGRAFIA	8
1.1. Introducción	8
1.2. Neógeno	12
1.2.1. Facies Dueñas. Orleaniense-Astaraciense inferior (Mioceno inferior-Medio) (1) y (2)	12
1.2.1.1. Margas, margocalizas y yesos (1)	12
1.2.1.2. Margas, arcillas margosas y calizas margosas (2)	13
1.2.2. Facies Tierra de Campos. Arcillas limosas y areniscas (3) y (5), y esporádicas intercalaciones conglomeráticas (4). Astaraciense (Mioceno medio)	14
1.2.3. Facies Cuestas (6), (7) y Páramo I (8). Astaraciense-Vallesiense (Mioceno medio)	17
1.2.3.1. Margas, calizas y yesos (6)	17
1.2.3.2. Calizas y margocalizas (7).....	18
1.2.3.3. Calizas, dolomías y margas (8). Páramo I	20
1.2.4. Margas (9) y Calizas (10). Páramo II. Mioceno superior	21
1.3. Cuaternario	21
1.3.1. Cantos, gravas, arenas y arcillas (11), (12) y (13). Terrazas	22
1.3.2. Clastos calcáreos con arena y limo (14). Glacis	22
1.3.3. Clastos calcáreos con arena y limo (15). Paleovertientes de regularización	23
1.3.4. Limos y arenas (16). Arenas eólicas	23
1.3.5. Arcillas y limos (17). Areas endorreicas y semiendorreicas	23
1.3.6. Gravas, limos y arcillas (18). Conos de deyección	23
1.3.7. Cantos y grava de caliza, arena y limos (19). Coluviones	24
1.3.8. Arcillas y gravas (20). Llanura de inundación	24
1.3.9. Limos, arenas y gravas (21). Fondos de valle	24

	<i>Páginas</i>
1.3.10. Bloques de calizas, margas, arcillas y yesos (22). Depósitos de movimiento de masa (deslizamientos)	24
1.4. Cronoestratigrafía	25
2. TECTONICA	28
2.1. Tectónica alpina	28
2.2. Neotectónica	29
2.2.1. Anomalías geomorfológicas	30
2.2.2. Otros datos en relación con la neotectónica	31
2.2.3. Resumen y conclusiones	32
3. GEOMORFOLOGIA	33
3.1. Descripción fisiográfica	33
3.2. Antecedentes	34
3.3. Análisis geomorfológico	35
3.3.1. Estudio morfoestructural	35
3.3.2. Estudio del modelado	36
3.3.2.1. Formas poligénicas	36
3.3.2.2. Formas fluviales	36
3.3.2.3. Formas lacustres	38
3.3.2.4. Formas eólicas	38
3.3.2.5. Formas de ladera	39
3.3.2.6. Formas estructurales	39
3.3.2.7. Formas kársticas	40
3.4. Formaciones superficiales	40
3.5. Evolución dinámica	40
3.6. Morfodinámica actual	41
4. HISTORIA GEOLOGICA	42
5. GEOLOGIA ECONOMICA	44
5.1. Recursos minerales	44
5.1.1. Rocas industriales	44
5.1.1.1. Aspectos generales e históricos	44
5.1.1.2. Descripción de los materiales	45
5.2. Hidrogeología	47
5.2.1. Hidrología	47
5.2.2. Hidrogeología	47
5.3. Geotecnia	48
5.3.1. Introducción	48
5.3.2. Características geotécnicas	56
5.3.3. Estudio de las áreas	56
6. PATRIMONIO NATURAL GEOLOGICO (PIG)	64
7. BIBLIOGRAFIA	66

0. INTRODUCCION

La Hoja de Quintanilla de Onésimo, n.º 373 (17-15), se localiza en el sector centro-oriental de la Cuenca del Duero, perteneciendo administrativamente a la Comunidad Autónoma de Castilla y León. Toda su superficie pertenece a la provincia de Valladolid, localizándose un total de 25 términos municipales. Destacan como poblaciones más importantes las de Quintanilla de Onésimo, que da nombre a la Hoja, Montemayor, Cogeces del Monte, Traspinedo, Valbuena de Duero y Sardón de Duero.

Dentro de la red hidrográfica, destaca el río Duero, que con dirección E-O, divide la Hoja en dos zonas prácticamente aisladas, con la exclusiva comunicación del puente que une Quintanilla de Onésimo, en su margen izquierda, con Olivares de Duero por su derecha. Salvo los arroyos de Valcorba y Valimón, que vierten sus aguas al Duero por su margen izquierda, el resto de la red la constituye una serie de arroyos de escasa entidad.

El clima reinante en la zona es mediterráneo templado a mediterráneo fresco, con una temperatura media anual entre 10° y 12°C. De acuerdo con la clasificación de cultivos, la zona presenta un invierno tipo Avena fresco y un verano tipo Maíz y Trigo menos cálido.

Según el Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de la Hoja de Quintanilla de Onésimo, editado por el Ministerio de Agricultura (1976), la descripción de los cultivos y aprovechamientos es la siguiente:

- Regadío de cultivos herbáceos, a base de remolacha, patata, cebada y alfalfa.
- Labor intensiva sin arbolado, con cebada, trigo y avena.
- Viñedo, con poca importancia.
- Praderas y pastizales sin arbolado.
- Superficie arbolada con pino, siendo la localidad de Montemayor la que obtiene un mayor aprovechamiento con *Quercus ilex*, frondosas y quejigo.

La Hoja objeto del presente estudio se localiza en la parte centro-oriental de la Cuenca o Depresión del Duero, cuenca de origen tectónico y tipo asimétrico como resultado del dife-

rente comportamiento de sus bordes. Se inicia su formación con la regresión cretácica, con el paso de una sedimentación marina a una continental. A partir de este momento, se produce el relleno de la cuenca, mediante un sistema de abanicos fluviales con sus depósitos palustres-acustres asociados. La sedimentación iniciada en el Paleoceno continúa hasta la actualidad, siendo en el Orleaniense (Mioceno medio) cuando la cuenca adquiere una configuración próxima a la actual. En la Fig. 1 se representa la localización de la Hoja dentro del contexto de la cuenca.

En la ya clásica terminología iniciada por HERNANDEZ PACHECO, E. (1915), comúnmente aceptada y ampliada con el reconocimiento y definición de nuevas facies, se localizan dentro del área de estudio, de muro a techo, las siguientes:

- Facies Dueñas.
- Facies Tierra de Campos.
- Facies Cuestas.
- Facies calizas de los Páramos.

La incisión de la red pliocuaternaria sobre las calizas terminales (Páramo 1 y 2), dada su posición estratigráfica y su marcado contraste de competencias, genera un paisaje típico, en forma de mesas, con los paquetes calizos coronándolas; son las típicas parameras de la región, sobre la cual se sitúan las máximas elevaciones, con desniveles de más de 150 m respecto a los cauces actuales. Concretamente, en el área que nos ocupa existe una diferencia de cota del orden de los 160 m (884 m del vértice de Torralbo y 720 m del lecho del Duero).

1. ESTRATIGRAFIA

1.1. INTRODUCCION

La Hoja de Quintanilla de Onésimo se sitúa en el sector central de la Cuenca del Duero. Los materiales que constituyen el relleno de dicha cuenca fueron depositados en un ambiente continental durante el Terciario y el Cuaternario.

En las áreas de borde se acumulan depósitos de abanicos aluviales pertenecientes al Paleógeno, que lateralmente pasan a facies fluviales y hacia el centro de la cuenca a facies lacustre-palustre. El relleno de la Depresión se inicia en el Paleógeno. Las diferentes unidades litoestratigráficas descritas están condicionadas por el comportamiento tectónico de los bordes, que controlan en gran medida la dinámica de relleno de la Cuenca.

En los bordes sur y oeste también se encuentran facies de abanicos aluviales, con características distintas a las del borde norte. En estos sectores se depositan materiales conglomeráticos asociados a cuerpos tabulares de un abanico aluvial, que en distalidad están representados por depósitos fluvio-torrenciales.

En las zonas centrales de la depresión, en la que estaría situada la Hoja de Quintanilla de Onésimo, la edad de los sedimentos depositados son del Mioceno medio y superior. Están

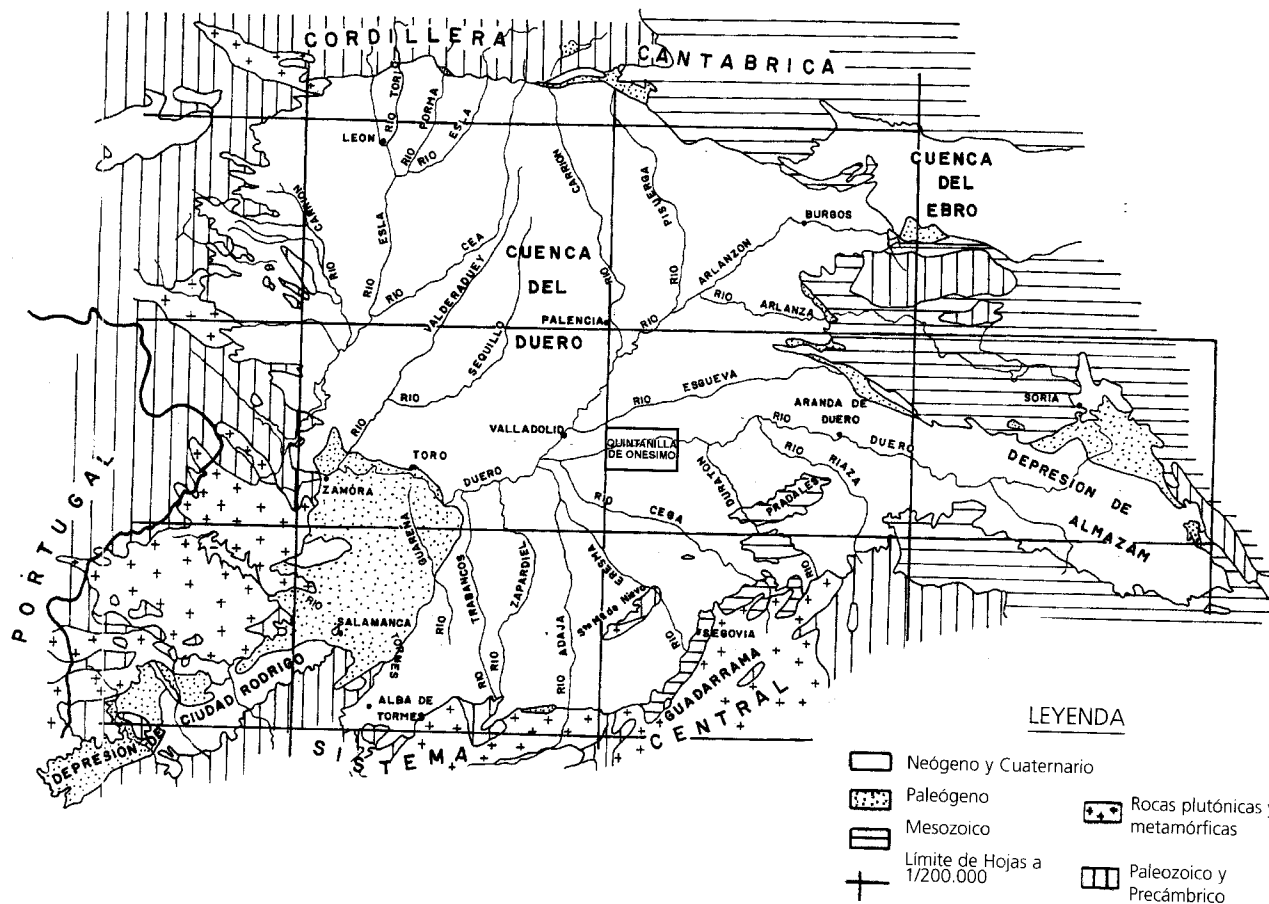


Fig. 1. Enmarque regional de la zona de estudio.

constituidos, principalmente, por las facies distales de los sistemas fluvio-aluviales, de carácter húmedo, que se generan en los bordes de la depresión. Para algunos autores, durante el Mioceno superior el clima era cálido y seco.

Las facies predominantes que se encuentran en el área estudiada son lacustres y palustres. Se intercalan facies fluviales, con escasa representación en cuanto al conjunto de los materiales, pero con una gran continuidad lateral a lo largo de toda la Hoja

Los primeros estudios o reconocimientos que se han realizado en esta zona se remontan a finales del siglo pasado. Aunque el primer trabajo que inició unas diferencias cronoestratigráficas, extensibles para el Neógeno de la Cuenca del Duero, fue el de HERNANDEZ PACHECO (1915). Este autor establece para la región de Palencia tres horizontes principales: la unidad de muro llamada "Facies Tierra de Campos", constituida por lutitas, areniscas y conglomerados; la intermedia, denominada "Facies Cuestas", esencialmente margoso-yesífera, y el horizonte superior formado por calizas denominado "Calizas del Páramo". Estas tres unidades estarían en continuidad sedimentaria. A las dos primeras unidades les asignó una edad del Mioceno medio y superior y a las "Calizas del Páramo" una edad pontiense.

Posteriormente ROYO GOMEZ (1926) considera la existencia de un segundo nivel calcáreo (calizas pisolíticas de Judego) situado al norte de la provincia de Burgos. Para este autor únicamente el nivel inferior (calizas del Páramo) se encuentra representado en el centro de la Cuenca del Duero, mientras que el superior se sitúa únicamente en los bordes de la cuenca. A partir de este trabajo, numerosos autores corroboran la existencia de dos niveles calcareos.

SAN MIGUEL DE LA CAMARA (1946-1953) apoya la presencia de dos niveles calcáreos en el sector suroriental de la Cuenca del Duero, denominando al más inferior calizas terminales y al suprayacente calizas del Páramo. En la base de las calizas superiores sitúa un nivel de margas. De la zona de Palencia hacia el norte, MABESOONE (1961) diferencia seis tipos de facies, incluidas en la serie Miocena.

En la región de Aranda del Duero, GARCIA DEL CURA (1974 y 1975) incluye, por primera vez, un nivel detrítico de características fluviales entre las calizas del Páramo y las calizas terminales. Como otros autores, corrobora la presencia de dos niveles calcáreos y configura la ordenación de estos materiales en tres unidades litoestratigráficas.

OLMO *et al.* (1982) añade un nivel basal, de carácter principalmente margoso, al cual define como "Facies Dueñas".

Siguiendo las ideas establecidas por ROYO GOMEZ, en el sector norte de Valladolid, OLMO *et al.* (1982) y PORTERO *et al.* (1982) describen dos niveles de calizas del Páramo separados por un tramo de sedimentos terrígenos de carácter fluvial. El primer nivel de calizas sería correlacionable al descrito por HERNANDEZ PACHECO (1915).

Las tesis doctorales de CORROCHANO (1977) y JIMENEZ (1969) dan un importante impulso al conocimiento del borde SO de la Cuenca del Duero. SANCHEZ DE LA TORRE, L. (1978 y 1982) sitúa en la zona norte y este de la cuenca unas facies carbonosas (fangos gris oscuro) a las cua-

les denominó Facies Zaratán. Representan niveles de ciénagas situadas entre la Facies Tierra de Campos y la Facies Cuestas. Se encuentran mejor representadas al oeste de Valladolid.

El conocimiento cartográfico que parte de AEROSERVICE (1967) a escala 1:250.000 y del IGTE (1970) a escala 1:200.000 presenta su avance más notorio con el plan MAGNA y en concreto con las Hojas realizadas en el centro de la Cuenca a principios de los años ochenta (Palencia, 274; Dueñas, 313; Cigales, 343; Portillo, 460; Olmedo, 428 y Arévalo, 455).

La primera Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero (1979) donde se trataron numerosos temas tanto de ámbito local como general sobre sedimentología, paleontología, petrología, tectónica supuso una referencia fundamental en el conocimiento de la Cuenca.

En la década de los años ochenta aparecen numerosos trabajos, en los cuales se intentan aplicar criterios de estratigrafía secuencial. En ellos se diferencian secuencias o unidades tectosedimentarias, las cuales están separadas entre sí por rupturas sedimentarias normalmente asociadas a movimientos tectónicos, que provocan una importante entrada de sedimentos a la Cuenca y por lo tanto un cambio en la sedimentación.

ORDÓÑEZ *et al.* (1981) en la sedimentación neógena definen cuatro unidades litoestratigráficas, las cuales se encuentran separadas entre sí por discontinuidades sedimentarias.

A partir de restos de micromamíferos, LOPEZ *et al.* (1986) consideran que la Facies Tierra de Campos es de edad Aragoniense superior.

En el borde norte de la Cuenca del Duero GARCIA RAMOS *et al.* (1986) ponen de manifiesto los procesos tectónicos de levantamiento de la Cordillera Cantábrica, que originan sucesivos sistemas de abanicos aluviales. Por otro lado, ALONSO GAVILAN (1989), en el borde suroccidental, distingue cuatro unidades litoestratigráficas de carácter fluvial, depositadas en un clima tropical con tendencia a la aridez.

La tesis de ARMENTEROS (1986), de carácter estratigráfico y sedimentológico, fue realizada en la zona de Peñafiel y el sector septentrional de la Sierra de Pradales. Considera la existencia de tres unidades que se corresponden con las descritas por GARCIA DEL CURA (1974). La Unidad Inferior sería equivalente a la Facies Tierra de Campos. La Unidad Media, a la Facies Cuestas y a las calizas del Páramo I. La Unidad Superior tendría su equivalencia con las calizas del Páramo II y sus facies detríticas asociadas. En las áreas de borde añade una nueva unidad a la cual denomina Unidad Marginal.

MEDIAVILLA y DABRIO (1986) describen cuatro Unidades Tectosedimentarias separadas por rupturas sedimentarias. La Unidad 1 incluye a la Facies Tierra de Campos y a la Facies Dueñas. La Unidad 2 equivale a la parte inferior de la Facies de las Cuestas. La Unidad 3 está constituida por la parte superior de la Facies de las Cuestas y el techo se sitúa en las calizas del Páramo I. La Unidad 4 se corresponde con la Unidad superior de ORDÓÑEZ *et al.* (1981) y está constituida por los conglomerados de Tariego y las calizas del Páramo II. Destacan la importante subsidencia que afecta a esta zona durante el Neógeno, y que estaría directamente relacionada con una actividad de carácter tectónico.

CIVIS *et al.* (1989) realizan estudios paleontológicos (moluscos, ostrácodos, foraminíferos y polen) en un área situada al sureste de la provincia de Valladolid.

MEDIAVILLA y DABRIO (1988) proponen que los factores que controlan la sedimentación durante el Neógeno, en su modelo sedimentario, son la tectónica, el tipo y cantidad de sedimento y el clima.

MEDIAVILLA y DABRIO (1989) estudian en detalle la relación existente entre las Unidades 3 y 4 por ellos descritas. Consideran de gran dificultad intentar correlacionar todas las Unidades del área central con las surorientales.

1.2. NEOGENO

Para la descripción de las diferentes Unidades litoestratigráficas representadas en la cartografía se ha mantenido la nomenclatura establecida por HERNANDEZ PACHECO (1915) y OLMO *et al.* (1982), así como la de otros autores. Estas son las siguientes:

Facies Dueñas. Astaraciense inferior.

Facies Tierra de Campos. Astaraciense.

Facies Cuestas. Astaraciense-Vallesiense.

Facies del Páramo I. Vallesiense.

Facies del Páramo II. Vallesiense-Turolense.

1.2.1. **Facies Dueñas. Orleaniense-Astaraciense inferior (Mioceno inferior-Medio) (1) y (2)**

1.2.1.1. *Margas, margocalizas y yesos (1)*

Esta unidad se incluye en la denominada Facies Dueñas (OLMO, *et al.* 1982). Se corresponde con la Unidad Dolomítica Inferior y la base de la Unidad Media de ORDÓÑEZ *et al.* (1981).

Está constituida fundamentalmente por margas blancas, niveles esporádicos de calizas margosas y yesos. La base de esta unidad no aflora, y los sedimentos aflorantes corresponden a las partes más altas de la Facies Dueñas. El espesor se sitúa entre los 30 y 40 m. En el sondeo de Sasamón I (provincia de Burgos) las facies lacustres-palustres alcanzan los 350 m. Por debajo de esta cota, y en contacto transicional, aparecen facies detríticas de ambiente fluvial en las que progresivamente se intercalan capas arenosas de granulometrías gruesas.

En cuanto a la fauna, únicamente las intercalaciones margoso-calcáreas tienen gasterópodos, ostrácodos y charáceas, con un contenido variable, ya que algunas muestras estudiadas presentan abundante fauna, mientras que en otras es escasa. Las muestras estudiadas dan una edad Orleaniense-Astaraciense inferior.

Se interpretan situadas en un ambiente lacustre algo salino, el cual localmente presenta facies de carácter palustre.

1.2.1.2. *Margas, arcillas margosas y calizas margosas* (2).

Constituyen parte de los sedimentos de la Facies Dueñas. Estos materiales afloran en el meandro del río Duero situado al oeste de Peñalba de Duero. ARMENTEROS *et al.* (1989) establece una sucesión estratigráfica en esta zona, en la que considera para la Facies Dueñas una facies lacustre de orla aluvial proximal en la parte basal de la sucesión, que evoluciona a un lacustre de orla fluvial distal.

Esencialmente están formados por una alternancia cíclica de orden métrico, que alcanza como mínimo los 40 m de espesor. Lateralmente pasan a las facies descritas anteriormente, y por lo tanto también se sitúan en la parte alta de la Facies Dueñas.

Los ciclos se inician con margas arcillosas o arcillas margosas en las cuales se pueden intercalar margas calcáreas y margas arcillosas verdes. La culminación del ciclo está formada por capas de calizas margosas de espesores decimétricos. Por encima se inicia otro ciclo con las mismas características. En conjunto y hacia techo, es decir, hacia la base de la Facies Tierra de Campos, aumenta la proporción de capas calcáreo-margosas en disminución de las margosas. Lateralmente se encuentra un nivel desorganizado constituido por fragmentos de las facies anteriormente descritas. El espesor de este nivel es de unos 5 m y probablemente esté asociado al movimiento de una fractura sinsedimentaria.

En los términos basales de esta sucesión se intercalan arcillas y limos margosos de color rojo. El espesor de estos niveles no supera 1,5 m. Constituyen unas bandas de gran continuidad lateral a escala de afloramiento. Probablemente corresponden a las partes más distales del sistema fluvio-aluvial que estaría asociado a la Facies Dueñas, y que fue reconocido en el sondeo de Sasamón I (provincia de Burgos), o bien constituyen los términos superiores de ciclos de oxidación-reducción generados en litorales lacustres fangosos o en contextos perilacustres.

Intercaladas en esta sucesión aparecen capas detrítico-carbonatadas con espesores decimétricos, que presentan numerosos cantos blandos, laminaciones cruzadas de pequeña escala y granoclasificación positiva. La continuidad lateral es de orden decamétrico y tienen la base irregular o erosiva.

El estudio mineralógico de la fracción pesada comprendida entre 0,16 mm y 0,060 mm, que representa el 0,374%, da un contenido de 36% aproximadamente de circón, 26% de apatito y un 13% y 12% de turmalina y granate respectivamente, como componentes mayoritarios. El resto de los componentes mineralógicos se encuentran en menor proporción (epidota, esfena, andalucita, estauroлита y rutilo), y con valores casi inapreciables de hornblenda y broquita.

Respecto a la composición de la fracción ligera comprendida entre 0,25 mm y 0,50 mm, destaca el alto contenido en moscovita (57%), la ausencia de cuarzo policristalino, el cuarzo presente (24%) es monocristalino, y la ausencia de fracción de rocas metamórficas, frente a un 12% de fracción de rocas sedimentarias, lo que en un principio parecería indicar un aporte, al menos en este área, de la orla cantábrica.

El análisis mediante difracción de Rx de arcillas indica un alto contenido en filosilicatos (84%), seguido de un 12% de calcita y 4% de cuarzo. Respecto a los minerales de arcilla, la illita es el filosilicato dominante (42%). La sepiolita (22%) se ha encontrado relacionada con altos con-

tenidos en carbonatos, reflejando una relación genética entre este silicato magnésico y los tramos carbonáticos.

Estos sedimentos se depositaron en un ambiente lacustre energético, con un aumento en vertical del carácter carbonatado. Hacia techo desaparece la influencia del sistema fluvial asociado, puesto de manifiesto por la falta de limos y arcillas rojas.

1.2.2. Facies Tierra de Campos. Arcillas limosas y areniscas (3) y (5), y esporádicas intercalaciones conglomeráticas (4). Astaraciense (Mioceno medio)

Esta unidad se encuentra bien representada cartográficamente en la mitad norte de la Hoja. En el sector oeste tiene un espesor de unos 30 m, con una tendencia a disminuir hacia el Este llegando a tener, en Peñalba de Duero, unos 8 m. Litológicamente está constituida por arcillas, limolitas y areniscas rojas (5) y ocre (3), entre las que se intercalan niveles conglomerático-arenosos (4).

La Facies Tierra de Campos fue definida por HERNANDEZ PACHECO (1915), el cual le atribuye una edad Tortonense. LOPEZ *et al.* (1986) consideran, a partir de estudios de micromamíferos, que es de edad Aragonense superior.

En los afloramientos de esta unidad se observa una diferencia de color, marcada por un color rojizo generalmente situado en una franja basal (5) y un color ocre suprayacente (3). Estas coloraciones están relacionadas con los aportes de distinta área fuente y son visibles, por ejemplo, en los alrededores de Villabáñez y de Quintanilla de Arriba.

Formando parte de esta unidad se encuentra la denominada Unidad Cabezón, descrita en la Hoja de Cigales (Nº 343) en las cercanías de la localidad de Cabezón del Pisuerga. OLMO *et al.* (1982), en la Hoja de Valladolid (Nº 372), en la cual también se localiza esta unidad, considera que representa un nivel con una mayor abundancia de canales de arena y gravas, con presencia de fangos ocre hacia techo. Las gravas de la base de los canales están formadas por fragmentos de caliches y cantos de cuarzo subredondeados que alcanzan un tamaño máximo de 2 cm.

Los niveles conglomerático-arenosos tienen espesores variables de orden métrico. En vertical presentan una granoclasificación positiva, configurando secuencias de relleno de canal. Internamente se observan varias cicatrices. Tienen una continuidad lateral a escala del afloramiento.

Hacia techo, los sedimentos están formados por arcillas y limos, los cuales presentan procesos edáficos que se han desarrollado cuando la actividad del canal ha desaparecido.

Los depósitos de desbordamiento están representados, principalmente, por arcillas, limos y areniscas de grano fino. Estas últimas forman capas de grosores decimétricos con morfologías tabulares, en las que se pueden identificar laminaciones cruzadas de pequeña escala.

Así como en otras Hojas colindantes, en la que nos ocupa se encuentran niveles de costras calcáreas interpretadas como paleosuelos calcimorfos ("pseudogley"), tal como los define FREY-TET (1973).

Las facies conglomeráticas (4) se presentan en cuerpos con morfología lenticular, tienen la base erosiva e internamente pueden reconocerse cicatrices erosivas (canales "braided"). El diámetro medio de los cantos es de 1-2 cm y presentan un grado de redondez muy elevado. Generalmente por encima de los tramos más conglomeráticos, se sitúan "sets" arenosos con laminación cruzada de mediana escala. Estas estructuras pueden estar parcialmente borradas debido al intenso desarrollo de edafizaciones que se encuentran en los limos y arcillas que culminan la sucesión. Estos procesos se manifiestan con perforaciones por raíces, calcificaciones y oxidaciones del sedimento.

En las cercanías de la localidad de Quintanilla de Arriba se individualiza un nivel predominantemente arenoso que presenta una estratificación cruzada a gran escala. Internamente cada "set" arenoso tiene cantos conglomeráticos en la base, que se encuentran flotando en una matriz de arena gruesa, con presencia de cantos blandos. Hacia el techo disminuye el tamaño de grano y las arenas tienen laminaciones cruzadas de mediana escala. Se pueden individualizar varios grupos de "cosets", cada uno de ellos con un sentido de acreción ligeramente diferente, que suponen un sentido de las paleocorrientes de componente SO-O. El techo está afectado por procesos calcimorfos. La base de todo el nivel es erosiva y tiene una continuidad lateral de escala decamétrica. Se interpretan como depósitos de barra de meandro ("point bar").

PORTERO *et al.* (1982) y MEDIAVILLA y DABRIO (1988) sitúan un límite discordante a techo de la Facies Tierra de Campos, basándose en la presencia de niveles carbonosos (GARCIA ABAD y REY SALGADO, 1973) o por procesos de marmorización y paleosuelos que se interpretan como mecanismos relacionados con una interrupción sedimentaria. Los autores anteriores consideran que las margas de la Facies Dueñas corresponden a un paso lateral de facies del sistema fluvial de Tierra de Campos. Se trataría de una progradación del sistema fluvial encima de la Facies Dueñas, lo que provocaría una retracción de los ambientes lacustres. POZO *et al.* (1984) sitúan entre la Facies Tierra de Campos y la Facies Cuestas una disconformidad.

Las observaciones efectuadas en la Hoja sugieren una organización secuencial distinta a la propuesta por los anteriores autores:

La base de la Facies Tierra de Campos, se considera neta y muy continua a escala de afloramiento. Constituye un límite discordante, en el que se pasa bruscamente de los sedimentos lacustres del techo de la Facies Dueñas a los materiales fluvio-aluviales de la Facies Tierra de Campos. Esta entrada detrítica está ampliamente representada en gran parte de la Cuenca del Duero, por lo que constituye un evento importante a escala cuencal. La mayor o menor complejidad, desde el punto de vista sedimentario, de la Facies Tierra de Campos está relacionada con la superposición o interdigitación de diferentes aparatos fluvio-aluviales. En la Hoja se encuentran dos abanicos de distinta procedencia.

El sistema de procedencia oriental adquiere un desarrollo predominante en la Hoja y constituye la prolongación de un aparato de grandes dimensiones cuyas facies proximales se sitúan en el corredor de enlace con la Cuenca de Almazán. Corresponde a la Unidad detrítica de Aranda descrita por ARMENTEROS (1986). Desarrolla depósitos lutíticos de llanura aluvial de color rojo vivo, característica que respalda por la tonalidad rojiza de las arenas, y la presencia esporádica de cantos calcáreos indica un área madre con carbonatos del Mesozoico.

La red principal de drenaje alcanzaba una considerable anchura debido a las dimensiones del abanico, y el eje se encontraba centrado en la Hoja, que era surcada por canales que discurrían en sentido este a oeste tal como corrobora el análisis de paleocorrientes y la distribución de facies.

En el tercio occidental de la Hoja se indentan depósitos pertenecientes a un sistema de abanicos de procedencia noroccidental y con área madre paleozoica. Se distinguen de los depósitos procedentes de los relieves mesozoicos orientales por la coloración ocre de las lutitas y las arenas, que son de grano más fino, mayor contenido en matriz fangosa y prácticamente nula cementación.

El esquema paleogeográfico propuesto explica la reducción de potencias para las facies fluviales en los sectores centroccidentales de la Hoja como consecuencia de la situación más distal de ambos sistemas de abanicos y es coherente con la distribución de facies. El sistema de procedencia oriental desarrolla facies canalizadas bastante tractivas, con presencia de cursos "braided" en la parte oriental de la Hoja. En los sectores centrales disminuye de potencia y los únicos depósitos canalizados corresponden a cursos divagantes de duración efímera. En el tercio occidental se interdigitan los dos sistemas y aumenta la proporción de depósitos de desbordamiento. Los abanicos con área madre paleozoica presentan canales que transportan abundante carga en suspensión y constituían una red poco definida con encajamiento de cursos de distinta sinuosidad.

El límite superior de esta unidad se considera, a escala de la sedimentología secuencial, transicional. Aunque cabe resaltar que se encuentran suelos calcimorfos y canales a techo de la unidad, que se relacionan con períodos de escasa o nula sedimentación.

Las muestras estudiadas para minerales pesados en la fracción de 0,16 mm y 0,060 mm, con un porcentaje de 0,662%, indican una presencia mayoritaria de turmalina (73,3% de valor medio); el resto presentan pequeños valores (estauroлита, granate, circón, rutilo, carbonatos) y casi ausentes la epidota, esfena, horonblenda y andalucita. Respecto a la fracción ligera, comprendida entre 0,25 mm y 0,50 mm, destaca la presencia del cuarzo (mayoritario el monocristalino frente al policristalino), presencia de feldespato potásico (3,7%) y moscovita (6,3%).

Como fracción de roca presenta carbonatos y areniscas, con un 10,5% y 30,3% respectivamente. Hay ausencia de rocas plutónicas, y respecto a fracción de metamórficas, sólo está presente un 2,5% de metacuarcitas.

De los estudios de arcillas (difracción de Rx) se obtiene un alto contenido en filosilicatos (83%), calcita (10%) y cuarzo (7%). Respecto a los minerales de arcilla, la illita es el elemento prácticamente único (76%) frente al 9% de caolinita y un 15% de estratificados (clorita-esmectita).

Los intentos encaminados a la datación de esta Facies han sido estériles, tanto desde el estudio de micromamíferos (ausencia de niveles potencialmente favorables) como el estudio de gasterópodos, ostrácodos y charáceas, por lo que su inclusión en el Astaraciense se hace en base a su posición estratigráfica y la correlación con otros sectores.

1.2.3. **Facies Cuestas (6) y (7) y Páramo I (8). Astaraciense-Vallesiense (Mioceno medio)**

Este conjunto litológico fue definido por HERNANDEZ PACHECO (1915) como la Facies Cuestas y tiene una amplia representación cartográfica en toda la Hoja, con espesores que oscilan de los 80 m a los 90 m. Está constituida principalmente por margas yesíferas, entre las que se intercalan niveles carbonatados, carniolas, dolomías y carbonatos detríticos.

1.2.3.1. *Margas, calizas y yesos (6)*

Con mayor predominio a muro de esta sucesión, aflora una alternancia de margas y arcillas arenosas grises con niveles de arcillas carbonosas de color oscuro. Ocasionalmente también se intercalan capas de calizas margosas. Corresponden a la Facies Zaratán, descrita por SANCHEZ DE LA TORRE (1982) e interpretada como niveles de ciénagas.

El espesor de estos tramos es bastante irregular, aunque no llegan a superar varios metros de espesor. Las capas de arcillas carbonosas no sobrepasan los 0,5 m de grosor y tienen una continuidad lateral muy irregular. La cantidad de restos fósiles que incluyen, tales como ostrácos, micromamíferos y gasterópodos, es abundante. En la Hoja de Cigales (343) se han descrito restos de micromamíferos.

La interpretación de SANCHEZ DE LA TORRE (1982) considera que los depósitos de ciénagas están asociados a rápidas inundaciones, las cuales arrastran suelos que junto a los materiales que llevan en suspensión se depositan en zonas deprimidas. En cuanto a una interpretación general, estas facies se situarían en un contexto palustre.

Los mejores afloramientos de estos sedimentos se localizan al noroeste de la Hoja, en las cercanías del pueblo de Villabáñez. Facies similares a las descritas se encuentran intercaladas en la sucesión estratigráfica de la Facies Cuestas, como por ejemplo en la serie de Langayo, situada al norte de la Hoja.

En las canteras de la zona del Pico de las Yeseras, situadas al oeste de Quintanilla de Onésimo, y en el Montecillo, situada en las cercanías de la casa de Valimón, se pueden observar en detalle las diferentes facies margosas, yesíferas y de "gypsarenitas".

Los tramos formados por capas de gypsarenitas, localmente llamadas aljez, están formadas por una alternancia centimétrica de capas de gypsarenitas, que presenta yeso mesocristalino con microdolomía intersticial, y capas margoso-arcillosas.

Las gypsarenitas presentan "ripples" de corriente y oleaje, estructuras basales de colapso y una continuidad lateral de escala decamétrica a hectométrica. El contacto entre las capas puede ser irregular debido a la expulsión de fluidos y a los procesos de disolución de los yesos. Las capas margosas representan estadios de decantación. En numerosas ocasiones no es posible distinguir las diferentes capas. En una de las canteras del Pico de las Yeseras se observa un lóbulo de acreción constituido por yesoarenitas que progradan hacia el O-SO. Este tipo de capas se encuentra en un ambiente lacustre energético.

Intercaladas con las facies anteriores se encuentran capas de margas arcillosas verdes que no superan el metro de espesor. Se asocian, teniendo en cuenta el contexto, a un ambiente lacustre arcilloso reductor.

Los niveles de margas dolomíticas, con abundantes cristales de yesos, son muy frecuentes en la sucesión de la Facies Cuestas. Se encuentran términos margosos que presentan cristales de yeso en punta de flecha de origen diagenético, de hasta 20 cm de longitud. El nombre local para estos yesos es el de "rabillo". En ocasiones, los niveles de concentración de yesos diagenéticos en margas dolomíticas pueden pasar, por procesos diagenéticos, a calizas dolomíticas o a dolomías con pseudomorfos de yeso (carniolas). Estos carbonatos son secundarios, ya que proceden de la calcitización de los materiales.

Hacia el techo de la sucesión se presentan con mayor abundancia capas carbonatadas ("packstone" y "wackstone"), de espesores variables, algunas de las cuales se han representado en la cartografía debido a su importancia. En la zona norte de la Hoja, alrededor de la localidad de Langayo, se intercalan capas carbonatadas en la base de la serie.

En conjunto la Facies Cuestas se encuadra en un ambiente lacustre-palustre de marcado carácter salino, que hacia techo es reemplazado por un ambiente lacustre-palustre carbonatado. Las facies palustres-lacustres carbonatadas marginales tienen una tendencia a situarse hacia el oeste de la Hoja. Las facies lacustres-arcillosas distales se sitúan con mayor relevancia hacia el oeste-suroeste.

1.2.3.2. Calizas y margocalizas (7)

Estas litologías se presentan con mayor predominio en la mitad este de la Hoja, con una clara tendencia a desaparecer hacia el oeste. Constituyen niveles calcáreos, con una gran continuidad lateral, situados tanto en el techo como en la base de la Facies Cuestas. Los afloramientos más representativos de estas litologías se encuentran en los alrededores de Langayo y de Cogeces del Monte.

En la zona de Langayo se encuentran unos niveles situados en la base de la serie, que corresponden a calizas margosas y margocalizas con numerosos cristales de yeso. Lateralmente se observa un nivel calcáreo brechoide con la base erosiva, que se interpreta como un depósito gravitacional en un contexto lacustre marginal. Los cantos pueden tener dimensiones decimétricas y el nivel tiene unos 2 m de espesor.

Los niveles del techo son de calizas micríticas con abundantes fósiles (foraminíferos, charáceas y ostrácodos). Las morfologías son muy variadas, pero suelen tener tanto las bases como los techos bastante irregulares. La continuidad lateral de las capas es variable, aunque como niveles estratigráficos tienen una gran continuidad.

La morfología de varios de estos niveles es lenticular, acuñándose lateralmente en varias decenas de metros. Algunas capas presentan estratificación cruzada de mediana escala. Internamente los límites entre capas son irregulares.

Los niveles calcáreos situados a techo de la Facies Cuestas pueden desarrollar superficies estructurales como las del Páramo, pero con una extensión y distribución más limitada. En la zona oeste de la Hoja estas superficies se sitúan alrededor de la cota 860-870.

La sedimentación para estos niveles se localiza en una zona lacustre marginal localmente energética.

Las muestras de arcillas estudiadas dentro de la Facies Cuestas presentan en general contenidos bastante elevados en filosilicatos. Los porcentajes de filosilicatos oscilan entre el 54% y el 86%.

Junto con los filosilicatos se ha detectado la presencia de calcita, en contenidos que oscilan entre el 5% y el 68%. Además se ha encontrado dolomita coexistiendo con calcita, o como único componente carbonático. El cuarzo se encuentra presente, aunque siempre en pequeños contenidos, que oscilan entre indicios y el 14% como máximo, estando ausente en algunos casos. Por último se ha detectado la presencia de yeso, con un contenido del 8% con respecto a la composición mineralógica global. En relación con los minerales de la arcilla, la illita es siempre el filosilicato dominante, oscilando sus contenidos entre el 48% y el 82%. También se ha determinado la presencia de caolinita en todas las muestras, aunque en porcentajes mucho más bajos. Como tercer filosilicato más frecuente se ha encontrado esmectita en 7 muestras, en contenidos muy variables, desde indicios hasta el 31%. La clorita está presente en contenidos que van del 12% al 22%. Por último se ha determinado la presencia de sepiolita en contenidos relativamente importantes de 16%, 25% y 26% respectivamente.

Analizando en cada muestra los contenidos en illita y esmectita, se observa cierta relación inversa entre ellos, de forma que los mayores contenidos en illita se presentan en las muestras con porcentajes más bajos en esmectita. A pesar de esta correlación y de que ambos filosilicatos tienen naturaleza dioctaédrica, no se ha encontrado ningún dato que permita suponer un proceso de transformación entre ambos.

Independientemente de esta distribución mineralógica cuantitativa, se puede destacar que en general los filosilicatos de todas las muestras analizadas presentan una cristalinidad bastante baja, a excepción de la illita, que suele presentarse con una cristalinidad algo más elevada. Aunque es difícil interpretar esta característica de forma aislada de otros datos geológicos, su carácter tan general podría reflejar los efectos de una alteración, no excesivamente intensa, de tipo edáfico.

Con respecto a la caolinita, dado sus contenidos bajos y relativamente uniformes, no es posible deducir ninguna condición especial sobre su origen.

Lo mismo se puede decir de la clorita, que probablemente deriva directamente del área fuente, ya que la mineralogía en conjunto de las muestras no aporta datos para suponer un origen diagenético de este mineral. También con respecto a la clorita podría pensarse en una transformación que diera lugar a la esmectita encontrada, apoyándonos en la presencia de interestratificados clorita-esmectita. No obstante la presencia de este tipo de interestratificados sólo se ha detectado en una muestra, no siendo suficiente para interpretar el origen de las esmectitas a partir de un proceso de transformación de este tipo, ni por supuesto de generalizarlo para toda la zona de estudio.

Por último hay que destacar que la sepiolita se ha encontrado en tres muestras que presentan contenidos elevados en carbonatos, sobre todo de composición dolomítica, reflejando una relación genética entre este silicato magnésico y los tramos carbonáticos.

En general, la Facies Cuestas ha resultado muy pobre en cuanto a su contenido en fósiles, ya que la mayoría de las muestras estudiadas han sido o bien negativas o bien con restos fragmentados y escasos. No obstante, el contenido de algunas muestras ha permitido incluir esta facies en el Astaraciense (Mioceno medio).

1.2.3.3. Calizas, dolomías y margas (8). Páramo I

Por encima de la Facies Cuestas se sitúan las calizas del Páramo I, a las que se les atribuye una edad Vallesiense (Mioceno superior), teniendo una amplia representación cartográfica en toda la Hoja.

Fue definida por HERNANDEZ PACHECO (1915) como Calizas del Páramo. Se correlaciona con el nivel de calizas situado a techo de la Unidad 3 de MEDIAVILLA y DABRIO (1986). LOPEZ *et al.* (1986) consideran este nivel de edad Turoliense.

La litología predominante es calcárea, aunque se intercalan capas margosas de colores blanquecinos de poca importancia. El espesor medio para esta unidad oscila entre los 5 y los 15 m.

Un amplio sector del Páramo I está representado por capas de calizas micríticas con abundante fauna de ostrácodos, charáceas y gasterópodos. Los contactos entre las capas son irregulares. Estas capas se encontrarían, por ejemplo, en el Páramo situado al sur de Quintanilla de Onésimo.

En los alrededores de Cogeces del Monte alternan capas de "wackstone-packstone" con margas arcillosas. Los espesores de las capas carbonatadas son del orden decimétrico, presentando morfologías de barras que se superponen unas a otras.

En la carretera de Cogeces a Langayo se observan también morfologías de barras y laminaciones cruzadas de mediana escala. Se interpretan como un complejo de barras en un ambiente lacustre marginal carbonatado. Localmente se individualizan capas calcáreo-margosas con bioturbación producida por juncáceas, que se sitúan en un ambiente palustre.

El paso de la Facies Cuestas a las Calizas del Páramo se considera ya por muchos autores transicional. Progresivamente se pasa, en general, de un ambiente salino a un lacustre palustre carbonatado.

El techo de esta unidad se considera una ruptura sedimentaria con procesos de karstificación, puestos de manifiesto por arcillas rojas de descalcificación. En otras áreas esta ruptura es mucho más patente por la entrada brusca, encima de la facies lacustre del Páramo I, de sedimentos fluviales y conglomeráticos (Conglomerados de Tariego).

Las muestras de micropaleontología estudiadas en la base de estas calizas han dado una edad de Astaraciense-Vallesiense y Vallesiense, si bien por consideraciones de tipo regional correspondería con un Vallesiense alto.

1.2.4. **Margas (9) y calizas (10). Páramo II. Mioceno superior**

Esta unidad cartográfica está únicamente representada en el borde SE de la Hoja. Se ha diferenciado un nivel basal constituido esencialmente por margas (9) y uno superior de litología carbonatada (10).

Por encima de las Calizas del Páramo I se sitúa una banda de espesor métrico constituida por arcillas margosas rojizas. Posiblemente corresponde a un nivel edafizado asociado a la ruptura sedimentaria que separa los dos páramos.

A techo y con un espesor de unos 10 m se encuentran unas margas blancas (9), en las que se pueden intercalar capas irregulares margoso-calcáreas. Estas capas no superan los 50 cm de espesor. El paquete margoso suele tener charáceas, foraminíferos y ostrácodos. Localmente se intercalan tramos de arcillas verdosas con un componente de plasticidad muy elevado.

En la zona de Langayo, en este nivel de litología margosa, se intercalan limos rojizos y areniscas de grano fino. Se interpretan como un estadio fluvio-lacustre distal, el cual sería asimilable en cuanto a su posición estratigráfica con los Conglomerados de Tariego (MEDIAYLLA y DABRIO, 1989). Este mismo nivel hacia el Este y Noreste tiene mayor cantidad de sedimentos terrígenos, con granulometrías groseras.

El nivel superior está representado por calizas (10), generalmente micríticas de color gris-oscuro, con una potencia de 3-4 m. Localmente la litología es de "packstones" y "wackstones" con presencia de granos de cuarzo e intraclastos. Pueden tener restos de fósiles (gasterópodos). En el sector de Langayo, y a la misma altura estratigráfica, se encuentran unas calizas nodulosas y lateralmente capas de carniolas. El espesor de este nivel no supera los dos metros.

Los afloramientos del Páramo II están situados únicamente en el sector sureste de la Hoja. En los alrededores de Langayo y en el arroyo de Valdillana se encuentran los mejores afloramientos.

Es frecuente la presencia de nódulos carbonatados y el desarrollo de costras ferruginosas, estas últimas asociadas a momentos en los que la sedimentación era poco importante.

De la base de la sucesión hacia techo existe la evolución, de un medio de llanura de inundación en transición a un medio lacustre margoso, que pasa a un medio lacustre-palustre carbonatado. Este último localmente presenta indicios de estar asociado a un contexto energético.

1.3. CUATERNARIO

Los depósitos cuaternarios recubren, en la zona que comprende la presente Hoja, una parte importante del sustrato terciario. Se han distinguido los siguientes tipos:

- Depósitos fluviales:
 - fondos de valle
 - llanura de inundación
 - terrazas
 - conos de deyección

- Depósitos lacustres: • zonas endorreicas
- Depósitos de ladera: • coluviones
 • paleovertientes
- Depósitos eólicos: • mantos eólicos
- Depósitos poligénicos: • glacia
- Depósitos kársticos: • arcillas de decalcificación

Se trata de formaciones superficiales, generalmente de poca potencia, ligadas directamente con la evolución del relieve existente en la zona en la actualidad. En los siguientes apartados se describirán sus características principales.

1.3.1. **Cantos, gravas, arenas y arcillas (11), (12), (13). Terrazas.**

De los cauces fluviales que atraviesan la Hoja, el Duero tiene el mayor número de terrazas. En su valle se han identificado un total de cinco niveles de terrazas, a 60-70, 45-50, 25-30, 20 y 7-10 m, respectivamente, por encima del cauce actual.

En su composición litológica dominan los cantos y grava de cuarzo y cuarcita, salvo en los tramos directamente aguas abajo de los arroyos afluentes al Duero, donde el contenido en gravas de caliza puede llegar al 90%. El tamaño de los cantos es, generalmente, inferior a los 15 cm, siendo el tamaño medio de 1,5-4 cm.

Las terrazas de los arroyos que cruzan la zona contienen casi exclusivamente cantos y grava de caliza, procedentes de los niveles calcáreos de las formaciones terciarias de Cuestas y Páramo.

Las terrazas medias y altas se encuentran frecuentemente cementadas.

En cuanto a la edad de estos depósitos, no se dispone de datos paleontológicos o arqueológicos para establecerlo, por lo cual hay que recurrir al grado de evolución edáfica y a las alturas relativas sobre el cauce actual de los mismos.

En base a estos criterios, se ha asignado una edad de Pleistoceno inferior a las terrazas altas, con una altura superior a los 30 m por encima del cauce. Las terrazas medias, entre 20 y 30 m por encima del cauce, se han formado probablemente durante el Pleistoceno medio, mientras las bajas corresponden al Pleistoceno superior-Holoceno.

1.3.2. **Clastos calcáreos con arena y limo (14). Glacia.**

Se trata de depósitos de paleovertiente de baja pendiente, esta última generalmente inferior a los 5°. La ausencia de buenos cortes en la zona dificulta la descripción de estos materiales. Son,

generalmente, acumulaciones de bloques, cantos y gravas de caliza en una abundante matriz areno-arcillosa parda. Localmente se encuentran cementadas por carbonatos. Sus potencias, difíciles de estimar, varían entre 1-2 m.

1.3.3. Clastos calcáreos con arena y limo (15). Paleoverdientes de regularización.

La composición de estos depósitos es bastante similar a la de los glaciares aunque con una peor distribución de los componentes y una proporción de finos ligeramente inferior. Generalmente no se encuentran cementados.

1.3.4. Limos y arenas (16). Arenas eólicas.

Se trata de depósitos eólicos, comunes en esta zona de la Cuenca del Duero. Recubren partes tanto de los páramos como de los valles fluviales, a veces llegando a tener espesores de 10-15 m. Son arcosas de grano subredondeado a redondeado y con gran proporción de mates. La fracción de limos no suele superar el 10%.

Igual que en zonas situadas más hacia el oeste, concretamente en las Hojas de Valladolid y Portillo, se ha encontrado, dentro del paquete de arenas, un horizonte edáfico de acumulación de arcillas, indicando la existencia de al menos dos periodos eólicos principales. Partes del paquete superior aparecen retrabajados por medios fluviales.

Una explotación de las arenas, cerca del pueblo de Quintanilla de Onésimo, ofrece un buen corte de las mismas, donde aparecen las estructuras sedimentarias típicas de medios eólicos.

En cuanto a la edad de estos depósitos, parece que la actividad eólica en esta parte de la Cuenca ha sido importante al menos desde el Pleistoceno superior.

1.3.5. Arcillas y limos (17). Áreas endorreicas y semiendorreicas.

Las áreas endorreicas de la zona están situadas en el fondo de unas dolinas de considerable tamaño, situadas en la esquina SE de la Hoja. Tienen un drenaje deficiente debido a su carácter de depresión topográfica cerrada y a la acumulación de arcillas de descalcificación que generalmente se han formado en el fondo de las mismas. Por otra parte, en los márgenes de los valles aluviales se han desarrollado algunas zonas semiendorreicas, con un drenaje deficiente hacia el fondo de valle, debido a la existencia de terrazas colgadas u otros altos topográficos que impidan un drenaje libre. En ambos casos, se caracterizan por acumulaciones de limos y arcillas con cantidades importantes de material orgánico.

1.3.6. Gravas, limos y arcillas (18). Conos de deyección.

Los conos de mayor tamaño se sitúan al pie de las laderas del valle del Duero. Su composición es heterogénea y refleja las diferentes litologías de las laderas que han servido de área fuente.

En términos generales, están constituidos por gravas, más o menos angulosas, de caliza, inmersas en una matriz limo-arcillosa. A veces contienen, además, arenas y yesos.

1.3.7. Cantos y grava de caliza, arenas y limos (19). Coluviones.

En general, las laderas de la zona suelen estar tapizadas por coluviones que enlazan con los fondos de valle. En la cartografía geológica sólo se han representado aquellos con una potencia y extensión considerable; en el resto de los casos se ha dado prioridad a la representación del sustrato terciario, principal testigo de la historia geológica de la zona.

La composición de los coluviones depende directamente de las litologías que afloran en la ladera que les ha servido de área fuente. Así, se distinguen dos tipos:

- Coluviones de gravas cuarcíticas con abundante matriz limosa, derivados fundamentalmente de las terrazas del río Duero.
- Coluviones de cantos y gravas de caliza y yeso con abundante matriz limo-arcillosa, acumulados en los pies de las laderas margocalcáreas y yesíferas de los afloramientos de "Facies Cuestas" y "Páramo".

1.3.8. Arcillas y gravas (20). Llanura de inundación.

Se desarrolla en el nivel situado entre la terraza más baja y el fondo del valle del río Duero, como retazos de tamaño bastante reducido a lo largo del cauce. En su composición domina la fracción limo-arcillosa sobre la arena, aunque también incluye depósitos de "pointbar", con una geometría alargada y constituidos por gravas y arenas.

1.3.9. Limos, arenas y gravas (21). Fondos de valle.

Están formados por los depósitos en los fondos de los arroyos y valles de la zona. Su composición litológica es muy variada, de cantos y gravas en una matriz limo-arcillosa. En el caso de los arroyos de la red fluvial secundaria, los cantos y grava son casi exclusivamente calcáreos, salvo en aquellos puntos donde el arroyo se ha encajado en los paleocanales de la Tierra de Campos y ha incorporado cantos cuarcíticos de esta formación.

En los depósitos de fondo de valle del Duero dominan las gravas y cantos de cuarzo sobre la caliza, con la excepción de los tramos directamente aguas abajo de las desembocaduras de los arroyos, donde el porcentaje de gravas de caliza aumenta de forma importante.

1.3.10. Bloques de calizas, margas, arcillas y yesos (22). Depósitos de movimiento de masa (deslizamientos).

Estos depósitos están localizados en los pies de las laderas del valle del Duero. Se trata de masas de material deslizadas por la erosión fluvial del pie de la ladera.

En algunos casos estas masas deslizadas conservan parcialmente la estructura que poseían antes de desestabilizarse; en otros casos pierden la cohesión y se genera un depósito muy heterogéneo de bloques y clastos en una matriz limo-margosa.

Los deslizamientos rotacionales son bastante comunes en los bordes de los Páramos y han sido descritos en otras Hojas cercanas, como por ejemplo las de Baltanás (nº 312) y Portillo (nº 400).

1.4. CRONOESTRATIGRAFIA

El primer conocimiento de la existencia de restos fósiles en la Cuenca del Duero se debe a la cita de EZQUERRA, en 1845, localizándose en la provincia de Valladolid y consistente en los restos de un paquidermo. A partir de este momento, escasas citas puntuales salpican la Cuenca de hallazgos de grandes vertebrados y mamíferos, no siendo hasta 1930, en que HERMANDEZ PACHECO, F., con el estudio de los yacimientos de Fuensaldaña y la Cistiérniga, da un fuerte impulso a la bioestratigrafía de la zona.

Con respecto a la zona que nos ocupa, zona suroriental de la Cuenca, merecen especial mención los yacimientos de Aranda de Duero (Burgos) y de los Valles de Fuentidueña, siendo ampliamente estudiados, sobre todo el segundo, a partir de 1943. Pese a librar estos yacimientos un gran número de especies, no dejan de ser estudios puntuales, no siendo hasta 1982 y dentro del Plan Magna, en que se acomete el estudio sistemático, entre otros, de los posibles yacimientos de vertebrados y micromamíferos, según una transversal N-S de la Cuenca, concretamente desde la Hoja de Guardo, Nº 132, en el borde norte con la Cantábrica, hasta la de Nava de Arévalo, Nº 481, en el borde sur con el Sistema Central. La sistemática y metodología empleada a partir de esta fecha se ha seguido manteniendo en la realización de posteriores Hojas.

A partir de esa fecha se han realizado numerosos trabajos, tanto paleontológicos, estudio de nuevos yacimientos (ALBERDI, *et al.*, 1981; LOPEZ y SANCHIZ, 1982, etc.), como de tipo sedimentológico integrando la Bioestratigrafía (MEDIIVILLA y DABRIO, 1986, 1989; ARMENTEROS, 1986; ARMENTEROS, *et al.*, 1986, LOPEZ *et al.*, 1986, etc.).

A modo de resumen, citamos a continuación, en función del nivel o facies clásicas en la estratigrafía de la región, el yacimiento estudiado y la edad obtenida.

Relleno kárstico

Superficie karstificada sobre calizas cretácicas. Yacimiento de GUARDO, Hoja de Guardo Nº 132. Pleistoceno medio. LOPEZ MARTINEZ y SANCHIZ, 1982; SEVILLA, 1988.

Páramo (calizas terminale de Cuestas)

Yacimiento situado en la base del Páramo. Hoja de Palencia Nº 273, yacimiento MIRANDA-2. Vallesiense superior-Turolense, aunque no se puede supradatar con exactitud. LOPEZ

MARTINEZ y SANCHIZ, 1982. Yacimientos de AUTILLA 1 y 2, Vallesiense inferior; de CERRATO, situado 8 m por encima del paso Tierra de Campos a Cuestas, Aragoniense superior; de TORREMORMOJON 4 y 6a, Astaraciense superior-Vallesiense inferior; de TORREMORMOJON 1, localizado en la zona de transición al Páramo 1, Vallesiense superior. Todas estas dataciones pertenecen a la Hoja de Dueñas, Nº 311. LOPEZ MARTINEZ y SANCHIZ, 1982; LOPEZ MARTINEZ *et al.*, 1986. Yacimiento de CISTIERNIGA, situado en la base de Cuestas, en facies ciénaga, Hoja de Valladolid Nº 372, Astaraciense superior. LOPEZ MARTINEZ y SANCHIZ, 1982.

Facies zaratán

Situada a techo de Tierra de Campos en el paso a Cuestas. Yacimiento de OTERO, Hoja de Palencia Nº 273; de DUREROS y ZARATAN, Hoja de Valladolid Nº 372, todos ellos datados como Astaraciense superior. LOPEZ MARTINEZ, 1982; LOPEZ MARTINEZ, GARCIA MORENO y ALVAREZ SIERRA, 1986.

Facies de la Serna

Cambio lateral de Cuestas. Yacimiento de ITERO, Hoja de Carrión de los Condes Nº 197, Vallesiense inferior, LOPEZ MARTINEZ y SANCHIZ, 1982. Yacimiento de RELEA, clásico en la bibliografía regional, Vallesiense con la presencia de *Hipparion*. Localizado en la Hoja de Saldaña Nº 164.

Unidad Cabezón y Tierra de Campos

La Unidad Cabezón fue definida por OLMO y PORTERO, (1982), para diferenciar en la base de Cuestas un tramo de Tierra de Campos con una mayor presencia de canales. Yacimientos de FUENSALDAÑA, Hoja de Cigales 343, y de SIMANCAS, Hoja de Valladolid. Ambos en la Unidad Cabezón, datados como Astaraciense superior, si bien el de SIMANCAS no se puede precisar si es superior o inferior. (LOPEZ MARTINEZ y SANCHIZ, 1982).

Yacimiento de CUESTAS DEL REY, Hoja de Burgos Nº 200, situado en Tierra de Campos, Aragoniense superior, zona MN 7-8 de MEIN. SESE, y MORALES, 1990.

A 15 Km al Este de Burgos, en la Sierra de Atapuerca, hay un complejo kárstico con numerosos yacimientos de macro, micromamíferos y homínidos, que abarcan una edad comprendida entre los comienzos del Pleistoceno medio y superior. Un estudio completo de las características geológicas y paleontológicas de estos yacimientos se encuentran en la monografía AGUIRRE, CARBONELL y BERMUDEZ DE CASTRO eds.

Dentro de las facies y unidades reconocidas en la zona central de la Cuenca del Duero, son las calizas del Páramo, tanto las terminales de Cuestas, Páramo I, como las correspondientes al Páramo II, las que plantean mayor problema en cuanto a su datación.

Para MEDIAVILLA y DABRIO (1989), las calizas inferiores o Páramo I tienen una edad Vallesiense inferior-Turolense. En trabajos posteriores, MEDIAVILLA y DABRIO (1986) incluyen junto con el Páramo I, el ciclo Páramo II, en la que denominan "Unidad Superior", atribuyéndola una edad Vallesiense superior-Pliceno. El criterio argumentado es la datación de LOPEZ y SANCHIZ (1982) dada en el yacimiento de Miranda 2 (Hoja de Palencia), datado como Vallesiense inferior-Turolense. Posteriormente (1985) los autores reconocen no tener criterios faunísticos para datar el techo del Páramo I.

De lo que no cabe duda es la edad Vallesiense inferior para estas calizas, como así lo confirman los yacimientos de MIRANDA-1, AUTILLA 1 y 2 y las dataciones realizadas en las facies terrígenas de "La Serna", a las cuales se intercalan estas facies carbonatadas, en zonas próximas a la Cantábrica (yacimiento de ITERO, estudiado por LOPEZ *et al.*, 1975).

Si respecto a la unidad "Calizas inferiores del Páramo" el problema se plantea en la asignación dudosa al Turolense, hecho que parece descartado, en los niveles correspondientes al segundo ciclo del Páramo diferenciado o "Calizas superiores del Páramo" el problema sobre su edad es mucho más difícil de resolver.

En la actualidad no existe ningún argumento paleontológico que justifique la edad atribuida al Turolense para el techo de las calizas "Páramo I", excepción hecha del yacimiento de MIRANDA-2 (Hoja de Palencia), con sus condicionantes y problemática expuestos, ya que cuando se intenta recopilar los datos sobre las edades asignadas al segundo nivel de calizas del Páramo, las dataciones se realizan por correlación con otras cuencas y/o autores y por los sucesos y procesos sedimentario-kársticos acaecidos en general a finales del Neógeno.

Así, las primeras dataciones de las "Calizas superiores del Páramo" corresponden a PORTERO *et al.* (1982), atribuyéndolas al Plioceno medio por la similitud de procesos con los de la Cuenca del Tajo y Llanura Manchega. Posteriormente LOPEZ *et al.* (1985) atribuye al Plioceno sin argumentos faunísticos las calizas de este ciclo. Algo después LOPEZ *et al.* (1985), en una síntesis sobre las cuencas continentales de la península, las incluye en el ciclo Vallesiense superior-Turolense inferior, ciclo que se caracteriza por la presencia de una marcada discontinuidad en la base y que está presente en todas las cuencas de la Península Ibérica.

Este hecho contrasta en parte con la asignación de edades de MEDIAVILLA y DABRIO (1986, 1988 y 1989), ya que estos autores la consideran como de edad pliocena, asignación cronológica sin soporte o argumento paleontológico hasta la fecha (MEDIAVILLA, 1991, com. personal).

El yacimiento de los Valles de Fuentidueña (ALBERDI, *et al.* 1981), situado junto a la Sierra de Pradales, tiene una edad Vallesiense inferior y aparentemente parece situarse sobre los tramos detrítico-carbonatados correspondientes a este segundo ciclo. Esta datación invita a pensar la posibilidad de que la ruptura que marcaría el inicio de este segundo ciclo podría estar situada en el mismo Vallesiense inferior. Otra hipótesis a manejar es también la de que podría existir una ligera diacronía en el inicio de los procesos de un sector a otro dentro de la propia Cuenca del Duero. Este hecho justificaría la traslación de los depocentros de los lagos y la nueva creación a lo largo del tiempo de pequeñas cuencas lacustres separadas entre sí, aunque comunicadas por una red fluvial efímera.

Finalmente existen una serie de procesos sedimentarios y morfogenéticos en el ciclo Páramo superior que en principio invitan a pensar en una edad bastante amplia y dispersa en la vertical, no controlable por desgracia con criterios paleontológicos. Todo ello ha llevado a considerar en este trabajo una edad Vallesiense superior-Plioceno? para todo el conjunto de materiales incluidos en el ciclo del Páramo superior, quedando restringida esta edad finineógena para los depósitos lacustres estratigráficamente más altos dentro de la cuenca.

En la Hoja que nos ocupa los intentos encaminados a la detección de nuevos yacimientos dan resultados estériles, ya que las facies no presentaban características favorables para este tipo de yacimientos, por lo cual, las dataciones de las distintas facies presentes se han realizado en base a correlaciones con Hojas limítrofes.

2. TECTONICA

Ya se ha indicado en apartados anteriores el origen, naturaleza y características de los materiales que rellenan esta Cuenca, es decir: cuenca de marcado origen tectónico, asimétrica, existencia de grandes fracturas que originan grandes subsidencias, relleno a partir de sistemas de abanicos fluviales, por tanto, depósitos de ambiente continental, etc.

Todas estas características nos obligan a tratar este apartado a partir del momento en que se genera la depresión que posteriormente dará lugar a la actual Cuenca del Duero. Es decir: la historia y evolución dinámica de ésta se inicia en la Orogenia Alpina, con la compartimentación de lo que posteriormente constituirá el zócalo de la Cuenca.

A partir del Mioceno medio se inicia otra etapa importante. Nos referimos a las deformaciones neotectónicas o tectónica actual, denominación bajo la cual se estudian deformaciones actuales o recientes.

2.1. TECTONICA ALPINA

La localización de la presente Hoja, zona central de la Cuenca, así como la escasa representación a nivel cronoestratigráfico, ya que sólo se han reconocido depósitos a partir de la parte superior del Mioceno inferior, imposibilita la observación de las relaciones y eventos estructurales desde el momento en que se formó, así como su evolución. Por tanto, nos vemos obligados a recurrir a datos y observaciones de áreas más alejadas para el tratamiento de este apartado.

La Orogenia Alpina se inicia en la Península a finales del Pérmico, con la generación de grandes fosas o depresiones como consecuencia de una etapa distensiva, donde se inicia la sedimentación mesozoica con la serie terrígena roja del Bundsandstein. La continuación de esta fase distensiva da lugar a una serie de bloques condicionantes de la sedimentación cretácica. Al final del Cretácico inicios del Paleógeno comienza la regresión cretácica, que junto a la reactivación de las fracturas tardihercínicas (Fase Larámica) inicia la configuración y relleno de la actual Cuenca del Duero, a partir de un importante sistema de abanicos fluviales y depósitos palustres-lacustres asociados.

Las Fases Castellana y Neocastellana (Stáirica I) afectan al Paleógeno y Mioceno inferior, siendo la primera de ellas la responsable de la estructuración de los bordes (AGUIRRE, E. *et al.*, 1976; PEREZ GONZALEZ, A. *et al.*, 1971).

Durante el Mioceno medio (Astaraciense) ha de tener lugar una reactivación de los bordes, dada la existencia de una importante entrada de sedimentos terrígenos, marcando una ruptura sedimentológica; se trata de la Facies de Tierra de Campos, Facies Grijalba-Villadiego, Facies Santa María del Campo, etc., respecto a las infrayacentes de Dueñas. Correspondería esta reactivación con la Fase Neocastellana o Stáirica I.

En áreas próximas a la orla Cantábrica, LOPEZ *et al.*, (1997) y en la Hoja de Osorno (Nº 198), han detectado una discontinuidad entre las formaciones Astaraciense superior (Facies Grijalba-Villadiego y Tierra de Campos) y las suprayacentes Astaraciense superior-Vallesiense (Facies de La Serna y Cuestas). Esta discontinuidad se pone de manifiesto a través de una discordancia cartográfica. PINEDA VELASCO, en la Hoja de Villadiego (166), (1997), detecta esta discontinuidad mediante una superficie erosiva entallada en los materiales mesozoicos de la Cantábrica y los miocenos inferior y medio, en discordancia estructural, y sellados por sedimentos de la Facies Cuestas. En la presente Hoja no se han encontrado criterios que definieran la presencia de esta discontinuidad, sino por el contrario una continuidad en la secuencia de estas facies. Esta deformación sería intraaragonesa o neocastellana. Es durante la actividad de esta fase cuando la Cuenca adquiere una morfología similar a la actual.

Al final del Astaraciense se inicia otra etapa tectónica de la Cuenca: la etapa de la tectónica actual o Neotectónica.

2.2. NEOTECTONICA

El primer indicio de la actividad tectónica en esta etapa está representada o, por otro lado, por pliegues de amplio radio que afectan a las calizas terminales del ciclo "Cuestas" o calizas del "Páramo I", en el centro de la Cuenca, de edad post-Vallesiense. En la Hoja en estudio se han detectado pliegues de orden métrico, asociados a otros de mayor escala. Este tipo de pliegues son visibles en el "Páramo I" al oeste de la localidad de Montemayor, en la carretera en dirección a Tudela de Duero.

MEDIAVILLA y DABRIO (1986) consideran que al finalizar el depósito de las Calizas del Páramo I, techo de su Unidad 3, se produjeron reajustes tectónicos, reflejados por pliegues de poca importancia y fracturas. Estas estructuras afectan también a la base de la serie.

Por lo general, la mayoría de autores consideran que las zonas centrales de la Cuenca del Duero no presentan una destacable influencia tectónica, tanto en la disposición estructural de los materiales como en la respuesta de la sedimentación de los mismos. Por otro lado, sí se observa una marcada influencia tectónica en los bordes de la Depresión.

MEDIAVILLA y DABRIO (1986) consideran que en las zonas centrales de la Cuenca existiría una tectónica sinsedimentaria que estaría controlada por unas importantes fracturas del zócalo que

atravesan toda la Depresión. Estos autores identifican tres familias de fracturas con direcciones NO-SE, NE-SO y N-S. Las dos primeras se corresponden con las alineaciones hercínicas y la última con la tardihercínica. La red de fracturación más importante es la de dirección NE-SO. La relación de la tectónica con la sedimentación, en las zonas centrales, fue también puesta de manifiesto por POZO (1987).

Estos autores consideran que la actividad de las fracturas dio lugar a desniveles, los cuales controlaron tanto la dirección de aporte de los sedimentos como la distribución de facies de los mismos. Por otro lado encuentran cambios de facies importantes a ambos lados de las fracturas.

En la zona centro y NO de la Hoja, respectivamente, se han localizado sendas fracturas, con un desplazamiento de los bloques a ambos lados de la falla de valor mínimo.

2.2.1. **Anomalías geomorfológicas**

A partir del estudio geomorfológico de la Hoja, se han detectado los siguientes tipos de anomalías:

Lineamientos

Se trata de estructuras notablemente rectilíneas con una longitud entre unos 500 m y unos 10 km. En la mayoría de los casos están formadas por cauces fluviales que parecen seguir direcciones condicionadas estructuralmente. Ejemplos de este tipo de lineamiento son el arroyo de Valimón en el centro de la Hoja y los arroyos de Fuente la Peña y Oreja en el SE.

El sentido de los lineamientos varía generalmente entre N50E y N70E. Los dos lineamientos con sentido N100E, situados a unos 2 km al O de Quintanilla de Arriba, tienen probablemente un origen atectónico y están relacionados con procesos de ladera.

Encajamiento anómalo de la red fluvial

La red fluvial tiene la capacidad de responder rápidamente, en comparación con la velocidad de muchos otros procesos geológicos, a cambios en el sustrato inducidos por las fuerzas geodinámicas. Es por esto que el estudio de la morfología de la red fluvial puede aportar información valiosa sobre la actividad neotectónica en una zona aparentemente atectónica.

Esta morfología, en la zona que comprende la Hoja, muestra una serie de anomalías de probable origen neotectónico:

— Valles asimétricos

Muy patentes en la parte N de la Hoja, donde todos los tributarios de segundo orden del Duero muestran una asimetría significativa, con la ladera que mira hacia el NE mucho más

tendida que la ladera al lado opuesto del valle. En el caso del arroyo de Jaramiel este fenómeno se repite a su vez en los tributarios de este cauce.

En la parte de la Hoja que está situada al sur del río Duero, la asimetría está prácticamente ausente en los valles fluviales, lo que supone un contraste morfológico fuerte con el norte de la zona. La línea de separación entre estos dos dominios, coincidiendo con el valle del Duero, se ha representado en el mapa como "alineación de anomalías geomorfológicas".

También en las Hojas colindantes de Esguevillas de Esgueva, Dueñas, Cigales y Valladolid se han identificado asimetrías fluviales similares. En otras partes de la Cuenca, como por ejemplo en la Hoja de Osorno, se ha registrado el mismo fenómeno, orientado en otro sentido, por lo cual el origen del mismo no parece estar en factores climáticos sino en otros de índole neotectónica.

— *Confluencias anómalas*

De acuerdo con el sustrato margocalcáreo y yesífero de la zona, cabe esperar una morfología dendrítica de la red fluvial. Sin embargo, sobre todo en la zona del arroyo de Jaramiel se han identificado confluencias de ángulo anómalo entre este arroyo y sus tributarios.

En relación con este tipo de anomalías está:

— *Sentido anómalo de cauces fluviales*

Principalmente se da en dos zonas de la Hoja: en la esquina SO, donde afecta a los tributarios del arroyo de Jaramiel, y en el SE, en los alrededores de los pueblos de Quintanilla de Arriba y Langayo, donde todo un conjunto de arroyos drena hacia el NE, es decir, en el sentido contrario al drenaje general de la cuenca.

— *Cambios de sentido bruscos de cauces fluviales*

Los casos más notables se han registrado respectivamente a 8 km al N y a 5 km al NE de Cogeces del Monte. En ambos casos, los arroyos parecen seguir líneas de debilidad en el sustrato.

2.2.2. **Otros datos en relación con la neotectónica**

Perfiles longitudinales de cauces fluviales

Desgraciadamente, el mapa topográfico a escala 1:50.000 no tiene suficiente resolución como para permitir construir estos perfiles con el grado de detalle necesario para detectar fenómenos neotectónicos.

Longitud del contacto entre laderas y Páramos

En la esquina NO, la línea que representa la separación entre el Páramo y la ladera del valle del Jaramiel es mucho más largo al SE que al NO del arroyo. Dicho con otras palabras, la ladera sureste es mucho más irregular, cortada por barrancos, que la ladera noroeste. Este hecho está relacionado con la asimetría de dicho valle, citada anteriormente.

Morfometría de la Superficie Poligénica

A partir del trazado de las morfoisohipsas de la superficie poligénica se puede observar un basculamiento de esta superficie en sentidos algo distintos al N y al S del valle del Duero. El bloque situado al norte descende hacia el oeste con una pendiente de aproximadamente 2%. Al sur, el buzamiento es hacia el NO, con una pendiente similar al caso anterior.

Por otra parte, la Superficie Poligénica en la zona central de la Hoja parece presentar pliegues muy suaves cuyos ejes siguen una dirección aproximada de ENE-OSO.

Sismicidad y fallas activas

Las intensidades sísmicas máximas previstas para la Cuenca del Duero varían desde un mínimo de III (escala MKS) en las zonas central y sur hasta un máximo de VI en los bordes este y oeste de la misma.

La máxima intensidad esperada dentro de la Hoja es de III, no habiéndose registrado ningún sismo hasta la actualidad.

En cuanto a fallas activas, las únicas dos fallas localizadas en la zona no parecen haber originado un desplazamiento significativo.

2.2.3. Resumen y conclusiones

Las zonas centrales de la Cuenca del Duero, por la homogeneidad litológica lateral y la disposición horizontal del relleno Terciario, ofrecen en superficie una imagen de estabilidad, sin marcados accidentes neotectónicos. La sismicidad de la zona es baja, no habiéndose registrado ningún sismo en toda la Hoja, y sólo se han encontrado dos fallas, ambas con un desplazamiento vertical mínimo.

Sin embargo, existen indicios sobre la actuación de una tectónica profunda que, por el reajuste de bloques de zócalo de la cuenca, influyó en la distribución de los depósitos neógenos (MEDIA-VILLA y DABRIO, 1987) y, posteriormente, actuó condicionando el encajamiento de la red fluvial.

La información sobre posible actividad neotectónica proviene básicamente del estudio de los siguientes temas:

- *Lineamientos*, coincidiendo generalmente con trazos notablemente rectilíneos de cauces fluviales, con dirección entre NE y ENE.

- *Encajamiento anómalo* de la red fluvial, resultando en la formación de valles notablemente asimétricos al N del Duero.
- *Confluencias anómalas* de cauces, que fluyen en un sentido contrario al del drenaje principal de la cuenca, con otros de mayor orden y un sentido de drenaje "normal".
- *Morfometría de la Superficie Poligénica*, indicando hacia un basculamiento diferencial, respectivamente hacia el O y el NO, de las áreas situadas al N y al S del Duero. Por otra parte, dicha superficie parece estar suavemente deformada por pliegues con dirección de eje ENE-OSO.

Este conjunto de datos anteriormente citados parece dibujar, en cuanto a la neotectónica, el siguiente esquema:

De acuerdo con los datos y observaciones descritas, así como de la cronoestratigrafía, cuya problemática ha sido tratada anteriormente, tenemos un suave plegamiento de las calizas del Páramo I, un basculamiento de la Superficie Poligénica, la existencia de una reactivación de los bordes, que si bien no debió de ser de gran importancia, está justificada por la presencia de la entrada de depósitos fluviales a base del Páramo II. Dado que se han atribuido las edades de Vallesense superior al Páramo I y hasta un Turolense como límite superior para el Páramo II, hemos de pensar que las deformaciones que afectan al Páramo I corresponderían a la actividad de la Fase Atica, de edad intravallesense, al menos en sus fases póstumas. No ha sido posible el determinar de una forma clara la edad del basculamiento de la Superficie Poligénica del Páramo, así como su suave deformación, anterior o posterior al depósito del Páramo II. En el primer caso sería debido a la Atica, en el segundo a la acción de la Iberomanchega I o Rodánica. Por último, la instalación de la red fluvial actual sería condicionada por la Iberomanchega II. En el bloque situado al N del Duero, un nuevo y suave basculamiento hacia el NE o ENE modifica este encajamiento, formando valles asimétricos y desviando los cauces fluviales de menor orden.

3. GEOMORFOLOGIA

3.1. DESCRIPCION FISIOGRAFICA

La Hoja de Quintanilla de Onésimo se encuentra situada en la parte central de la Cuenca del Duero, a pocos kilómetros al este de Valladolid. Su paisaje, donde el verde de los pinares y el amarillo de la cebada contrastan con los tonos blancos, rojizos y pardos de sus suelos, tiene una morfología tabular típica de la zona, de mesas o páramos tallados por la red fluvial en el relleno terciario de la Cuenca.

La superficie de los páramos desciende gradualmente hacia el centro de la Cuenca, en el oeste. Los puntos más altos se encuentran en el NE y SE de la Hoja, rozando los 900 m.

El cauce principal de la Hoja, el Duero, la atraviesa de este a oeste, serpenteando por su amplio valle y pasando los pueblos de Quintanilla de Arriba, Valbuena de Duero, Quintanilla de Onésimo, Olivares de Duero y Sardón de Duero.

El río se ha encajado ya unos 160 metros en los depósitos terciarios. Su cauce marca, en el límite occidental de la zona, el punto más bajo con unos 700 m.

En la Hoja, varios cauces de menor orden confluyen con el Duero. En la esquina noroeste encontramos el arroyo de Jaramiel y los pueblos Villavaquerín y Villabáñez. Más al sur, varios afluentes del Duero atraviesan la Hoja subparalelamente en el sentido noroeste: el arroyo de Cogeces, en cuya cabecera se encuentra el pueblo Cogeces del Monte; el arroyo de Valcorva, que pasa por los pueblos Santibáñez de Valcorva y Traspinedo, y por último el arroyo de Alamadilla o Valdecascón. Perpendicular a estos cauces se han encajado el arroyo de Valimón y el Arroyo de Valdecelada, en cuya cabecera está ubicado el pueblo de Montemayor de Pililla.

En la parte oriental se ha desarrollado un sistema de arroyos con un sentido de drenaje hacia el noreste, en contra del drenaje principal de la zona. Se trata de los arroyos de Fuente la Peña y de Oreja, que confluyen a la altura de Langayo y cambian a llamarse el arroyo de la Vega. Este último pasa, en el límite oriental de la Hoja, por el pueblo de Manzanillo.

Los últimos dos cauces de alguna importancia se encuentran en la esquina noreste: el arroyo del Valle y el arroyo de San Francisco.

En varias partes de la Hoja se han acumulado arenas eólicas que con sus dunas interrumpen las extensas llanuras formadas por los páramos y el valle del Duero.

3.2. ANTECEDENTES

En comparación con otras zonas de España, la geomorfología de la Cuenca del Duero ha recibido poca atención. Según GUTIERREZ y PEREZ GONZALEZ (1984), sólo un 3% de las publicaciones geomorfológicas se dedicaban a esta zona.

Por esto no es de sorprender que la bibliografía sobre la zona que comprende esta Hoja sea más bien escasa. Sin embargo, podemos hacer referencia a una serie de trabajos generales sobre esta parte de la Cuenca del Duero y sus bordes.

Entre los primeros trabajos sobre las partes centrales de la Cuenca se encuentran los de HERNAÑDEZ PACHECO (1930,1932), proseguido por MABESOONE (1961).

A partir de los años setenta aumenta considerablemente la atención prestada a la morfología de la zona. Así, la serie de hojas MAGNA situadas al oeste de la presente Hoja lleva incorporado un estudio geomorfológico y un mapa a escala 1:100.000. Otros trabajos de interés son los de GARCIA y REY (1973), ZAZO y GOY (1977) y PEREZ-GONZALEZ (1982).

Son varios los trabajos dedicados a la morfología del borde SE de la Cuenca, donde limita con el Sistema Central. Merecen mención los estudios clásicos de SCHWENZNER (1936) y de BIROT y SOLE (1954) y, más reciente, los trabajos de PEDRAZA (1978), GARZON *et al.* (1982), PORTERO y AZNAR (1984), ARMENTEROS (1986) y FERNANDEZ (1988). Más escasas son las publicaciones sobre el enlace de la Cuenca con la Sierra de la Demanda y la Sierra Cantábrica. En este contexto cabe citar los estudios de ZAZO *et al.* (1983) y GRACIA *et al.* (1989).

3.3. ANALISIS GEOMORFOLOGICO

En este apartado se trata la disposición actual de las diferentes formas geomórficas, producto de la actuación de factores endógenos y exógenos sobre la arquitectura litológica de la zona.

3.3.1. Estudio morfoestructural

En la presente Hoja se encuentran representados los tres elementos morfológicos básicos de las partes centrales de la Cuenca del Duero, que ya fueron definidos hace más de medio siglo por HERNANDEZ-PACHECO (*op. cit.*): las “mesetas de erosión” o Páramos, a más. bajo nivel las “llanuras de ablación” o Campiña y, enlazándolas, las Cuestas. De estos tres, los Páramos conservan aún la mayor extensión geográfica, aunque los procesos de erosión reducen gradualmente su superficie a favor de las cuestas y, en último lugar, la Campiña. Esta tiene su mayor representación en el valle del Duero.

Las calizas de los páramos, últimos depósitos de la serie miocena, protegen las facies blandas subyacentes de los procesos erosivos y forman una superficie que desciende suavemente hacia el oeste. Esta superficie, que ha sido llamada, entre otras denominaciones, “superficie de erosión S2”, “superficie multipoligénica del páramo” y “superficie de colmatación finiterciaria”, tiene una génesis compleja y todavía no totalmente aclarada. En esta memoria será denominada Superficie poligénica de los Páramos, ya que se trata de una superficie generada por varios procesos superpuestos, que la han dado su carácter poligénico, pero no de colmatación, porque queda fosilizada por los depósitos del segundo páramo, sobre los cuales se ha desarrollado lo que en esta Hoja es la verdadera “superficie de colmatación”.

La incisión de la red fluvial cuaternaria ha exhumado, sobre todo en la parte oriental de la Hoja, varios niveles de calizas inferiores a las calizas del Páramo, que han formado superficies estructurales, generando así un relieve fuertemente escalonado.

En las laderas se han reconocido retazos de antiguas formas, concretamente depósitos de paleovertiente de regularización y depósitos de glacia, asociados con los valles asimétricos de la mitad septentrional de la Hoja. Los pies de las laderas se encuentran generalmente coluvionados, lo que suaviza el enlace entre las Cuestas y la Campiña. Las laderas del valle del Duero están marcadas por múltiples deslizamientos.

La posición subhorizontal de los sedimentos, su monotonía litológica y la casi completa ausencia de fracturas sugieren un carácter atectónico de la zona. Sin embargo, la disposición y evolución de la red fluvial cuaternaria y los depósitos de paleovertiente y glacia indican que la tectónica profunda puede haber jugado un papel activo en el desarrollo del relieve actual. (Ver el apartado EVOLUCION DINAMICA y el capítulo NEOTECTONICA).

En el fondo de los valles excavados por la red fluvial, y principalmente en el valle del Duero, se acumulan temporalmente los sedimentos erosionados aguas arriba. Curiosamente, de los cinco niveles de terrazas que el Duero ha dejado en la Hoja, cuatro son poco más que retazos aislados y sólo el nivel más bajo se encuentra ampliamente representado, creando así un valle con forma de U, con un fondo prácticamente plano. En este fondo, así como en los páramos, se han acumulado arenas eólicas. Estas arenas voladoras son conocidas en toda la región meridional de la Cuenca del Duero.

3.3.2. Estudio del modelado

En los siguientes apartados se realiza la descripción de las diferentes formas morfológicas, agrupadas según los procesos morfogenéticos.

3.3.2.1. Formas Poligénicas

Superficie Poligénica de los Páramos

Como indica el nombre, se trata de una superficie de carácter poligénico, en cuya formación han intervenido procesos de alteración, karstificación y erosión. En el campo se distingue por la fuerte karstificación que ha afectado a las calizas de los Páramos y por los depósitos de arcillas rojas, producto de la descalcificación de las calizas.

Varios autores (ORDOÑEZ *et al.*, 1976; GRACIA PRIETO, 1989) han sugerido la existencia de un clima tropical húmedo como factor decisivo tanto en la formación como en el transporte en movimientos de masa de las arcillas.

Superficie de Colmatación de los Páramos

Desarrollada sobre las calizas del segundo páramo, simboliza el final de la fase endorreica de esta parte de la Cuenca. A pesar de representar este momento clave de la historia dinámica de la zona, la envergadura de los procesos activos durante su formación ha sido mucho menor que en el caso de la superficie poligénica.

Glacis

Localizados casi exclusivamente al norte del Duero, son depósitos formados en la ladera plana de los valles asimétricos de la red fluvial de segundo orden. Sus pendientes no suelen superar los 5°. En el valle del arroyo de Jaramiel y del Duero enlazan con las terrazas T3. Posiblemente existen varias generaciones de glacis de carácter muy similar.

3.3.2.2. Formas fluviales

Terrazas

Los principales niveles de terrazas de la zona se sitúan en el valle del río Duero. Allí se han reconocido un total de cinco niveles de terrazas. El siguiente cuadro recoge sus diferentes cotas y las compara con las terrazas registradas en la Hoja de Valladolid por DEL OLMO y GUTIERREZ, (1982).

En este cuadro se observa que el Duero ha generado cada vez menos terrazas según va acercándose a la confluencia con el río Pisuerga, en el límite occidental de la Hoja de Valladolid.

De las terrazas encontradas en la presente Hoja, la terraza T5 (7-10 m) es la que, con diferencia, ocupa más extensión en el Valle del Duero. También en este nivel está localizado un sistema de meandros abandonados y cicatrices de acreción lateral en las curvas de los meandros actuales del río. De los niveles de terrazas superiores quedan nada más que retazos aislados, localizados generalmente en la parte baja de las laderas.

**Niveles de terrazas del río Duero en las Hojas de Valladolid (372),
Quintanilla de Onésimo (373) y Peñafiel (374)**

Valladolid	Quintanilla de Onésimo	Peñafiel
Q ₁ TD ₁₀ (+45-48 m)	T ₁ (+60-70 m) T ₂ (+45-50 m)	T ₁ (+100-110 m) T ₂ (+70-80 m) T ₃ (+45-50 m) T ₄ (+35 m)
Q ₁ TD ₁₁ (+29-35 m) Q ₁ TDP ₁₂ (+18-20 m)	T ₃ (+25-30 m) T ₄ (+20 m)	T ₅ (+28-30 m) T ₆ (+20-25 m) T ₇ (+15 m)
Q ₁ TD ₁₄ (+6-8 m)	T ₅ (+7-10 m)	T ₈ (+3-10 m)

Las terrazas del arroyo de Jaramiel y del arroyo de Cogeces se relacionan con el nivel T3 del Duero.

Llanura de inundación

Por encima de los depósitos del fondo del valle y por debajo de la terraza más baja se sitúa en los valles del Duero y del arroyo de Cogeces una llanura de inundación. En ambos casos es de pequeña extensión, limitándose a pequeños retazos a lo largo del cauce.

Fondos del valle

Estos depósitos están estrechamente relacionados con los cauces actuales de la red fluvial. En el caso del Duero, en varios puntos incluyen barras activas. Los arroyos pequeños de la zona suelen tener fondos con un perfil cóncavo, debido a la acción solifluxión y "creep".

Áreas semiendorreicas

Se trata de pequeñas zonas aisladas en la margen izquierda del valle del Duero, donde el drenaje hacia el cauce principal está parcialmente bloqueado por altos topográficos.

Conos de deyección

Son acumulaciones de pequeño tamaño, formadas donde los barrancos desembocan en los valles principales. Tienen forma de abanico y perfil convexo.

Erosión lateral del cauce

Se produce principalmente en las orillas cóncavas de los meandros del Duero

Incisión lineal

Este fenómeno se da sobre todo en los arroyos cerca del pueblo de Quintanilla de Arriba, en el límite oriental de la zona.

Cárcavas

Desarrolladas principalmente en laderas de alta pendiente con afloramientos de materiales detríticos.

Capturas

La única captura significativa de la Hoja se encuentra a unos 7 km al NO del pueblo de Cogeces del Monte. Se trata de la captura del arroyo de Alamadilla por el arroyo de Valimón. No se puede excluir una cierta actividad neotectónica en esta zona, ya que está situada en la prolongación de una falla que corta las calizas de los páramos, unos 4 km hacia el ENE.

En las laderas del valle del Duero se han producido algunas capturas de menor importancia.

3.3.2.3. Formas lacustres

Áreas endorreicas

En el SE de la Hoja, en el centro de unas uvalas que se han formado en las calizas de los páramos, se encuentran unas áreas endorreicas de pequeña extensión, allí donde las arcillas rojas de descalcificación impiden el drenaje vertical en las calizas.

3.3.2.4. Formas eólicas

Los depósitos eólicos tienen una notable extensión en la Hoja, localizándose fundamentalmente en el valle del Duero, donde suelen tener el aspecto de un manto eólico con un desarrollo limitado de dunas bajas, y en los páramos en el centro y el SO de la Hoja, donde, sobre todo en esta última zona, se han formado una variedad de fenómenos eólicos, como dunas parabólicas,

cubetas de deflacción y cordones dunares. Estos cordones dunares suelen tener su eje longitudinal en el sentido NO-SE, es decir, perpendicular a los vientos predominantes, los del cuadrante SO (PORTERO y GUTIERREZ, *op. cit.*). Sólo en el borde suroriental de las arenas eólicas de la esquina SO de la Hoja se han formado cordones dunares paralelos a esta dirección de viento.

3.3.2.5. *Formas de ladera*

Regulación de ladera

Son pequeños restos de paleoladeras en los cuales se encajan los coluviones que tapizan actualmente las laderas del valle del Duero.

Coluviones

Tapizan prácticamente todos los pies de las laderas de la zona ocultando el sustrato terciario.

Deslizamientos

Sobre todo las laderas del valle del Duero están marcadas por numerosos deslizamientos, tanto del tipo rotacional simple como del rotacional múltiple. En algunos casos la morfología de una ladera sugiere la existencia de un deslizamiento antiguo, profundamente remodelado por otros procesos de ladera, pero su litología monótona de margas y yesos sin horizontes estratigráficos claramente definidos no permite identificarla con total seguridad. De todas formas se trata de un fenómeno muy común en las laderas de la zona que superen los 120 m.

3.3.2.6. *Formas estructurales*

Superficies estructurales

Representadas principalmente en la parte oriental de la Hoja, donde la erosión ha exhumado capas resistentes, infrayacentes a las calizas de los páramos.

Escarpes estructurales

Los más notables limitan las calizas de los páramos, aunque, dada la naturaleza de los depósitos, no llegan a producir escarpes (sub)verticales

Escalón estructural

Localizado allí donde el frente de erosión actual avanza a costa de los depósitos de paleovergente o glacis.

Falla o diaclasa

Las dos fallas registradas en la Hoja no parecen haber dado lugar a importantes movimientos verticales.

3.3.2.7. *Formas Kársticas*

La karstificación ha afectado al conjunto de calizas que culminan los páramos, dando a veces un aspecto ondulado a estas llanuras. Las dolinas son comunes y en algunos lugares su distribución sugiere un cierto dominio estructural. En el SE de la zona son de mayor tamaño, formando uvalas.

3.4. FORMACIONES SUPERFICIALES

Los depósitos superficiales de mayor importancia en la Hoja, los depósitos aluviales, eólicos, de ladera y poligénicos, ya se han discutido en los apartados anteriores y en el capítulo de la estratigrafía. El resto de este apartado se dedica, por tanto, a la descripción de la denominada "Terra Rossa".

"Terra Rosa"

Sus principales acumulaciones están asociadas con la superficie poligénica. Generalmente está considerada como un producto de la descalcificación de las calizas del Páramo (ALONSO *et al.*, 1983; MOLINA y ARMENTEROS, 1986; ORDOÑEZ *et al.*, 1976; PEREZ GONZALEZ, 1979).

Mineralógicamente está compuesta principalmente por arcillas illíticas y caoliniticas, siendo más abundante la caolinita cuanto mayor es la evolución de este tipo de depósitos (DOUCHAUFOR, 1970). Incorporados en las arcillas se encuentran fragmentos más o menos angulosos de las calizas del Páramo.

Después de su formación, la "Terra Rossa" ha sido afectada por un proceso de erosión acumulación, posiblemente en forma de "mud-flow" (ORDOÑEZ *et al.*, *op. cit.*; GRACIA, 1989). Del OLMO y PORTERO (1982), en zonas situadas al oeste de la Hoja, sugieren que por lo menos una parte de estos depósitos no se ha producido "in situ", ya que la caliza infrayacente a la "Terra Rossa" es muy pobre en arcillas, por lo cual el volumen de calizas que debió de ser disuelto para generar la actual acumulación de arcilla tendría que ser muy grande.

La potencia de la "Terra Rossa" en la Hoja de Quintanilla de Onésimo es muy variable, ya que rellena los huecos kársticos en las calizas del Páramo. En general, no suele sobrepasar los 2 m. AGUIRRE *et al.* (1976) atribuyen una edad pliocena a estos depósitos.

3.5. EVOLUCION DINAMICA

La historia geomorfológica de la Hoja de Quintanilla de Onésimo comienza con el desarrollo de la Superficie Poligénica de los Páramos. Se trata de una superficie de formación compleja,

en la cual han intervenido procesos de karstificación, alteración, erosión y acumulación, posiblemente bajo un clima cálido con alternancias de periodos húmedos y secos (PEDRAZA GIL-SANZ, *op. cit.*; GRACIA, *op. cit.*).

Varios autores, entre otros PINEDA, *op. cit.*, y GRACIA *et al.*, *op. cit.*, establecen una correlación entre esta superficie y la S2, desarrollada en el borde noreste de la Cuenca.

La superficie poligénica se deforma suavemente por una fase tectónica generalizada, Rodánica o Iberomanchega (AGUIRRE *et al.*, 1976), y se produce una activación de sistemas fluviales que rellenan progresivamente las depresiones generadas por la actividad tectónica. Este ciclo termina con el depósito de las calizas del "Páramo superior". Probablemente la fase tectónica, Iberomanchega 2 (ALONSO *et al.*, *op. cit.*), generando una superficie de erosión-acumulación, que en la presente Hoja está representada en la esquina suoriental. Esta es, en la zona que comprende la Hoja, la superficie de colmatación de la Cuenca y representa el cambio de un régimen endorreico a otro de carácter abierto o exorreico. Como tal, es un nivel clave en la historia geológica y geomorfológica de la Cuenca.

La apertura de la Cuenca, en el Cuaternario, inicia la formación de la red fluvial moderna, que en su fase primitiva presentaba un aspecto mucho menos jerarquizado, de cauces subparalelos drenando hacia el oeste-suroeste. El encajamiento de esta red ha sido un proceso marcado por pulsaciones de incisión, alternando con periodos de sedimentación fluvial cuyos testigos son las terrazas. En este contexto parece que el encajamiento del río Duero inicialmente ha sido un proceso, si no rápido, por lo menos continuo, ya que la terraza más antigua que se ha localizado en la Hoja se encuentra a casi 100 m por debajo de la Superficie Poligénica.

Durante el Cuaternario la tectónica profunda ejerce una influencia sutil sobre la morfología de las partes centrales de la cuenca. Sus efectos se notan sobre todo en la fuerte asimetría de los valles de la red fluvial de segundo orden al norte del Duero. El mismo fenómeno se ha registrado en zonas al norte y oeste de la Hoja (PORTERO y GUTIERREZ, 1982).

La actividad eólica parece haber estado presente durante gran parte del Cuaternario (PORTERO y GUTIERREZ, *op. cit.*). Como en las Hojas situadas al oeste de la de Quintanilla, se pueden diferenciar dos épocas fundamentales de movilización eólica, separadas por un nivel de acumulación de arcillas.

3.6. MORFODINAMICA ACTUAL

Los procesos superficiales más activos en la Hoja de Quintanilla de Onésimo son los de ladera, eólicos y fluviales. Los dos primeros, fundamentalmente, redistribuyen los sedimentos terciarios, mientras que los fluviales evacúan dichos materiales de la zona. El conjunto de procesos exógenos se dirige hacia la progresiva reducción de la superficie paramera a favor de la Campiña, dividiendo los Páramos actuales en mesas cada vez más pequeñas, antes de eliminarlos por completo, como ya ha ocurrido en áreas más occidentales. Así, a largo plazo, el vaciado de la cuenca producirá un paisaje aiomado, de formas suaves y cada vez menos accidentado, donde el encajamiento fluvial será menor, conforme se va acercando al nivel de base: el Atlántico.

4. HISTORIA GEOLOGICA

En la evolución de este sector de la Cuenca del Duero se reconocen varias expansiones y retracciones lacustres, asociadas en gran parte por la progradación o retracción de sistemas fluvio-aluviales. Estos sistemas tienen su procedencia en los bordes de la Depresión, por lo que varios de estos sistemas, con diferente área fuente, se pueden interdigitar en zonas centrales.

La entrada de estos sistemas fluvio-aluviales está directamente relacionada con una actividad fundamentalmente tectónica. Esta actividad desplaza o provoca indirectamente la retracción de los ambientes lacustres-palustres.

Los sedimentos del Mioceno de esta zona pueden agruparse en secuencias deposicionales, separadas por rupturas sedimentarias asociadas a un período de erosión generalizada en las zonas de borde. Estas rupturas, o discontinuidades sedimentarias, tienen una amplia repercusión en gran parte de la cuenca.

La sedimentación se inicia con los depósitos lacustres de la Facies Dueñas, los cuales forman parte de la primera secuencia, de edad Astaraciense inferior. Estos depósitos constituyen la parte superior de un ciclo, en el que los sedimentos fluviales están representados por las Facies Villalba de Adaja s.l... Los afloramientos detríticos de esta facies se encuentran en la Hoja de Valladolid, y están situados en una posición estratigráfica inferior a los de la Facies Dueñas.

El nivel de "slump" presente en la serie de la Facies Dueñas está constituido por las mismas facies subyacentes. Se relaciona con una fractura sinsedimentaria. Esta podría estar provocada, simplemente, por una inestabilidad gravitatoria producto de la acumulación de sedimento, o por las primeras manifestaciones tectónicas, que serán en parte responsables de la entrada de los sedimentos fluviales de la Facies Tierra de Campos.

El clima existente en estos momentos es, para muchos autores, subtropical o intertropical húmedo alternando con espacios de una marcada aridez.

La base de la Facies Tierra de Campos se considera una ruptura sedimentaria importante, que marca la separación entre la secuencia inferior (Dueñas) de la suprayacente. Esta última secuencia, de edad Astaraciense-Vallesiense, estaría constituida por la Facies Tierra de Campos, la Facies Cuestas y culminaría con la Facies del Páramo I. En toda esta sucesión se pueden individualizar otras rupturas sedimentarias, consideradas de menor orden, que en algunos casos suponen un paro en la sedimentación, y no un evento de mayor escala asociado a un proceso erosivo en los bordes.

La Facies Tierra de Campos tiene una amplia representación cartográfica en toda la Cuenca del Duero. Coincide con una reactivación general de los sistemas aluviales de los bordes, directamente relacionada con una actividad de tipo tectónico. Por otro lado, existe un cambio brusco de facies respecto a la unidad subyacente (Facies Dueñas).

El inicio de esta nueva secuencia está relacionado con la Fase Neocastellana (PEREZ GONZALEZ, *op. cit.*, 1971).

La Facies Tierra de Campos es de carácter terrígeno. Se interpreta como amplias llanuras de inundación en las que se encuentran canales de tipo "braided" y meandriformes. Los canales están mejor desarrollados en el oeste de la Hoja y tienen un sentido de las paleocorrientes de componente oeste-suroeste. Este sistema aluvial está asociado a un clima húmedo.

En este momento, en la Cuenca se ha producido una importante retracción de los ambientes lacustres, con la instalación generalizada de varios sistemas fluvio-aluviales. La retrogradación de estos sistemas, así como una importante expansión de los ambientes lacustres, provocan un abandono de los primeros en beneficio de los complejos lacustre-palustres de la Facies Cuestas.

El paso de los sedimentos terrígenos a los eminentemente lacustre-palustres está marcado por una abundancia de suelos calcimorfos y la presencia de fangos orgánicos de ambiente palustre (Facies Zaratán).

La Facies Cuestas supone la instalación de grandes extensiones lacustres de tipo salino en toda la cuenca. En las zonas más centrales de la misma se localizan las facies más margosas y distales. Hacia los bordes se intercalan niveles carbonatados de ambientes lacustres y palustres, que estarían situados en una zona lacustre marginal carbonatada.

En la Hoja que nos ocupa las facies centrales se sitúan al oeste-suroeste, con un mayor desarrollo de los niveles carbonatados hacia el este. Estos niveles disminuyen de espesor y se acuchían hacia el oeste. En vertical, y a grandes rasgos, se pasa de un ambiente lacustre margoso salino a un ambiente lacustre-palustre carbonatado.

Los niveles carbonatados situados a techo de la sucesión constituyen un cambio gradual a la Facies del Páramo I, esta última de carácter lacustre-palustre carbonatado. Los carbonatos del Páramo I constituyen el límite superior de la secuencia.

Los sedimentos del Páramo II están separados de la secuencia inferior por una ruptura sedimentaria. El techo de las calizas del Páramo I se encuentra afectado por procesos de karstificación. El contacto entre los dos Páramos es discordante y está relacionado con la Fase Rodánica-Iberomanchega I (AGUIRRE *et al.*, *op. cit.*). Se inicia otra secuencia, de edad Vallesiense-Turolense, constituida por sedimentos terrígenos, de escasa representación en la Hoja, y margosos de ambiente lacustre. Estos evolucionan a calizas lacustres marginales de zonas energéticas y palustres. La representación de esta secuencia en toda la cuenca es menor que en las secuencias anteriores.

Posteriormente se produce otra fase tectónica, denominada Iberomanchega II, que provoca la formación de una superficie de erosión-colmatación de los Páramos. Posteriormente, a finales del Terciario y principios del Cuaternario, se instala la red fluvial, que progresivamente va encajándose dando depósitos de terrazas.

5. GEOLOGIA ECONOMICA

5.1. RECURSOS MINERALES

5.1.1. Rocas industriales

5.1.1.1. Aspectos generales e históricos

En la Hoja estudiada los únicos recursos minerales conocidos son las rocas industriales.

Han sido objeto de explotación cinco tipos distintos de rocas industriales: yeso como aglomerante, calizas para la fabricación de cales y carbonatos, arcilla para ladrillería y gravas y arenas para áridos naturales.

La explotación de yeso fue en el pasado la industria extractiva más importante, aunque hoy todas las explotaciones se encuentran inactivas. Fueron importantes en su día las explotaciones de Quintanilla de Onésimo (indicios nº 2 y 3) y Cogeces del Monte (indicio nº 5), que se desarrollaron entre los años 60 y finales de los 80. Contaban con plantas de tratamiento de bocamina.

Las tres explotaciones presentan características similares. Se aprovechaba un nivel de margas yesíferas, de unos 20 m de potencia, situado a media ladera por debajo de la caliza del Páramo. Las labores consistieron en canteras en ladera con frentes de hasta 300 m de longitud y 20 m de altura cuyo desarrollo estaba condicionado por la potencia del recubrimiento estéril a remover. Ocasionalmente se prolongaba la explotación por galerías en dirección que seguían algunos lentejones de yeso cristalino.

La otra sustancia objeto de explotación industrial importante es la caliza. Se trata de los niveles de caliza del Páramo, que son extraídos en Quintanilla de Onésimo (indicios 6 y 7) para su utilización en la fabricación de cales y la preparación de carbonato cálcico molido. Las explotaciones se extienden a los dos lados de la carretera de Quintanilla a Cuéllar, existiendo numerosos huecos, algunos activos y otros abandonados. Los frentes actuales tienen una longitud de varios centenares de metros, con una altura de 2-3 m, en banco único. El material es molido y clasificado a pie de cantera, donde se ubican también las instalaciones de fabricación de cal.

Al sur de las explotaciones 6 y 7 existen algunos restos de antiguas explotaciones de caliza del Páramo. Se trata de pequeñas labores superficiales, explotadas artesanalmente, que abastecían a las industrias azucareras. Hoy en día están todas inactivas y prácticamente irreconocibles, habiendo sido enmascaradas por la erosión y la vegetación. Existen también restos de pequeñas labores en otros puntos del Páramo, que se han señalado como los indicios 8, 9 y 10. Se explotaron para abastecer de caliza a la industria azucarera y proporcionar materiales de construcción para uso local.

La arcilla ha sido extraída en un solo punto (indicio 11), únicamente para uso local y de forma artesanal.

Los áridos naturales de la zona se explotan únicamente para su uso local. Se explotan dos tipos de sustancia: gravas y arenas en los niveles detríticos del Mioceno (indicios 12 y 13) y arenas en los mantos eólicos (indicios 14 y 15).

La extracción de gravas y arena del Mioceno se ha realizado en dos puntos, siempre con carácter esporádico y en función de las obras públicas existentes en la zona. En la fecha del reconocimiento en campo (finales de 1991) se estaba explotando el indicio 13 para las obras del Canal de Rianza.

Las arenas eólicas se extraen intermitentemente en los indicios 14 y 15 para su uso en la industria de construcción local.

5.1.1.2. Descripción de los materiales

a) Yeso

Los niveles yesíferos explotados corresponden a la Facies Cuestas. Se trata de margas yesíferas a muro de las calizas del Páramo, que presentan lentejones irregulares de yeso cristalino, de potencia decimétrica y escasa continuidad lateral. Generalmente se explotaron los niveles margosos a cielo abierto, efectuándose algunas galerías en dirección para aprovechar de forma selectiva los niveles de yeso cristalino. Su uso fue siempre para la fabricación de yeso común, siendo tratado en bocamina en la explotación 5 y transportado hasta la fábrica sita en Quintanilla en el caso de las explotaciones 2 y 3.

Un análisis efectuado por el IGME en 1976, correspondiente a la zona de Cogeces del Monte, es el siguiente:

SiO ₂	9,34%	Al ₂ O ₃	0,83%
Fe ₂ O ₃	0,78%	TiO ₂	
CaO	27,46%	MgO	5,69%
K ₂ O	0,48%	Na ₂ O	0,29%
SO ₃	30,35%	P.P.c.	24,78%

b) Calizas

Los niveles objeto de explotación corresponden a las calizas del Páramo 1. Se trata de calizas margosas que se presentan edafizadas y karstificadas. La potencia en la zona de Quintanilla de Onésimo no sobrepasa los 5 m. Su uso actual es para la fabricación de cales y la preparación de carbonato cálcico molido. En otros tiempos se utilizaron también en el proceso productivo de la industria azucarera.

c) Arcilla

La única explotación de arcilla de la zona se sitúa en niveles limosos de la Facies Tierra de Campos. Se trata en realidad de limos de colores rojos y ocre que se presentan en niveles potentes, pero con frecuentes cambios laterales de facies. Se han utilizado únicamente para la fabricación artesanal de adobes.

d) Gravas y arenas

Los yacimientos de gravas y arenas explotados corresponden a la Facies "Tierra de Campos". Se trata de niveles terrígenos de granulometría gruesa, generalmente correspondientes a paleocauces, que han sido explotados a nivel local. Se utilizan como áridos naturales, someténdose únicamente a un cribado.

e) Arenas

Son objeto de explotación los mantos de arenas eólicas existentes en la zona. Se trata de pequeñas explotaciones intermitentes para uso local. Se utilizan como áridos naturales, someténdose únicamente a un cribado.

Nº	Coordenadas	Sustancias	Término municipal (Provincia Valladolid)	Observaciones
1	382,7-4606,6	Yeso	Sardón de Duero	Pequeña labor abandonada
2	384,6-4607,3	Yeso	Quintanilla de Onésimo	Cantera en ladera con varias galerías. Inactiva
3	385,4-4607,4	Yeso	Quintanilla de Onésimo	Cantera en ladera con varias galerías. Inactiva
4	390,1-4608,8	Yeso	Quintanilla de Onésimo	Pequeña cantera abandonada
5	385,4-4600,9	Yeso	Cogeces del Monte	Cantera en ladera. Inactiva
6	385,5-4606,8 386,6-4605,7	Caliza	Quintanilla de Onésimo	Gran explotación para cal y carbonato. Activa
7	386,7-4607,2 387,9-4606,0	Caliza	Quintanilla de Onésimo	Gran explotación para cal y carbonato. Activa
8	374,8-4599,1	Caliza	Montemayor	Pequeña labor abandonada
9	381,5-4596,3	Caliza	Montemayor	Conjunto de pequeñas labores abandonadas
10	393,2-4598,7	Caliza	Cogeces del Monte	Pequeña cantera inactiva
11	387,3-4610,7	Arcilla	Olivares de Duero	Pequeña labor abandonada
12	389,9-4611,3	Grava	Olivares de Duero	Pequeña labor abandonada
13	396,9-4610,7	Grava	Valbuena de Duero	Pequeña gravera activa
14	374,8-4599,1	Arena	La Parrilla	Pequeña labor intermitente
15	386,3-46,5	Arena	Quintanilla de Onésimo	Pequeña labor intermitente

5.2. HIDROGEOLOGÍA

5.2.1. Hidrología

En este apartado se comentan tanto los datos climatológicos como los de hidrología superficial.

El clima varía entre mediterráneo templado y mediterráneo fresco. Según su régimen de humedad se puede clasificar como mediterráneo seco.

La temperatura media anual oscila entre 10 y 12°C, oscilando las mínimas entre 2-4°C y las máximas 20-22°C. Otro de los parámetros climatológicos más importantes es la pluviometría. La precipitación media anual oscila entre 450 y 600 mm (ver figura nº 2), que se reparte entre las estaciones de otoño, invierno y primavera. La evapotranspiración media llega a los 700-800 mm al año.

La Hoja de Quintanilla de Onésimo pertenece íntegramente a la Cuenca Hidrográfica del Duero.

La red hidrográfica más importante de la Hoja está representada por el río Duero y el arroyo Jaramiel.

El río Duero tiene una dirección este-oeste. A él llegan un gran número de arroyos con dirección sureste-noroeste: el Valcorba, el Cogeces, el Valdecos y el Valimón; y algo más cortos en su recorrido: el de la Peña y el de Oreja.

Estos ríos, según la clasificación en zonas hidrológicas establecidas por el Plan Hidrológico del Duero (P.H.D. de 1985), pertenecen a la Zona V, Cuenca D₅ (ver fig. nº 3).

Según los datos obtenidos de demanda para 1988 (1,74 Hm³/año), las necesidades se cubren con un 75% de aguas superficiales y un 25% con aguas subterráneas.

Las obras de infraestructura hidráulica de la zona son: Canal del Duero, desde Quintanilla hacia el oeste, y el Canal de Riaza, desde Olivares del Duero hasta el Duero.

Respecto a las zonas potencialmente inundables de Quintanilla de Onésimo, y según el "Estudio de Inundaciones Históricas y mapa de Riesgos Potenciales" (1985), el río Duero se considera con un riesgo "Menor" de posibles inundaciones.

Sobre la red foronómica de la Hoja, decir que hay una estación de aforos, la nº 132, que está en servicio actualmente, y constituida por escala y limnógrafo. El caudal medio estimado es de 42 l/s.

Según la Red Oficial de Control de Calidad (R.O.C.C.), el Índice General de Calidad (I.G.C.), que expresa con una cantidad adimensional de calidad de las aguas, califica de "Intermedias" las aguas del Duero, a su paso por Quintanilla de Onésimo.

5.2.2. Hidrogeología

La Cuenca del Duero está compuesta y rodeada de diversos acuíferos y subsistemas. Así destacan el sistema Acuífero nº 8 o Terciario Detrítico del Duero; Sistema Acuífero nº 12 o Terciario

del Área de Salamanca y Ciudad Rodrigo; Sistema Acuífero nº 11 o Terciario y Cretácico de la fosa de Segovia y el Sistema Acuífero nº 88 o Terciario Suroriental de Soria o Cubeta de Almazán (ver fig. nº 4).

El Sistema Acuífero nº 8 se caracteriza por ser heterogéneo y anisótropo. Es el más importante por su extensión y potencia, por ello se ha subdividido en Subsistemas o Regiones Hidrogeológicas: Región Norte o del Esla-Valderaduey; Región Oriental o de la Ibérica; Región Sur o de los Arenales, y Región Centro o de los Páramos (ver fig. nº 5)

Además de estos sistemas hay otros materiales que forman subsistemas importantes, así los Páramos Calcáreos, los Arenales y los Aluviales, que constituyen acuíferos libres.

La Hoja de Quintanilla de Onésimo queda dentro de la Región Central o Subsistema de los Páramos.

Los materiales que forman el acuífero profundo están confinados por las calizas que culminan la serie (Facies Páramo) y la unidad inmediatamente inferior que está formada por margas y yesos (Facies Cuestas). Este paquete margo-yesífero siempre se ha considerado como impermeable, pero puede estar actuando como un paquete de permeabilidad muy baja y por tanto recargando al acuífero profundo.

Las isopiezas del acuífero profundo indican que el flujo subterráneo tiene una dirección este-oeste y el flujo se dirige hacia el Duero y Pisuerga (ver fig. nº 6).

Respecto al inventario de puntos de agua de la zona, señalar que aparecen manantiales, pozos menores de 10 m (la mayoría) y sondeos que tienen entre 50 y 250 m (ver cuadro adjunto). Estos puntos en su mayoría se dedican para la agricultura (pozos menores de 10 m), siendo los sondeos profundos los que se utilizan para abastecimiento urbano, en general (ver cuadro adjunto).

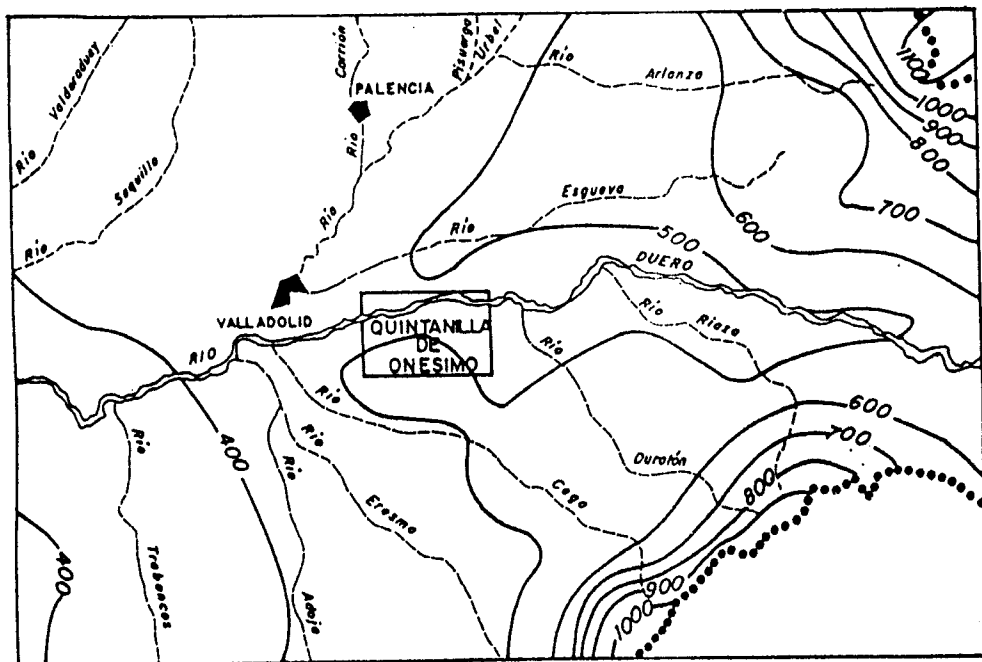
Los materiales que forman acuíferos libres son las calizas de los Páramos, los Arenales y los Aluviales. Los más importantes en la zona son los Páramos Calcáreos, ya que tienen la suficiente capacidad de retener agua como para ser explotables y por tanto obtener los recursos del acuífero.

La calidad de las aguas subterráneas (ver fig. nº 7) se caracteriza en esta zona por ser aguas de tipo "Complejas" (cloruradas y/o sulfatadas sódicas). También la conductividad es muy elevada, 800-2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, aumentando hacia el norte (ver fig. nº 8).

5.3. GEOTECNIA

5.3.1. Introducción

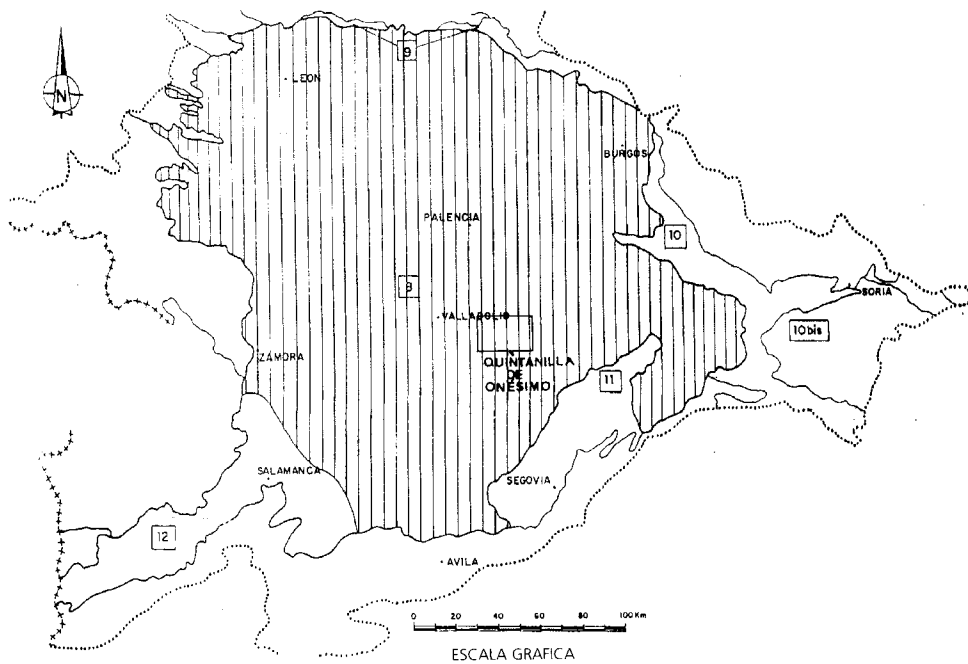
De acuerdo con las características geotécnicas de los materiales que constituyen la Hoja, se ha elaborado un plano síntesis 1:1.000.000 y la presente Memoria. La sistemática utilizada para su elaboración ha sido dividir la superficie en áreas de comportamiento geotécnico similar y posteriormente subdividir cada área en zonas.



LEYENDA

.....	Límite de Cuenca		600-800
—	Isoyeta media (mm)		800-1000
	200-400		1000-1200
	400-600		

Fig. 2. Mapa de Isoyetas. (Periodo 1940-85).



LEYENDA

..... Límite de Cuenca Hidrográfica

10 Sistema Acuífero

—— Límite de Cuenca

Fig. 4.

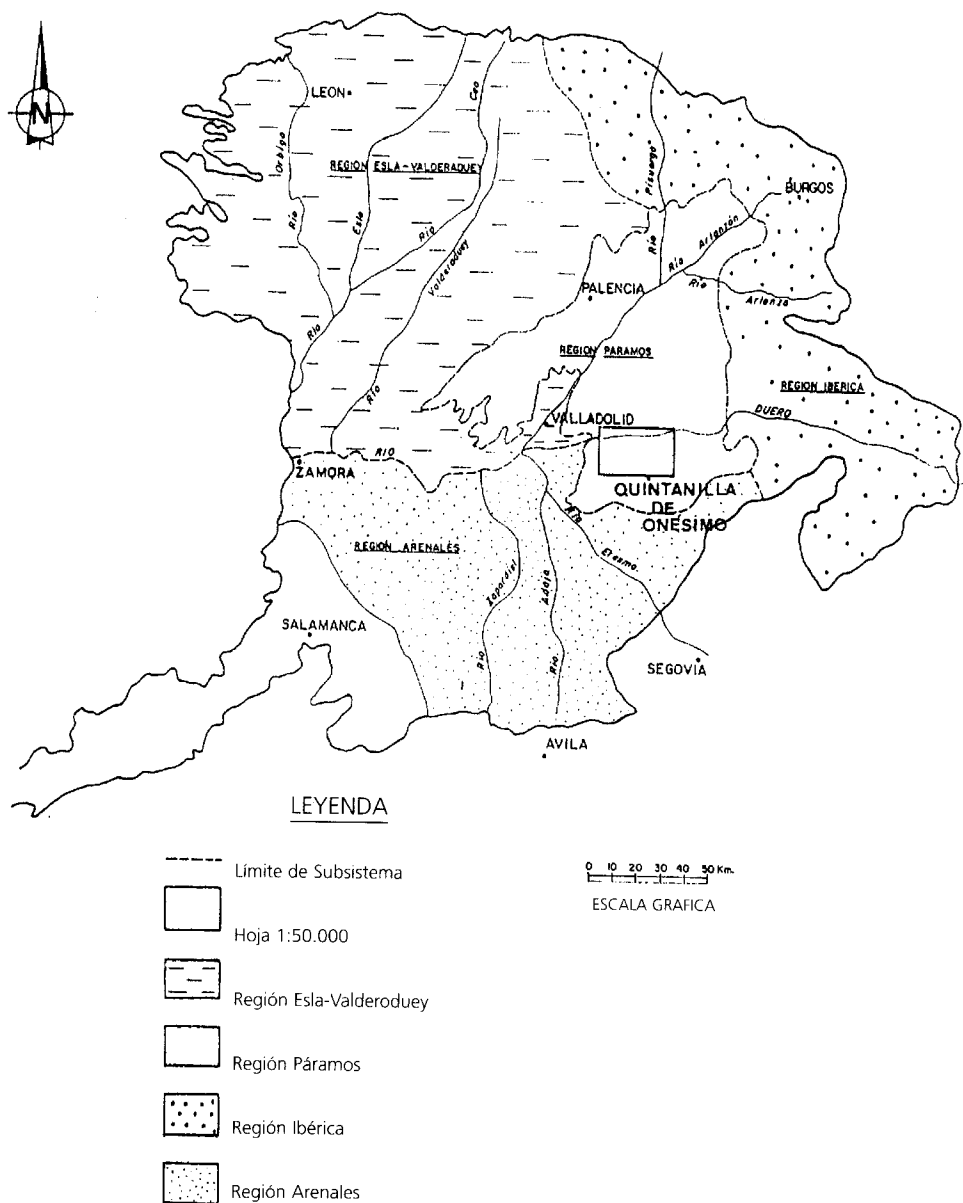


Fig. 5. Distribución de los Subsistemas del S.A. Nº 8 de la Cuenca del Duero.

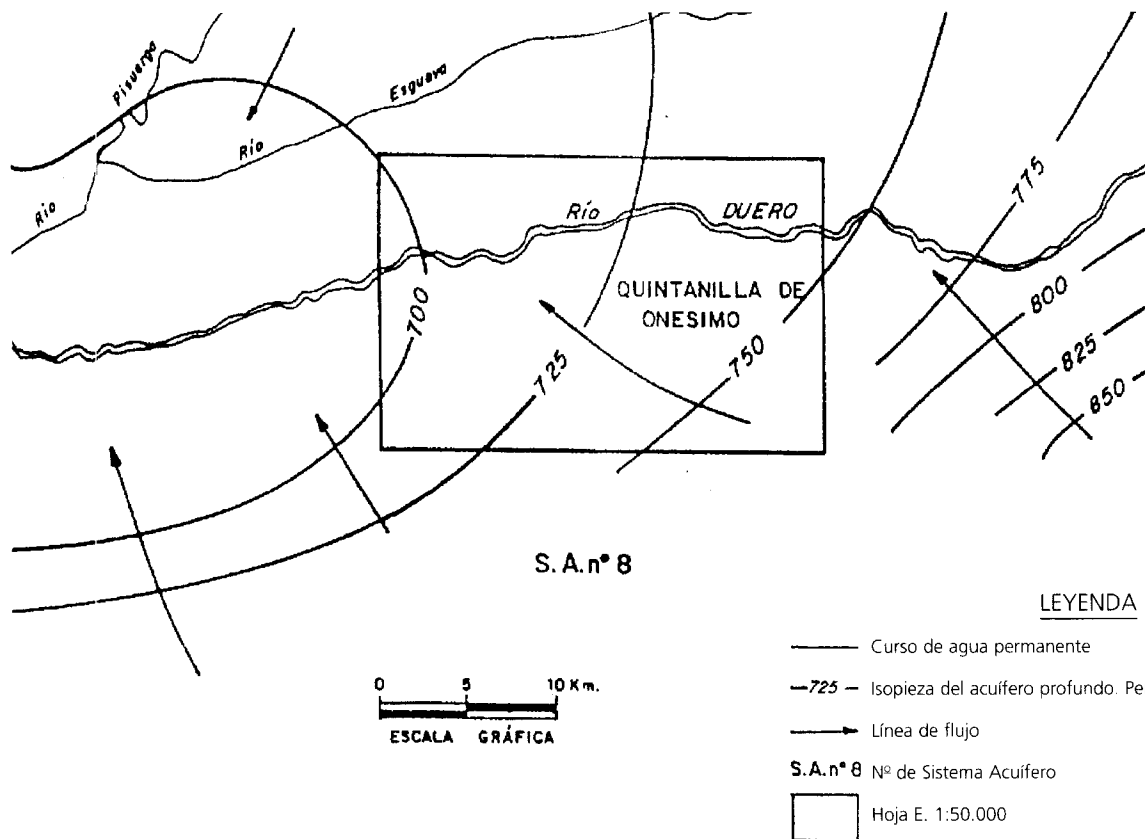
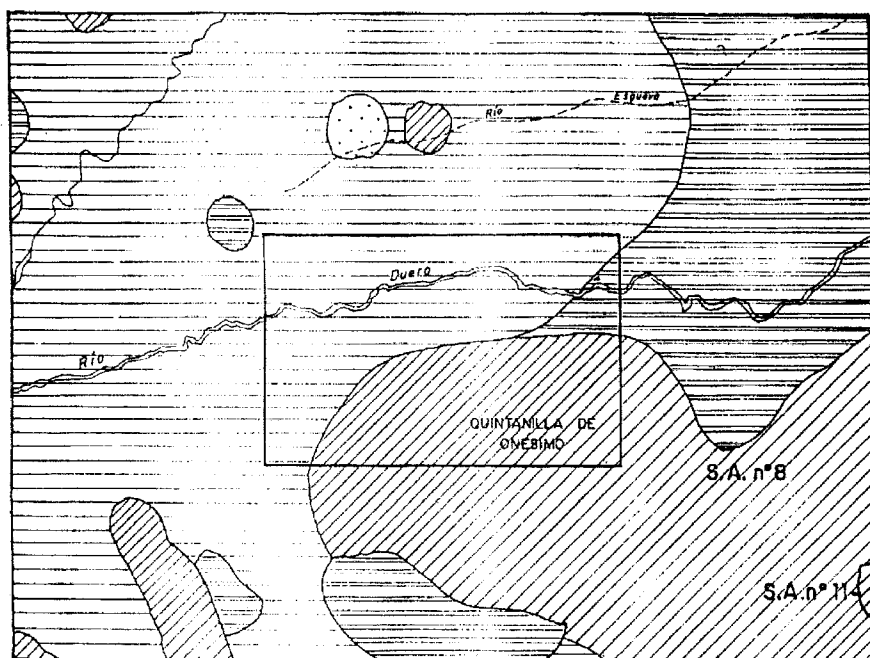


Fig. 6. Isopiezas del Acuífero Profundo.



LEYENDA






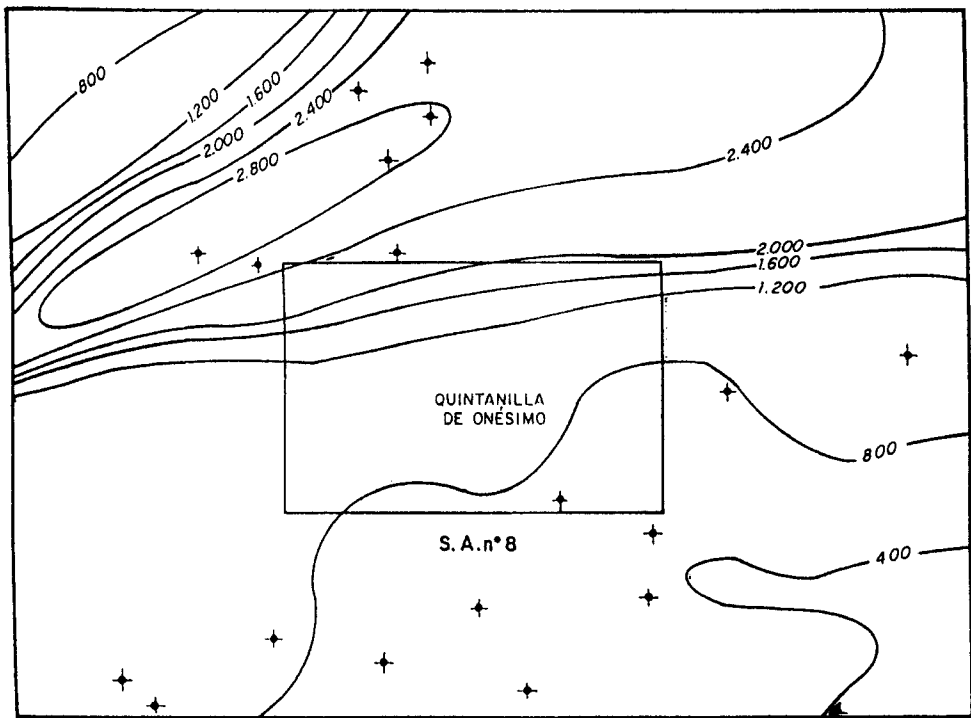
-  Aguas Bicarbonatadas Cálcico-Magnésicas
-  Aguas Sulfatadas
-  Aguas Complejas
-  Aguas Cloruradas Sódicas
-  Hoja 1:50.000

Fig. 7. Distribución de facies hidroquímicas.



LEYENDA

- ✚ Punto de R.V.C. del ITGE
- 800 — Isolínea de Conductividad ($\mu\text{s}/\text{cm}$)
- Hoja E. 1:50.000

Fig. 8. Esquema de isocunductividad del Terciario Detritico Central del Duero.

Para la determinación de dichas áreas/zonas el criterio utilizado ha sido fundamentalmente geológico basado en aspectos litológicos, estructurales, morfológicos e hidrogeológicos, los mismos que hemos usado en la confección de la Hoja y que nos reflejan para cada zona un comportamiento geotécnico diferente respecto a las posibles obras que pueden realizar (excavaciones, rellenos, cimentaciones, obras subterráneas). Con todo esto hemos establecido:

AREA	ZONAS	UNIDADES CARTOGRAFICAS
I	I ₁	1, 2 (Facies "Dueñas")
	I ₂	3-5, 4 (Facies "Tierra de Campos")
	I ₃	6, 7 (Facies "Cuestas")
	I ₄	8, 9, 10 (Facies "Páramos")
II	II ₁	11, 12, 13 Terrazas
		16 Depósitos eólicos
		17 Zonas endorreicas
		20 Llanura de inundación
		21 Fondo de valle
	II ₂	14 Glacis
		15, 19 Coluviales
		18 Conos de deyección

5.3.2. Características geotécnicas

En el área a estudio, correspondiente a la Hoja de Quintanilla del Onésimo, se han diferenciado dos áreas: la primera (I) corresponde al Terciario, en la que se han establecido cuatro zonas equivalentes a las unidades cartográficas; y la segunda al Cuaternario, estableciéndose dos zonas, una de ellas de depósitos fluviales y eólicos (II₁) y la otra de depósitos producidos al pie de escarpes (II₂).

5.3.3. Estudio de las Areas

AREA I

Zona I₁

Localización

Está muy poco representada. Sólo aflora en los valles más septentrionales de la Hoja y está parcialmente recubierta de depósitos cuaternarios.

Características litológicas

Está compuesta generalmente por margas y calizas blancas (1) y (2) que lateralmente se suelen acuñar. Hay presencia de niveles de megacrístales de yeso centimétricos.

Constituye la facies "Dueñas".

Características geomorfológicas

Se caracteriza por relieves suaves con algunas inflexiones marcadas por bancos más duros (calcáreos). Presentan pendientes horizontales o subhorizontales.

Características hidrológicas

En general son materiales de baja permeabilidad (impermeables), no presentan agua, únicamente pequeños rezumes en bancos calcáreos.

El drenaje es fundamentalmente por escorrentía superficial con cierta tendencia al acarreamiento.

Es posible que se produzcan oquedades por disolución de yeso aunque poco importantes.

Características geotécnicas

Son materiales erosionables con capacidad de carga media. Asentamientos graduales, aunque pueden ser bruscos si afectan a zonas de oquedades.

Son ripables y la excavación es generalmente fácil, pudiéndose efectuar por medio de pala, excepto cuando aparezca algún banco calcáreo, en el que será necesario emplear explosivos.

Para los taludes artificiales, debido a su escasa altura, no se piensa puedan crear problemas de estabilidad tanto en la fase de excavación como en posteriores. Se pueden dejar verticales.

El riesgo geológico principal son la presencia de sulfatos (yesos), que pueden producir fenómenos de disolución locales y su agresividad a los diversos tipos de hormigones (aguas selénicas).

Zona I₂

Localización

Tiene una representación más amplia que los materiales anteriores. Aflora en los principales valles que surcan la Hoja. También está en parte recubierta por los materiales cuaternarios.

Características litológicas

Está constituida por depósitos de colores ocre (3) y rojizos (5) de composición lutítica, con intercalaciones de paleocanales de arenas y conglomerados (4).

Constituye la facies "Tierra de Campos".

Características geomorfológicas

Se caracteriza en general por tener una morfología plana con suaves pendientes, y junto con la facies "Dueñas" forman las tierras de labor. A veces, y cuando sus afloramientos se sitúan al pie de las mesas de los "Páramos", presentan pendientes en los taludes naturales, con valores de 35° de media.

Características hidrológicas

Son materiales bastante impermeables aunque puede aparecer cierta permeabilidad en los bancos areno-conglomeráticos, que a veces están húmedos. No obstante, los drenajes se realizarán por escorrentía superficial que produce acarcavamientos importantes.

Características geotécnicas

Son unos materiales muy erosionables y cuando presentan ciertas pendientes se suelen acarcavar.

Su ripabilidad es fácil, aunque pueden existir zonas más difíciles (paleosuelos). La excavación se puede efectuar por pala mecánica.

La capacidad de carga es media-baja.

Los taludes artificiales tendrán pendientes suaves y para evitar degradaciones posteriores sería conveniente plantarlos.

El principal riesgo geológico son los deslizamientos, de los que posteriormente hablaremos.

También, aunque menos importantes, serían los asientos diferenciales y todo lo relacionado con los procesos erosivos.

Zona I₃

Localización

Se encuentra bien representada en la Hoja y constituye los principales relieves en cuesta al pie de las mesas.

Características litológicas

Está constituida por unos materiales margosos, con intercalaciones calcáreas e intercalaciones de niveles de megacrístales de yeso (6). Aparecen bancos de calizas y margocalizas (7) que dan resaltes.

Constituyen la "Facies Cuestas".

Características geomorfológicas

Forman uno de los relieves más importantes en nuestra Hoja, con unas pendientes naturales inferiores a 45°.

Características hidrogeológicas

Son materiales impermeables, con rezumes en bancos calcáreos.

El drenaje es activo, realizándose una red de escorrentía superficial con escasa infiltración. También son posibles oquedades por disolución de yesos.

Características geotécnicas

Los términos margosos son erosionables con tendencia al acarcavamiento.

La capacidad de carga es media con asentamientos graduales o bruscos por progresiva y continua disolución de yesos.

La ripabilidad es variable según los materiales, siendo difícil en las calizas y fácil en los materiales margosos, por lo que se aconseja usar en excavaciones métodos mixtos (pala/explosivo).

Los taludes artificiales serán suaves con pendientes de 45°.

Los riesgos geológicos son deslizamientos, de los que posteriormente hablaremos, desprendimientos por basculamiento diferenciales y todos los procesos erosivos, así como todos los relacionados con los yesos, como son asentamientos diferenciales y agresividad a los hormigones (aguas selenitosas).

Zona Ia

Localización

Son los materiales más ampliamente representados en la Hoja y forman las plataformas de los "Páramos".

Características litológicas

Son fundamentalmente materiales calizos aunque a veces aparecen margas y arcillas margosas que se presentan en bancos métricos, gris-blanco, con pasadas finas margosas. Están karstificados, presentando arcillas de descalcificación rojas, que engloban cantos de calizas.

Comprenden las calizas terminales de "Cuestas" o "Páramo I" (8) y "Páramo II" (9, 10).

Características geomorfológicas

Son materiales horizontales o subhorizontales, que forman amplias superficies generalmente planas (mesas) y que constituyen las superficies estructurales.

Características hidrológicas

Son materiales de una permeabilidad muy variable, pues aunque puntualmente puede ser nula, en conjunto puede tener permeabilidad, dependiendo de la potencia del recubrimiento y del grado de fisuración (karstificación).

El drenaje principal se realiza por infiltración con pequeña escorrentía superficial, concentrándose el agua a techo de niveles impermeables (margosos), dando lugar a rezumes.

Características geotécnicas

Son materiales duros y compactos poco erosionables, con una capacidad de carga alta y con asentamientos nulos (hay que tener en cuenta la potencia de la formación para evitar fenómenos de asentamientos).

No son materiales ripables y para su excavación es necesario el uso de explosivos.

Los taludes artificiales se pueden construir verticales. En el caso de que estén muy karstificados, construir bermas y/o mallas guía.

Los riesgos geológicos más destacados son los desprendimientos de bloques por basculamiento en los bordes de las mesas y problemas de hundimiento en zonas karstificadas.

Son unos materiales que pueden ser usados como préstamos.

AREA II

Zona II,

Localización

Constituyen los depósitos cuaternarios mejor representados en la Hoja generalmente y asociados a los principales cauces fluviales (excluyendo los depósitos eólicos).

Características litológicas

Están constituidas por una amplia variedad de materiales, desde cantos, gravas y arenas (terrazas) a depósitos más arcillosos (llanura de inundación, zonas endorreicas), pasando por depósitos de arenas eólicas (11, 12, 13, 16, 17, 20, 21).

Características geomorfológicas

Son formas planas que recubren los principales fondos de los valles, exceptuando algunos mantos eólicos que tapizan las superficies de los páramos.

Características hidrológicas

Son materiales de permeabilidad muy variable, desde muy alta, como en las arenas muy seleccionadas de mantos eólicos, a baja en depósitos de llanura de inundación y zonas endorreicas con tendencia al encharcamiento.

El drenaje se realiza por infiltración con débil escorrentía superficial. Aparecen niveles acuíferos bien definidos y a niveles altos, lo cual dificulta el drenaje.

Características geotécnicas

Son materiales blandos y parcialmente erosionables con capacidad de carga baja y variable, apareciendo asentamientos diferenciales totales de tipo medio a bajo.

Son fácilmente ripables, pudiéndose efectuar la excavación por medios mecánicos.

Los taludes artificiales no presentarán importantes problemas debido a su escasa altura.

Los riesgos geológicos más importantes son las zonas de inundación y encharcamiento debido a una escorrentía superficial poco activa así como el drenaje natural; deslizamientos y arrastres erosivos en cauces de ríos y asentamientos diferenciales, así como la presencia de agua en excavación.

Se pueden usar las gravas y arenas como áridos.

Zona II,

Localización

Se distribuyen por toda la Hoja, aunque no muy extensamente, y constituyen todos los materiales que se producen al pie de escarpes recubriendo los materiales de la facies "Cuestas" y los subyacentes.

Características litológicas

Son depósitos muy heterogéneos, compuestos por cantos y gravas de calizas, empastados por una matriz areno-arcillosa. Se trata de los depósitos de "Glacis" (14) y "Conos de deyección" (18) y Depósitos coluviales (15, 19).

Características geomorfológicas

Topográficamente constituyen superficies suavemente inclinadas con pendientes inferiores a 5° en el caso de los "Glacis" y mayores en los "Conos de deyección" y Depósitos coluviales.

Características hidrológicas

Son materiales de permeabilidad variable.

Su drenaje se realizará por infiltración y escorrentía superficial.

No parece que se almacene mucha agua en ellos, y aunque en excavación se detecte agua, el caudal no se mantendrá.

Características geotécnicas

No se observan importantes fenómenos de erosión.

Su capacidad de carga es baja.

Son materiales ripables, pudiéndose efectuar la excavación con pala mecánica.

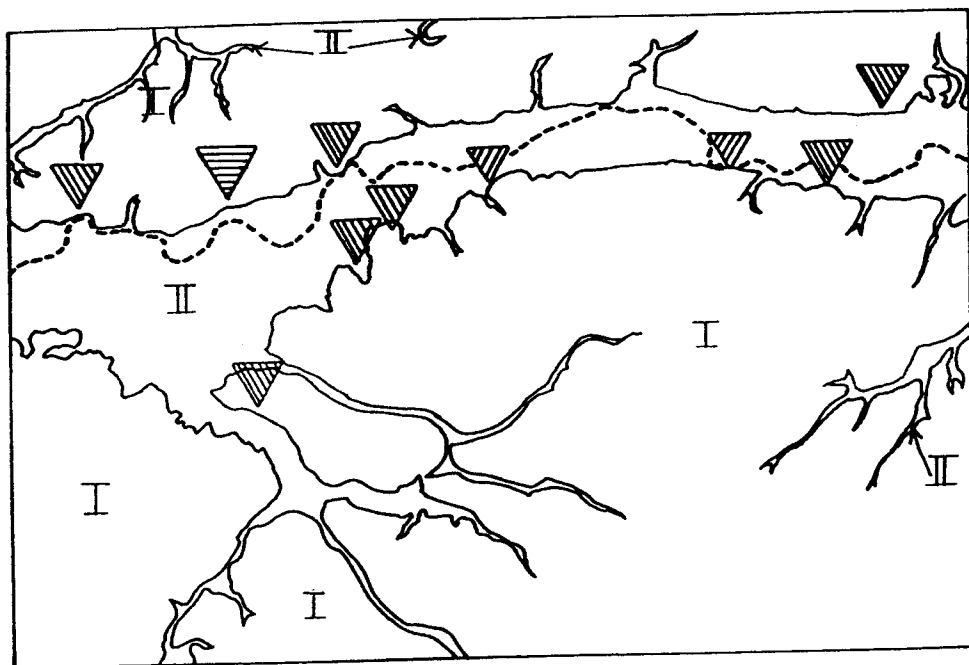
Los taludes artificiales se comportan bien con los problemas de meteorización "a posteriori".

Los riesgos geológicos serán producidos por fenómenos de flujo o deslizamiento de los materiales.

Deslizamiento

Se han reconocido en la hoja de Quintanilla de Onésimo un total de 10 deslizamientos de ladera, emplazados todos ellos en el cauce del río Duero.

Son de tipo rotacional simple, aunque a veces son movimientos más complejos con varias direcciones de desplazamientos (como los producidos en los alrededores de Sardón de Duero, al norte de la Hoja). Presentan una superficie con escarpe, deslizándose los materiales en lengua sobre las subyacentes, afectando a los materiales terciarios.



LEYENDA

Escala 1:200.000

MOVIMIENTOS



DESIZAMIENTOS GRANDES (>3 Km)



DESIZAMIENTOS MEDIOS (3-1 Km)



DESIZAMIENTOS PEQUEÑOS (<1 Km)

AREA

II CUATERNARIO (PLEISTOCENO-HALOCENO)

I TERCARIO (MIOCENO)

RIO DUERO



Fig. 9. Mapa de inventario de Deslizamientos de Ladera.

El tamaño es variable: los hay grandes (3 km, como el situado al Sur de Villaquirán, en la esquina NO de la Hoja) y de tamaño menor (> 1 km, como los situados, próximos a Quintanilla de Onésimo, al norte de la Hoja).

Se ha confeccionado un mapa de inventario de movimientos de ladera (fig. 9), en el que se han representado a escala 1:200.000 los distintos movimientos, diferenciados respecto a su tamaño (grande, mediano y pequeño), áreas principales (Terciario y Cuaternario) y representando el cauce, en donde discurre el río Duero.

El desencadenante de estos deslizamientos parece ser la erosión lateral de las márgenes del río Duero, típicos de cursos de alta sinuosidad, afectando en la mayoría de los casos a sus zonas meandriformes (orillas cóncavas) o en zonas de afluencia de tributarios.

6. PATRIMONIO NATURAL GEOLOGICO (PIG)

Se han inventariado y catalogado siete Puntos de Interés Geológico, habiéndose seleccionado y desarrollado tres de ellos.

No se han observado lugares que precisen de especial protección con vistas a su conservación como patrimonio natural.

RELACION DE PUNTOS INVENTARIADOS

La relación de puntos inventariados es la siguiente:

- Sección de Langayo
- Cantera de Montecillo
- Yeseras de Quintanilla de Onésimo
- Campo de dunas de Sardón del Duero
- Sección de Peñalba de Duero

TESTIFICACION DE LA METODOLOGIA

La testificación realizada de la metodología que se ha empleado permite afirmar que la relación de puntos seleccionados e inventariados refleja con cierta exactitud las características geológicas y geomorfológicas de la Hoja, ya que los puntos inventariados tienen como interés principal:

Geomorfológico 20%.

Sedimentológico 40%.

Estratigráfico 40%.

En el cuadro adjunto se exponen los diferentes puntos inventariados atendiendo al tipo de interés principal de cada uno de ellos.

TIPO DE INTERES

Interés principal

Estratigráfico	Sección de Peñalba de Duero Sección de Langayo
Sedimentológico	Cantera de Montecillo Yeseras de Quintanilla de Onésimo
Geomorfológico	Campo de dunas en Sardón del Duero

Todos estos puntos se han clasificado, además de por su contenido e interés principal, de acuerdo con su utilización (turística, didáctica, científica y económica), así como su repercusión dentro del ámbito local, regional, etc.

Por último se pone en conocimiento del lector que en el Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE) existe para su consulta un informe complementario más amplio con descripciones, ficha y documentación gráfica de los puntos inventariados y seleccionados.

7. BIBLIOGRAFIA

- AEROSERVICE LTD. (1967). Mapa Geológico de la Cuenca del Duero. Escala 1:250.000. Inst. Nacional de Colonización e Inst. Geológico y Minero de España. Madrid.
- AGUIRRE, E.; DÍAZ MOLINA, E., y PÉREZ GONZÁLEZ, A. (1976). Datos paleomastológicos y fases tectónicas en el Neógeno de la Meseta Central Española. *Trabajos Neógeno-Cuaternario* 6: 7-29.
- ALCALÁ DEL OLMO, L. Estudio Sedimentológico de Los Arenales de Cuéllar (Segovia). *Estudios Geológicos*, 28 (4-5): 11-61.
- ALONSO, G.; ARMENTEROS, I.; CARBALLEIRA, J.; CORROCHANO, A.; DABRIO, C.; JIMÉNEZ, E.; LÓPEZ, A.; DEL OLMO, P.; POL, C. y PORTERO, J. M. (1983). La depresión del Duero. *Libro Jubilar J. M. Ríos "Geología de España", IGME., 2.* 487-489.
- ALONSO GAVILÁN, G. (1989). Paleogeografía del Paleógeno en el borde suroccidental de la Cuenca del Duero. *XII Congreso Español de Sedimentología. Com.,:*
- ÁLVAREZ-SIERRA, M. A.; GARCÍA MORENO, E. & LÓPEZ MARTÍNEZ, N. (1985). Biotratigraphy and paleoecological interpretation of the Middle-Upper Miocene successions in the continental sediments of the Duero Basin, Northern Spain. *Abstracts VIII RCMNS Congress.* Budapest: 66-68.
- ARMENTEROS ARMENTEROS, I. (1986). Estratigrafía y sedimentología del Neógeno del sector Suroriental de la Depresión del Duero (Aranda de Duero-Pañafiel). Tesis Doctoral. Univ. Salamanca. Ed. Diput. Salam., Serie Castilla y León, 1: 471 pp.
- ARMENTEROS ARMENTEROS, I.; ACOSTA, J. M., y BLANCO, J. A. (1989). Sedimentología y Mineralogía de la Unidad fluviolacustre Miocena infrayacente a la "Facies Cuestas" al este de Valladolid (Cuenca del Duero). *Geogaceta*, 6: 105-105.
- ARRIBAS, A., y JIMÉNEZ (1970). Mapa Geológico de España. Escala 1:200.000. Hoja 29, Valladolid. *Inst. Geol. Min. Esp.*
- BIROT, P., y SOLÉ, L. Recherches Morphologiques dans le Nord Ouest de la Péninsule Ibérique. *Mem. et Doc. Centre de Doc. Cartogr. et Geogr.*: 11-61 .
- CARRERAS, F., y OLIVÉ, A. (1982). Mapa Geológico de España a E. 1:50.000. 2ª Serie MAGNA. Memoria y Hoja de Carrión de los Condes Nº 197, ITGE. Madrid.
- CASAS, J.; LEGUEY, S., y RODRÍGUEZ, J. Mineralogía y Sedimentología de los Arenales que recubren al Terciario entre los ríos Pirón y Voltoya (Segovia). *Estudios Geológicos*, 28 (4-5): 287-297.
- CASIANO DE PRADO, M. Note sur la Constitution Géologique de la Province de Segovia. *Bull. Soc. Geol. France*, 11: 330-378.
- CIVIS, J.; ARMENTEROS, I.; VALLE, F. ; GONZÁLEZ DELGADO, J. A.; RIVAS CARBALLO, R.; SIERRA, F. J., y FLORES, J. A. 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.

- C.G.S.-ADARO (1978). Síntesis geológica previa para la prospección de uranio en la Cuenca del Duero. J.E.N. Inédito).
- C.G.S.-ININSA (1978). Síntesis Geológica previa de la Cuenca del Duero. Proyecto Magna. (Inédito).
- CORRALES, I.; CARBALLEIRA, J.; CORROCHANO, A.; POL, C., y ARMENTEROS, I. (1978). Las Facies Miocenas del Sector Sur de la Cuenca del Duero. *Publ. Dep. Estr. Univ. Salamanca*, 9: 1-15.
- CORROCHANO, A. (1977). *Estratigrafía y sedimentología del Paleógeno de la Provincia de Zamora*. Tesis doctoral. Departamento de Estratigrafía de Salamanca.
- CRUSAFONT, M. y VILLALTA, J. F. (1954). *Ensayo de síntesis sobre el Mioceno de la Meseta Castellana*. Tomo extr. de la Real Soc. Esp. Hist. Nat., 215-227.
- CRUSAFONT, M. y TRUYOLS, J. (1960). Sobre la caracterización del Vallesiense. *Not. y Com. Inst. Min. España*, 60, 109-126.
- DAAMS, R. y FREUDENTHAL, (1981). Aragonian: the stage concept versus Neogene Mammal zones. *Scripta Geol.* 62: 1-17.
- ECHEVARRÍA ARNEDO, M. T. (1989). Notas Geomorfológicas acerca del foco endorreico en la margen izquierda del río Duero aguas abajo de Soria. *Geographicalia*, V, 26: 75-81.
- 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.
- FERNÁNDEZ GARCÍA, P. (1988). Evolución cuaternaria y sistema de terrazas en la Subfosa de Valverde del Majano y el Macizo de Santa María la Real de Nieva (Segovia). *Bol. R. Geol. C. Duero. Salamanca*. T. Geol., 84, 1-2: 69-83.
- FREYET, P. (1973). Petrography and paleoenvironment of continental carbonates with particular reference to the U. Cretaceous and L. Eocene of Languedoc. *Sedimentary Geology*, 10: 25-60.
- GARCÍA ABAD, F. J., y REY SALGADO, J. (1973). Cartografía del Cuaternario y Terciario de Valladolid. *Bol. Min.*, 84-IV: 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 de Duero). *Estud. Geol.*, 30: 579-597.
- GARCÍA DEL CURA, M. A. (1975). Contribución al conocimiento litoestratigráfico del Terciario continental de la Cuenca del Duero (zona oriental). *Actas. I. Col. Int. Bioestr. Neog. Sup. Cuat. Inf.*: 77-82.

- GARCÍA, J. C.; COLMENERO, J. R.; MANJÓN, M., y VARGAS, I. Modelo de sedimentación en los abanicos aluviales de clastos carbonatados del borde N de la Cuenca del Duero. *I R. Geol. C. Duero. Salamanca. T. Geol.-Min. IGME, 6 (1): 275-289.*
- GARCÍA, MORENO, E. (1988). The Miocene rodent biostratigraphy of the Duero basin (Spain): a proposition for a new Aragonian/Vallesian limit. *Paleontologia i Evolució*, 22: 103-112.
- GARCÍA RAMOS, J. C.; COLMENERO, J. R., MANJÓN, M. y VARGAS, I. (1982). Modelo de sedimentación en los abanicos aluviales de clastos carbonatados del borde N de la Cuenca del Duero. *Temas Geológico-Mineros, IGME 6 (1), pp. 275-289.*
- GARCÍA RAMOS, J. C.; COLMENERO, J. C., y MANJÓN, M. (1986). Un modelo muy peculiar de abanicos aluviales en el límite meridional de la sierra del Brezo (N de Palencia). *Actas del IX Congreso Nacional de Sedimentología*, I: 94-103.
- GARZÓN, M. G., DE PEDRAZA, J., y UBANELL, A. G. (1982). Los modelos evolutivos del relieve del Sistema Central Ibérico (Sectores de Gredos y Guadarrama). *Rev. Real Acad. de Cienc. Exactas, Físicas y Nat.*, 76 (2): 475-496.
- GRACIA PRIETO, F. J. (1989). A model of the Genesis and Evolution of Erosion Surfaces in a Mediterranean Context. Examples From the Iberian Chain (Spain). *Int. Conf on Geomorphology*, Frankfurt.
- GRACIA, J.; NOZAL, F.; PINEDA, A., y WOUTERS, P. F. (1989) "Superficies de erosión neógenas y neotectónica en el borde NE de la Cuenca del Duero". *Geogaceta*, 7, 38-40.
- GUTIÉRREZ, M., y DEL OLMO, P. (1982). Mapa Geológico de España E. 1:50.000. 2ª Serie MAGNA. Memoria y Hoja de Dueñas (nº 311). IGME.
- HERNÁNDEZ PACHECO, E. (1915). Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia. *Com. Inv. Paleont. Prehist. Mem.* 5:295 pp.
- HERNÁNDEZ PACHECO, F. (1930) "Fisiografía, Geología y Paleontología del Territorio de Valladolid". *Mem. Com. de Invest. Paleont. y Prehist.*, 37: 38-95.
- IGME (1979). Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, 2ª serie. Valladolid (nº 372). Minist. de Industria. Madrid.
- LÓPEZ MARTÍNEZ, N. y AGUSTÍ, J.; CABRERA, L.; CALVO J. P.; CIVIS, J.; CORROCHANO, A.; DAAMS, R.; DÍAZ M.; ELIZAGA E.; HOYOS M.; MARTÍNEZ J.; MORALES J.; PORTERO J. M.; ROBLES, F.; SANTIESTEBAN C. y TORRES, T. (1985). Approach to the Spanish continental Neogene synthesis and paleoclimatic interpretation. *Abstracts VIII RCMNS Congress*. Budapest. 348-350.
- LÓPEZ MARTÍNEZ, N. y SANCHIZ, F. B. (1982): Los primeros Microvertebrados de la Cuenca del Duero. Listas faunísticas preliminares e implicaciones bioestratigráficas y paleofisiográficas. *1ª Reunión Nacional Geológica Cuenca Duero. Salamanca. Temas Geológico Mineros. IGME 6 (1): 339-353.*

- LÓPEZ, N.; GARCÍA MORENO, E., y ALVAREZ SIERRA, M. A. (1986). Paleontología y bioestratigrafía (micromamíferos) del Mioceno medio y superior del sector central de la Cuenca del Duero. *Stud. Geol. Salmanticensia*, XXII: 191-212.
- MABESOONE, J. M. (1961). La sedimentación terciaria y cuaternaria de una parte de la Cuenca del Duero (Provincia de Palencia). *Estudios Geol.*, 17 (2): 101-130.
- MARÍN BENAVENTE, C. (1985). Análisis numérico de los perfiles hidrográficos. Cuadernos de investigación geográfica, 11 (1-2): 103-111.
- MEDIAVILLA, R. M., y DABRÍO, C. J. (1986). La sedimentación continental del Neógeno en el sector centro-septentrional de la Depresión del Duero (Provincia de Palencia). *Stud. Geol. Salmant.*, XXII, 111-132.
- MEDIAVILLA, R. M., y DABRÍO, C. J. (1988). Controles sedimentarios neógenos en la Depresión del Duero (Sector Central). *Rev. Soc. Geol. España* 1:187-195.
- MEDIAVILLA, R. M., y DABRÍO, C. J. (1989). Las calizas del Páramo en el Sur de la Provincia de Palencia. *Studia Geologica Salmanticensia*, 5: 273-291.
- MEDIAVILLA, R. M., y DABRÍO, C. J. (1989). Análisis sedimentológico de los conglomerados de Tariego (Unidad 4, Neógeno de la Depresión del Duero). *Studia Geologica Salmanticensia*, 5: 293-310.
- MOLINA, E., y ARMENTEROS, I. (1986). Los arrasamientos Plioceno y Plio-Pleistoceno en el Sector Sur-Oriental de la Cuenca del Duero. *Studia Geologica Salmanticensia*, 22: 293-307.
- NESTARES, E., y WOUTERS, P. F. (1997). Mapa Geológico Nacional a E. 1:50.000. 2ª Edición MAGNA. Memoria y Plano de la Hoja de Esguevillas de Esgueva. Nº 344. ITGE.
- NOSSIN, J. J. (1959). Geomorfological Aspects of the Pisuerga Drainage Area in the Cantabrian Mountains (Spain). *Leidse Geologische Mededelingen*, 24, 283-406.
- OLIVÉ, A.; PORTERO, J. M.; DEL OLMO P.; ARAGONÉS, E.; CARRERAS, F., et al (1979). El sistema de terrazas del río Carrión. 1ª Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero. *Temas Geológico Mineros*, 6 (2): 451-459.
- OLMO, P. DEL (1982). Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. Memoria de la Hoja 343 (Cigales) IGME., Madrid. 66 pp.
- OLMO, P. DEL (1982). Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. Memoria de la hoja 372 (Valladolid). IGME. Madrid. 66 pp.
- ORDÓÑEZ, S.; GARCÍA DEL CURA, M. A., y LÓPEZ AGUAYO, F. (1981). Chemical carbonated sediments in continental basin: the Duero Basin. *Int. Ass. Sedim.* 2nd European Meeting, Abstracts: 130-133.

- ORDÓÑEZ, S.; LÓPEZ, F., y GARCÍA, A. (1976). Estudio geológico de las "Facies Rojas" Plio-Cuaternarias del borde de la Cuenca del Duero (Provincia de Segovia). *Estudios Geológicos*, 32 (2): 215-220.
- PEDRAZA GILSANZ, J. (1978). *Estudio geomorfológico de la zona de enlace entre las Sierras de Gredos y Guadarrama (Sistema Central Español)*. Tesis Doctoral, Univ. Complutense de Madrid (Inédito). 540 pp.
- PEDRAZA GILSANZ, J. (1989). La morfogénesis del Sistema Central y su relación con la morfología granítica. *Cuad. Lab. Xeol.*, 13: 31-46.
- PÉREZ GONZÁLEZ, A. (1979). El límite Plioceno-Pleistoceno en la Submeseta Meridional en base a los datos geomorfológicos y estratigráficos. *Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario* (CSIC), 9: 19-32.
- PÉREZ GONZÁLEZ, A. (1982). El Cuaternario de la Región Central de la Cuenca del Duero y sus principales rasgos geomorfológicos. *1ª Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero. Temas Geol. y Min.*, 6 (2): 717-740.
- PÉREZ GONZÁLEZ, A.; VILAS, L.; BRELL, J. M., y BERTOLÍN, M. (1971). Las series continentales al Este de la Sierra de Altomira. *Congr. Hisp. Lus. Am. Geol. Econ.*, 1: 357-366.
- PINEDA VELASCO, A. (1997). Mapa Geológico Nacional, Cartografía Geomorfológica 1:50.000, MAGNA, 2ª Edición. Memoria y Plano de la Hoja de Burgos (Nº 200). ITGE. Madrid.
- PINEDA VELASCO, A. (1997). Mapa Geológico Nacional a E. 1:50.000. 2ª Edición MAGNA. Memoria y plano de la Hoja de Villadiego (Nº 166) ITGE. Madrid.
- PORTERO, J. M., (1982). Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. Memoria de la Hoja 400 (Portillo). IGME. Madrid. 56 pp.
- PORTERO, J. M. y AZNAR, J. M. (1984). Evolución morfotectónica y sedimentación terciaria en el sistema central y cuencas limítrofes (Duero y Tajo). *1º Congreso Español de Geología*, 3: pp. 253-263.
- PORTERO, J. M. DEL OLMO, P. RAMÍREZ, J. y VARGAS, I. (1982). Síntesis del Terciario continental de la Cuenca del Duero, *1ª Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero. Salamanca, 1979. Temas Geológico-Mineros*, 6(1): 11-37.
- Pozo, M.; CARAMÉS, M., y FONOLLA, F. (1984). Estudio mineralógico, geoquímico y paleontológico de los materiales de transición de facies fluviales a evaporíticas en el sector central de la Cuenca del Duero. *Rev. Mat. Proc. Geol.*, VII: 95-1 13.
- Pozo, M. (1987). *Mineralogía y sedimentología de la "Facies de las Cuestas" en la zona central de la Cuenca del Duero: Génesis de sepiolita y paligorskita*. Tesis Doctoral, Univ. Autónoma de Madrid, 536.

- ROYO GÓMEZ J. (1926). El Terciario continental de Burgos. Excursión A-6. *XIV Congreso Geológico Internacional*. Madrid.
- SÁNCHEZ DE LA TORRE, L. (1978). Planteamiento provisional de distribución de facies de la Cuenca del Duero. Magna. IGME. (inédito).
- SÁNCHEZ DE LA TORRE, L. (1979). Características de la sedimentación miocena en la zona Norte de la Cuenca del Duero. *1ª Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero. Temas Geológico Mineros*. 6 (2): 701-708.
- SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M. (1946). Mapa geológico de España, escala 1:50.000, Hoja 346 (Aranda de Duero) IGME. Madrid.
- SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M. (1953). Mapa geológico de España, escala 1:50.000, Hoja 345 (Roa). IGME. Madrid.
- SCHWENZNER, J. E. (1936). Zur Morphologie des zentral spanischen Hochlandes. *Geog. Abh.*, 3 (10): 128 pp.
- SEVILLA GARCÍA, P. (1988). Estudio paleontológico de Iso Quirópteros del Cuaternario español. *Paleontología y Evolución*, 22: 113-233.
- ZAZO, C., y GOY, J. L. (1977). Geomorfical study of the confluence of the rivers Pisuerga, Arlanza, X. *INQUA CONGR*: 510-510.
- ZAZO, C.; GOY, J. L., y HOYOS, M. (1983). Estudio geomorfológico de los alrededores de la sierra de Atapuerca, Burgos. *Estudios geológicos*, 39: 179-185.

