



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

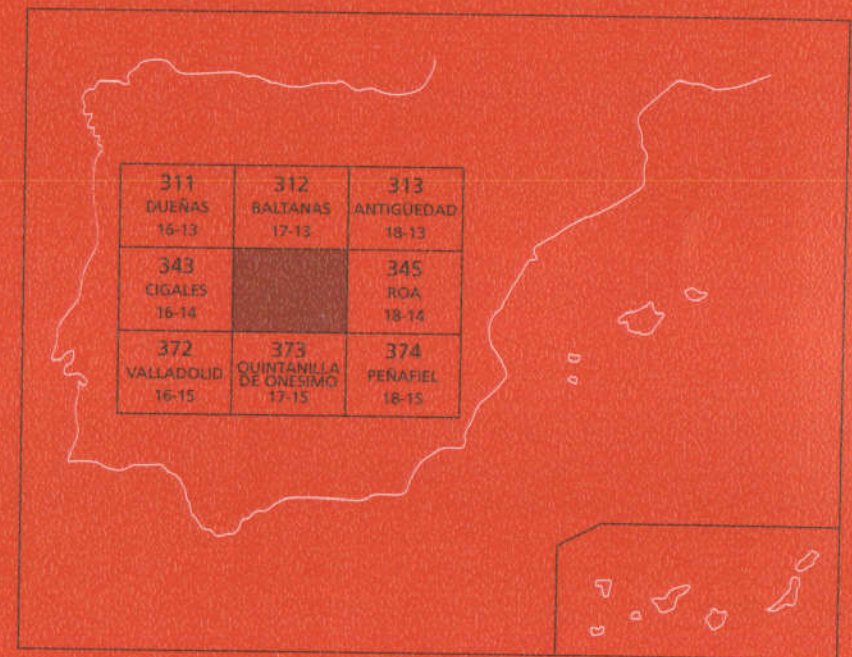
344

17-14

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1 : 50.000

Segunda serie - Primera edición



ESGUEVILLAS DE ESGUEVA



Ministerio de Medio Ambiente

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

SE INCLUYE MAPA GEOMORFOLOGICO A LA MISMA ESCALA

ESGUEVILLAS DE ESGUEVA

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

Depósito legal: M.-35.555-1997
ISBN: 84-7840-295-0
NIPO: 241-96-007-6

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

La presente Hoja y Memoria ha sido realizada por EPTISA dentro del Programa MAGNA durante los años 1990 y 1991, con normas, dirección y supervisión del ITGE, habiendo intervenido los siguientes técnicos:

Cartografía Geológica y Redacción de Memoria

E. Nestares (EPTISA)

P. Wouters (EPTISA)

Cuaternario y Geomorfología

P. Wouters (EPTISA)

Neotectónica

P. Wouters (EPTISA)

Sedimentología

J. Solé Pont (INYPSA)

Estudio de muestras

J. M. Brell (Difracción R-X) (U.C.M.)

J. P. Calvo Sorando (Carbonatos) (U.C.M.)

R. Fort (Minerales pesados) (U.C.M.)

M. Bustillo (Minerales pesados) (U.C.M.)

Micropaleontología

J. Ramírez del Pozo

Hidrogeología

B. R. García de Andoín (EPTISA)
Y. Camarero (EPTISA)

Puntos de Interés Geológico

J. Palacio (INYPSA)

Teledetección

J. González Lastra (INYPSA)

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 y sus correspondientes preparaciones.
- Informes petrográficos, paleontológicos y sedimentológicos de dichas muestras.
- Columnas de detalle.
- Album de fotografías.
- Informes complementarios.
- Puntos de interés geológico.

INDICE

	<i>Páginas</i>
0. INTRODUCCION	7
1. ESTRATIGRAFIA	9
1.1. Introducción	9
1.2. Neógeno	11
1.2.1. Margas calcáreas y dolomíticas y calizas (1). Yesos (2). "Facies Dueñas". Mioceno medio (Astaraciense inferior)	12
1.2.2. Lutitas con intercalaciones de areniscas y conglomerados (3). "Facies Tierra de Campos". Mioceno (Astaraciense)	13
1.2.3. Arcillas, margas, calizas y niveles de fangos húmicos y arcillas carbo- nosas "Facies Zaratán". Mioceno (Astaraciense)	16
1.2.4. Arcillas, margas, dolomías (5), calizas (7) y niveles de yesos (6) (8). "Facies Cuestas". Mioceno (Astaraciense-Vallesiense)	17
1.2.5. Calizas, dolomías y margas (9). "Páramo I". Mioceno superior (Vallesiense)	18
1.2.6. Calizas, lutitas y niveles de nódulos (10). "Páramo II" (Vallesiense- Turolense)	20
1.3. Cuaternario	20
1.3.1. Limos y arcillas (15). Fondos de valle. Holoceno	20
1.3.2. Gravas y arenas (12, 13, 14). Terrazas. Pleistoceno-Holoceno	21
1.3.3. Bloques, cantos, arenas y arcillas (11). Glacis Pleistoceno-Holoceno ..	22
1.3.4. Conos de deyección, gravas, arcillas (16)	22
1.4. Bioestratigrafía	23
1.4.1. Vertebrados	23
1.4.2. Ensayo de subdivisión cronoestratigráfica del Neógeno por medio de charofitas y ostrácodos	25
2. TECTONICA	29
2.1. Tectónica alpina	29
2.2. Neotectónica	31

	<i>Páginas</i>
2.2.1. Estructura Neotectónica	31
2.2.2. Anomalías geomorfológicas	31
2.2.3. Otros datos relacionados con la Neotectónica	34
2.2.4. Sismicidad y fallas activas	34
2.2.5. Resumen y conclusiones	34
3. GEOMORFOLOGIA	38
3.1. Descripción fisiográfica	38
3.2. Antecedentes	38
3.3. Análisis geomorfológico	39
3.3.1. Estudio morfoestructural	39
3.3.2. Estudio del modelado	40
3.4. Formaciones superficiales	46
3.5. Evolución dinámica (historia geomorfológica)	47
3.6. Morfodinámica actual y tendencias futuras	48
4. GEOLOGIA HISTORICA	48
5. GEOLOGIA ECONOMICA	50
5.1. Recursos minerales	50
5.1.1. Rocas industriales	50
5.1.1.1. Aspectos generales e históricos	50
5.1.1.2. Descripción de los materiales	50
5.2. Hidrogeología	52
5.2.1. Hidrología	52
5.2.2. Hidrogeología	53
5.3. Geotecnia	55
5.3.1. Introducción	55
5.3.2. Características geotécnicas	56
6. PATRIMONIO NATURAL GEOLOGICO (PIG)	63
6.1. Relación de puntos inventariados	63
6.2. Testificación de la metodología	63
6.3. Tipos de interés	64
7. BIBLIOGRAFIA	65

0. INTRODUCCIÓN

La Hoja de Esguevillas de Esgueva N.º 344 (17-14) se encuentra situada en el sector central de la Cuenca del Duero.

Administrativamente corresponde a la Comunidad Autónoma de Castilla y León, localizándose entre las provincias de Valladolid y Palencia. No es de destacar ninguna población dentro del área de la Hoja, pues salvo Esguevillas de Esgueva, que da nombre a la Hoja, el resto de las poblaciones son de escasa entidad y con marcada recesión de la población.

Fisiográficamente el área no presenta grandes desniveles, variando su cota entre los 905 m de La Linde y los 730 aproximadamente, correspondientes al cauce del río Esgueva en su zona más baja. El paisaje presenta las características de toda la Meseta: zonas bajas alomadas, relieves de antiguos cerros, los cuales al perder la montera protectora de las calizas terminales o calizas del Páramo, se disgregan rápidamente, siendo estas suaves elevaciones los últimos testigos de esa morfología. Cuestas que, con mayor o menor pendiente, conectan estas "tierras del pan" con las superficies estructurales diseñadas por el Páramo, calizas en las que se sitúan las cotas máximas de la región. Debido a la morfología de esta zona, ésta se enclava en la denominada región de "Páramos de Cerrato". En la Fig. 1 se representa la Hoja dentro de un enmarque regional.

El río más importante es el Esgueva, el cual atraviesa la hoja con dirección aproximada E-O, dando nombre a varios de los pueblos localizados en su curso. Con un cauce casi paralelo al Esgueva, podemos destacar los arroyos Jaramiel y Madrazos, de curso estacional, con caudales escasos que prácticamente se hacen nulos en épocas estivales.

El clima reinante en la zona corresponde al mediterráneo templado, con una temperatura media anual de 12°C, variando entre los 2° a 4°C para los meses más fríos a los 20° a 22°C para los más cálidos, con lo que el cultivo está formado por un invierno tipo Avena fresco y un verano tipo Maíz

De acuerdo con el Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de la hoja de Esguevillas de Esgueva, editado por el Ministerio de Agricultura (1978), la "distribución de las masas de cultivos" se divi-

Neógeno y Cuaternario

Paleógeno

Mesozoico

Rocas plutónicas y metamórficas

Paleozoico y Precámbrico

Límite de Hojas a 1/200.000

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

de en: cultivos herbáceos en regadío, labor intensiva sin arbolado, frutales, viñedos, pastizal en combinación con arbolado o matorral, arbolado forestal, etc.

Hasta la fecha de realización de la presente Memoria se han realizado un total de 147 sondeos hidrogeológicos, de los cuales 7 son para abastecimiento urbano, 1 industrial, 30 se desconoce su uso o no se utilizan y el resto para agricultura. La mayoría son simplemente pozos, no llegando a más de 10-15 m de profundidad, el resto oscila entre los 70 m y los 400 m.

1. ESTRATIGRAFIA

1.1. INTRODUCCION

La Hoja de Esguevillas de Esgueva 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 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 controla en gran medida la dinámica de relleno de la Cuenca.

En los bordes sur y oeste también se encuentran facies de abanicos fluviales, 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 las que está situada la Hoja, la edad de los sedimentos es del Mioceno medio y superior. Están 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 calcáreos.

SAN MIGUEL DE LA CAMARA (1946 y 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, MABESSONE (1961) diferencia seis tipos de facies, todas ellas incluidas en la serie miocena.

En la región de Aranda del Duero, GARCIA DEL CURA (1974) 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 y PORTERO (1982) añade un nivel basal infrayacente a Tierra de Campos, de carácter principalmente margoso, al cual define como "Facies Dueñas".

Siguiendo las ideas establecidas por ROYO GOMEZ (1926), en el sector norte de Valladolid OLMO y PORTERO (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).

SANCHEZ DE LA TORRE (1978 y 1982) sitúa en la zona norte y este de la cuenca unas facies carbonosas (fangos gris oscuro) a las cuales 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.

Durante la primera Reunión sobre geología de la Cuenca del Duero (1979) se trataron numerosos temas, tanto de ámbito local como general, sobre sedimentología, paleontología, petrología y tectónica.

En la década de los años ochenta aparecen numerosos trabajos, en los cuales se intenta 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.

ORDOÑEZ *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 dan sucesivos sistemas de abanicos aluviales. Por otro lado, ALONSO GAVILAN (1986) 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, I. (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 I 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 y el techo se sitúa en las calizas del Páramo I. La Unidad 4 se corresponde con la Unidad superior de ORDOÑEZ *et al.* (1981) y está constituida por los conglomerados de Tariego y las calizas del Páramo I. 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.* (1982) realizan estudios paleontológicos (moluscos, ostrácodos, foraminíferos, 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

De todo el conjunto de unidades descritas anteriormente, aparecen en la Hoja de Esguevillas de Esgueva durante el Neógeno las siguientes:

- "Facies Dueñas". Astaraciense inferior.
- "Facies Tierra de Campos". Astaraciense.
- "Facies Zaratán". Astaraciense.
- "Facies Cuestas". Astaraciense-Vallesiense.

- "Facies Páramo I". Vallesiense.
- "Facies Páramo II". Vallesiense-Turolense.

Todo este conjunto de facies o unidades se pueden agrupar en tres episodios o secuencias de relleno separadas entre sí por dos discontinuidades, que con los datos que se disponen, corresponden a tres ciclos:

- El ciclo inferior estaría constituido por la "Facies Dueñas".
- El ciclo medio por las Facies "Tierra de Campo", "Zaratán", "Cuestas" y "Páramo I".
- El ciclo superior por la "Facies" "Páramo II".

1.2.1. **Margas calcáreas y dolomíticas y calizas (1). Yeso (2). "Facies Dueñas". Mioceno medio (Astaraciense inferior)**

Con una potencia visible no superior a los 15 m, constituyen los depósitos más antiguos que encontramos en la Hoja. Su límite inferior no es visible, por lo que se desconocen tanto sus depósitos subyacentes como el tipo de contacto entre ambos (discordante, paraconforme, etc). Sus afloramientos principalmente se sitúan en ambas márgenes de dos de los valles más septentrionales de la Hoja, el Madrazos al norte y el Esgueva en su parte central, no aflorando en su parte sur (valle del Jaramiel).

Litológicamente se trata de una unidad caracterizada por la presencia de margas, margas calcáreas y dolomíticas, ocasionalmente nodulosas, bioturbadas y fosilíferas que se presentan en bancos de 1 a 3 m, intercalándose calizas margosas de colores claros, en general menos potentes (20-30 cm), sin continuidad lateral, acuñándose a veces en unos pocos metros. Se han definido como micritas (*mudstone*) grumosas (grumosopeletoidales) fosilíferas (gasterópodos, ostrácodos y charácenas) con estructuras filamentosas que se relacionan con actividad de raíces (bioturbación). En muestra de mano presentan una textura tobácea con porosidad tubular que en lámina delgada es móldica. Ocasionalmente se reconocen acumulaciones de yeso diagenético (2) como las que aparecen próximas a Amusquillo, en bancos (20-30 cm) formados por macrocristales de (3-7 cm) de yeso transparente de forma muy variada, aunque suelen abundar "en punta de flecha", similares a los definidos por MURAT y BARDOT (1971), y menos comúnmente lenticulares o rosetas (rosas del desierto), similares a los definidos por CODY y CODY (1988). Están asociados a margas dolomíticas, de tal forma que aumentan con el aumento de éstas.

El conjunto presenta colores blanco-grisáceo en general y para los yesos en particular tostado-amarillento de alteración superficial.

Datos procedentes de sondeos realizados para prospección de petróleo ponen de manifiesto la existencia de una potente sucesión de margas y yesos que constituye la mayor parte de esta unidad. Los materiales que afloran constituyen únicamente los depósitos terminales del ciclo. Se enmarcan en contextos palustres y lacustres muy marginales y corresponden a los episodios reactivos terminales de este ambiente.

Desde el punto de vista paleontológico, las muestras estudiadas han dado resultados muy pobres, ya que en su mayoría presentan restos de fragmentos, generalmente de gasterópodos.

Se han reconocido, no obstante, ostrácodos y caráceas, determinándose *Candona* cf. *Ciceronis*, *Pseudocandona* sp. y *Chara notata* entre otros. En base a la fauna presente y la posición estratigráfica de las muestras estudiadas, se data como Mioceno medio (Astaraciense), con una valoración probable.

1.2.2. **Lutitas con intercalaciones de areniscas y conglomerados (3). "Facies Tierra de Campos". Mioceno (Astaraciense).**

Constituye una de las unidades más características de los depósitos continentales de la Cuenca del Duero. Sus afloramientos tienen una distribución más amplia que la unidad subyacente ("Facies Dueñas"), distribuyéndose en ambos márgenes de los valles del río Esgueva y los arroyos del Madrazo y Jaramiel en su zona sur.

Litológicamente están constituidos por lutitas (fangos) ligeramente carbonatados, presentándose en forma de cuerpos tabulares de gran extensión y potencia métrica con abundantes procesos de edafización (bioturbación y encostramiento), evidenciando un ambiente de llanura de inundación. Aparecen intercalaciones de lentejones de areniscas carbonatadas (grauvacas líticas).

Los colores varían desde tonos ocres en la zona oeste (Villanueva de los Infantes, Piña de Esgueva) a tonos rojizos en la zona este (Amusquillo, Castrover del Cerrato), con una interdigitación en una cantera próxima a Esguevillas de Esgueva. Las potencias son variables, estimándose unos máximos de aproximadamente 30 m, relacionados con zonas de mayor abundancia de canales, del NO y O (Valoria la Buena, Castrover del Cerrato), con mínimos de 3-10 m al S (Villavaquerín o Villanueva de los Infantes), estableciéndose unas zonas de potencia media en el centro (Amusquillo). Con todo esto se puede considerar que se formaron dos sistemas fluviales cuyas facies distales se interdigitaban en las áreas centrales de la Hoja.

Los niveles de arenas suelen organizarse en secuencias de relleno de canal. El sistema desarrollado en las áreas occidentales presenta dos tipos de paleocanales.

Los paleocauces de mayor sinuosidad muestran estratificación cruzada de gran escala muy tendida asimilada a superficies de acreción lateral propias de barras de meandro. El bajo ángulo de las láminas cruzadas y el elevado contenido en lutita y limo de las arenas apunta a considerarlos como cursos de alta sinuosidad que transportaban gran cantidad de materiales en suspensión.

El otro tipo de paleocanales se caracteriza por la simplicidad de sus secuencias de relleno, constituidas por un solo set o coset de láminas cruzadas. Se interpretan como canales rectilíneos de duración efímera.

El sistema reconocido en los sectores orientales desarrolla paleocauces algo más tractivos y de aguas más limpias. El tamaño de grano es mayor y el contenido en finos es más bajo. Los canales de alta sinuosidad muestran superficies de acreción lateral fuertemente angulares y los cursos rectos pueden incluir sets microconglomeráticos. Se han registrado algunos casos de cana-

les que han sufrido cambios de configuración durante su relleno. Las asociaciones de facies indican un régimen de tipo trenzado que evoluciona gradualmente a un modelo meandriforme.

La mayoría de los paleocanales presentan procesos edáficos en los términos superiores de sus secuencias de relleno, producto de la colmatación y/o abandono del flujo activo del sistema.

Los depósitos de desbordamiento son frecuentes y están representados por niveles tabulares de arenas finas con granoclasificación positiva incipiente.

Se han visto también, como en las hojas de Baltanás (312) y Cigales (343), niveles de costras calcáreas que serían asimilables a los paleosuelos de tipo "pseudogley" (suelos calcimorfos, en el sentido de FREYTET, 1973).

El límite inferior no viene marcado por una interrupción sedimentaria clara que estaría reflejada por una serie de procesos como formación de suelos, karstificación, etc. No obstante, existe una discordancia cuencial definida en Hojas próximas (Roa, 341, 1997) que nosotros consideramos.

En cuencas continentales se considera como rupturas sedimentarias de primer orden a la instalación generalizada de depósitos de carácter fluvial sobre secuencias endorreicas terminales, reflejo estas últimas de una retracción y desecación del lago, con la colmatación y ralentización consecuentes, lo cual se pone en evidencia mediante una serie de procesos de alteración subaéreos. La presencia de depósitos fluviales posteriores se interpreta como reflejo de la expansión de sistemas aluviales, debido a reactivaciones de los bordes.

Las relaciones entre la facies Dueñas y Tierra de Campos son un exponente de esta disposición, lo que justifica la existencia de una disconformidad entre ambas unidades litoestratigráficas. No obstante, PORTERO *et al.* (1982) y MEDIAVILLA, R. y DABRIO, C. (1988), en estudios en áreas más occidentales, piensan en un cambio lateral de Dueñas con Tierra de Campos. Si bien en cartografía se ha representado como una única unidad, bajo la definición de Facies Tierra de Campos, en realidad se trata de la interdigitación de dos abanicos aluviales de procedencia distinta, que confieren coloración diferente al conjunto: rojo de procedencia oriental, ocres del O y NO. Los materiales procedentes del E se conocen como facies Sta. María del Campo (NUÑEZ *et al.* 1973) o facies Aranda (ARMENTEROS, I. 1986), mientras que los de procedencia O corresponden a la facies Tierra de Campos, localizándose su zona de identificación hacia el centro de la Hoja.

Litológicamente se trata de un conjunto de lutitas, en las que se intercalan niveles lenticulares de areniscas carbonatadas. Esta unidad presenta una potencia muy variable, ya que se pasa de los 3 m de espesor mínimo, sector de Villavaquerín o Villanueva de los Infantes, a los 30 m de potencia máxima.

Tanto Tierra de Campos como Sta. María del Campo representan el comienzo de un nuevo ciclo sedimentario, ya que nos encontramos con la instalación generalizada de depósitos de

carácter fluvial, ambiente en el que quedarían enmarcadas estas facies, sobre secuencias endorreicas terminales representadas en nuestro caso por los tramos terminales de la facies Dueñas descritas anteriormente, las cuales son indicadoras de una retracción y desecación del lago. Por tanto, la presencia de facies fluviales posteriores se interpreta como reflejo de la instalación de sistemas aluviales consecuencia de reactividades de los bordes de cuenca. Así, consideramos el límite de la facies Dueñas con Tierra de Campos o sus contemporáneos de Sta. María del Campo o Aranda como una ruptura sedimentaria, indicadora de un nuevo ciclo deposicional.

En trabajos realizados al oeste de la Hoja, PORTERO *et al.* (1982) y MEDIAVILLA y DABRIO, (1988) consideran que Tierra de Campos y Dueñas representan unidades de un mismo ciclo sedimentario.

En el área de Torre de Esgueva y Cubillas de Cerrato se localiza una zona con un elevado contenido de canales de arenas, que podrían representar la Unidad Cabezón, definida en la Hoja de Valladolid (Nº 372) por OLMO y PORTERO (1982).

En el análisis mineralógico realizado en esta facies se obtiene de valores medios un 62,6% de opacos y un 20% de transparentes, 12,2% de brotita, 3,5% de moscovita y 1,5% de clorita. Como minerales pesados, el más abundante es la turmalina con un 24,4%, carbonatos 20,4% y circón 15,9%, estando el resto de pesados con valores menores del 6% y alguno como horblenda y la anatasa, en la mayoría de las muestras ausentes.

En lo que se refiere a la fracción ligera comprendida entre 0,25 mm y 0,50 mm el componente mayoritario es el cuarzo, con un 44,4% en sus diversas variedades, seguido del feldespato potásico, si bien sus valores oscilan entre un 1,9% a un 17,0%. Respecto a los fragmentos de roca, están ausentes las correspondientes a plutónicas, volcánicas, y de las metamórficas sólo es de destacar la presencia de metacuarcitas con valores comprendidos entre 0,4 y 5,5%.

Sedimentológicamente esta unidad, en conjunto, se interpreta como facies fluviales que representan el frente distal de abanicos húmedos, caracterizados por la elevada proporción de lutita, los cuales cubren amplias extensiones de la cuenca, pudiendo en las zonas marginales identificarse con depósitos aluviales.

La facies Sta. María del Campo representaría el sistema procedente de la zona oriental, mientras que Tierra de Campos procedería del O y NO, es decir, del área cantábrica.

No ha sido posible la datación paleontológica de esta unidad, por lo que hemos de recurrir a correlaciones con dataciones efectuadas en áreas próximas. Así, en los yacimientos de microvertebrados de FUENSALDAÑA, Hoja de Cigales (343), y de SIMANCAS, Hoja de Valladolid (372), LOPEZ y SANCHIS (1982) data como Astaraciense superior facies de la Unidad Cabezón. Respecto a Tierra de Campos, se dispone de los datos aportados por la Hoja de Burgos (200) en el yacimiento de CUESTA DEL REY, que, de acuerdo con SESE y MORALES, (1990), pertenece al Aragoniense superior, zona MB7-8 de MEIM. Por tanto, en base a estos datos se sitúa a las facies Tierras de Campos, Sta. María del Campo y la posible Unidad Cabezón como Astaraciense superior (Mioceno medio).

1.2.3. **Arcillas, margas, calizas y niveles de fangos húmicos y arcillas carbonosas (4). "Facies Zaratán". Mioceno (Astaraciense)**

El conjunto de estos materiales constituyen la base de la "Facies Cuestas". Sus afloramientos en muchos casos son difíciles de reconocer bien por el recubrimiento que presentan o por su escaso desarrollo, no teniendo gran continuidad, por lo cual se han representado cartográficamente a trazos. Esta unidad tiene escaso desarrollo en la zona norte y este de la Hoja, quedando restringida prácticamente a los valles del río Esgueva y el arroyo de Jaramiel, donde está mejor representada.

Aparece caracterizada litológicamente por unas arcillas margosas verdes entre 1 y 2 m de potencia, alternando con términos más carbonatados (margas blancas) de menor espesor (1 m). Son frecuentes las pasadas de calizas margosas (fossilíferas) de 50 cm de potencia media. Entre estos bancos se intercalan niveles de depósitos de ciénagas, fangos húmicos de 1 y 2 m de espesor, compuestos por una alternancia de margas limosas calcáreas bioclásticas de colores rojizos parduscos y nivelillos de arcillas carbonosas (turba arcillosa) muy fossilífera (ostrácodos, gasterópodos, etc.), con estructuras de digitación y base erosiva. Los afloramientos más representativos se localizan frente al pueblo de Villavaquerín o en la zona de bodegas de Villanueva de los Infantes.

A veces suelen aparecer niveles de yesos (acumulaciones de yeso diagenético en forma de megacristales), así como cicatrices erosivas y bases onduladas en los depósitos de calizas.

Hemos considerado esta secuencia tipo. Sin embargo, muchas veces el afloramiento se reduce a un nivel verdoso-negruzco de naturaleza margosa que tiene bastante continuidad aunque no la suficiente para considerarlo como capa guía.

A nivel regional, de acuerdo con SANCHEZ DE LA TORRE (1982), es posible advertir que sólo aparecen las facies de ciénagas cuando no están bien desarrollados los canales en el techo de "Tierra de Campos", como ocurre en Valoria la Buena, por lo que existe una influencia morfológica inicial y de compactación diferencial. Así, estas facies coinciden con la zona de potencias menores establecida para la unidad "Tierra de Campos".

SANCHEZ DE LA TORRE (1982) los interpreta como arrastres mezclados con materia en suspensión (inundaciones rápidas) que decantan sobre las zonas deprimidas de los surcos de pradera, cuya vegetación al descomponerse origina los niveles carbonosos. En dichas depresiones se tienden a concentrar restos de gasterópodos y micromamíferos muy condicionados a la rugosidad que presenta la pradera. No obstante, esta interpretación contrasta con la posición paleogeográfica deducida para estos depósitos. Su asociación con facies carbonatadas induce a considerar un ambiente lacustre-palustre marginal. El origen de los niveles carbonosos cabría centrarlo en removilizaciones de un litoral lacustre vegetado.

Esta facies ha sido datada en base a micromamíferos en los yacimientos de OTERO, situado en la Hoja de Palencia, N^o 273, y los de DUREDOS y ZARATAN en la Hoja de Valladolid N^o 372. En todos ellos la edad determinada ha sido Astaraciense superior (LOPEZ y SANCHIS, 1982; SEVILLA GARCIA, 1988).

Las determinaciones micropaleontológicas realizadas en la Hoja, en base a ostrácodos, foraminíferos y caráceas, datan esta facies como Astaraciense (Mioceno medio), cuyo procedimiento de datación es en base a la asociación faunística y su posición estratigráfica.

1.2.4. Arcillas, margas, dolomías (5), calizas (7) y niveles de yesos (6) (8). "Facies Cuestas". Mioceno (Astaraciense-Vallesiense)

En el ámbito de la Hoja estos materiales tienen una distribución bastante amplia, aflorando en los principales valles que la surcan.

La "Facies Cuestas" está compuesta por un conjunto heterogéneo de depósitos constituidos fundamentalmente por margas, arcillas y dolomías (5) de potencia métrica (0,5 m-3 m), aunque también se han observado potencias mayores, de colores blancos, grises, cremas y verdosos y con alto contenido en yeso que genéticamente se puede clasificar:

- Primario, formado por yesos químicos, de forma lenticular (mm) empastados en matriz dolomítica. Se presentan en niveles de espesor centimétrico y gran continuidad lateral. Son yesoarenitas en niveles centimétricos, que forman un bandeado a veces visible en muestras de mano, formada por yeso mesocristalino de tamaño arena, en matriz microdolomítica, en el que se pueden apreciar abundantes estructuras sedimentarias (estratificación cruzada, ripples, cicatrices de corriente). Este yeso pudo ser en su principio detrítico y haber sufrido reemplazamientos epigenéticos que lo han recrystalizado. Recibe el nombre local de "aljez".
- Secundario o diagenético formado por megacrístales dentro de los que se pueden distinguir lenticulas de tamaño variable (2-20 cm) de forma circular o elíptica, y cristales mezclados o compuestos entre los que morfológicamente distinguimos:

"Punta de Flecha" formados por dos maclas de contacto, "Rosetas o Rosas del Desierto" constituidas por agregados de cristales en abanico o aleatoriamente y otras formas menos comunes (colas de golondrina, cuchillas de afeitar). El tamaño es centimétrico (10-20 cm) y suelen encontrarse dispersos o acumulándose en niveles de 0,5 m. Reciben el nombre local de "rabillo".

Los colores son variables; mientras que los primarios suelen ser blancos o verdosos, los diagenéticos son translúcidos, tostados y ocasionalmente negros, a veces corroidos superficialmente. Aunque tienen una distribución muy amplia en toda la unidad, las yesoarenitas se encuentran a techo, próximas a los niveles carbonatados, y las acumulaciones de megacrístales se distribuyen en niveles (de 1 a 3) en zonas medias y bajas, ambos cartografiados como (6) y (8).

En zonas de concentración de yesos son frecuentes las huellas de expulsión de fluidos, colapsamientos que producen deformaciones (pliegues halocinéticos) de amplitud por lo general métrica que afectan a los propios yesos o a los materiales suprayacentes (calizas superiores).

Suelen aparecer intercalaciones calcáreas (7), generalmente de potencia decimétricas, con cicatrices erosivas y base ondulada. Al Este estos paquetes se hacen más numerosos y potentes, estando comprendidos entre 1 y 3 m. Son bastante continuos, aunque a veces se acuñan en algunas decenas de metros (30-40 m) y suelen formar plataformas estructurales. Son unas calizas margosas, blancas o grisáceas, definidas como unas micritas o biomicritas (*wackstone*) a veces grumosas (grumoso-peletoidales), recrystalizadas (dolomitizaciones esparíticas), fosilíferas, (ostrácodos, charáceas, gasterópos) y porosas (intergranular, móldica o en concertina y fili-forme). En muestras de mano se observa unos tubos de varios cm de largo y 0,5 cm de diámetro que indican actividad orgánica (bioturbación por raíces).

Entre estos niveles se han visto nódulos de sílex (al este, próximo al pueblo de Torre). El análisis sedimentológico pone de manifiesto un mayor desarrollo de facies lacustres proximales en el extremo oriental de la Hoja que pasan hacia el oeste a depósitos propios de sectores lacustres centrales.

El carácter proximal de los sectores orientales viene dado por una mayor presencia de calizas y margas calcáreas que se sitúan en ambientes lacustres marginales. Las fluctuaciones del nivel del lago están muy marcadas en estos contextos y se reconocen por la existencia de horizontes de oxidación enrojecidos, calcificaciones y nodulizaciones en las margas, y elevado desarrollo de huellas de raíces.

Los ambientes lacustres centrales están caracterizados por la presencia de facies yesíferas. Se generan por un mayor estancamiento de las aguas que favorece la precipitación de sulfato debido a un aumento en la tasa de evaporación. Son muy frecuentes los procesos de resedimentación de los yesos. El retrabajamiento está producido principalmente por oleaje. La potencia estimada para toda la unidad es de 50-70 m.

En la Hoja de Saldaña, N° 164, fue datado el Yacimiento de RELEA, ya clásico en la bibliografía regional, como Vallesiense, debido a la presencia de *Hipparion*. Dicho yacimiento se localiza en las Facies de la Serna, equivalente lateral de Cuestas. Igualmente en el Yacimiento de ITERO, Hoja de Carrión de los Condes N° 197, situado en la misma facies, LOPEZ y SANCHIS (1982), establecen una edad Vallesiense inferior.

El estudio de levigados realizado en margas y arcillas pertenecientes a la facies Cuesta ha proporcionado abundante fauna de gasterópodos, ostrácodos y caráceas. No obstante, la valoración en cuanto a su datación Astaraciense o Aragoniense superior ha de considerarse probable.

1.2.5. Calizas, dolomías y margas (9). "Páramo I" Mioceno superior (Vallesiense)

A techo de la "Facies Cuestas" encontramos una serie definida por HERNANDEZ PACHECO (1915) como "Calizas del Páramo", que representa la sedimentación de los depósitos lacustres de colmatación de la Cuenca del Duero. Recientemente han sido ampliamente estudiadas por MEDIAVILLA y DABRIO *et al.* (1987, 1989). Ocupan la mayor extensión dentro de la Hoja, aflorando en los bordes de las "Mesas Calizas" llamada "Páramos" que se forman entre los principales cursos fluviales.

Se trata de un conjunto de materiales de naturaleza carbonatada, formados por unas margas calcáreas, de colores blanco-grisáceos de 20 a 50 cm de espesor, en los que se intercalan calizas de potencia y colores similares.

A techo se hacen masivas y están formadas por bancos estratificados, con juntas margosas centimétricas y potencias de 1 m. Litológicamente están compuestos por unas calizas micríticas fosilíferas (gasterópodos, ostrácodos, charáceas), a veces biomicritas (*wackstone*), otras veces recrystalizadas. Lateralmente y a muro disminuye el contenido de carbonato cálcico pasando a dolomías y margas dolomíticas.

Se observa actividad orgánica, como puede ser bioturbación por raíces, estructuras algales y estromatolitos, así como porosidad muchas veces ligada a dicha actividad (móldica, tubular, etc.) y pseudomorfos de yeso a calcita en algunos niveles.

A techo de estos materiales se reconoce una fuerte karstificación que llega a ser tan intensa como para producir una destrucción de las calizas ocasionando brechificación, formación de oquedades, circulación de aguas a través de conductos de varios centímetros, así como arcillas de descalcificación que rellenan grietas, etc., de color rojizo, que en la zona mediterránea reciben el nombre de "Terra Rossa".

Hacia el este los procesos de karstificación van disminuyendo hasta desaparecer. Se observa también una disminución de las potencias, quedando reducido a meros bancos de 50 cm.

Esta unidad refleja un cambio progresivo de quimismo de las aguas, disminuyendo en vertical la salinidad. En la parte baja se reconocen abundantes niveles de calizas secundarias con pseudomorfos de yeso. Gradualmente dan paso a niveles de calizas propias de contextos lacustres marginales y medios palustres.

La unidad representa los estadios retractivos de la sedimentación lacustre. Caracteriza los episodios de finales de la organización clásica de los ciclos sedimentarios mayores en cuencas continentales endorreicas.

La potencia estimada para toda la unidad es muy variable, de 40-50 cm a varios metros (20 máximo), aunque como media 10 m.

El límite inferior es concordante con los materiales subyacentes.

El límite superior es claramente discordante. Está marcado por una interrupción sedimentaria (karstificación) que sufren estos materiales y la formación de la superficie "poligénica" del Páramo.

Según la división en unidades bioestratigráficas establecidas por ALVAREZ *et al.* (1985), las calizas del Páramo vendrían definidas por la presencia de *Cricetulodon hartenbergeri*, correlacionable con la zona 1 de DAAMS y FREUDENTHAL (1981), y por *Progonomys hispanicus*, correlacionable con la biozona HM-10 de MEIN (1975), de edades Vallesiense inferior y superior, respectivamente.

No obstante, para GARCIA MORE (1988) estas dos biozonas estarían por debajo de las "Calizas del Páramo", correspondiendo estas biozonas a la Facies Cuestas, con lo que la edad del Páramo sería, como mínimo, Vallesiense superior.

Las muestras tomadas durante la realización de la Hoja para la obtención de levigados, han arrojado una relativa abundancia de gasterópodos, sobre todo, ostrácodos y caráceas.

Las especies de ostrácodos determinadas en esta unidad, alguna de las cuales parece por primera vez, son: *Ilyocypris gibba* (RAMDOHR), *Pseudocandona aff. marchica* (HARTWIG),

Potamocypris castoiti CARBONNEL, *Candonopsis cf kingsleii* (BRADY y ROBERTS) y *Candona cf. bitruncata* CARBONNEL. Entre las Charofitas tenemos *Chara notata* GRAMB y PAUL, *Chara cf. rochettiana* HEER, *Nitellopsis (T.) meriani* (L. y N. GRAMB) y *Rhabdochara* sp. Igualmente se ha reconocido opérculos de *Bithynia*. La edad atribuida es Vallesiense superior-Turoliese.

1.2.6. Calizas, lutitas y niveles de nódulos (I0). "Páramo II" (Vallesiense-Turoliese)

Los afloramientos de esta unidad se disponen discordantes (paraconformidad) sobre las calizas del Páramo I con una distribución al azar dentro de la Hoja. Los afloramientos se reducen a tres zonas: la primera, la más extensa, ocupando el Páramo de Valdecubillas y zonas anexas; la segunda al norte de Esguevillas de Esgueva y la tercera al norte de Castillo Tejeriego, así como algunas pequeñas manchas de menor entidad. Es posible que haya más afloramientos, pero su poca visibilidad y escasa potencia (recubrimientos, biselamiento por la superficie poligénica del Páramo) dificultan su localización.

Litológicamente están constituidos por unos depósitos, a muro, de naturaleza silicioclástica, fangos rojizos y blancos, constituidos por limos de tamaño variable y arcillas. Presentan rasgos postsedimentarios como son la presencia de nódulos y encostramientos.

A techo aparecen unas calizas blanco-grisáceas micríticas en ocasiones intraclásticas (*wackstone*), fosilíferas (restos de gasterópodos) parcialmente nodulizadas y algo brechificadas por procesos de karstificación, aunque poco intensos. Las potencias estimadas están comprendidas entre 3-10 m.

Se interpretan como depósitos de llanura de inundación (fangos), en los que se desarrollan charcas efímeras donde precipitan los nódulos de carbonato.

Los niveles de calizas se enmarcan en un contexto lacustre muy marginal-palustre. Se denota en general una mayor energía en el medio que en las facies calcáreas del "Páramo I", manifestada por el desarrollo de superficies canalizadas a las que se asocian *wackstones* y *packstones* con un notable contenido en intraclastos y granos de cuarzo.

Constituye el inicio de un nuevo ciclo ("Ciclo Páramo II") separado por la clara discordancia establecida entre ambos.

1.3. CUATERNARIO

Constituyen el conjunto de formaciones superficiales, no coherentes en general, de escasa potencia y ligadas a fenómenos de modelación de las vertientes y la red fluvial. Dentro de esta Hoja se encuentran ampliamente representados, pudiendo distinguir los siguientes tipos: fondos de valle, terrazas, glaciares y conos de deyección.

1.3.1. Limos y arcillas (15). Fondos de valle. Holoceno

Dentro de los depósitos cuaternarios son los más extensamente representados.

Están asociados a los principales cursos fluviales (río Esgueva y arroyos de Jaramiel y los Madrazos) y otros cursos de menor rango (pequeños arroyos). Estos cauces atraviesan la Hoja en dirección ENE-OSO y ocupan posiciones tanto septentrionales como meridionales, para luego desembocar en el río Pisuerga por su margen izquierda.

Litológicamente están constituidos por depósitos finos, limos y arcillas, no aflorando materiales más gruesos (gravas y cantos), debido al escaso encajamiento de la red fluvial y su parcial canalización (canales del Esgueva).

1.3.2. **Gravas y arenas (12, 13, 14). Terrazas. Pleistoceno-Holoceno**

Estos depósitos, junto con los "Depósitos de fondo de valle", están asociados al modelado de la red fluvial, y por tanto relacionados con los principales cauces antes descritos.

Los diferentes niveles de terrazas que se identificaron en la Hoja de Esguevillas de Esgueva, se han agrupado en tres grupos: Terrazas altas, Terrazas medias y Terrazas bajas (véase Cuadro).

	Río Esgueva	Arroyo Madrazos	Arroyo Jaramiel
Terrazas altas	—	—	T ₁ (+50 m)
Terrazas medias	T ₂ (+25 m) T ₃ (+10-15 m)	T ₂ (+25-30 m) T ₃ (+10-15 m)	T ₂ (+25 m) T ₃ (+10-15 m)
Terrazas bajas	T ₄ (+5 m)	—	T ₄ (+5 m)

Cuadro sinóptico de los distintos sistemas de terrazas de la red fluvial (río Esgueva, arroyos de Jaramiel y los Madrazos).

No se dispone de datos paleontológicos o arqueológicos para establecer la edad de las terrazas citadas. A base de su cota por encima del nivel del río y de los suelos desarrollados en sus superficies, se les ha adjudicado una edad estimada, comprendida entre el Pleistoceno inferior para las terrazas más antiguas y el Pleistoceno superior Holoceno para las más modernas.

Litológicamente presentan caracteres comunes entre los distintos niveles. Están compuestos por cantos y gravas, generalmente de caliza blanca o grisácea, y menos comúnmente de cuarzo/cuarcita amarillenta, rosada, marrón y blanca, de moda centimétrica (0,5-2 cm) y centil 30 cm, con formas generalmente esféricas aunque las hay aplanadas, discoidales, etc., variando de redondeados a subangulosos. Están empastados en una matriz arenosa que, frecuentemente, se encuentra cementada por carbonatos.

Se presentan en bancos poco potentes (50 cm), encostrados, que forman escarpes y se enlazan o están parcialmente cubiertos por depósitos de ladera (glacis), yaciendo sobre depósitos terciarios.

Las terrazas altas (12) son las de menor representación en la Hoja, existiendo un único nivel instalado sobre el glacis de la Sinova al SO, a cota + 50 m.

Las terrazas medias (13) son las mejor representadas, tanto en extensión como en número de sistemas a los que afectan (ver cuadro). Están constituidas por dos niveles a cotas + 25-30 m y + 10-15 m y se instalan generalmente sobre la "Facies Dueñas" y "Tierra de Campos", y ocasionalmente sobre la "Facies Cuestas"

Al norte de la Hoja, próximo a Alba de Cerrato, las terrazas bajas (14) constituyen los depósitos más recientes. Están constituidas por un nivel a cota + 5 m, desarrolladas en los sistemas del río Esgueva y el arroyo de Jaramiel en su zona SO.

1.3.3. **Bloques, cantos, gravas, arenas y arcillas (11). Glacis. Pleistoceno-Holoceno**

Este tipo de depósitos tienen una gran importancia en la Hoja, cubriendo parte de las laderas de las mesas o Páramos. Constituyen superficies topográficas suavemente inclinadas con pendientes inferiores a 5°. Se trata de depósitos antiguos que se encuentran en posición colgada respecto a la red fluvial.

La morfología de estos depósitos y la calidad de los afloramientos no permite la obtención de buenas observaciones. Teniendo en cuenta estas limitaciones, el mejor está situado en las proximidades de Piña de Esgueva, en una desviación de la carretera a Castrillo Tejeriego.

Están constituidos por unos materiales bastante sueltos, formados por bloques, cantos y gravas de caliza blanca, subangulosa, en abundante matriz areno-arcillosa del mismo color o ligeramente pardo. Sus potencias, difíciles de estimar, oscilan entre 1 o 3 m.

Los *coluviones*, aunque ampliamente representados en la Hoja, no se han representado cartográficamente en el mapa geológico, ya que enmascaran depósitos de mayor interés. Recubren los pies de las laderas de la zona y están constituidos por materiales de litología variable (grava, limos, arenas, etc.), que reflejan la composición de las laderas de las cuales proceden. Su potencia es variable y no suele pasar los 3 m. El capítulo de geomorfología y el mapa correspondiente ofrecen información más detallada sobre estos depósitos.

1.3.4. **Conos de deyección, gravas, arcillas (16)**

Constituyen un conjunto de materiales que se depositaron a la salida de barrancos y torrenteras, expandiéndose en forma típica de abanico sobre depósitos de fondo de valle. En la Hoja suelen ser de pequeño tamaño.

La composición litológica es muy heterogénea. Están constituidos por arenas y gravas de caliza más o menos angulosas e inmersas en una fracción limo-arcillosa. También hay yesos y otros materiales, dependiendo de su área fuente.

1.4. BIOESTRATIGRAFIA

1.4.1. Vertebrados

Los primeros trabajos encaminados hacia el conocimiento bioestratigráfico de la Cuenca del Duero se inician a principios de siglo con los estudios de HERNANDEZ PACHECO, E. (1923 y 1926) en el yacimiento de Saldaña, seguido de los realizados por CRUSAFONT y VILLALATA (1954), CRUSAFONT y TRUYOLS (1960), etc.

La realización a partir de la década de los setenta de la transversal N-S de la Cuenca del Duero dentro del Plan MAGNA, inicia una nueva etapa que, en base a una exhaustiva puesta al día de datos (PORTERO *et al.* 1982) y la aplicación de una normativa y sistemática adecuada, dio lugar a una serie de trabajos sobre micromamíferos de los principales yacimientos, la correlación de éstos y su posición dentro de la columna tipo del Terciario. ALBERDI *et al.* (1981), LOPEZ y SANCHIZ (1982), LOPEZ *et al.* (1986).

En 1985, ALVAREZ *et al.* divide el Mioceno medio y parte del superior en cuatro unidades bioestratigráficas correlacionables con las zonas de DAAMS y FREUDENTAL (1981). Estas zonas son:

1. Zona con *Megacricetodon lopezae*, edad Aragoniense superior (dataría como tal las "Facies Tierra de Campos").
2. Zona con *Megacricetodon ibericus*, edad Vallesiense inferior (dataría la base de las "Facies Cuestas").
3. Zona con *Cricetulodon hartenbergeri*, edad Vallesiense inferior (dataría el techo de las "Facies Cuestas" y la base de la "Caliza del Páramo").
4. Zona con *Progonomys hispanicus*, edad Vallesiense superior (dataría de las "Calizas del Páramo").

Para GARCIA MORENO (1988) estas dos últimas biozonas (*Cricetulodon hartenbergeri* y *Progonomys hispanicus*) aún se encontrarían en las "Facies Cuestas", quedando las "Calizas del Páramo" inmediatamente por encima, con lo que su edad sería Vallesiense superior.

Paralelamente a estos estudios, se realizan en los últimos años trabajos sedimentológicos en la Cuenca: MEDIAVILLA y DABRIO (1986, 1989), ARMENTEROS (1986), ARMENTEROS *et al.* (1986), etc., a los que se incorpora los nuevos datos bioestratigráficos, poniéndose de manifiesto los primeros problemas en cuanto a la asignación cronológica de alguna de las facies consideradas. Un hecho de sobra conocido es que algunas asociaciones faunísticas de vertebrados que se utilizan para dataciones presenta una ligera diacronía, por problemas migratorios de unas cuencas continentales a otras, dentro de la propia Península Ibérica.

Por otro lado, a veces algunos yacimientos son sometidos a revisión y la bioestratigrafía y/o escala cronoestratigráfica sufre una actualización. También son de sobra conocidos los problemas de correlación entre las diferentes escalas cronoestratigráficas propuestas por distintos autores y que, con frecuencia, se utilizan para este tipo de trabajos.

Por último, el problema se acentúa un poco más cuando se intenta establecer una relación entre las escalas de vertebrados (macro y micromamíferos) con las utilizadas para los ostrácodos foraminíferos, polen, etc., ya que entonces existe un claro diacronismo y resulta casi imposible establecer tal correlación. Todo esto ha llevado consigo a enfocar este trabajo utilizando como instrumento principal los diferentes ciclos sedimentarios y rupturas intracuencales correlacionando entre sí estos ciclos y apoyados por un soporte paleontológico, conscientes de la problemática que conlleva. Así, por ejemplo, en las "calizas inferiores del Páramo" el problema se plantea al atribuir además de Vallesiense inferior una edad turoliese (MEDIAYILLA y DABRIO 1989), ya que estos autores se basan en la propuesta de LOPEZ y SANCHIS (1982), yacimiento de Miranda-2, Hoja de Palencia. Sin embargo, posteriormente LOPEZ *et al.* (1986) reconoce que para la "Unidad Caliza de los Páramos su edad no se conoce y ha sido asignada al Turoliese".

MEDIAYILLA y DABRIO (1986), en un trabajo sobre el sector centro-septentrional de la Cuenca del Duero en la provincia de Palencia, considera a los dos ciclos de los páramos integrados en la "Unidad Superior" definida por ella en ese trabajo y la asigna una edad Vallesiense superior-Plioceno?

Un hecho es evidente: estas calizas parecen ser, sin duda, de edad Vallesiense inferior, como lo corroboran los yacimientos de Miranda-1 y Autilla 1 y 2. No obstante, bien pudiera ocurrir que el yacimiento de Miranda-2 quedase situado en las calizas del Páramo superior, paraconformes con las del inferior, hecho a veces observable, lo que justificaría la datación como Turoliese, al estar éste incluido en el segundo ciclo de caliza de los páramos, por otro lado difícil a veces de reconocer en campo.

Lateralmente, las "calizas inferiores del Páramo" pasarían a las "Facies Cuestas". Hacia el norte de Palencia se intercalan con las facies detríticas procedentes de la Cantábrica ("Facies de la Serna", cuyos yacimientos corroboran la edad de Vallesiense inferior (ITERO, LOPEZ *et al.* 1975), asignada en el sector central. Hacia el este y suroeste se mantendrían estas facies carbonatadas (sector Roa-Peñafile).

Si respecto a la unidad "calizas inferiores del Páramo" el problema se plantea en la asignación dudosa al Turoliese, en los niveles correspondientes al segundo ciclo del páramo diferenciado o "calizas superiores del Páramo" el problema en cuanto a su edad es mucho más difícil de resolver o aclarar.

En la actualidad no existe ningún argumento paleontológico que justifique la edad más alta atribuida en este trabajo (Plioceno), 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 a este ciclo, las dataciones se realizan por correlación con otras cuencas continentales y/o autores, así como por los sucesos, eventos y procesos sedimentario-kársticos acaecidos en general a finales del Neógeno, tanto en la submeseta norte como en la meridional.

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.* (1986) 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 sin argumentos definidos en el ciclo Vallesiense superior-Turolense inferior, ciclo que se caracteriza por presencia de una marcada discontinuidad en la base y que está puesto de manifiesto 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 detríticos-carbonatados correspondientes a la base de este segundo ciclo. Esta datación invita a pensar la posibilidad de que la ruptura que marcaría el inicio de este segundo ciclo estaría situada en el mismo Vallesiense inferior. Otra hipótesis a manejar es 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, existe una serie de procesos sedimentarios y morfogenéticos en el ciclo calizas superiores del páramo que, en principio, invitan a pensar en una edad bastante amplia y dispersa en la vertical, no controlable por desgracia por criterios paleontológicos. Todo ello ha conllevado a considerar en este trabajo una edad Vallesiense superior-Turolense para todo el conjunto de materiales incluidos en el ciclo del páramo superior.

1.4.2. Ensayo de subdivisión cronoestratigráfica del Neógeno por medio de charofitas y ostrácodos

La correlación entre las escalas cronoestratigráficas o pisos marinos y las escalas continentales, tanto de zonas (MEIN, 1973) como de "Edades de Mamíferos", es todavía controvertida y sus equivalencias no están definitivamente establecidas. Por otra parte, la distribución estratigráfica de las diferentes especies de ostrácodos lacustres y charofitas que en la bibliografía se refieren siempre hacen referencia a los pisos marinos, lo que dificulta todavía más su asignación a la escala de "Edades de Mamíferos".

Para la definición cronoestratigráfica o asimilación a las "Unidades de Mamíferos" se han tenido en cuenta los datos disponibles sobre los yacimientos de Micromamíferos conocidos (LOPEZ MARTINEZ *et al.*, 1982, 1986), aunque se han encontrado discrepancias importantes entre unos sectores y otros de la cuenca. Así, la "Facies Tierra de Campos" (unidades 2 y 3 de MEDIAVILLA y DABRIO) se datan como Aragonense superior-Vallesiense.

El método de trabajo ha consistido en establecer una subdivisión por asociaciones de ostrácodos y charofitas, mediante el estudio del mayor número posible de muestras, tanto de secciones estratigráficas como aisladas, pero en todos los casos conociendo la unidad litoestratigráfica a la que pertenecen y en un área lo más amplia posible (Hojas 1:50.000 de Baltanás, Antigüedad, Esguevillas de Esgueva, Roa y Peñafiel).

Las asociaciones y distribución de ostrácodos en el sector de la cuenca donde se ubican las hojas estudiadas son relativamente distintas de las que se han mencionado en el borde occidental (CIVIS *et al.*, 1982), en el oriental (sector de Peñafiel-Almazán) (ARMENTEROS *et al.*, 1986; GONZALEZ *et al.*, 1986) o en la zona nororiental (SANCHEZ *et al.*, 1989). En general, en los estudios sobre ostrácodos realizados hasta ahora en la Cuenca del Duero no se han distinguido las unidades litoestratigráficas, excepto el trabajo de CIVIS *et al.*, (1982) sobre las Facies Cuestas del borde occidental.

Tanto los ostrácodos como los oogonios de charofitas se presentan en buen estado de conservación y, en muchas muestras, son bastante abundantes, lo que denota que no han sufrido transporte, excepto las que se encuentran en la "Facies Tierra de Campos".

Como se sabe, hay una documentación muy reducida, tanto sobre los ostrácodos del Neógeno como sobre las charofitas del Mioceno medio y superior, lo que dificulta la determinación específica y hace que tenga que emplearse, en ocasiones, una nomenclatura abierta. Por otra parte, es muy probable que muchas especies sean nuevas, por no estar todavía descritas.

Por lo que a los gasterópodos se refiere, muy abundantes en los niveles de margas y calizas lacustres, se ha realizado una determinación, a nivel de género, de los principales taxones, siendo frecuente que estén muy fragmentados. También suelen ser muy abundantes los opérculos de Bithynia, sobre todo a partir de la unidad de "Tierra de Campos".

El establecimiento de biozonas por medio de ostrácodos en las series continentales tiene el inconveniente de que la distribución vertical de muchas especies puede variar regionalmente, debido a las condiciones ambientales o de facies, cambios de salinidad, etc., que localmente podían presentarse en los distintos puntos de la cuenca. Por ello, el ensayo de subdivisión, que se acompaña en el cuadro adjunto (Cuadro nº 1), se basa en la definición de asociaciones y no de biozonas, aunque también se indica la distribución vertical de las principales especies de ostrácodos, observándose cómo algunos taxones, en el estado actual de conocimiento, parecen ser característicos de determinadas unidades litoestratigráficas. Hay que destacar que un buen número de las especies de ostrácodos encontrados ha sido descrito originalmente por CARBONNEL (1989) en el Mioceno superior y Plioceno lacustre de la Cuenca del Ródano.

La subdivisión propuesta debe ser considerada como provisional, esperándose que, a medida que se disponga de más información, pueda perfeccionarse y precisarse más la distribución vertical de los taxones. No obstante, se puede, a partir de la información ahora disponible, hacer las siguientes observaciones:

En la Unidad "Facies Dueñas" hay varias especies de ostrácodos que no se encuentran en unidades superiores [*Lineocypris molassica* (STRAUB) *invaginata* CARBONNEL, *Cyclocypris* cf. *ovum* (JURINE) y *Cavernocandona roaixensis* CARBONNEL]. Otras especies de ostrácodos aparecen en esta unidad, aunque se extienden hasta la base de la unidad "Facies de las Cuestas" (es el caso de *Alatocandona* sp. (prob. nov. sp.) y *Limnocythere acquensis* CARBONNEL). Para las "Facies Dueñas" se propone una edad Orleaniense-Astaraciense inferior.

En la unidad "Facies Tierra de Campos" no suelen encontrarse microfósiles, aunque en la vecina Hoja de Baltanás se han reconocido algunos ostrácodos con señales de transporte,

CRONOESTRATIGRAFIA			ZONAS MEIN, 1975	CHAROFITAS Y FORAMINIFEROS	O S T R A C O D O S		UNIDADES LITOESTR.	EDAD PROP.
PISOS	EADAES MAMIFEROS				A S O C I A C I O N E S	DISTRIBUCION DE LOS PRINCIPALES TAXONES		
MIOCENO SUPERIOR	P L I O C E N O		MN 14	Chara notata GRAMB. y PAUL Chara cf. rochettiana HEER Rhabdochara sp.	Ilyocypris gigga (RAMDOHR) Pseudocandona aff. marchica (HARTWIG) Potamocypris pastoiri CARBONNEL Cyprideis torosa (JONES) Subulacypris parvus CARBONNEL Henryhowella asperima (REUS)		"PARAMO 2a"	TECHOVALLES - TUROL -PLOC
	M: SSIN	VENTIENSE	MN 13 MN 12 MN 11	Ammonia tepida (CUSHMAN)				
	TORTONIENSE		MN 10	Chara notata GRAMB. y PAUL Chara cf. rochettiana HEER Rhabdochara sp. Nitellopsis (Tectoch.) meriani (L. y N. GRAMB.)	Ilyocypris gibba (RAMDOHR) Pseudocandona aff. marchica (HARIWIG) Subulacypris parvus CARBONNEL Cyprideis tuberculata (MEHES) Cyprinotus seminiflatus CARBONNEL Potamocypris pastoiri CARBONNEL Candona neglecta SARRS Candona bitruncata CARBONNEL Candonopsis cf. kingslei (BRADY y ROBERTS.)	Pseudocandona aff. marchica Subulacypris parvus Potamocypris pastoiri Cyprideis tuberculata Candona neglecta	"PARAMO 1a"	VALLESIENSE
	VALLESIENSE							
	SERRAVALIENSE		MN 9	Chara cf. rochettiana HEER Rhabdochara sp. Nitellopsis (T.) meriani (L. y N. GRAMB.) Ammonia tepida (CUSHM.)	Ilyocypris gibba (RAMDOHR) Cyprinotus salinus bressanus CARBONNEL Candonopsis cf. kingslei (BRADY y ROBERTS.) Potamocypris gracilis (SIEBER)		"FACIES DE LAS CUESTAS"	VALLES INFER. — ASTAR SUPER
			MN 8	Astronotus granosum (d'ORB.)				
			MN 7	Chara notata GRAMB. y PAUL Chara cf. rochettiana HEER (parte super.) Rhabdochara sp. Nitellopsis (T.) meriani (L. y N. GRAMB.) Lamprothamnium sp. (parte super.) Stephanochara berdoutensis FEIST-CASTEL (parte inferior)	Ilyocypris gibba (RAMDOHR) Cyprinotus salinus bressanus CARBONNEL Cyprinotus seminiflatus CARBONNEL Darwinula stevensoni (BRADY y ROBERTS.) Pseudocandona sp.; Hemicytherideis sp. Haploctheridea sp. (H. aff. dacica (HEJAS) Potamocypris gracilis (SIEBER) Candonopsis cf. kingslei (BRADY y ROBERTS.) Candona cf. kirchbergensis STRAUB Candona bitruncata CARBONNEL Alatocandona sp. (prob. nov. sp.) Paralimnocythere rostrata (STRAUB) Limnocythere acquensis CARBONNEL Cyprideis heterostigma heterostigma (REUS) Cyprideis aff. miocenica (LIENENK.)	Candona bitruncata Pseudocandona sp. Alatocandona sp. Potamocypris gracilis Cyprideis heterostigma heter. Cyprinotus salinus bressanus Paralimnocythere rostrata Candona cf. kirchbergensis Haploctheridea sp. (H. aff. dacica) Cyprinotus seminiflatus Candonopsis cf. kingslei		
	ARAGONIENSE		MN 6	Chara notata GRAMB. y PAUL Nitellopsis (T.) meriani (L. y N. GRAMB.) Sphaerochara sp.	Ilyocypris gibba (RAMDOHR) Cyprideis heterostigma (REUSS) Pseudocandona sp.		"F. T. CAMPOS"	ASTARAC INF.-MED.
	ASTARCIENSE		MN 5	Chara notata GRAMB. y PAUL Nitellopsis (T.) meriani (L. y N. GRAMB.) Stephanochara bertoutensis FEIST-CASTEL	Ilyocypris gibba (RAMDOHR) Cycloocypris cf. ovum (JURINE) Candona bitruncata CARBONNEL Cavernocandona roaixensis CARBONNEL Alatocandona sp. (prob. nov. sp.) Limnocythere acquensis CARBONNEL Potamocypris gracilis (SIEBER) Lineocypris nolassica invaginata CARBONNEL	Limnocypris mol. nov. Cyclopr. cf. ovum Cavernoc. roaixensis — — — — Limnocyth. acquensis	"F. DE DUENAS"	ORLEAN-ASTARAC
	LANGH.		ORLEAN					

Cuadro 1. Ensayo de subdivisión cronoestratigráfica del Neógeno del sector central de la Cuenca del Duero por medio de charofitas, foraminíferos y ostrácodos.

DISCONTINUIDADES DE PRIMER ORDEN

entre los que se han identificado los taxones *Ilyocypris gibba* (RAMDOHR) (se encuentra en todo el Neógeno estudiado), *Pseudocandona* sp. y *Cyprideis heterostigma heterostigma* CARBONNEL (que se extiende por la parte inferior de las "Facies de las Cuestas"). Una edad Astaraciense (probablemente inferior-medio) para esta unidad parece la más indicada, no sólo por el contenido micropaleontológico sino también por los datos disponibles sobre vertebrados.

La parte inferior de las "Facies de las Cuestas" es, probablemente, el tramo del Neógeno más fosilífero. Además de muchos taxones mencionados en unidades inferiores, aparecen varias especies de ostrácodos, algunas parecen ser exclusivas de este tramo inferior de la "Facies Cuestas" [*Paralimnoxythere rostrata* (STRAUB), *Candona* cf. *Kkirchbergensis* STRAUB, *Haplocytheridae* sp.], mientras que otras aparecen en la mitad de este tramo [*Cyprinotus semiinflatatus* CARBONNEL, *Candonopsis* cf. *kingsleii* (BRADY y ROBERTSON)]. La especie *Cyprinotus salinuyus bressanus* CARBONNEL parece ser exclusiva de toda la unidad de las Cuestas. La mayoría de las especies se encuentran en la Cuenca del Ródano, en el Mioceno lacustre de Alemania, procediendo de niveles del Mioceno medio y superior.

En la parte superior de la unidad de las Cuestas aparecen foraminíferos de pequeño tamaño [*Ammonia tepida* (CUSHM.) y *Astrononion granosum* (d'ORB)], junto a algunos ostrácodos que ya se reconocieron en los tramos más inferiores [*C. salinus bressanus* CARBONNEL, *Potamocypris gracilis* (SIEBER), *Candonopsis* cf. *kingsleii* (BRADY y ROBERTSON)].

Respecto a la distribución de charofitas en el tramo de las Cuestas, hay que señalar que la mayoría de las especies son las mismas que se encuentran en otros niveles del Mioceno. Sólo hay que destacar que en la parte inferior aparece *Stephanochara berdotensis* FEIST-CASTEL (se extiende hasta el Orleaniense inclusive) y en la parte superior del tramo de las Cuestas se ha identificado *Lamprothamnium* sp. y *Chara* cf. *rochettiana* HEER (ésta alcanza hasta el segundo nivel del Páramo). El resto de charofitas encontradas aparecen prácticamente en todas las unidades, por lo que su valor cronoestratigráfico es casi nulo.

La edad que se asigna a las "Facies de las Cuestas" es Astaraciense medio-superior para su parte inferior y Astaraciense superior-Vallesiense inferior para su parte alta.

En el primer nivel del Páramo (cuyo paso a las "Facies Cuestas" es por cambio lateral y por tanto no muy neto, aparecen nuevos taxones de ostrácodos, algunos parecen exclusivos de este primer Páramo [*Cyprideis tuberculata* (MEHES), *Candona neglecta* SARS], mientras otros se extienden también en el segundo nivel de Páramo [*Pseudocandona* aff. *marchica* (HARTWIG), *Potamocypris pastoiri* CARBONNEL, *Subulacypris parvus* CARBONNEL]. Se propone una edad Vallesiense para el primer Páramo, aunque, como se ha señalado anteriormente, hay discrepancias en la datación por Micromamíferos.

En el segundo nivel del Páramo se han encontrado algunas especies de ostrácodos que no han sido observadas en niveles inferiores. Es el caso de *Cyprideis torosa* (JONES) y *Henryhowella asperima* (REUSS). Conviene destacar que las especies de ostrácodos encontradas en los dos niveles del Páramo proceden o han sido descritas originalmente en el Mioceno superior o Plioceno. En la hoja de Antigüedad se ha encontrado en alguna muestra el foraminífero

Ammonia tepida (CUSHM.), lo que probablemente esté relacionado con un aumento local de la salinidad del medio.

A este segundo nivel del Páramo se le ha asignado una edad Vallesiense-Turolense y, en algunas áreas fuera de la zona, incluso Plioceno, aunque su datación exacta es todavía discutida.

2. TECTONICA

2.1. TECTONICA ALPINA

La depresión del Duero es una cubeta de tipo tectónico, situada en la mitad septentrional de España, originada por la Orogenia alpina y rellena de materiales terciarios y cuaternarios.

La Hoja que nos ocupa está situada en su parte central, próxima a Valladolid capital. Los depósitos que afloran en la zona tienen una orientación horizontal o subhorizontal, interrumpida únicamente por deformaciones de pequeña escala y de carácter local. Esta disposición induce a pensar que los materiales que constituyen el relleno terciario no han sido afectados por movimientos tectónicos importantes, durante o después de su sedimentación.

Sin embargo, en los últimos años diversos autores han encontrado accidentes de significado estructural. POZO (1987), basándose en datos de sondeo, observa variaciones en el zócalo de varios cientos de metros de un margen del río Pisuegra a otro. MEDIAYILLA y DABRIO (1986, 1988) marcan la existencia de tres familias de fracturación de direcciones NO-SE, NE-SO y N-S, que coincidirían con las principales líneas de fracturación hercínicas.

En la Hoja, los datos, aunque escasos, que pueden servir para una reconstrucción de la tectogénesis de la zona son: lineamientos, fracturas y deformaciones del sustrato terciario, e interrupciones en los ciclos sedimentarios.

La única *falla* se ha registrado en el noroeste de la Hoja, cerca de Valoria la Buena, donde una fractura de dirección NO-SE produjo un desplazamiento de 3-4 m de los materiales del techo de la facies "Cuestas". Por otra parte, el encajamiento de la red fluvial parece estar controlado por unos *lineamientos* de posible origen estructural, que pueden ser reactivaciones de las principales líneas de fracturación hercínicas que han condicionado la región.

Los *pliegues* de longitud de onda métrica o decamétrica y amplitud de metro que se observan en los materiales del techo de la facies "Cuestas" se deben principalmente, en la opinión de los autores, a la actuación de procesos de origen halocinético. Buenos ejemplos de este tipo de deformaciones se encuentran en el barranco de Valdemar y en la carretera que une Esguevillas de Esgueva con Población de Cerrato. En la Hoja colindante de Baltanás (Nº 312) se observaron un segundo tipo de pliegues, de longitud de onda kilométrica y amplitudes de decenas de metros. Estos han sido interpretados por MEDIAYILLA *et al.* (1991) como zonas deprimidas, relacionadas con reajustes de las fracturas de direcciones N-S (hercínicas), que con-

dicionaron el depósito de los materiales siliciclásticos, denominados "Conglomerados de Tariego". En la Hoja de Esguevillas de Esgueva, se han identificado algunas deformaciones en la Superficie Poligénica (Fig. 6 del apartado de Neotectónica), que pueden estar relacionadas con las deformaciones de la Hoja de Baltanás.

Dentro de la serie terciaria existen dos *interrupciones sedimentarias* importantes, que deben tener una relación con acontecimientos tectónicos a nivel regional. La primera de estas rupturas separa los materiales de las facies "Dueñas" y "Tierra de Campos". A nivel puntual, es difícil establecer la posible discordancia entre ambas, aunque en zonas situadas más al norte, SANCHEZ *et al.* (1989) sí señalan fenómenos de karstificación asociados a esta interrupción sedimentaria. El segundo episodio de actividad tectónica marca la separación entre las calizas terminales de la facies "Cuestas" o Páramo I, que se encuentran suavemente plegadas (Fig. 6), y los materiales del ciclo "Páramo II".

Ya que no afloran, en la zona que comprende la Hoja, sedimentos pre-miocenos, sólo se puede esbozar la primera parte de la tectogénesis de la zona con los datos derivados de otras partes de la Cuenca y de sus bordes. Así, la evolución tectónica del área podría empezar con la removilización de fracturas hercínicas, cronológicamente situadas entre el final del Cretácico superior y principios del Paleoceno, fase larámica de la orogenia alpina. Estas producirán la discordancia establecida entre el Mesozoico y el Cenozoico, marcando así el inicio de la formación de la Cuenca del Duero.

A partir del Mioceno inferior se inicia el plegamiento de los bordes de la Meseta. Los relieves circundantes se levantan (Cordillera Cantábrica, Sierra de la Demanda y Sistema Central) y la Cuenca del Duero comienza a adoptar una forma que, en grandes líneas, es bastante similar a la actual. Estos procesos son atribuibles a la fase Neocastellana (AGUIRRE *et al.*, 1976), aunque es posible que la actividad tectónica comience a finales del Oligoceno, fase Castellana (PEREZ GONZALEZ *et al.*, 1971).

Entre la fase Neocastellana y la Rodánica o Iberomanchega I (AGUIRRE *et al.*, 1976), que actúa de forma generalizada en toda la Cuenca y que se inicia en el Mioceno superior, existen una serie de discontinuidades que indicarían una serie de movimientos y reactivaciones de la región. En la Hoja de Esguevillas de Esgueva, y como se ha indicado anteriormente, se establece una discontinuidad entre los depósitos margocalcáreos de la facies "Dueñas" y los detriticos suprayacentes de la facies "Tierra de Campos", iniciándose un nuevo ciclo sedimentario que culminaría en la fase Rodánica o Iberomanchega I.

No obstante, varios autores establecen discontinuidades dentro de este ciclo. LOPEZ OLMEDO *et al.* (1997), en la Hoja de Osorno (Nº 198), situada en el borde norte de Cuenca, sitúan una ruptura entre los materiales de "Tierra de Campos" y "Grijalba-Villadiego" y los inferiores pertenecientes a las facies "Serna" y "Cuestas". MEDIAVILLA *et al.* (1986) observaron una interrupción sedimentaria dentro de la serie "Cuestas", de edad Intravallesiense y atribuida a la fase Atica. El carácter regional de estas interrupciones puede ser difícil de comprobar, dada la homogeneidad de los ambientes sedimentarios.

La fase Rodánica ó Iberomanchega I produciría, en las partes periféricas de la Cuenca, deformaciones de gran radio, acompañadas de fracturación y elevaciones, que actuarían como con-

dicionantes paleogeográficos durante el depósito de los materiales del ciclo "Páramo II". En las zonas situadas más hacia el interior de la Cuenca predominarían los procesos de carácter erosivo (PEREZ GONZALEZ, 1979).

Una nueva reactivación tectónica, difícil de precisar en el tiempo (Fase Iberomanchega II), afectaría a los últimos depósitos endorreicos de la Cuenca terciaria (las calizas del Páramo II), y marcaría el momento de cambio hacia un régimen exorreico y la instalación de la red fluvial cuaternaria.

2.2. NEOTECTONICA

En la Hoja de Esguevillas de Esgueva la homogeneidad y disposición horizontal de los materiales y la ausencia de marcados accidentes tectónicos en la superficie abogan, a primera vista, por un carácter atectónico de esta parte de la Cuenca del Duero. Recientemente, varios autores (MEDIIVILLA y DABRIO, 1986, 1987; POZO, 1987) han cuestionado esta imagen tradicional de una Cuenca atectónica, alegando la distribución de facies deposicionales terciarias en bandas alargadas que siguen la dirección de los accidentes hercínicos que afectan al zócalo de la Cuenca. También en la zona que comprende la Hoja se han detectado algunos indicios de tipo geomorfológico y morfométrico, que parecen indicar que cierta actividad neotectónica ha tenido lugar en la zona.

2.2.1. Estructura Neotectónica

Como ya se indicó anteriormente, la infraestructura geológica de la Hoja prácticamente no ha sido afectada por marcados accidentes neotectónicos. La única *falla* que corta materiales neotectónicos se ha localizado en el NO de la zona, donde se registró un desplazamiento inferior a los 4 m de un bloque de margocalizas de la facies Cuestas.

Por otra parte, es común encontrar las calizas terminales de Cuestas (Páramo I) deformadas en pliegues de longitud de onda métrica o decamétrica y amplitudes de metro. Estas deformaciones se deben principalmente a procesos de tipo halocinético y en nuestra opinión no tienen, en el ámbito de la Hoja, un origen neotectónico.

2.2.2. Anomalías geomorfológicas

Se detectaron dos tipos de anomalías: por una parte los lineamientos y por otra un encajamiento anómalo de la red fluvial. En el caso de los *lineamientos*, se trata de estructuras notablemente rectilíneas con una longitud entre los 500 m y 15 km y con direcciones OSO-ENE y ONO-ESE (véase Fig. 2). Suelen estar formados por cauces fluviales, que parecen seguir direcciones condicionadas estructuralmente. Un buen ejemplo de este tipo de estructuras lineales es el Arroyo de Jaramiel en su paso por la esquina sureste de la Hoja, donde sigue la dirección N 122° O durante unos 5 km, antes de desviarse, bruscamente, hacia el Norte, a la altura de la aldea de Jaramiel de Arriba. La cabecera del Arroyo de Valdehaces, situada a 2 km al OSO de la citada aldea, también parece ajustarse a este lineamiento. SILVA *et al.* (1988) relacionan este tipo de lineamientos a líneas de debilidad del sustrato.

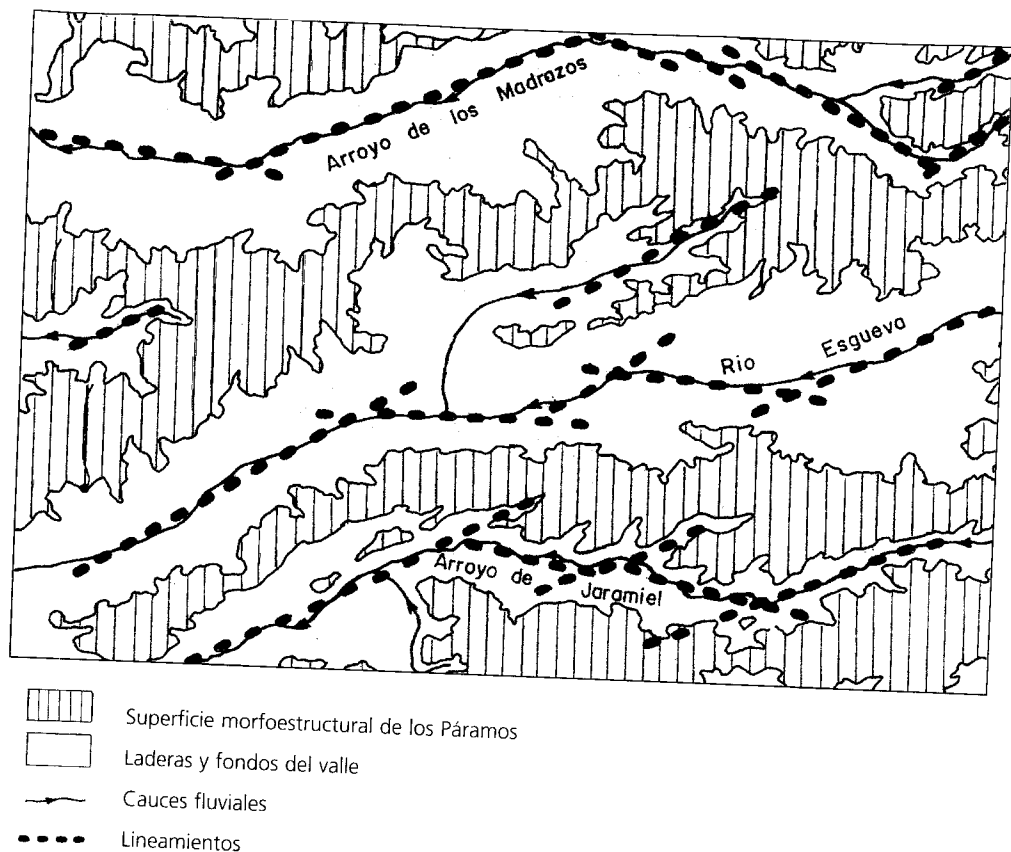


Fig. 2. Los principales lineamientos detectados en la Hoja.

A unos 4 km al sur del pueblo de Vertevillo se observó, a la altura de las Hoyadas Lobelas, unos lineamientos que cortan principalmente a las calizas parameras. Tienen escasa expresión morfológica en el campo, tratándose probablemente de líneas de debilidad o diaclasas.

Por otra parte, es patente en muchas zonas de la Hoja el *encajamiento anómalo de la red fluvial*, que se manifiesta tanto en la disposición de los cauces, como en su migración lateral. Buenos ejemplos de *valles asimétricos*, producidos por la migración de ciertos arroyos hacia el ENE, se pueden observar al norte del pueblo de Esguevillas de Esgueva y al este de la aldea de La Sinova. Invariablemente, la ladera que mira hacia el NE es la más tendida y la ladera opuesta la más abrupta.

También en las Hojas colindantes de Dueñas, Cigales y Valladolid se han identificado anomalías similares. Sin embargo, no es un fenómeno que esté presente y uniforme en toda la

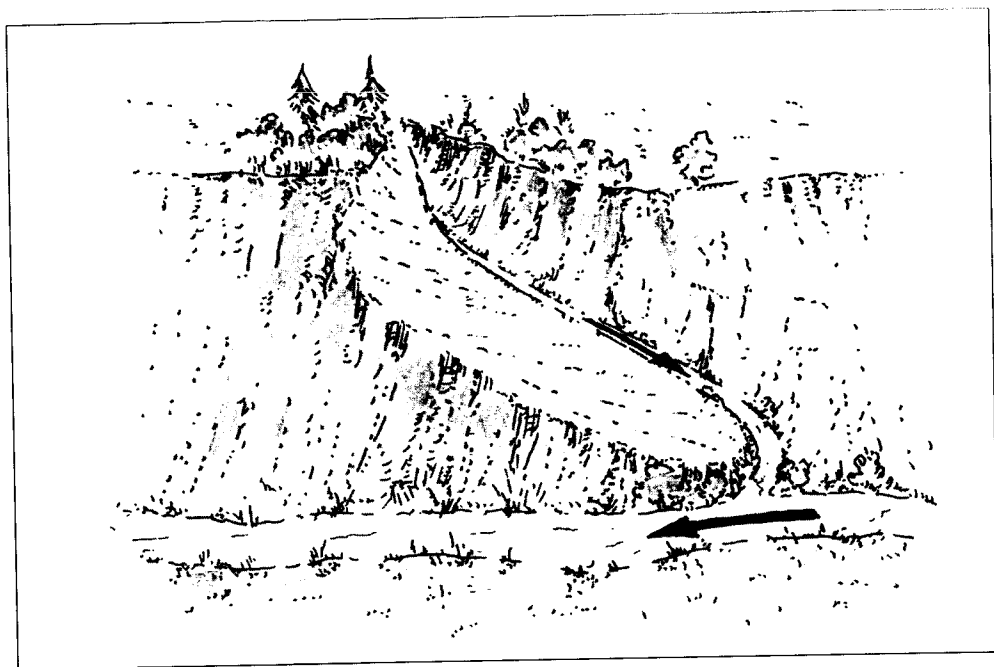


Fig. 3. Ejemplo de una confluencia anómala. El tributario de segundo orden fluye en sentido contrario a la dirección principal del drenaje.

Cuenca, lo que parece excluir un origen climatológico. Así, por ejemplo, LOPEZ OLMEDO *et al.* (1997) describen dos direcciones distintas de asimetría dentro de la Hoja de Osorno.

Otra anomalía está relacionada con la *disposición de la red fluvial*. Sobre el sustrato margocalcáreo y yesífero de la zona, la morfología de la red fluvial tendría que ser aproximadamente dendrítica en vez de paralela. Además, se han registrado varios tributarios de segundo orden, que confluyen con los cauces principales en ángulos anómalos (ver Fig. 3 y el Mapa Neotectónico).

Las anomalías citadas anteriormente pueden ser debidas a un basculamiento suave de bloques del zócalo de la Cuenca hacia el ENE, no tan fuerte como para cambiar el sentido de drenaje principal de la zona pero suficiente para provocar una migración de los cauces menores. Este movimiento profundo puede haber continuado durante buena parte del Pleistoceno y posiblemente en una parte del Holoceno. OLMO Y GUTIERREZ ELORZA (1982) relacionan fenómenos similares en las Hojas colindantes de Cigales y Valladolid con un basculamiento generalizado de la zona.

2.2.3. Otros datos relacionados con la Neotectónica

Los *perfiles longitudinales fluviales* han sido utilizados en varios estudios para denunciar movimientos neotectónicos. En la zona que comprende la Hoja, la aplicación de este método encuentra serios problemas por la insuficiencia de los datos altimétricos (las Hojas topográficas sólo contienen isolíneas de 20 en 20 m.) y en el hecho de tratarse de un área relativamente pequeña para este tipo de experimentos. Sin embargo, se ha considerado útil, calcular estos perfiles para los cauces principales de la Hoja, incluyendo los datos altimétricos de una franja de unos 8 km de las Hojas colindantes (Fig. 4). Si se considera "normal" un perfil cóncavo, aquellos puntos donde el perfil calculado muestra inflexiones convexas y que no coinciden con cambios del caudal o de la litología del sustrato pueden indicar zonas de actividad neotectónica (MARIN BENAVENTE, 1985; SILVA *et. al.*, 1988).

Así, en el *arroyo de los Madrazos* se han detectado dos inflexiones sin aparente origen hidráulico o litológico, situadas, respectivamente, a la altura de los pueblos de Alba de Cerrato y Cubillas de Cerrato. El perfil del *río Esgueva* es suave y ligeramente convexo. Esto último se debe probablemente a que el Esgueva, en la Hoja de Cigales, confluye con un río más encajado, el Pisuerga. En el *arroyo de Jaramiel* se observó una inflexión poco pronunciada a la altura de Castrillo-Tejeriego.

El posible origen neotectónico de estas anomalías habrá que aclararlo mediante una investigación regional y utilizando datos altimétricos de mayor precisión.

En cuanto a la *morfometría de la Superficie Poligénica*, a partir del trazado de las morfoisohipsas, se puede observar un descenso generalizado de la superficie poligénica hacia el oeste-suroeste, con una pendiente de aproximadamente 2 por mil. Este basculamiento tiene su origen, probablemente, en la fase Rodánica o Iberomanchega I de AGUIRRE *et al.* (1976). Los pliegues con ejes ENE-OSO que parecen estar presentes en la superficie (Fig. 5) pueden estar relacionados con la fase tectónica Iberomanchega II de AGUIRRE *et al.* (*op cit.*), de edad pliocena, y parecen haber condicionado el encajamiento de la red fluvial.

2.2.4. Sismicidad y fallas activas

Las intensidades sísmicas máximas previstas en 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 (Fig. 9). La máxima intensidad esperada dentro de la Hoja es de III. El único sismo registrado en la zona tuvo lugar el 25 de junio de 1986 con el epicentro localizado en la esquina NO de la Hoja (Fig. 6). No se llegó a determinar la intensidad del mismo.

En lo que se refiere a fallas activas, la única falla localizada en la zona ya ha sido descrita en apartados anteriores.

2.2.5. Resumen y conclusiones

Las zonas centrales de la Cuenca del Duero, por la homogeneidad y disposición horizontal o subhorizontal del relleno terciario, ofrece en superficie una imagen de estabilidad tectónica. En

PERFILES FLUVIALES LONGITUDINALES

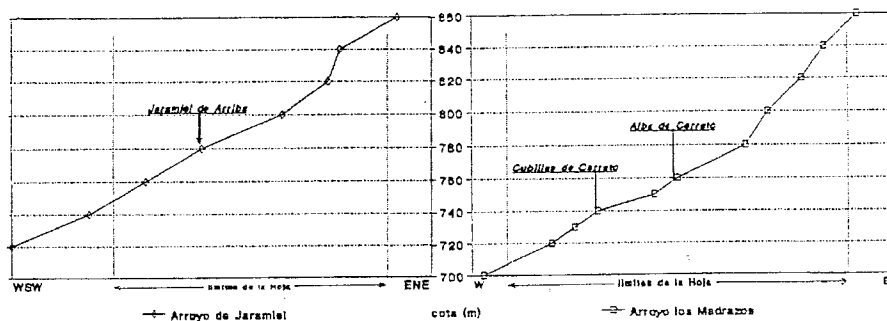
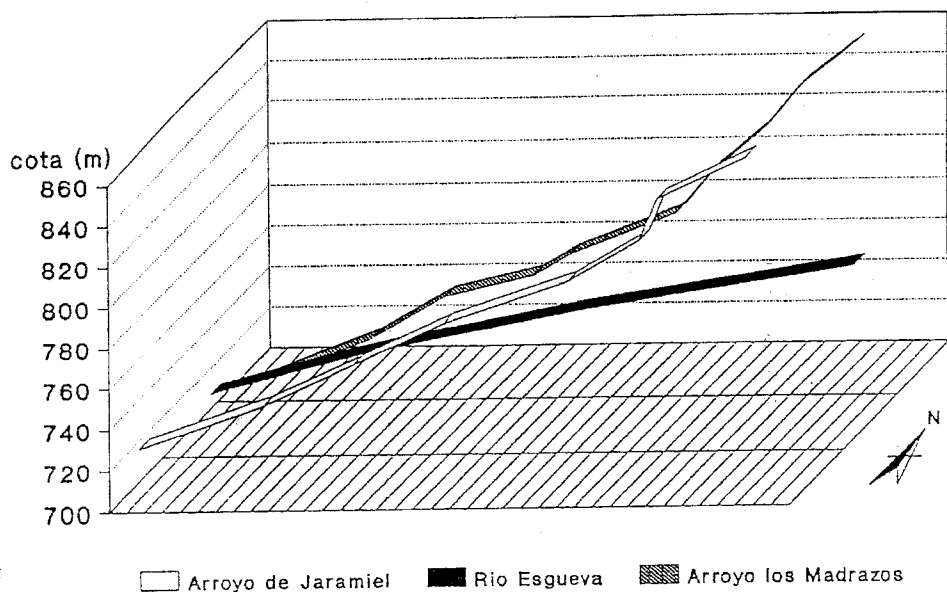


Fig. 4. Perfiles longitudinales de los cauces principales de la Hoja de Esguevillas de Esgueva.

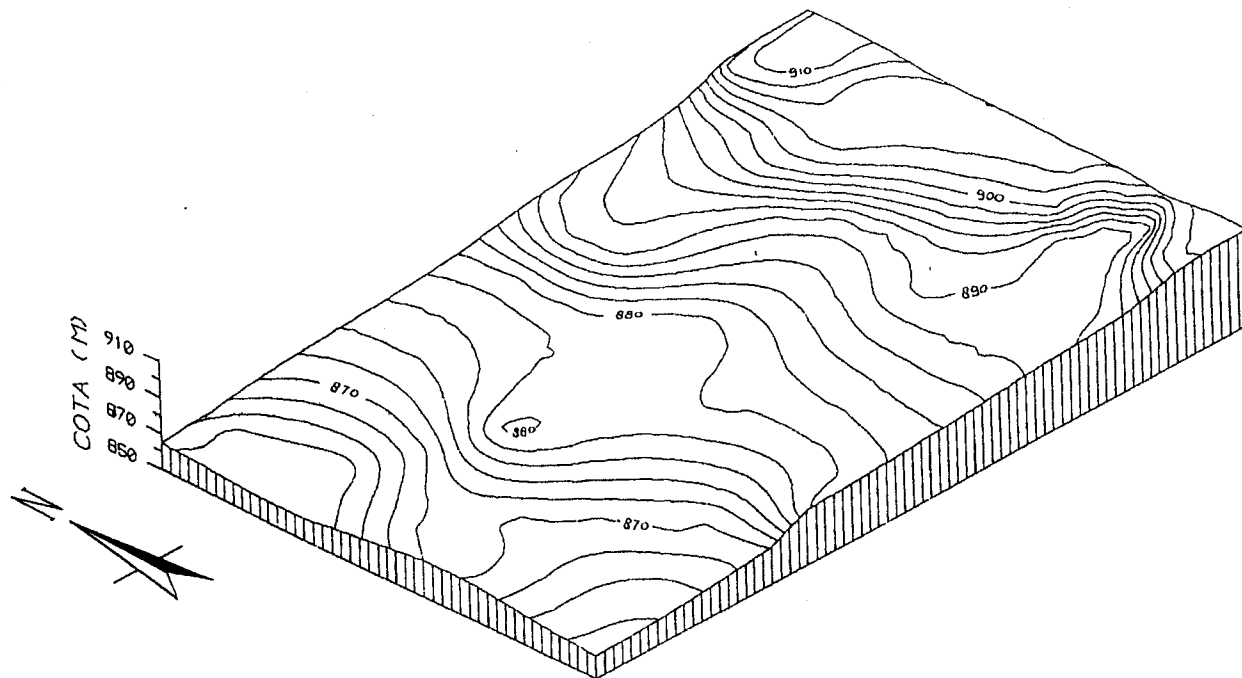


Fig. 5. Bloquediagrama de las morfoisohipsas de la superficie poligénica en la Hoja de Esguevillas de Esgueva.

ARANDA DE DUERO (5-4)

312	313	314	315
344	345	346	347
373	374	375	376
401	402	403	404

Dir.	O.L.	Núm.		
◇	I		+	VIII
◇	II		+	IX
◇	III		+	X
◇	IV		+	XI
◇	V		+	XII
◇	VI	1	+	1
+	VII			2

Fig. 6. Distribución de los sismos registrados en la Hoja 1:200.000 de Aranda de Duero, en cuyo límite occidental se encuentra la Hoja de Esguevillas de Esgueva (nº 344).

la zona que comprende la Hoja de Esguevillas de Esgueva tan sólo se ha localizado una falla con pequeño salto, afectando a los materiales de la facies Cuestas.

La sismicidad de la zona es baja, con un máximo de III en la escala MKS y habiéndose registrado sólo un sismo en toda la extensión de la Hoja.

Existen, sin embargo, varios indicios, como la morfología y disposición de la red fluvial (cauces rectilíneos y paralelos, confluencias anómalas, migración lateral de cauces), las inflexiones detectadas en los perfiles longitudinales de dos arroyos y los pliegues en la superficie paramera, que sugieren que la neotectónica, mediante el basculamiento de bloques en el zócalo y la formación de líneas de debilidad o megadiaclasas en los depósitos terciarios, ha jugado un papel de cierta importancia en la última parte de la historia geológica de la Cuenca.

3. GEOMORFOLOGIA

3.1. DESCRIPCION FISIOGRAFICA

La Hoja de Esguevillas de Esgueva se encuentra situada en la parte central de la Cuenca del Duero. Su morfología tabular, de mesas o "Páramos" tallados por la red fluvial en el relleno terciario de la Cuenca, es típica de esta zona. La superficie disectada de las mesas desciende gradualmente desde el borde de la Cuenca, formado por la Cordillera Cantábrica, la Sierra de la Demanda y el Sistema Central, hacia el centro de la misma, en el oeste. El punto más elevado de la Hoja se encuentra, por tanto, en el NE, en el Páramo de Santa María, con una cota de 911 m.

Los tres principales cauces fluviales siguen la dirección de descenso indicada por los Páramos y atraviesan, subparalelamente, la Hoja con dirección de ENE-OSO. En la parte septentrional encontramos el arroyo de los Madrazos, encajado unos 130 m en los depósitos terciarios y marcando el punto más bajo en la esquina noroeste de la Hoja con unos 725 m. En su amplio valle se encuentran los pueblos de Cubillas, Población de Cerrato, Alba de Cerrato y Vertevillo. Por la parte central transcurre el río Esgueva, pasando por los pueblos de Torre de Esgueva, Castroverde de Cerrato, Villaco, Amusguillo, Villafuerte, Esguevillas y Piña de Esgueva y, por último, Villanueva de los Infantes. El arroyo de Jaramiel, en el sur, ha excavado un valle más reducido que los dos cauces anteriores, con un solo pueblo dentro de los límites de la Hoja: Castrillo Tejeriego.

El clima de la zona se puede clasificar como mediterráneo templado, con un verano de corta duración y con un invierno largo y frío, y temperaturas que a menudo alcanzan valores por debajo de los 0°C. La precipitación es escasa pues su media anual varía entre los 400 y 600 mm.

3.2. ANTECEDENTES

La geomorfología de la Cuenca del Duero ha recibido poca atención en comparación con otras zonas de España. Según GUTIERREZ y PEREZ GONZALEZ (1984), sólo un 3% de los trabajos geomorfológicos publicados en España antes del 1984 se han dedicado a esta zona. Como

consecuencia, la bibliografía de índole geomorfológica de la Hoja es escasa. Sin embargo, podemos hacer referencia a una serie de trabajos de carácter regional.

En la parte central de la Cuenca los primeros trabajos son los de F. HERNANDEZ PACHECO (1930, 1932), seguidos por el de MABESOONE (1959). Otros trabajos de interés son los de GARCIA y REY (1973), ZAZO y GOY (1977) y PEREZ GONZALEZ (1982). En los años ochenta se publican varias Hojas MAGNA de zonas cercanas a la de Esguevillas de Esgueva, que incluyen un estudio geomorfológico.

Son varios los estudios dedicados a la morfología del borde SE de la Cuenca: el contacto con el Sistema Central. Entre ellos cabe mencionar los clásicos de SCHWENZNER (1936) y BIROT y SOLE (1954) y, más recientemente, los trabajos de PEDRAZA (1978), GARZON *et al.* (1982), PORTERO y AZNAR (1984), ARMENTEROS (1986) y FERNANDEZ (1988).

El enlace de la Cuenca con la Cordillera Cantábrica y la Sierra de la Demanda ha sido descrito por, entre otros, NOSSIN (1959), ZAZO *et al.* (1983) y GRACIA *et al.* (1989).

3.3. ANALISIS GEOMORFOLOGICO

3.3.1. Estudio morfoestructural

La definición clásica de los tres elementos morfológicos básicos de las zonas centrales de la Cuenca, las "mesetas de erosión" o los Páramos, las "llanuras de ablación" o Campiña a un nivel más bajo y, separándolos, las Cuestas, fue realizado por HERNANDEZ PACHECO (*op. cit.*).

En la Hoja de Esguevillas de Esgueva dominan los Páramos y las Cuestas, formando una unidad morfoestructural creada por la actuación de los procesos de disección sobre formaciones terciarias con una resistencia diferente a la erosión. La Campiña, con su paisaje de lomas suaves y ríos poco encajados, se desarrolla hacia el oeste.

Las calizas de los Páramos protegen los depósitos subyacentes y menos resistentes de la erosión y constituyen una superficie estructural, inclinada hacia el oeste. Sobre este replano se ha desarrollado otra superficie, denominada generalmente "Superficie Poligénica de los Páramos", con una génesis compleja y todavía no totalmente aclarada. En algunos sitios se ha conservado una última capa de calizas, que fosiliza los depósitos anteriores y que representa, en esta Hoja, los últimos depósitos endorreicos de la Cuenca.

La incisión de la red fluvial ha puesto de manifiesto las diferentes propiedades litológicas del sustrato terciario, exhumando capas de calizas infrayacentes al nivel de colmatación que, sobre todo en la parte oriental de la Hoja, han formado superficies estructurales. De este modo, la zona ha adquirido un aspecto fuertemente tabular (véase Fig. 7).

En cuanto a la disposición de la red fluvial, sus cauces principales siguen fielmente el sentido de buzamiento de los Páramos hacia el OSO. Sin embargo, el encajamiento de los tributarios

de segundo orden parece estar modificado estructuralmente, al tener valles asimétricos y producirse una serie de confluencias fluviales anómalas (ver apartado de Neotectónica).

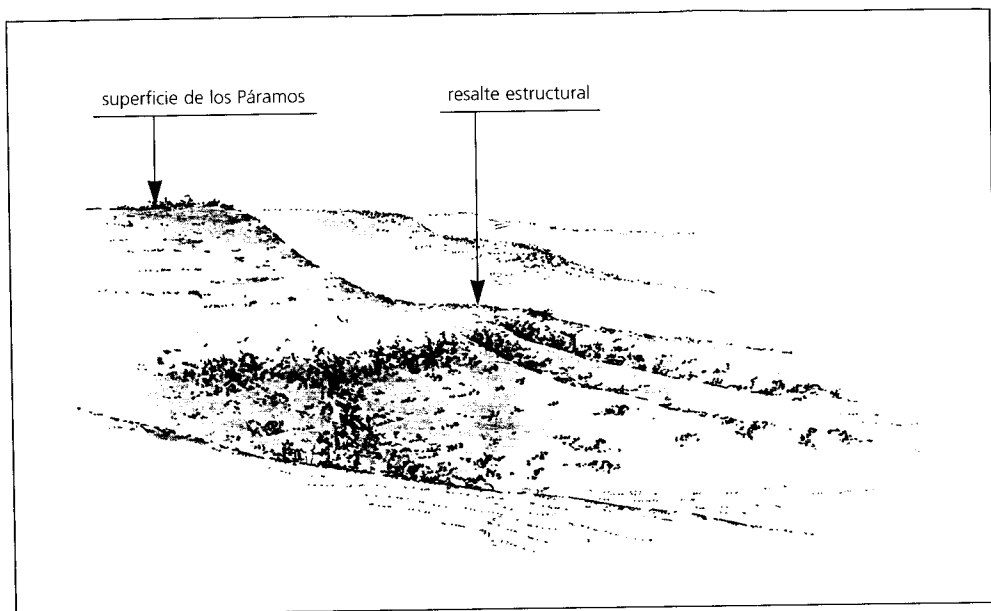


Fig. 7. Paisaje tabular, formado por las plataformas, parameras y resaltes estructurales inferiores.

3.3.2. Estudio del modelado

En este apartado se agrupan, según los procesos morfogenéticos, las formas exógenas que se han reconocido en la Hoja.

Formas poligénicas

Dentro de este grupo existen dos tipos de formas: por un lado están las superficies y por otro los glacis. Entre las primeras, la *Superficie Poligénica de los Páramos*, de posible edad Mioceno superior-Plioceno, es la que mayor extensión ocupa. Como indica su nombre, en su génesis han intervenido varios procesos de erosión y sedimentación.

En ciertos sitios, la intensa karstificación ha llegado a destruir los bancos de calizas terminales de Cuestas (Páramo I). Las arcillas rojas de descalcificación, que han sido generadas por los procesos kársticos, rellenan en la actualidad los huecos de disolución en las calizas de los Páramos y constituyen la fracción dominante de la denominada "Terra Rossa".

Sobre las calizas terminales del ciclo "Páramo II" se desarrolló otra superficie, denominada en esta Memoria *Superficie de Colmatación de los Páramos*, ya que, en la zona que comprende la Hoja, representa el nivel de colmatación de la Cuenca terciaria. Su distribución geográfica es de "manchas" aisladas encima de la Superficie Poligénica. Se distingue de ésta por tener un grado de karstificación y alteración inferior.

Los depósitos del ciclo "Páramo II", que culminan con las calizas del Páramo superior, tienen en la Hoja de Esguevillas de Esgueva una potencia muy reducida, y posiblemente no han llegado a formarse en toda la Hoja. Consecuentemente, pueden existir zonas donde los procesos que han generado la Superficie de Colmatación han actuado directamente sobre la Superficie Poligénica. Sin embargo, dada la dificultad de reconocer dichas zonas en el campo, se ha considerado oportuno representar la Superficie de Colmatación únicamente en los afloramientos del Páramo superior.

En varios puntos de la zona de estudio, y principalmente en su parte occidental, las laderas están cubiertas por depósitos de *glacis*. Frecuentemente están asociados a los valles asimétricos de la red fluvial de segundo orden. El afloramiento de mayor extensión de esta forma poligénica, el glacis situado al este del caserío "La Sinova", en el sur de la Hoja, tiene una pendiente media de 2-3° y una superficie de aproximadamente 3,5 km².

Un aspecto llamativo de los glacis es su sentido de inclinación, hacia el NE o SE, y en contra del sentido de drenaje principal de la zona. Este fenómeno tiene posiblemente un origen estructural y será tratado en el apartado de la Evolución Dinámica.

Formas fluviales

Se pueden distinguir tanto formas fluviales de acumulación como de erosión. De las primeras, los *fondos de valle* ocupan un lugar importante. Se trata de formas que tapizan los fondos de los valles y cuya génesis está directamente ligada al cauce actual de los ríos y arroyos. En el caso de los cauces principales, los fondos de valle son planos, mientras que en los barrancos suelen tener un perfil cóncavo, debido a la interacción entre los procesos fluviales y los de ladera, principalmente la solifluxión y reptación (GUTIERREZ y CARRERAS, 1982).

El río Esgueva, arteria principal de la Hoja, ha sido canalizado en todo su paso por ésta. El arroyo de los Madrazos y el arroyo de Jaramiel presentan cauces bastante rectos. Los valles que han excavado estos cauces presentan una sinuosidad con un radio de curvatura que oscila entre los 6-8 km (ver Fig. 8).

Las *terrazas* que se han identificado en la zona forman franjas generalmente bastante estrechas en las márgenes de los valles. Las terrazas depositadas por los arroyos de los Madrazos y Jaramiel se encuentran generalmente en la orilla izquierda de sus respectivos cauces, aparentemente debido a una migración lateral de estos arroyos. La distribución de las terrazas del río Esgueva es más equilibrada.

Se han diferenciado un total de 4 niveles de terrazas, repartidas según el siguiente cuadro:

Arroyo de los Madrazos		10-15	25-30	
Río Esgueva	5	10-15	25	
Arroyo de Jaramiel	3-5	10-15	25	50

Cota (m) de las terrazas respecto al nivel del río en la Hoja de Esguevillas de Esgueva.

La composición de las terrazas es de cantos y gravas de cuarzo, cuarcita y caliza (predominando esta última litología particularmente en aquellas zonas situadas aguas abajo de los tributarios de segundo orden), en una matriz limo-arenosa. Frecuentemente se encuentran cementadas.

Otra forma fluvial de acumulación son los *conos de deyección*. Están situados a la salida de algunos barrancos y son generalmente de pequeño tamaño. Su morfología es de abanico y tienen un perfil convexo. La composición de los conos, determinada por la litología de su área fuente, es de cantos y gravas de caliza en una matriz limo-arcillosa.

Entre las formas erosivas se han identificado la *incisión lineal*, en barrancos en varios puntos de la Hoja, como por ejemplo en las laderas situadas directamente al NO de Esguevillas de Esgueva, y las *cárcavas*, desarrolladas principalmente en las laderas con afloramientos de los depósitos detríticos de Tierra de Campos.

Como último se identificaron varias pequeñas *capturas* en los tributarios de segundo orden de la red fluvial, ninguna de las cuales parece tener un origen neotectónico. La captura más importante se produjo en los alrededores del pueblo de Castrillo-Tejeriego, donde el arroyo de Jaramiel ha capturado uno de sus propios tributarios. El tramo superior de éste desemboca ahora en el arroyo a la altura de Castrillo-Tejeriego, mientras que el resto del tributario, el arroyo de Carrapiña, sigue su cauce paralelo con el Jaramiel, para desembocar en éste unos 5 km hacia el SO, a la altura del caserío de La Sinova.

Formas de ladera

Los *coluviones* están presentes en todo el dominio de la Hoja, tapizando las laderas y cubriendo partes sustanciales de la serie terciaria. Por su perfil convexo actúan como enlace morfológico entre las vertientes y los fondos de valle. Aunque ampliamente representados, no se trata en ningún caso de coluviones de gran desarrollo. En la Hoja se han distinguido dos tipos de coluviones:

- Coluviones acumulados en los resaltes estructurales inferiores a las Calizas de los Páramos. Tienen una pendiente relativamente baja, perfil ligeramente cóncavo y escasa comunicación con la red fluvial actual.

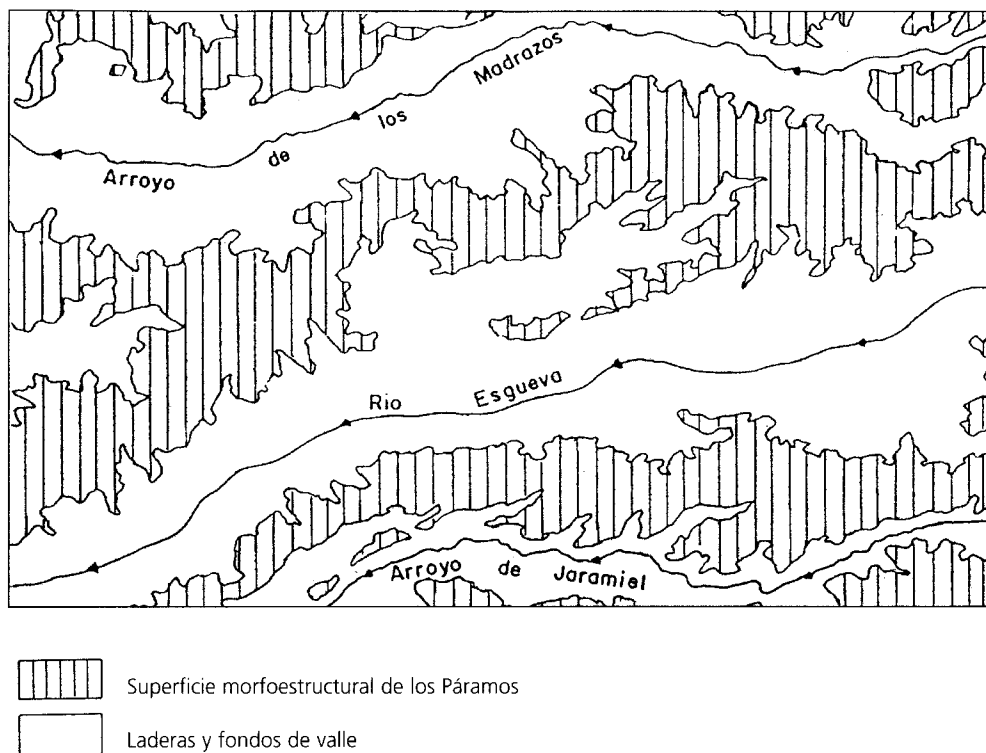


Fig. 8. Posición y flujo de los principales cauces fluviales de la Hoja de Esguevillas de Esgueva.

— Coluviones acumulados a los pies de las laderas, en contacto con la red fluvial y con una pendiente más alta que los del primer tipo (véase Fig. 9).

La mayoría de las laderas de la zona están afectadas por fenómenos de *reptación* y *solifluxión*, que se manifiestan claramente en la deformación de los troncos de árboles al lado de la carretera de Vertevillo a Hérmedes de Cerrato.

Otra forma de ladera encontrada en la Hoja son los *deslizamientos*. Se han identificado dos deslizamientos cartografiables en la zona de la Hoja, aparte de los numerosos pequeños desprendimientos que se producen a lo largo de los valles y barrancos. Estos dos deslizamientos de mayor tamaño se encuentran en la esquina NO de la Hoja, afectando a las laderas cerca de Cubillo de Cerrato, pueblo ubicado parcialmente en uno de ellos.

Un fenómeno que llama la atención son los *valles asimétricos*, como por ejemplo el valle situado directamente al norte del pueblo de Esguevillas de Esgueva. Los valles donde se manifiesta este fenómeno tienen invariablemente el siguiente aspecto: las vertientes que miran

hacia el noreste o sureste son muy tendidas, estando cubiertas, en general, por depósitos de glaci, mientras que las que miran hacia el suroeste o noroeste son abruptas. La asimetría se presenta sobre todo en los valles pertenecientes a la red fluvial de segundo orden. En los valles de los cauces principales existe una notable asimetría allí donde éstos se desvían de la dirección OSO-ENE, como es el caso con el arroyo de Jaramiel entre Castrillo-Tejeriego y Jaramiel de Arriba.

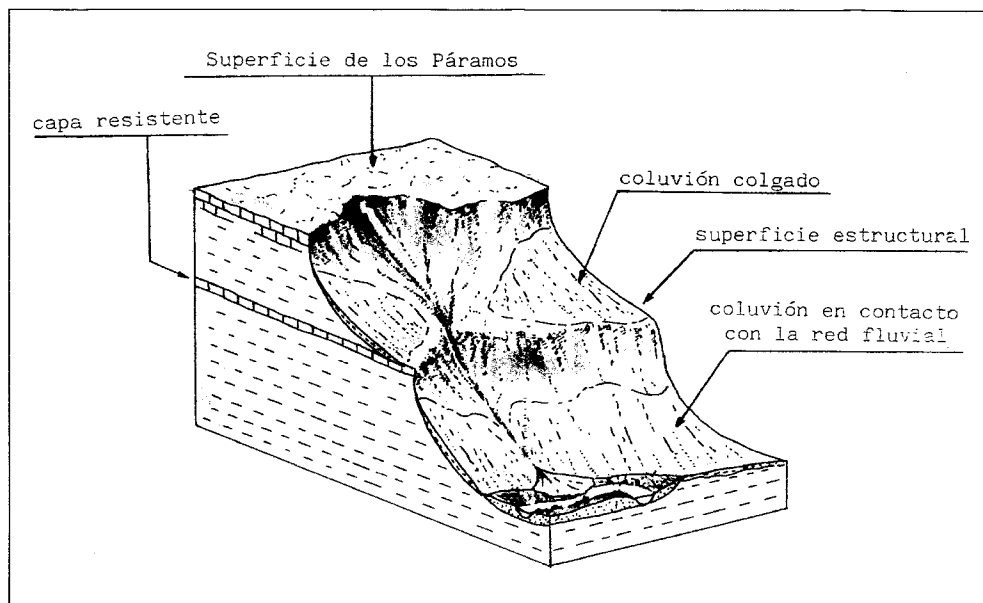


Fig. 9. Dos tipos de coluviones encontrados en la Hoja.

También en zonas próximas a la Hoja se han detectado asimetrías similares en los valles de la red fluvial, como por ejemplo en las Hojas colindantes de Cigales y Baltanás.

Formas estructurales

Varias formas dentro de este grupo son el resultado de los contrastes litológicos existentes dentro de la serie terciaria, puestos en manifiesto por la acción erosiva de la red fluvial. Estas incluyen los *escarpes estructurales*, los *cerros cónicos*, las *líneas de capa* y las *superficies estructurales*, compuestas por bancos de caliza infrayacentes a las calizas de los Páramos, y exhumadas por la erosión.

Los *escalones estructurales* se sitúan en aquellos sitios donde el frente de la erosión actual está avanzando a costa de los depósitos de paleovertiente o glaci, creando un escalón que no tiene origen en un capa dura, sino en el contacto abrupto entre dos formas morfológicas (véase Fig. 10).

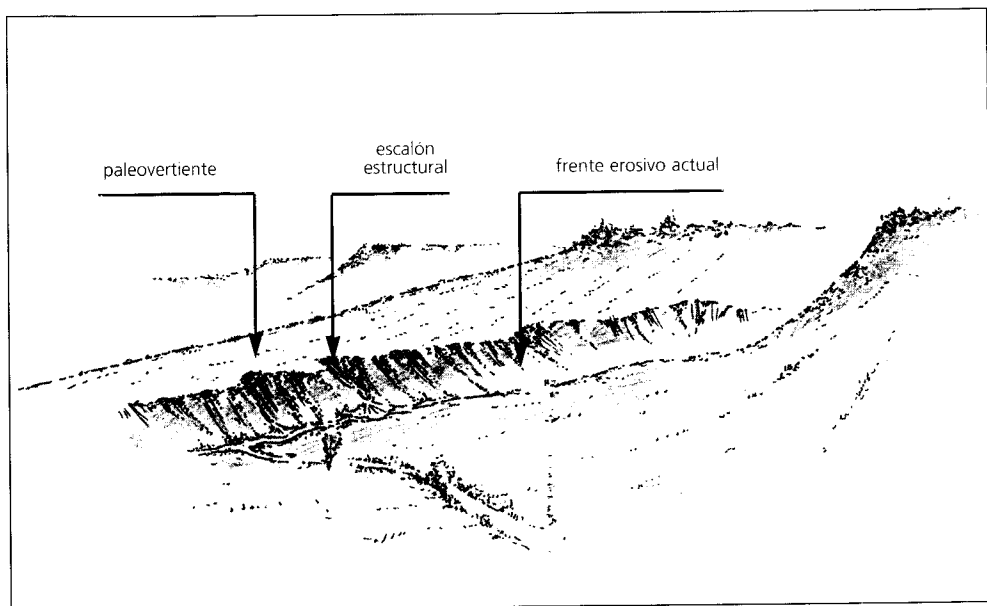


Fig. 10. Relación entre los depósitos de paleovertiente, el escalón estructural y el frente erosivo actual.

Las *anomalías geomorfológicas lineales* son alineaciones de fenómenos morfológicos, bien visibles en fotografía aérea pero con escasa representación en el campo. Están localizadas en la parte noreste de la Hoja. Probablemente se trata de diaclasas, que facilitan el flujo de agua subterránea y, de este modo, permiten el crecimiento abundante de la vegetación, y, por otra parte, condicionan el encajamiento de algunos tributarios de la red fluvial.

Formas lacustres

Cerca del pueblo de Esguevillas de Esgueva y entre Villalba y Población de Cerrato, existen dos *zonas semiendorreicas* de pequeña extensión, donde la red fluvial secundaria tiene un carácter difuso. Son casos similares al descrito por ECHEVERRÍA (1989), donde unas terrazas cuaternarias han actuado como nivel resistente a la incisión fluvial, produciéndose una inversión del relieve y un bloqueo parcial el drenaje de la zona, que queda a espaldas del río principal. Por otra parte, en el centro de algunas dolinas, donde las arcillas de descalcificación convierten el suelo en impermeable, formando *zonas endorreicas*, que, en épocas de lluvias, se encharcan frecuentemente. En ellas se acumula material orgánico, limos y arcillas. Tienen un tamaño reducido que no permite su cartografía a la escala trabajada.

Formas kársticas

La karstificación que se ha producido en las rocas carbonatadas de la Hoja, y principalmente la que afecta a las calizas de los Páramos, ha generado una superficie ligeramente ondulada y, en algunos casos como el Páramo al norte de Amusguillo, irregular. En esta superficie se acumularon las arcillas rojas de descalcificación que constituyen la denominada "Terra Rona".

Las dolinas que se observan en las calizas de los Páramos son, en general, de pequeñas dimensiones, con fondo plano y bordes difusos.

3.4. FORMACIONES SUPERFICIALES

Los principales depósitos superficiales de la Hoja están compuestos por acumulaciones aluviales (fondos de valle, terrazas y conos de deyección), de ladera (coluviones y deslizamientos) y poligénicas (glacis y depósitos asociados a la Superficie Poligénica de los Páramos).

En los depósitos fluviales de la Hoja se desarrollaron *suelos* de tipo Entisol e Inceptisol. En el resto de la zona se encuentran los Aridisoles, principalmente de tipo Orthid y Gran Grupo Calcorthid (DIRECCION GENERAL DE LA PRODUCCION AGRARIA, 1976).

La composición litológica de la mayoría de las acumulaciones fluviales ya ha sido descrito en los apartados anteriores. Este apartado se dedica, por tanto, a la "Terra Rossa", un depósito superficial relacionado con los procesos de karstificación.

Las principales acumulaciones "Terra Rossa" están asociadas a la Superficie Poligénica de los Páramos, donde rellenan los huecos que los procesos kársticos han dejado. Su distribución es muy irregular y, junto a su escasa potencia, hace inviable la representación de estos materiales a escala 1:50.000.

Los diferentes autores que han estudiado esta formación, entre otros ALONSO *et al.* (1983), MOLINA y ARMENTEROS (*op. cit.*), ORDOÑEZ *et al.* (*op. cit.*) y PEREZ GONZALEZ (*op. cit.*), la consideran como el producto de la descalcificación de calizas. Mineralógicamente está compuesta principalmente por arcillas illitas y caolinitas, siendo más abundante la caolinita cuanto mayor es la evolución de este tipo de depósitos (DUCHAUFOR, 1970). En las arcillas están incorporados fragmentos de calizas de los Páramos y un cierto porcentaje de arena.

Después de la formación de las arcillas, la "Terra Rossa" ha sido afectada por un proceso de erosión-acumulación. Varios autores describen depósitos de "Terra Rossa" transportados, posiblemente mediante un mecanismo de *mud flow* (ORDOÑEZ *et al.*, *op. cit.*; GRACIA, 1989). También en la presente Hoja la "Terra Rossa" se encuentra generalmente acumulada en depresiones topográficas.

DEL OLMO y PORTERO (1982), en la Hoja de Dueñas, sugieren que por lo menos una parte de las arcillas no se han producido *in situ*, ya que "la caliza que existe bajo la Terra Rossa es muy pobre en arcillas, por lo que si se supone a ésta originada *in situ*, es muy difícil concebir el volumen de caliza que debió ser disuelto previamente a su instalación".

En cuanto a edad, AGUIRRE *et al.* (1976) dan una edad pliocena a estos depósitos.

3.5. EVOLUCION DINAMICA (HISTORIA GEOMORFOLOGICA)

Los materiales más antiguos que afloran en la Hoja de Esguevillas de Esgueva son de edad terciaria, concretamente del Astraciense inferior. Dentro de la serie se han reconocido varios ciclos sedimentarios, caracterizados por una alternancia de los ambientes lacustres y fluviales. El último de estos ciclos termina con el depósito de un nivel carbonatado, las calizas del Páramo II. A partir de este momento empieza la morfogénesis del relieve actual.

Las calizas terminales de Cuestas (Páramo I) están separadas de los depósitos del ciclo Páramo II por una interrupción sedimentaria a nivel regional. Durante esta interrupción, sobre las calizas se desarrolló una superficie de carácter complejo, denominada "Superficie Poligénica de los Páramos". En su morfogénesis han intervenido procesos de karstificación, alteración, erosión y acumulación, posiblemente bajo un clima cálido con alternancias de períodos húmedos y secos (PEDRAZA GILSANZ, *op. cit.*, GRACIA PRIETO, 1989). La posible relación entre esta superficie y la superficie de erosión S2, situada en el borde NE y SE de la Cuenca, ha sido discutida por varios autores (GRACIA *et al.*, *op. cit.*; GARZON *et al.*, *op. cit.*).

La Superficie Poligénica se deforma por una fase tectónica, la Rodánica o Iberomanchega I (AGUIRRE *et al.*, *op. cit.*), y se produce una activación de los sistemas fluviales. Estos rellenan progresivamente las depresiones generadas por la reciente actividad tectónica. El nuevo ciclo termina con el depósito de las calizas del Páramo II, que representan los últimos depósitos endorreicos de la Cuenca.

De nuevo se produce una fase tectónica, la Iberomanchega II (AGUIRRE *et al.*, *op. cit.*). Los procesos de erosión y acumulación, consecuencias de los movimientos tectónicos, generan una superficie que se ha denominado en esta memoria "Superficie de Colmatación de los Páramos". Esta superficie representa un momento clave en la historia de la Cuenca: la transición de un régimen de carácter endorreico a otro exorreico. Durante esta fase de cambio o inmediatamente después, se instalan los abanicos plio-pleistocenos o "Rañas" en las zonas periféricas de la Cuenca, aunque no llegan a depositarse en la Hoja de Esguevillas de Esgueva.

A finales del Plioceno o principios del Cuaternario, y como consecuencia de la apertura de la Cuenca, empieza el encajamiento de la red fluvial. La red fluvial primitiva, poco jerarquizada, se desarrolló mediante arroyos subparalelos, siguiendo el sentido de inclinación de la Superficie de los Páramos. La incisión fluvial cuaternaria no ha sido un proceso continuo, sino uno marcado por pulsaciones de erosión vertical, que alternan con interrupciones en el encajamiento, durante las cuales se formaron las terrazas fluviales.

Coincidiendo con uno de estos períodos de estabilidad, probablemente durante el Pleistoceno, se instala una nueva superficie de erosión en zonas situadas directamente al este de la Hoja (LOPEZ OLMEDO, *et al.*, 1997), donde llega a tener una gran extensión. La pérdida de espesor que parece producirse en las calizas de los Páramos de la parte NO de la Hoja puede estar relacionada con esta fase de erosión o con una de las dos fases anteriores.

El encajamiento progresivo de la red fluvial evacúa grandes cantidades de material terciario de la zona y genera los rasgos generales del paisaje actual, retocados en algunos sectores por procesos kársticos y de gravedad. Ciertos detalles morfológicos, como la existencia de valles asimétricos y una fuerte presencia de tributarios de segundo orden con sentido opuesto al drenaje principal de la zona, sugieren que el encajamiento fluvial ha sido modificado por el basculamiento de bloques en el zócalo de la Cuenca.

3.6. MORFODINAMICA ACTUAL

La parte de la Cuenca del Duero donde se sitúa la Hoja de Esguevillas de Esgueva se puede considerar, desde el punto de vista tectónico, como muy estable. Por tanto, los procesos morfogenéticos más activos en la actualidad son de tipo fluvial y de ladera, ambos dirigidos hacia la progresiva erosión de los relieves existentes. Los principales focos de erosión son las cárcavas, los barrancos con incisión lineal, los deslizamientos y la caída de bloques.

Los procesos deposicionales más importantes en la zona son los relacionados con la generación de los fondos de valle, los conos de deyección y los coluviones. Estos sedimentos no son más que acumulaciones temporales, que a su vez serán erosionadas para participar nuevamente en el vaciado de la Cuenca.

A corto plazo no se prevén cambios importantes en la situación morfodinámica descrita anteriormente. A medio/largo plazo, la superficie paramera sufrirá una progresiva reducción y una división en mesetas, aisladas unas de otras, cuando los frentes erosivos, pertenecientes a ríos paralelos, se encuentren. El avance de estos frentes provocará algunas capturas fluviales, como la captura del arroyo del Maderano, que transcurre en la zona meridional de la Hoja de Baltanás, por el arroyo de los Madrazos. Cabe mencionar otra captura importante, que se producirá en la Hoja colindante de Roa: la del río Esgueva por el Duero, a la altura del pueblo de Torresandino. El desvío de gran parte de su caudal hacia el Duero afectará, por supuesto, la morfodinámica en el valle del Esgueva, reduciendo la erosión fluvial y facilitando la sedimentación de depósitos como coluviones y conos de deyección.

A largo plazo, el vaciado de la Cuenca producirá un paisaje alomado, de formas suaves y cada vez menos accidentado, donde el encajamiento fluvial será menor conforme se vaya acercando al nivel de base: el Atlántico.

4. GEOLOGIA HISTORICA

Los primeros depósitos que se reconocen en la zona corresponden a materiales margocalcáreos con niveles de yesos que se han definido como facies "Dueñas". Están poco representados en la Hoja y se han datado como Astaraciense inferior.

En sondeos profundos realizados en la depresión del Duero para petróleo/gas, geotecnia e incluso agua, como los de S. Pedro, Iglesias o Sasamón más actual, nos dan unas potencias

para la unidad de 500 m. Esto nos indica que los afloramientos en nuestra zona corresponden a depósitos terminales del ciclo sedimentario correspondiente a sistemas lacustres-palustres, es decir, ambientes de lagos poco profundos rodeados por franjas palustres o pantanosas, interpretación comúnmente aceptada (ORDOÑEZ *et al.*, 1981; MEDIAVILLA y DABRIO, 1985) por diversos autores.

Sobre estos materiales y discordante se inicia un nuevo ciclo expansivo con el comienzo de la reactivación de la cuenca, con una progradación de sistemas fluviales sobre los lacustres-palustres produciendo su desaparición. Son depósitos siliciclásticos constituidos por lutitas (fangos) con intercalaciones de canales que se han definido como facies "Tierra de Campos" de edad Astariciense. En nuestra Hoja se observan los sistemas fluviales con mayor desarrollo de canales al NO (Valoria la Buena) y al NE (Población de Cerrato) que se podrían asimilar a la facies "Cabezón", y que se interdigitan en el centro de la Hoja (Esguevillas de Esgueva). Están formadas por amplias llanuras de inundación en las que se canalizan una serie de ríos en régimen trenzado que evolucionaron gradualmente a un modelo meandriforme. La presencia de una serie de procesos, como son los suelos de tipo "pseudogaly" y los rasgos edáficos en canales, nos indicarían períodos de no deposición.

Durante el lapso de tiempo Astariciense-Vallesiense se instalan sistemas lacustres-palustres formados por margas, calizas, dolomías y yesos, definidos como facies "Cuestas". En zonas puntuales, generalmente relacionadas con el poco desarrollo de canales al techo de la facies "Tierra de Campos", aparecen niveles de ciénagas que se interpretan como removilizaciones de un litoral lacustre vegetado, facies "Zaratán", definida al oeste de Valladolid (SANCHEZ DE LA TORRE, 1982).

La facies "Cuestas" en nuestra Hoja está formada por sedimentos proximales en su zona oriental, reflejadas por una mayor abundancia de calizas y margas, y en su zona occidental los ambientes lacustres se hacen más someros, con estancamiento de las aguas y formación de yesos. Entre el Vallesiense-Turolense, los sistemas lacustres se hacen menos profundos instalándose depósitos de calizas marginales y medios palustres (calizas del "Páramo" de HERNANDEZ PACHECO, 1915), que definimos como "Páramo I" y que representan los episodios finales retractivos del ciclo sedimentario en cuencas endorreicas. Esto produce la práctica desecación de este sector, produciéndose una interrupción sedimentaria, manifestada por procesos de karstificación y la formación de la superficie poligénica del "Páramo".

Posteriormente se producen movimientos tectónicos que producen fracturación y plegamiento de los materiales asimilable a la fase Rodánica-Iberomanchega I (AGUIRRE *et al.*, *op cit.*) y la cuenca se reactiva, comenzando un nuevo ciclo con la instalación de sistemas fluviales que rellena las zonas deprimidas, visibles sobre todo al norte en la Hoja de Baltanás (312). Posteriormente por amortiguación de los movimientos y colmatación de las depresiones, los sistemas aluviales evolucionan hacia formas más sinuosas, mientras que en zonas de llanura de inundación se desarrollan charcos efímeros donde precipitan los carbonatos (nódulos). El ciclo evolucionó hasta un contexto lacustre marginal-palustre donde se formó un segundo nivel carbonatado (Páramo II) con el que finalizó y que corresponde al relleno endorreico neógeno de la Cuenca del Duero.

Más tarde se produce una nueva fase tectónica, la Iberomanchega II (ALONSO *et al.*, *op. cit.*), que genera una nueva superficie de erosión colmatada que hemos definido en la Hoja como superficie de colmatación de los Páramos.

Posteriormente se identifica por CABRA (*op. cit.*) en la Hoja de Antigüedad (313) una nueva fase erosiva, relacionada con esta fase o posterior de edad Pleistocena; que al NE de nuestra Hoja parece producir pérdida de potencia en el "Páramo I".

A finales del Terciario y principio del Cuaternario empieza a dibujarse la actual red fluvial mediante la instalación de sistemas aluviales que poco a poco van encajándose y produciendo los recientes depósitos de terrazas. En el Holoceno aparecen reflejados los depósitos más recientes y los procesos morfodinámicos ampliamente explicados en el apartado de Geomorfología.

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 cuatro tipos distintos de rocas industriales: yeso como aglomerante, calizas para la industria azucarera, arcilla para ladrillería y arenas para áridos naturales.

La extracción de yeso se limitó a cuatro pequeñas explotaciones actualmente inactivas. Se explotaba un nivel de margas yesíferas, situado a media ladera por debajo de la caliza del Páramo. Las labores consistieron en pequeñas galerías y canteras trabajadas de forma artesanal. A lo largo de todo el Páramo existen restos de antiguas explotaciones de caliza. 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.

La arcilla ha sido extraída en varios puntos, fundamentalmente para uso local, habiéndose señalado únicamente las explotaciones de mayor entidad.

Las explotaciones de áridos naturales se limitan al aprovechamiento de arenas en los niveles detríticos del Mioceno. Se han localizado 7 explotaciones, ninguna de las cuales está activa.

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

CUADRO DE ROCAS INDUSTRIALES

Nº	Nº MAPA ROCAS INDUSTRIALES	COORDENADAS	SUSTANCIA	TERMINO MUNICIPAL (PROVINCIA)	OBSERVACIONES
1	–	392,1 - 4332,2	Yeso	Vertavillo (P)	Pequeñas labores abandonadas
2	–	393,8 - 4631,9	Yeso	Vertavillo (P)	Pequeñas labores abandonadas
3	–	400,0 - 4631,1	Yeso	Huémedes del Cerrato (P)	Explotación abandonada
4	121	386,0 - 4617,1	Yeso	Castrillo Tejeriego (VA)	Explotación abandonada
5	–	383,3 - 4632,2	Caliza	Cevico de la Torre (P)	Pequeña cantera abandonada
6	–	388,7 - 4626,8	Caliza	Alba de Cerrato (P)	Pequeña cantera abandonada
7	123	397,3 - 4615,2	Caliza	Pesquera de Duero (VA)	Pequeña cantera abandonada
8	94	391,3 - 4631,5	Arcilla	Vertavillo (P)	Explotación abandonada
9	91	378,1 - 4629,0	Arcilla	Cubillo del Cerrato (P)	Explotación abandonada
10	–	387,3 - 4630,2	Arena	Alba de Cerrato (P)	Explotación abandonada
11	–	390,6 - 4631,6	Arena	Vertavillo (P)	Explotación abandonada
12	95	395,2 - 4630,6	Arena	Vertavillo (P)	Explotación abandonada
13	–	385,9 - 4624,3	Arena	Esguevillas de Esgueva (V)	Explotación abandonada
14	–	391,2 - 4623,4	Arena	Amusquillo (VA)	Explotación abandonada
15	–	392,6 - 4623,3	Arena	Amusquillo (VA)	Explotación abandonada
16	–	386,4 - 4618,3	Arena	Castrillo Tejeriego (VA)	Explotación abandonada

potencia decimétrica y escasa continuidad lateral. Se aprovecharon preferentemente estos niveles de yeso cristalino. Su uso fue siempre para la fabricación de yeso común, tratándose en las fábricas existentes en la vecina localidad de Baltanás.

b) *Calizas*

Los niveles objeto de explotación corresponden a las calizas del Páramo. Se trata de calizas margosas que se presentan edafizadas y karstificadas. Su potencia en la zona no sobrepasa los 10 m. Se utilizaron en el proceso productivo de la industria azucarera.

c) *Arcilla*

Las explotaciones de arcilla de la zona se sitúan en niveles arcillosos de la Facies Tierra de Campos. Se trata en realidad de limos de colores ocre que se presentan en niveles potentes, pero con frecuentes cambios laterales de facies. Se han utilizado localmente como material de construcción.

d) *Arena*

Los yacimientos de arenas explotados corresponden a la Facies Tierra de Campos. Se trata de niveles más detríticos, generalmente correspondientes a palocauces, que han sido explotados a nivel local. Se utilizan como áridos naturales, sometándose únicamente a un cribado.

5.2. HIDROGEOLOGÍA

5.2.1. **Hidrología**

La Hoja de Esguevillas pertenece, hidrográficamente, a la Cuenca del Duero, situándose hacia la zona centro-oriental de la misma.

El relieve presenta las características "mesas" topográficas o "páramos" separados entre sí por los valles de ríos y arroyos, donde se asientan fértiles cultivos de regadío.

El clima es de tipo mediterráneo templado, con una temperatura media anual de 11-12°C, siendo la media del mes más frío de 2-4°C y la del mes más cálido 20-22°C. La precipitación media anual es de 500 mm, estimándose la evapotranspiración potencial en 700 mm.

La red hidrográfica tiene como eje principal al río Esgueva que discurre por el centro de la Hoja, de E a O, que presenta un caudal muy variable a lo largo del año, a su paso por la zona de los "Páramos", lo que es debido principalmente, a las derivaciones que se realizan en su cauce con fines agrícolas.

Subparalelos a este río se encuentran el arroyo Madrazos, en la mitad septentrional de la Hoja, y el arroyo Jaramiel, en la mitad meridional.

Los datos de aforos realizados en estos ríos indican que se produce una importante variación de caudal entre el inicio y el final del verano; esto se debe, principalmente, al intenso aprovechamiento para regadíos que, mediante acequias y canales, se realiza en estos ríos, trayendo su caudal.

Fuera de la temporada de riegos, cuando el régimen natural de los ríos no está alterado, se aprecia un incremento de caudal en los cauces, al recoger éstos las aguas de los numerosos arroyuelos que se originan en los "Páramos".

Según la Zonificación Hidrológica establecida en el Plan Hidrológico del Duero, la Hoja de Esguevillas se encuentra en el límite de dos Zonas Hidrológicas: la Zona II y la Zona V.

Dentro de la Zona II, la Hoja participa de dos cuencas: la cuenca C-22 (río Pisuerga entre el Carrión y el Esgueva) y cuenca C-23 (río Esgueva).

El sector correspondiente a la Zona V pertenece a la cuenca D-5 (río Duero entre el Duratón y el Cega) (ver Fig. nº 18).

La aportación más importante dentro de la Hoja corresponde a la cuenca C-23 (río Esgueva), cuyo módulo de aportación anual (para el total de la cuenca) es de 32 hm³.

Las necesidades de riego en la zona se cifran en un 95% del total de la demanda de agua, que para las cuencas definidas en el Plan Hidrológico del Duero se cuantifican como sigue:

- En la cuenca C-23 (río Esgueva) la demanda para usos agrícolas se estima en 29,04 hm³/a, de los cuales un 40% se satisfacen a partir de aguas superficiales.
- En la cuenca C-22 la demanda para uso agrícola se cifra en 13,04 hm³/a, satisfecha en un 75% con aguas superficiales.
- En la cuenca D-5 el total de la demanda para uso agrícola es de 94,51 hm³/a, siendo satisfecha en un 75% con aguas superficiales.

Por lo que respecta a la calidad química de las aguas superficiales, los datos consultados indican que las aguas del río Esgueva tienen un carácter sulfatado cálcico, con conductividades entre 448 y 771 $\mu\text{S/cm}$, mientras que en los arroyos Jaramiel y Madrazos las aguas varían de carácter sulfatado-bicarbonatado cálcico-magnésico a sulfatado magnésico-cálcico, con unas conductividades que pueden superar los 2.000 $\mu\text{S/cm}$.

5.2.2. Hidrogeología

Hidrogeológicamente, la Hoja de Esguevillas pertenece al dominio del S.A. nº 8 (Terciario Detrítico Central del Duero), y concretamente pertenece a la denominada Región de los Páramos o Central (véase Fig. nº 12).

Este Sistema Acuífero está constituido, en conjunto, por sedimentos terciarios típicos de la secuencia de relleno de una cuenca continental. Los materiales se disponen en lentejones de arenas y gravas distribuidos aleatoriamente en una matriz arcillo-limosa; los lentejones constituyen niveles acuíferos, mientras que la matriz, semipermeable, actúa como un acuitardo.

En la zona centro-oriental de la Cuenca las facies toman un carácter marcadamente evaporítico (margas y margas yesíferas) intercalando episodios calcáreos, los cuales, hacia techo, se hacen predominantes, constituyendo los "Páramos calcáreos" que originan los relieves característicos de esta zona de la Cuenca.

El funcionamiento hidráulico general para el S.A. nº 8 es el siguiente: el flujo subterráneo se dirige de los bordes de cuenca hacia el centro, orientándose hacia las vías de drenaje naturales, los ríos, en cuyas proximidades el flujo adquiere una componente vertical ascendente; por tanto, para el conjunto del S.A. hay que considerar un flujo regional profundo de carácter tridimensional que coexiste con flujos locales de menor recorrido y profundidad (véase Fig. nº 20).

En la Región de los Páramos el acuífero profundo se encuentra confinado y desconectado de la superficie al estar subyaciendo a un potente paquete de margas, margas yesíferas y arcillas, de muy baja permeabilidad; por lo tanto, en esta zona el flujo sólo es bidimensional horizontal. La recarga se establece lateral y subterráneamente, desde la región ibérica, situada al E, y la descarga tiene lugar del mismo modo, hacia la región de los Arenales al SO y/o por las extracciones mediante bombeos.

En los valles de Esgueva y Cerrato existen numerosos sondeos de más de 300 m de profundidad, que explotan el acuífero confinado. Estos sondeos tienen unos caudales de explotación entre 18 y 38 l/s.

En algunos puntos se ha calculado el caudal específico, que varía entre 0,53 l/s/m y 0,75 l/s/m, aunque puntualmente se llegan a alcanzar los 2,3 l/s/m.

Como consecuencia de estas extracciones intensivas se están produciendo descensos acumulativos interanuales, que en muchas zonas superan los 20 m (período 1977-1989), con los consiguientes efectos de sobreexplotación.

Para paliar dichos efectos el ITGE está realizando diversos estudios y trabajos sobre la viabilidad de la recarga artificial del acuífero profundo a partir de la inyección de aguas superficiales.

Como resultado de estos trabajos, el ITGE ha instalado un dispositivo de recarga en el sondeo 1714-6030, inyectando aguas del río Esgueva en aquellas épocas en que no se detraen aguas de su cauce; este dispositivo actualmente sirve como planta piloto para analizar y evaluar los efectos a largo plazo de la recarga artificial.

Durante el desarrollo de las pruebas de recarga se realizaron varios ensayos de bombeo a fin de determinar los parámetros hidráulicos del acuífero, hallándose que la transmisividad oscila entre 30 y 178 m²/día, y el coeficiente de almacenamiento, entre 4,3 y 5,4 x 10⁻⁴.

En cuanto a la calidad química de las aguas subterráneas, el acuífero profundo pertenece al dominio de las aguas complejas (sulfatadas sódicas) con valores de conductividad eléctrica superiores a 2.400 $\mu\text{S}/\text{cm}$. (véase fig. nº 14).

El ITGE mantiene en todo el S.A. una Red de Vigilancia y Control de la Calidad, encontrándose en la Hoja dos puntos de dicha red (1714-2001 y 1714 6017), cuyos análisis indican una facies sulfatada-clorurada sódica con un contenido en sodio superior a 450 mg/l y un S.A.R. superior a 6, con el consiguiente riesgo de alcalinización del suelo

La calidad del agua empeora hacia el SO, según se avanza en la dirección del flujo subterráneo, al aumentar el contenido en sales cuanto mayor es la proximidad a la zona de descarga.

Otros materiales de interés acuífero

Además del acuífero confinado profundo, en la Hoja existen varios niveles cuyas características hidrogeológicas permiten considerarlos como acuíferos de interés local.

Tal es el caso de las calizas del Páramo (tanto del "Páramo inferior" o "terminal de Cuestas" como del "Páramo-II"), que presentan una permeabilidad por fisuración y karstificación, comportándose como un acuífero libre y colgado, que se recarga por infiltración de agua de lluvia y drena por manantiales de carácter estacional, en el contacto con las margas infrayacentes.

Las lutitas, fangos y arenas intercaladas entre los niveles margosos de las facies "Cuestas" y "Dueñas" presentan una permeabilidad en general baja, condicionada por la proporción de niveles arenosos. Además, su ubicación entre dos paquetes margosos y su escasa superficie de afloramiento (que constituye su única vía de recarga) reducen su interés como acuífero.

Los materiales cuaternarios (gravas, arenas y arcillas) que constituyen las terrazas de los ríos y los fondos de valle presentan una permeabilidad media a baja, constituyendo acuíferos de interés local y estando su funcionamiento muy ligado al régimen de los ríos.

La explotación de estos cuaternarios es muy puntual, mediante pozos de 4 o 6 m de profundidad, que se utilizan para pequeños regadíos.

5.3. GEOTECNIA

5.3.1. Introducción

La sistemática utilizada para la elaboración de un plano geotécnico a escala 1:100.000 de la Hoja ha sido dividir la superficie en áreas de comportamiento geotécnico similar y posteriormente subdividir cada área en zonas.

Para la determinación de dichas áreas/zonas el criterio utilizado ha sido fundamentalmente

geológico, basado en aspectos litológicos, estructurales, morfológicos e hidrológicos, los mismos que se han utilizado en la confección de la Hoja y que nos reflejan para cada zona un comportamiento geotécnico diferente respecto a las posibles obras que se pueden realizar (excavaciones, rellenos, cimentaciones, obras subterráneas). Con todo esto hemos establecido:

AREA	ZONAS	UNIDADES CARTOGRAFICAS
I	I ₁	1, 2 ("F. DUEÑAS")
	I ₂	3 ("TIERRA DE CAMPOS")
	I ₃	4, 5, 6, 7, 8 ("F. CUESTAS")
	I ₄	9, 10 ("F. PARAMOS")
II	II ₁	11, 16 (GLACIS, CONOS DE DEYECCION)
	II ₂	12, 13, 14 (TERRAZAS)
	II ₃	15 (FONDOS DE VALLE)

5.3.2. Características geotécnicas

En el área de estudio correspondiente a la Hoja de Esguevillas de Esgueva (344) 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 tres zonas, dos de ellas de depósitos fluviales (II₂, II₃) y la otra de depósitos producidos al pie de escarpes (II₁).

Estudio de las áreas

AREA I

Zona I₁

Localización

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

Caraterísticas litológicas

Está compuesta generalmente por margas blancas con algún nivel calcáreo que lateralmente se suele acuñar.

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 cavidades por disolución de yeso aunque poco importantes.

Características geotécnicas

Son materiales erosionables con capacidad de carga media.

Son ripables, y la excavación es generalmente fácil, pudiéndose efectuar por medio de pala, excepto cuando aparezca algún banco calcáreo que será necesario emplear explosivos. Para los taludes artificiales, debido a su escasa altura no se piensa que pueden 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.

Zona I₂

Localización

Tiene una representación más amplia que los materiales correspondientes anteriores. Afloran en los principales valles que surcan la Hoja y también está en parte recubierta por los materiales cuaternarios.

Características Litológicas

Está constituida por depósitos de colores ocre y rojizos de composición lutítica, con intercalaciones de paleocanales de arenas y conglomerados. Constituye la facies "Tierra de Campos".

Características geomorfológica

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, "Páramos", presentan pendientes con los taludes naturales, con valores de 35° de valor medio.

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.

La resistencia al esfuerzo cortante es regular, por lo que los taludes artificiales serán suaves con pendientes inferiores a 45°, y para evitar degradaciones posteriores sería conveniente plantarlos.

El principal riesgo geológico son los deslizamientos, como los dos que se han producido en la zona NO en el valle de los Madrazos, próximos al pueblo de Cubillas del Cerrato.

Son del tipo rotacional simple, con una superficie curva, fluyendo los materiales en lengua sobre los subyacentes. Son de tamaño grande, el mayor próximo al km de curvatura, con 300 m de masa deslizada. Afectan a los materiales de "Tierra de Campos" y "Cuestas".

También, aunque menos importantes, serían los asientos diferenciales y todos los relacionados con los procesos erosivos.

Zona I₃

Localización

Se encuentra bien representada en la Hoja. Constituyen los principales relieves en cuestas al pie de las mesas.

Características litológicas

Está constituida por unos materiales margosos, con intercalaciones calcáreas y niveles yesíferos. Constituye la facies "Cuestas".

Características geomorfológicas

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

Características hidrológicas

Son materiales impermeables, con rezumes en bancos calcáreos, más abundantes al oeste.

El drenaje se realiza por escorrentía superficial con escasa infiltración. También son posibles cavidades por disoluciones de yesos.

Características geotécnicas

Los términos margosos son erosionables con tendencia al acarcavamiento.

La capacidad de carga es media.

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 los deslizamientos, como los ampliamente descritos antes y que afectan a estos materiales. Desprendimientos por basculamiento diferenciales y todos los relacionados con procesos erosivos. Merece la pena citar fenómenos de reptaciones "*creeping*" en ciertas laderas, observables por la curvatura que presentan ciertos árboles, así como todos los procesos relacionados con los yesos como son los movimientos en pliegues halocinéticos y la agresividad a los hormigones.

Zona Ia

Localización

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

Características litológicas

Son fundamentalmente materiales calizos que se presentan en bancos métricos, grisoblanco, con pasadas finas margosas. Están karstificados, presentando arcillas de descalcifi-

cación rojas, que engloban cantos de calizas. Comprenden las calizas terminales de "Cuestas" o "Páramo I" y del "Páramo II".

Características geomorfológicas

Son materiales horizontales o subhorizontales, que forman amplias superficies generalmente planas 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 potencia del recubrimiento y del grado de fisuración (karstificación).

El drenaje principal se realiza por infiltración, concentrándose el agua a muro, donde puede haber niveles impermeables (margosos) dando lugar a rezumes e infiltraciones.

Características geotécnicas

Son materiales duros y compactos, poco erosionables, con una capacidad de carga alta y con asentamientos nulos.

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

Los taludes artificiales se pueden construir verticales, y en el caso de que estén muy karstificados, a techo hacer bermas.

Los riesgos geológicos más destacados son los desprendimientos de bloques por basculamiento en los bordes de las mesas.

Son unos materiales que pueden ser usados como áridos de hormigón (canteras) y préstamos.

AREA II

Zona II₁

Localización

Se distribuyen por toda la Hoja, y constituyen todos los materiales que se producen al pie de escarpes recubriendo los materiales de la facies "Cuestas" y los subyacentes. Están bien representados.

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" y "conos de deyección".

Características geomorfológicas

Constituyen superficies topográficas suavemente inclinadas, con pendientes inferiores a 5° en el caso de los "glacis" y mayores en los "conos de deyección".

Características hidrológicas

Son materiales de permeabilidad variable.

Su drenaje se realizará por infiltración, aunque se pueden producir encharcamientos por escorrentía superficial al aumentar la proporción de arcillas.

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 observa importantes fenómenos de erosión.

Su capacidad de carga es media debido a su variable cementación.

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.

Se pueden usar las gravas y arenas como áridos.

Zona II₂

Localización

Constituye todos los tipos de terrazas que se distribuyen en los principales cursos fluviales de la Hoja. Está escasamente representada en la Hoja.

Características litológicas

Están constituidas por un conjunto de cantos, gravas y arenas. Que se presentan en bancos métricos encostrados.

Características geomorfológicas

Son formas planas, que presentan escarpes variables (de orden métrico). A veces están rotas o movidas por actividad humana (agrícola).

Características hidrológicas

Son materiales impermeables, que no pueden almacenar agua debido a su cementación.

Características geotécnicas

Son materiales muy duros, por lo tanto poco erosionables y con gran capacidad de carga.

No son ripables y los taludes artificiales no presentan problemas.

Los riesgos geológicos quedarían reducidos a asentamientos diferenciados.

No son buenos préstamos debido a su escaso volumen.

Zona II₃

Localización

Constituyen los depósitos que recubren los principales valles que surcan la Hoja, siendo los depósitos cuaternarios más representados en ella.

Características litológicas

Están formados por materiales finos, limos y arcillas con algunas gravas. Son los "Depósitos de fondo de valle", de origen fluvial.

Características geomorfológicas

Se trata de formas planas o suavemente cóncavas.

Características hidrológicas

Son materiales permeables, con un drenaje generalmente bueno que se efectúa por infiltración.

Características geotécnicas

Son materiales erosionables por corrientes de agua.

La capacidad de carga es baja a muy baja.

Son fácilmente ripables, pues están sueltas.

Los riesgos geológicos son inundaciones y socavaciones de las estructuras situadas en cauces de los ríos.

6. PATRIMONIO NATURAL GEOLOGICO (PIG)

En la Hoja de Esguevillas de Esgueva se han inventariado y catalogado doce Puntos de Interés Geológico, habiéndose seleccionado y desarrollado cinco de ellos.

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

6.1. RELACION DE PUNTOS INVENTARIADOS

La relación de los puntos inventariados es la siguiente:

- Canales de Tierra de Campos en Valoria la Buena.
- Facies Cuestas y Páramo Inferior en Población de Cerrato.
- Páramos del Monte San Cristóbal.
- Facies Dueñas en Amusquillo.
- Mirador de Villafuerte.
- Deslizamientos de Vertavillo.
- Sucesión de las Facies Cuestas en Barco de los Borregos.
- Yesos, margas y calizas de Cubillas de Cerrato.
- Deslizamientos de Cubillas.
- Estromatolitos del Páramo de Sta. María .
- Sucesión de Castrillo-Tejeriego.
- Valle asimétrico de río Jaramiel.

6.2. 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 de los puntos inventariados tienen como interés principal:

Geomorfológico:	34%
Sedimentológico:	25%
Estratigráfico:	33%
Mineralógico:	8%

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

6.3. TIPOS DE INTERES

INTERES PRINCIPAL	DENOMINACION DEL PUNTO
Geomorfológico	Mirador de Villafuerte Deslizamientos de Vertavillo Deslizamientos de Cubillas Valle asimétrico del Río Jaramiel
Sedimentológico	Canales de Tierra de Campos en Valoria la Buena Yesos, margas y calizas de Cubillas de Cerrato Estromatolitos del Páramo de Santa María
Estratigráfico	Facies Cuestas y Páramo Inferior en población de Cerrato Páramos del Monte San Cristóbal Sucesión de las Facies Cuestas en Barco de los Borregos Sucesión de Castrillo-Tejeriego
Mineralógico	Facies Dueñas en Amusquillo

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 por su repercusión dentro del ámbito local, regional, etc.

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

7. BIBLIOGRAFIA

- AEROSERVICE L.T.D. (1967). *Mapa geológico de la Cuenca del Duero a escala 1:250.000*. Inst. Nac. de Colonización e IGME.
- AGUIRRE, E.; DÍAZ, M., y PÉREZ-GONZÁLEZ, A. (1976). Datos paleomastológicos y fases tectónicas en el Neógeno de la Meseta Sur Española. *Trabajos Neóg. Cuaternario*, 5, 7-29.
- ALBERDI, M. T.; LÓPEZ, N.; MORALES, J.; SESE, C., y SORIA, D. (1981). Bioestratigrafía de la fauna de mamíferos de los valles de Fuentidueña (Segovia). *Estudios geológicos*, 37, 503-511.
- 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). Paleografía del Paleógeno en el borde suroccidental de la Cuenca del Duero. *XII Congreso Español de Sedimentología. Com.*
- ARCE, M. (1990). Hoja MAGNA de Sasamón (Nº 199) (1997). Escala 1:50.000. ITGE.
- ALVAREZ SIERRA, M. A.; GARCÍA MORENO, E., y LÓPEZ MARTÍNEZ, N. (1985). Biostratigraphy and paleoecological interpretation of Middle-Upper Miocene successions in continental sediments of the Duero basin, Northern Spain. Abstract VIII Congress of the R.C.M.N.S. Budapest. 56-67.
- ARMENTEROS, I.; GONZÁLEZ, J. A.; CIVIS, J., y DABRIO C. (1986). El problema del Neogeno superior en la Cuenca del Duero: Nuevos Datos Paleontológicos (invertebrados) en el sector Peñafiel-Almazán. *Estudia Geológica Salmantica*, 22, 277-291.
- ARMENTEROS, I. (1986). Estratigrafía y Sedimentología del Neógeno del sector Suroccidental de la Depresión del Duero. Ediciones de la Diputación de Salamanca. Serie Castilla y León, 1, 471 pp.
- BIROT, P., y SOLE, L. (1954). Recherches Morphologiques dans le Nord Ouest de la Péninsule Iberique. *Mem. et doc. Centre de Doc. Cartogr. et Geogr.*, 4, 11-61.
- CARBONELL, G. (1969). Les ostracodes du Miocene Rhodien. Systématique, biostratigraphie écologique, Paleobiologie. *Docum. Lab. Geol. Fac. Sci.*, Lyon, 32 (1-2), págs. 1-169.
- CIVIS, J.; GARCÍA, J. M., y JIMÉNEZ, E. (1982). Ostracofauna de la facies "Cuestas" en el borde occidental de la Cuenca del Duero. 1ª Reun. Geol. Duero. *Temas geológico mineros*, 6, (1), 153-167.
- CODY Y CODY, A. M. (1988). Gypsum nucleation and crystal morphology in analog saline terrestrial environments. *Jour. Sedim. Petrol.* 585, 245-255.
- CORROCHANO, A. (1977). Estratigrafía y sedimentología del Paleógeno en la provincia de Zamora. Resumen de la Tesis Doctoral (Inédito). Universidad 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, M. (1981). Aragonian: the stage concept versus Neogene Mammal zones. *Scripta Geol.* 62: 1-17.
- DABRIO, C. J.; ALONSO, G.; ARMENTEROS, I., y MEDIAYILLA, R. M. (1989). Tertiary fluvial and fluvio-lacustrine deposits in the Duero Basin (Spain). *4 th. Intern. Conf. on fluvial Sedimentology*, Field Trip 1, 1-141.
- DIRECCION GENERAL DE LA PRODUCCION AGRARIA (1976). *Mapa de cultivos y aprovechamientos 1:50.000*. Hoja 344 (Esguevillas de Esgueva).
- ECHEVARRIA ARNEDO, M. T. (1989). Notas geomorfológicas acerca del foco endorreico en la margen izquierda del río Duero aguas abajo de Soria. *Geographica*, V, 26, págs. 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 Sta. María la Real de Nieva, Segovia. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Secc. Geol.*, 84, 1-2, 69-83.
- 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). *Estudios Geológicos*, V, 30, Nº 4, 5 y 6, 579-597.
- GARCÍA F. J., y REY, (1973). Cartografía geológica del Terciario y Cuaternario de Valladolid. *Boletín geológico y minero*, 84 (4), 213-227.
- 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. y MANJÓN, M. (1986). Un modelo muy peculiar de abanicos aluviales en el límite meridional de la Sierra del Brezo (N de Palencia), *Acta Salmaticensis, Ciencias*, 50, 93-112.
- 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.
- GONZÁLEZ, I. A.; CIVIS J.; VALLE M. F.; SIERRO, F., y FLORES, J. (1986). Distribución de los foraminíferos, moluscos y ostracodos en el Neógeno de la Cuenca del Duero. Aspectos más significativos. *Estudia Geológica Salmanticensia*, XXII, 277-291.

- 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.
- GONZÁLEZ, J. A.; CIVIS, J.; VALLE, M. F.; SIERRO, F., y FLORES J. A. (1986). Distribución de los foraminíferos, moluscos y ostrácodos en el Neógeno de la Cuenca del Duero. Aspectos significativos. *Studia Geologica Salarnanticensia*, XXII Edición. Universidad de Salamanca.
- GUTIÉRREZ, M., y CARRERAS, F. (1982). Hoja MAGNA de Carrión de los Condes (Nº 197). 1:50.000 I.G.M.E.
- GUTIÉRREZ, M., y PÉREZ-GONZÁLEZ, A. (1984). Los estudios del Cuaternario y Geomorfología en España. *I Congreso de Geología. Común*. 51, 87-97.
- HERNÁNDEZ PACHECO, E. (1915). Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia. *Trab. Com. Inv. Paleont. Pehist*, 5, 1-75.
- HERNÁNDEZ PACHECO, F. (1930). Fisiografía, Geología y Paleontología del territorio de Valladolid. *Mem. Com. de Invest. Paleont. y Prehist.* 37, 38-95.
- HERNÁNDEZ PACHECO, E. (1932). Síntesis fisiográfica y Geológica de España. *Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat.; Sec. Geol.* 38, F. (1), 5-258 y (2), 259-284
- IGME (1970). Mapa Geológico de España a escala 1:200.000, Hoja Nº 30 (Aranda de Duero).
- IGME (1973). Mapa Metalogenético de España a escala 1: 200.000; Hoja nº 30 (Aranda de Duero). Ministerio de Industria. Madrid.
- IGME (1982). Tránsito de Facies Tierra de Campos a Facies de las Cuestas y depósitos de Cienaga. Zaratán. 1ª Reunión Geol. Duero, Salamanca 1979. Temas Geológico Mineros. I.G.M.E.
- IGME, (1984). Recarga de acuíferos profundos en el valle del Esgueva (Valladolid, Palencia-Burgos) 1º Informe.
- IGME (1988). Control de la recarga de acuíferos profundos en el valle del Esgueva (Valladolid-Palencia-Burgos).
- JIMÉNEZ, E. (1979). Estratigrafía y Paleontología del borde SO de la Cuenca del Duero. Tesis Doctoral, 323 págs. (Inédito).
- JUNTA DE CASTILLA y LEON (1986). Inventario de indicios mineros de la provincia de Valladolid. (Inédito).

- LÓPEZ, N., AGUSTÍ, J., CABRERA, L., CALVO, J. P., CIVIS, J., CORROCHANO, A., DAAMS, R., DÍAZ, M., ELIZAGA, E., HOYOS, M., MORALES, J., PORTERO, J. M., ROBLES, F., SANTISTEBAN, C. y TORRES T. (1985). Approach to the Spanish continental Neogene synthesis and paleoclimatic interpretation. *VIII th Congress of the Regional Committee on Mediterranean Neogene Stratigraphy. Symposium on Late Cenozoic Mineral Resources. Hungarian Geological Survey, Abstracts*. LXX, 383-391.
- LÓPEZ, N., y SANCHÍS, F. B. (1982). Los primeros microvertebrados de la Cuenca del Duero. Listas Faunísticas preliminares e implicaciones bioestratigráficas y paleofisiográficas. *Temas Geol. Min.* 6 (1), 339-353.
- LÓPEZ, N.; GARCÍA E., y ALVAREZ, M. A. (1986). Paleontología y bioestratigrafía (micromamíferos) del Mioceno medio y superior del sector central de la Cuenca del Duero. *Estudia Geológica Salmanticensia*, XXII, 191-212.
- LÓPEZ, OLMEDO, F.; CABRA GIL, P., y ENRILE ALBIR, A. (1997). Hoja MAGNA de Osorno (Nº 198). 1:50.000 ITGE.
- MABESONNE, J. M. (1959). Tertiary and Quaternary Sedimentation of a part of the Duero Basin. (Palencia, Spain). *Leidse Geol. Meded.*, 24, 21-180.
- MABESONNE, J. M. (1961). La sedimentación terciaria y cuaternaria en una parte de la Cuenca del Duero (Provincia de Palencia). *Estudios Geológicos*, V. 17 (2), Pg.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 DABRIO, C. J. (1986). La sedimentación continental del Neógeno en el sector Centro-Septentrional de la depresión del Duero (Prov. de Palencia). *Studia Geologica Salmanticensia*, XXII. 111-132.
- MEDIAVILLA, R. M., y DABRIO, C. J. (1987). Tectonics as a major control of sedimentation and facies distribution in the Neogene of the Duero Basin (Spain). *Int. Ass. Sedim. 8th Reg. Meeting of sedimentology. Abstr.* 346-347.
- MEDIAVILLA, R. M., y DABRIO, C. J. (1988). Controles sedimentarios Neógenos en la depresión del Duero (sector central). *Rev. Soc. Geol. España*, 1, 187-195.
- MEDIAVILLA, R. M., y DABRIO, C. J. (1989). Las calizas del Páramo en el Sur de la provincia de Palencia. *Studia Geologica Salmanticensia*, Vol. 5, 273-291.
- MEDIAVILLA, R. M. y DABRIO, C. J. (1989). Análisis sedimentológico de los conglomerados de Tariego (Unidad 4, Neógeno de la Depresión del Duero). *Studia Geologica Salmanticensia*, 5, 293-310.
- MEDIAVILLA, R. M., y PICART, L. (1990). Hoja MAGNA de Baltanás (Nº 312) (en prensa). Escala 1:50.000. ITGE.

- MEDIAVILLA, R.; DABRIO, C. J., y SANTIESTEBAN, J. I. (1991). Factores alocíclicos que controlan el desarrollo de ciclos evaporíticos en el sector central de la cuenca del Duero (provincia de Palencia). *I Congreso Grupo Español del Terciario. Comunicaciones*, 214-217.
- MEGIAS, A. G. (1982). Introducción al análisis tectosedimentario. Aplicación al estudio dinámico de cuencas. *Actas V Congreso latinoamericano de geología*, V.1, 385-402.
- MEIN, P. (1975). Proposition de biozonation du néogène Méditerranéen à partir des mammifères. *Actas I Col. Int. Biostra. Neog. Sup. Cuat. Inf. Trab. Neog. Cuat.*; 4, 112-113.
- MOLINA, E., y ARMENTEROS (1986). Los arrasamientos Plioceno y Plio-pleistoceno en el sector sur-oriental de la cuenca del Duero. *Studia Geologica Salmantica*, V. 22, 293-307.
- MURAT, M., y BARDUT, C. (1971). Facteurs susceptibles de modifier le faciès cristallin des sulfates de calcium. *Rev. Mat. Constr.*, 664-65, 33-44.
- NOSSIN, J. J. (1959). Geomorphological aspects of the Pisuerga Drainage area in the Cantabrian Mountains (Spain). *Leidse Geologische Mededelingen*, 24, 284-406.
- OLIVE, A.; PORTERO, J. M.; DEL OLMO, P.; ARAGONESES, E., y CARRERAS, F.; et al. (1982). El sistema de terrazas del río Carrión. *I Reunión sobre la geología de la cuenca del Duero*, Salamanca 1979, 451-463.
- OLMO, P. DEL, y GUTIÉRREZ, M. (1982). Hoja MAGNA de Cigales (Nº 343) 1:50.000. IGME.
- OLMO, P. DEL, y GUTIÉRREZ, M. (1982). Hoja MAGNA de Valladolid (Nº 372) 1:50.000. IGME.
- OLMO, P. DEL, y PORTERO, J. M. (1982). Hoja MAGNA de Dueñas (Nº 311). IGME.
- ORDÓÑEZ, S.; LÓPEZ, F., y GARCÍA, A. (1976). Estudio geológico de las "Facies Rojas" plio-cuaternaria del borde SE de la Cuenca del Duero (provincia de Segovia). *Estudios geológicos*, V. 32 (2), 215-220.
- ORDÓÑEZ, S.; GARCÍA DEL CURA, M. A., y LÓPEZ AGUAYO, F. (1981). Chemical carbonated sediments in continental basins. The Duero Basin. *I.A.S. 2nd. Eur. Mtg. Bologna. Abstracts*, 130-133.
- ORDÓÑEZ, S.; LÓPEZ, F., y GARCÍA, M. A. (1980). Contribución al conocimiento sedimentológico del sector centro-oriental de la Cuenca del Duero (sector Roa-Baltanás). *Estudios Geológicos*, 36, 361-369.
- 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. (1979). La morfogénesis del Sistema Central y su relación con la morfología granítica. *Cuad. Lab. Xeol. Laxe*, V, 13, 31-46.

- PÉREZ-GONZÁLEZ, A., VILAS MINONDO, L., BRELL, J. M. y BERTOLIN PEREZ, M., (1971). Las series continentales al E. de la Sierra de Altomira, *I Congreso Hispano-Luso-Americano Geol. Econ.* Madrid-Lisboa. 1. 367-376.
- 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)*, Núm. 9, 19-32.
- PÉREZ-GONZÁLEZ, A. (1982). El Cuaternario de la región central de la Cuenca del Duero y sus principales rasgos geomorfológicos. *Temas Geol. y Min.*, 6 (2), 717-740.
- PINEDA VELASCO, A.; ARCE, M (1990) Hoja MAGNA de Burgos (Nº 200) (en prensa). 1:50.000, ITGE.
- PINEDA VELASCO, A. (en prensa). Hoja MAGNA de Villadiego (Nº 166) 1:50.000. ITGE.
- 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, 253-263.
- PORTERO, J. M. DEL OLMO, P. RAMÍREZ, J., y VARGAS, I. (1982). Síntesis del Terciario continental de la Cuenca del Duero. I Reunión sobre la geología de la Cuenca del Duero. Salamanca, 1979. *Temas Geológicos Mineros*, 6 (1), 11-37.
- 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 (inédita). Universidad Autónoma de Madrid. 536.
- POZO, M., y LEGUEY S. (1990). Mineralogía de la Facies de las Cuestas en la zona de Tudela de Duero (Valladolid). *Boletín Geológico y Minero*, V, 101 (5), 792-807.
- ROYO GOMEZ, J. (1926). El Terciario continental. *Excusión A-6. XIV, Congreso Internacional*. Madrid.
- SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M. (1946). Hoja MAGNA de Aranda de Duero (Nº 364). 1:50.000 IGME. Madrid.
- SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M. (1953). Hoja MAGNA de Lerma (Nº 376). 1:50.000. IGME. Madrid.
- SÁNCHEZ, F. J.; DABRIO, C J. y CIVIS, J. (1989). Interpretación Paleoecológica de los depósitos lacustres Neógenos de Castrillo del Val (Noreste de la depresión del Duero). *Studia Geologica Salmanticensia*, 5, 311-331.
- SÁNCHEZ DE LA TORRE, L. (1978). Planteamiento provisional de la distribución de facies de la Cuenca del Duero. Proyecto MAGNA. IGME. (Inédito).
- SÁNCHEZ DE LA TORRE, L. (1982). Características de la sedimentación miocena en la zona Norte de la Cuenca del Duero. *Temas Geológico-Mineros*, 6 (2), 701-708.

- SCHWENZNER, J. E. (1936). Zur Morphologie des zentral spanischen Hochlandes. *Geog. Abh.*, 3 (10), 128. pp.
- SEVILLA GARCÍA, P. (1988). Estudio paleontológico de los Quirópteros del Cuaternario español. *Paleontología i Evolució*, 22: 113-233.
- SILVA, P.; GOY, J. L., y ZAZO, C. (1988). Neotectónica del sector Centro-Meridional de la Cuenca de Madrid. *Estudios geológicos*, 44: 415-427.
- 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.