

20234



Instituto Geológico  
y Minero de España

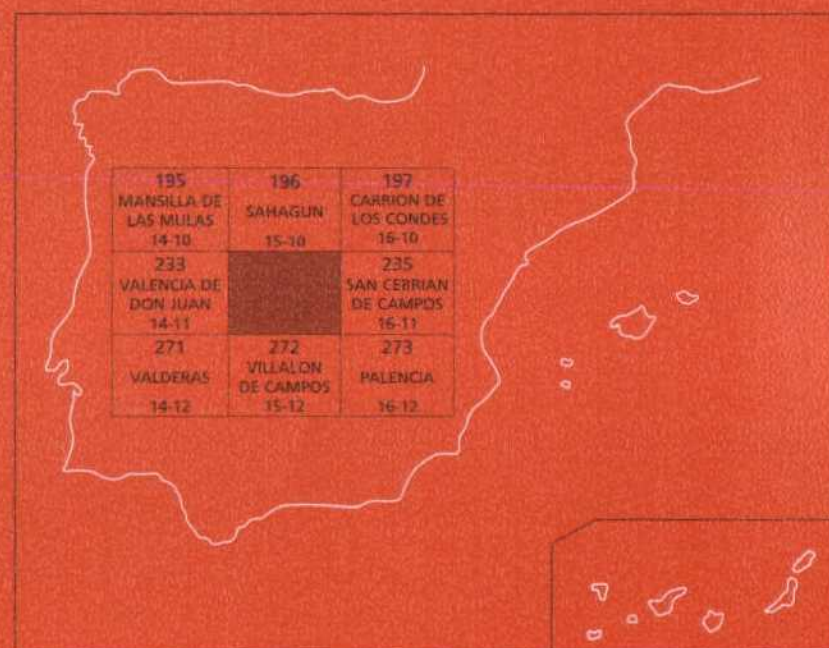
234

15-11

## MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1 : 50.000

Segunda serie - Primera edición



# VILLADA



MINISTERIO  
DE EDUCACION  
Y CIENCIA

ISBN 84-7840-567-4



9 788478 405671

# MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

ESCALA 1:50.000

234 (15-11)

SE INCLUYE MAPA GEOMORFOLÓGICO A LA MISMA ESCALA

# VILLADA

© INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23. 28003 MADRID

Depósito legal: M. 53665-2004

ISBN: 84-7840-567-4

NIPO: 405-04-013-03

Impresión: Trebol Propuesta Gráfica

El Mapa Geológico y Memoria explicativa de la Hoja de VILLADA han sido realizados por el Area de Cartografía Geológica de la Dirección de Geología y Geofísica del IGME, habiendo intervenido en su realización los siguientes autores:

**Mapa y Cortes Geológicos:**

F. Nozal, A. Suárez-Rodríguez y R.G. Espina. (IGME).

**Mapa y Cortes Geomorfológicos:**

F. Nozal, A. Suárez Rodríguez y R.G. Espina. (IGME).

**Memoria:**

F. Nozal, A. Herrero. A. Suárez Rodríguez y R.G. Espina. (IGME).

**Asimismo, han colaborado en aspectos temáticos parciales:**

Columnas Estratigráficas y Sedimentología de campo : A. Herrero.(IGME).  
Estudio de Láminas delgadas y Sedimentología : I. Armenteros  
(Dpto. de Geología, Univ. de Salamanca)

**Paleontología :**

C. Sesé (Museo de Ciencias Naturales, CSIC)

**Mineralogía :**

P. Pellitero (Dpto. de Geología, Univ. de Salamanca)

**Dirección del Estudio:**

L.R. Rodríguez Fernandez y N. Heredia (IGME).

\*Se pone en conocimiento del lector que en el Centro de Documentación del IGME existe para su consulta una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria constituida por:

- Muestras y sus correspondientes preparaciones.
- Informes paleontológicos y sedimentológicos de dichas muestras.
- Columnas estratigráficas de detalle.

## ÍNDICE

<b>1.- INTRODUCCIÓN</b> .....	7
<b>2.- ESTRATIGRAFÍA</b> .....	9
2.1.- ANTECEDENTES.....	9
-Complejo de Vegaquemada.....	11
-Sistemas de Abanicos Poligénicos.....	11
-Facies Tierra de Campos.....	12
-Facies de La Serna.....	12
-Sistemas de Abanicos Silíceos.....	12
2.2.Terciario. Neógeno-Complejo de Vegaquemada.....	13
2.2.1.- Arenas y limos con concreciones carbonatadas; conglomerados polimícticos (cantos calcáreos y silíceos) y niveles de calcretas. "Unidad Polimíctica". (Mioceno: Aragoniense-Vallesiense inf.) (1).....	13
-Interpretación sedimentológica.....	18
-Edad.....	19
-Correlación.....	19
2.3.- CUATENARIO.....	20
2.3.1.- Cantos y gravas silíceas. Gravas de nódulos calcáreos rodados y de cuarcitas. Terrazas (2, 3 y 4). (Pleistoceno-Holoceno).....	20
2.3.2.- Cantos, arenas y limos. Glacis (5). (Pleistoceno-Holoceno).....	22
2.3.3.- Limos y gravas. Llanura de inundación (6). (Holoceno).....	22
2.3.4.- Gravas y arenas. Arenas y gravas silíceas y calcáreas. Lecho actual, Fondos de valle (7). (Holoceno).....	22
2.3.5.-Cantos, arenas y limos. Abanicos y conos aluviales (8). (Pleistoceno-Holoceno).....	22
2.4.- ESTUDIO DE DIAGRAFIAS.....	24

<b>3. - TECTÓNICA</b> .....	27
3.1.- TECTÓNICA ALPINA.....	27
3.2.- TECTÓNICA-SEDIMENTACIÓN ALPINA EN EL BORDE SEPTENTRIONAL DE LA CUENCA DEL DUERO.....	29
3.3.- GEOLOGÍA DEL SUBSUELO.....	31
<b>4. - GEOMORFOLOGÍA</b> .....	35
4.1.- DESCRIPCIÓN FISIOGRAFICA.....	35
4.2.- ANTECEDENTES.....	36
4.3.- ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO.....	37
4.3.1.- Estudio morfoestructural.....	37
4.3.2.- Estudio del modelado y Formaciones superficiales.....	41
-Formas fluviales.....	41
-Formas poligénicas.....	44
-Formas estructurales.....	45
-Formas lacustres.....	45
-Formas antrópicas.....	46
4.3.3.- Evolución dinámica.....	46
4.3.4.-Morfología actual-subactual y tendencias futuras.....	46
<b>5.- HISTORIA GEOLÓGICA</b> .....	47
<b>6.- GEOLOGÍA ECONÓMICA</b> .....	48
6.1.- RECURSOS MINERALES. ROCAS INDUSTRIALES.....	48
-Aridos naturales.....	48
-Zahorras.....	48
-Limos arcillosos.....	49
-Piedra de cantería.....	49
6.2.- HIDROGEOLOGÍA.....	49
-Acuíferos superficiales.....	49
-Acuíferos profundos.....	49
<b>7.- BIBLIOGRAFÍA</b> .....	55

## 1. INTRODUCCIÓN

La Hoja de Villada, nº 234 (15-11), pertenece administrativamente a la Comunidad Autónoma de Castilla y León, distribuyéndose su superficie entre las provincias de León (cuadrante NO), Valladolid (cuadrante SO) y Palencia (mitada oriental aprox.).

Desde el punto de vista fisiográfico se encuentra en la subMeseta Superior o Meseta de Castilla La Vieja, quedando encuadrada casi en su totalidad en la comarca natural denominada "Tierra de Campos", perteneciendo los ángulos NO y NE a los denominados Páramos Detríticos Leoneses y Palentinos respectivamente.

Los núcleos de población son pocos importantes; el mayor de todos corresponde a la localidad que da nombre a la Hoja: Villada, perteneciente a la provincia de Palencia. Le sigue en cuanto a tamaño y población, Cisneros y Boadilla de Ríoseco, también en la provincia de Palencia; Grajal de Campos, Gordaliza del Pino y Joarilla de las Matas en la de León, y Melgar de Abajo y Melgar de Arriba en Valladolid.

El resto de los núcleos urbanos, son poco importantes, distribuyéndose más o menos regularmente por la superficie de la Hoja; gran parte de ellos, presentan evidente signos de despoblamiento, y algunos de total abandono (Villacreces, prov. de Valladolid).

El relieve es muy suave, constituido por una sucesión de lomas y valles, con una altitud media de 817m. Las cotas oscilan entre los 895m del vértice Majuelos, en la esquina NE del mapa y los 740m en el punto más bajo del mismo, que corresponde al cauce del Valderaduey en el borde SO de la Hoja.

La red hidrográfica está constituida por el Río Cea como curso principal, que cruza el tercio occidental de la Hoja con dirección SSO, girando al SO a la altura de Melgar de Arriba. Hacia el Este, en segundo orden de importancia y con trazado rectilíneo, aparece el Río Valderaduey, que circula próximo (3km) y subparalelo (SSO) al Cea. En tercer lugar, con trazado submeridiano cruza la Hoja el Río Sequillo, que recibe por la izquierda al Río de Los Templarios. Por último tenemos el Río Valdejinete, que aparece solo en la esquina NE de la hoja, para luego seguir un trazado paralelo a su borde oriental, aunque por la adyacente Hoja de San Cebrián del Campos.

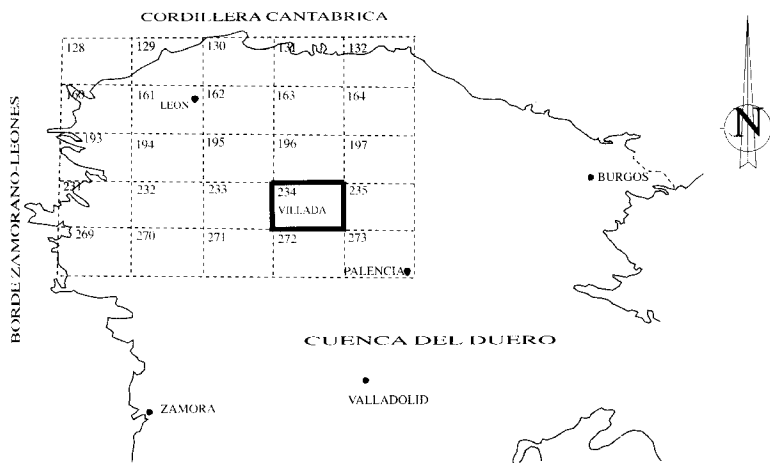


Fig. 1.1.- Esquema de situación de la Hoja N°234 (Villada) en el ámbito del sector Centro-Septentrional de la Cuenca del Duero.



Geológicamente la Hoja se ubica en la parte centro-septentrional de la Cuenca del Duero (Fig. 1.1), cuyo relleno corresponde en su mayor parte a materiales terciarios depositados en régimen continental; siendo el Neógeno, y más concretamente el Mioceno, el que presenta mayor extensión de afloramientos en dicha cuenca. En la parte norte y asociados a ese borde, tectónicamente activo, aparecen grandes abanicos aluviales coalescentes que pasan en zonas distales a ambiente fluviales, con canales instalados en limos y arenas de inundación. Hacia las partes centrales, y sobre todo en los términos altos del Mioceno, se pasa a facies de playas salinas con fangos, margas, yesos y calizas palustres que culminan la serie estratigráfica terciaria.

La Hoja de Villada se situaría en una zona de tránsito entre los ambientes fluviales y los de playas.

El Cuaternario representa un periodo de erosión y vaciado de la cuenca, con desarrollo simultáneo de amplios recubrimientos peliculares (terrazas), relacionados con la red de drenaje actual.

Entre las primeras referencias bibliográficas referidas a la geología de la región destacamos a HERNANDEZ PACHECO. (1915), que establece tres horizontes miocenos, que han llegado a ser clásicos para el centro de la Cuenca: Tierra de Campos, Margas Yesíferas y Calizas de los Páramos. HERNANDEZ SAMPELAYO, LACASA y COMBA (1929), que realizan el Mapa Geológico de Sahagún (196), situada inmediatamente al Norte de esta hoja y MABESOONE (1959), que aporta numerosos datos estratigráficos y sedimentológicos sobre el Terciario y Cuaternario de la región. Más tarde, tienen lugar los trabajos cartográficos de AEROSERVICE (1967), a Escala 1:250.000, y la Síntesis de la cartografía existente, correspondiente a la Hoja Escala 1:200.000 nº19 (León), realizada por el IGME en 1970. En ese mismo año PLANS (1970), realiza un interesante y extenso estudio geomorfológico de la Tierra de Campos.

Los trabajos más detallado de este área, tienen lugar con la realización de las cercanas Hojas del Plan MAGNA: Saldaña-164 (ARAGONES, 1982), Carrión de los Condes-197 y San Cebrián de Campos-235 (CARRERAS Y OLIVE 1982 a y b), y Palencia-273 (PORTERO Y DEL OLMO, 1982), así como, la síntesis y correlación realizada a partir de estas por PORTERO et. al.(1982 y 1983). En una amplia zona del sector central de la Cuenca, MEDIAVILLA y DABRIO (1986, 1988, 1989, 1991...) reiteran las aportaciones sedimentológicas, definen varias "UTS" y precisan la estratigrafía de las facies lacustres.

Por último durante 1993 se reanudan los trabajos del MAGNA, y se publican el Mapa Geológico de la provincia de León SUAREZ et. al. (1994), y las notas de HERRERO et. al. (1994) y de NOZAL Y ESPINA (1994), que incorporan datos de los Mapas del MAGNA en realización, constituyendo las últimas aportaciones a la zona, durante el desarrollo de este Estudio.

## **2. ESTRATIGRAFÍA**

### **2.1. ANTECEDENTES**

Desde el punto de vista estratigráfico, la Hoja de Villada se caracteriza por la presencia de sedimentos neógenos correspondientes a la Cuenca del Duero. Los materiales que afloran en la misma, se pueden asignar a dos grandes conjuntos pertenecientes a ciclos sedimentarios con distinto significado. Por un lado, los sedimentos terciarios corresponden al relleno continental de la

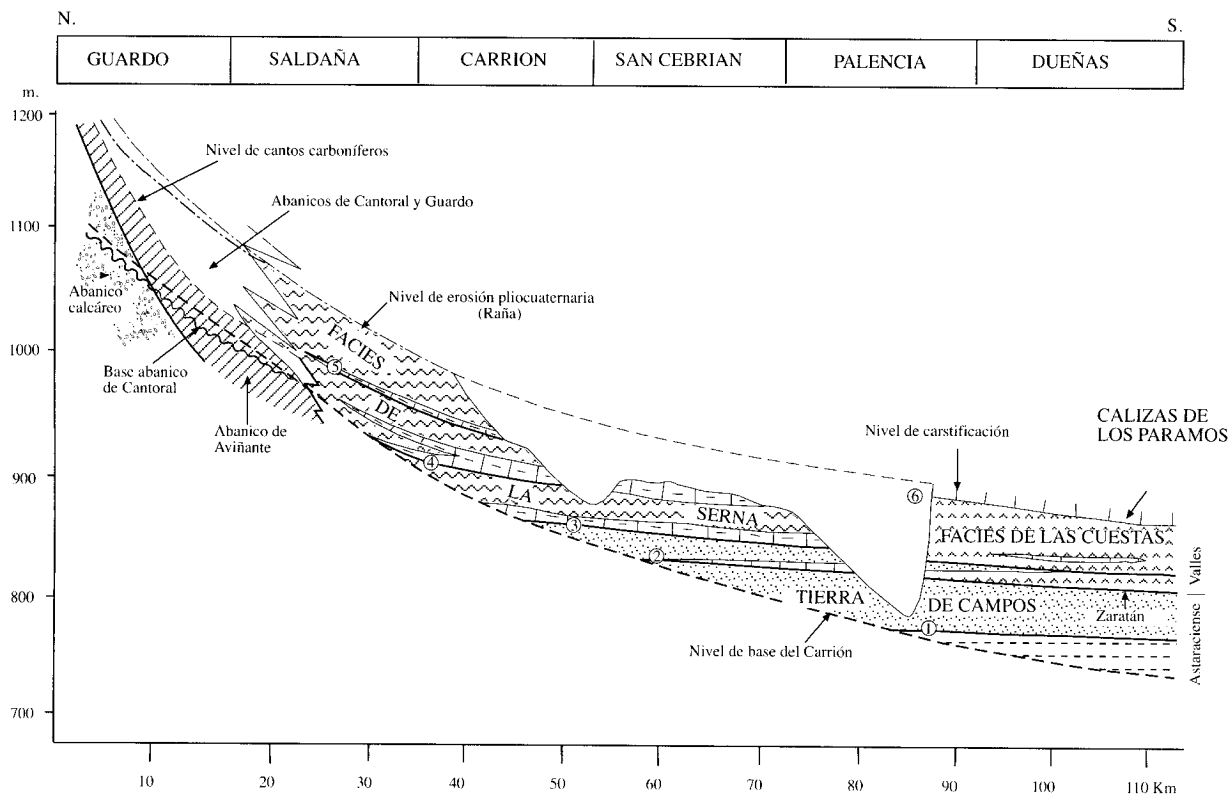


Fig. 2.1.- Estratigrafía del Neógeno del sector septentrional de la Cuenca del Duero en una transversal N-S. Tomada de Portero et. al. (1983).

depresión, y por otro, los asignados tradicionalmente al Cuaternario se asocian al proceso de erosión y vaciado de la Cuenca, teniendo carácter de recubrimiento.

El establecimiento de la estratigrafía del Neógeno para el sector septentrional de la Cuenca del Duero, se inicia con los trabajos de HERNANDEZ PACHECO (1915) y ROYO GOMEZ (1922, 1926, 1929), quedando establecida plenamente con MABESOONE (1959). Con los trabajos del MAGNA llevados a cabo a finales de los años 70, se definen nuevas facies, y se establecen correlaciones entre las distintas Unidades litoestratigráficas y los sistemas deposicionales que las han originado. La correlación de las mismas a nivel de cuenca, en sentido Norte-Sur, se lleva a cabo por PORTERO et. al. (1983), tomando como referencia dichos trabajos (Fig. 2.1).

COLMENERO et.al. (1982 a) y MANJON et. al (1982 b), establecen la serie estratigráfica general del terciario para la región del borde norte de la Cuenca del Duero, resultante de la sedimentación de sucesivos sistemas de abanicos aluviales. Los sistemas de abanicos se separaron utilizando nombres de localidades situadas comunmente en su zona apical. El Terciario de esta región estaría integrado por un conjunto de Unidades y facies descritas en los trabajos anteriormente citados y a las que se hará referencia a lo largo de este capítulo, haciéndose a continuación una breve descripción de las mismas de muro a techo:

#### Complejo de Vegaquemada

Sus afloramientos se disponen en el mismo borde de Cuenca, inmediatamente al Sur de los relieves paleozoicos. Su espesor es muy irregular alcanzándose el máximo (1.350 m) en el sector de Vegaquemada-Las Arrimadas. Corresponde a las antiguas denominaciones de "Gres de les Bodes" de CIRY (1939) o formación Vegaquemada de EVERS (1967).

Presenta dos tramos sedimentológicamente muy distintos, el Inferior, que se desarrolla en continuidad con los últimos tramos cretácicos, representa las "facies Garumnienses", con calizas, areniscas y lutitas alternando.

El Superior, con base siempre discordante, tiene continuidad y potencia mucho mayor; está constituido por una alternancia cíclica de secuencias granodecrecientes de conglomerados polimícticos, areniscas, limolitas arenosas, lutitas y en algún caso, calizas micríticas y margas. CIRY (op. cit.) dató a este complejo de Vegaquemada como Eoceno Superior y EVERS (op. cit.) como Paleógeno, siendo aceptada esta última edad por COLMENERO et. al. (1982 a) y MANJON et. al. (1982 b).

#### Sistemas de Abanicos Poligénicos

Se corresponden con los Abanicos aluviales de mayor potencia y expansión denominados: Candanedo, Modino y Puente Almuhey, con zonas distales coalescentes.

El carácter fundamental que los agrupa es el estar constituidos por clastos poligénicos de procedencia mesozoica y paleozoica.

En los afloramientos más septentrionales presentan cierta deformación tectónica, con capas inclinadas y discordancias progresivas.

El conjunto, consta de coladas conglomeráticas superpuestas (zonas proximales) y cementadas, que se van individualizando gradualmente hacia el Sur en capas (simples o complejas) de bastante continuidad lateral, que alternan con fangos arenosos rojizo-anaranjados y amarillentos. Más al Sur, el predominio corresponde a los fangos, puesto que las capas conglomeráticas disminuyen en espesor e importancia, especialmente hacia los tramos superiores de los Abanicos. En cabecera, el porcentaje de clastos carbonatados y conglomeráticos es relativamente alto, mientras que en los términos más superiores y/o más alejados del ápice, la cantidad de clastos silíceos es muy superior.

Para MABESOONE (op.cit.) y EVERS (op.cit.), representan el Oligoceno, mientras que para COLMENERO et al. (1982a) y MANJON et al. (1982b), buena parte de los mismos pueden ser Neógenos (pre-Mioceno superior).

### Facies Tierra de Campos

Fue definida por HERNANDEZ PACHECO (1915), siendo una de las unidades más características de la Cuenca del Duero. Presenta una gran homogeneidad litológica, caracterizándose en este sector por la presencia de lutitas (fangos) ocre con niveles discontinuos de suelos calcimorfos, y pequeños canales formados por arenas y gravillas de intraclastos. Corresponden a sedimentos de una llanura aluvial surcada por ríos anastomosados y meandriformes efímeros.

Se extienden hacia el sur, hasta la parte central de la Cuenca, y resultaría equivalente a la "Facies de Grijalba-Villadiego" de Aeroservice. Se corresponde también, con parte de la Unidad 1 de MEDIAVILLA (1986).

### Facies de la Serna

Equivale a las "Facies de Relea y Carrión" de MABESOONE (1959). Han sido descritas por ARAGONES (1982), CARRERAS y OLIVÉ (1982 a y b), situándolas cartográficamente por encima de las facies Tierra de Campos (Fig. 2.1). Se extienden por la parte central de la provincia de Palencia.

Corresponden a facies detríticas, integradas fundamentalmente por lutitas (fangos) ocre, entre las que se intercalan cuerpos arenosos y a veces calizas palustres. Son frecuentes en ellas las edafizaciones, intercalándose en ocasiones suelos calcimorfos. Los canales están formados por arenas y gravillas, con direcciones de aporte hacia el sur y sureste.

### Sistemas de Abanicos Silíceos

Cierran el ciclo terciario de esta zona de la Cuenca del Duero, se caracterizan por su disposición discordante sobre todos los sistemas anteriores, estando constituidos por clastos silíceos principalmente areniscosos y cuarcíticos de procedencia paleozoica. Corresponden a los abanicos de Cegoñal, Vidanes, Guardo y Cantoral; MANJON et. al. (1982 a) estudian su génesis y distribución espacial, atribuyéndoles una edad Mioceno superior (Vallesiense).

Estos materiales no aparecen en la Hoja, pues quedan topográficamente colgados en las Hojas situadas más al Norte, debido a la intensa erosión originada en el Cuaternario.

Dadas las dificultades que presenta el diferenciar abanicos o sistemas de estos en sus partes medias y distales, debido sobre todo a la concurrencia de facies y la escasez de afloramientos, se ha optado por definir, para este sector de la Cuenca del Duero, dos unidades litoestratigráficas, susceptibles de ser cartografiadas. Dichas unidades han sido denominadas de muro a techo: Unidad Polimíctica y Unidad Silicea. Estas unidades se diferencian básicamente por la composición litológica de los cantos de los conglomerados y por la presencia o ausencia de caliches respectivamente.

Así los materiales que afloran en esta Hoja, tanto por sus características litológicas y sedimentológicas, como por sus relaciones cartográficas con las unidades separadas en Hojas adyacentes, corresponden en su totalidad a la Unidad Polimíctica.

## 2.2. Terciario. Neogéno

Corresponden a esta edad, el conjunto de materiales detríticos que constituye el relleno sedimentario de la Cuenca. Este se realiza mediante extensos sistemas de abanicos aluviales y fluviales, procedentes de los márgenes de la misma, cuyos cantos evidencian un área madre mesozoica predominantemente carbonatada, coexistiendo con otra paleozoica, de carácter mixto silíceo/carbonatado.

Teniendo en cuenta la edad proporcionada por los yacimientos paleontológicos próximos y su ubicación estratigráfica, se puede atribuir a los materiales de esta Hoja una edad Mioceno medio (Aragoniense-Vallesiense inferior).

Las facies proximales y medias de estos depósitos, corresponden a los Abanicos de Modino y Pte. Almuhey, mientras que los depósitos distales pertenecen a la "Facies de la Serna", y por tanto a la Tierra de Campos s.l. (Fig. 2.1).

### 2.2.1. Arenas y limos con concreciones carbonatadas; conglomerados polimícticos (cantos calcáreos y silíceos). Niveles de calcretas. "Unidad Polimíctica". (Mioceno: Aragoniense-Vallesiense inf.) (1).

Esta Unidad corresponde a los materiales estratigráficamente más bajos existentes en la Hoja, cartográficamente ocupan la totalidad del sustrato terciario, aflorando ampliamente, desde la margen izquierda del Cea hasta el borde oriental de la Hoja. En la esquina NO (interfluvio Cea-Esla), aparece muy recubierta por el sistema de terrazas del Cea, aflorando de forma puntual en los escarpes mayores existentes entre ellas, y en las laderas de los valles de la red secundaria que las inciden.

De este modo las observaciones y cortes de esta Unidad, en general escasos y con poco desarrollo, se pueden realizar en las vertientes más escarpadas de la Hoja, localizándose éstos en la margen izquierda del Cea y en las cárcavas desarrolladas en el valle del Valderaduey, en la parte alta del Sequillo y sobre las vertientes erosivas de las terrazas del Carrión.

En todos los cortes, las capas se presenta subhorizontales, con inclinaciones sinsedimentarias hacia el sur prácticamente inapreciables; los desniveles producidos por la incisión fluvial solo permiten la observación de 20-30 m de serie, correspondientes a la parte alta de esta Unidad. En las

Hojas situadas al norte, en el borde de la Cuenca, al disponerse las capas en abanico, configurando una discordancia progresiva (ALONSO et. al. 1995), las potencias aflorantes estimadas superan los 1.000m de espesor.

En el ámbito de la Hoja, las litologías predominantes corresponden a potentes tramos de limos y arenas de colores ocre y rojizos, entre los que se intercalan capas poco potentes y discontinuas (canalizadas) de conglomerados y niveles de calcretas de tonos claros, organizados en secuencias granodecipientes (fig. 2.2).

Se reconocen dos tipos de facies conglomeráticas, por un lado las más frecuentes y representativas de esta Unidad corresponden a niveles de cantos polimícticos cementados, mientras que los característicos conglomerados de intraclastos carbonatados de la Tierra de Campos son bastante menos abundantes.

En el primer caso, los niveles de conglomerados, en general cementados, presentan potencias que oscilan entre 2 y 5 m con geometrías claramente canalizadas. La composición de los cantos en esta Hoja es de carácter polimíctico aunque, con predominio, casi total, de cuarcitas y areniscas sobre los de calizas paleozoicas, a veces inexistentes. De forma subordinada aparecen también, cantos de cuarzo y liditas. Los cantos, en todos los casos, presentan grados altos de esfericidad y redondeamiento, habiéndose medido centiles de 3-8 cmØ, tratándose por lo tanto desde este punto de vista de gravas con cantos.

La matriz, en distintas proporciones pero de carácter intersticial, es microconglomerática y arenosa, normalmente mal clasificada, apareciendo habitualmente con una intensa cementación de carbonatos.

Estos niveles presentan, estratificaciones horizontales difusas, y más frecuentemente estratificaciones cruzadas en surco de gran talla. Ocasionalmente se intercalan niveles arenosos, sueltos o con cementaciones diferenciales de carbonatos, con estratificación cruzada en surco y superficies de reactivación con "lags" de gravas cuarcíticas. Gradualmente los conglomerados pasan a arenas y limos.

Las paleocorrientes medidas en estos materiales, muestran direcciones comprendidas entre 230 y 260° (procedencia del ENE).

Los conglomerados de intraclastos carbonatados, son cada vez más frecuentes en los afloramientos de la Hoja. Se presentan en niveles lenticulares de escasa potencia, normalmente decimétrica, y cuya extensión lateral es difícil de precisar por lo precario de los afloramientos. Suelen presentar estratificación cruzada en surco, siendo los elementos mayoritariamente clastos calcáreos y limolíticos más o menos rodados (2-4 cmØ), procedentes de la propia cuenca (glaébulas en limos, caliches). En menor proporción pueden aparecer también pequeños clastos de cuarzo y cuarcita y fragmentos de huesos de vertebrados. Presentan matriz arenosa y usualmente cemento calcáreo. Entre estos conglomerados, se intercalan y superponen areniscas de grano fino a muy fino con delgados nivelillos de intraclastos calcáreos, tapizando las superficies de acreción.

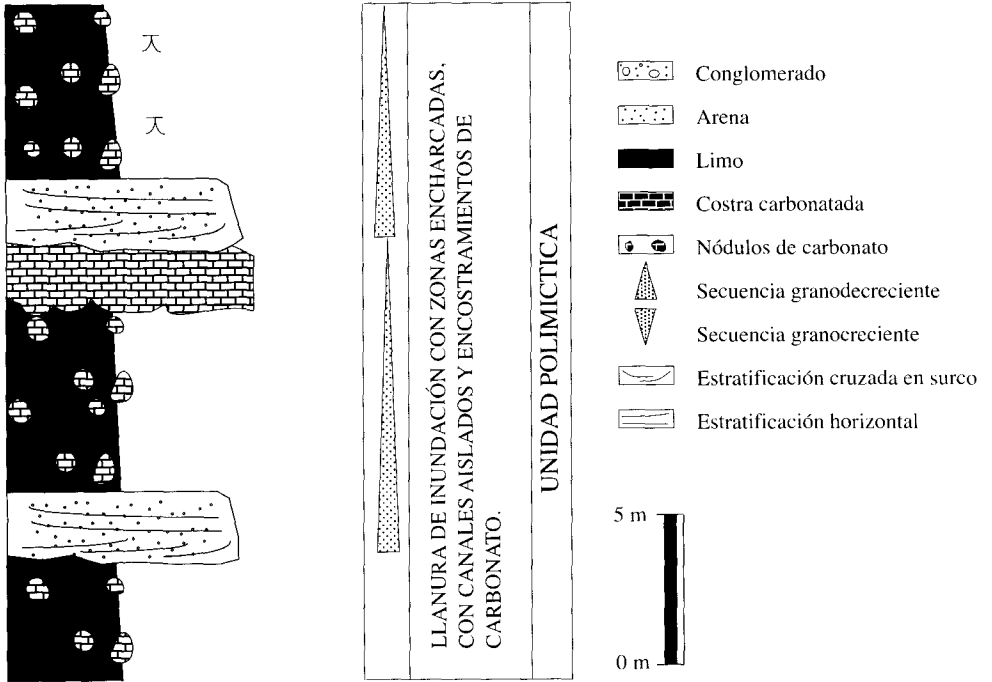


Fig. 2.2.- Columna estratigráfica e interpretación sedimentológica del corte levantado en las proximidades de la localidad de Vega de Ruiponce.

Hay que hacer notar, que los depósitos aluviales cuaternarios (terrazas y fondos de valle), de los Ríos Sequillo y Valdejinete, que nacen dentro de la propia Cuenca del Duero, presentan depósitos con las mismas litologías y aspecto que estos conglomerados terciarios; habiéndose diferenciado casi exclusivamente por la posición morfológica que ocupan.

Las arenas en tramos de 2 a 8 m de espesor, de tamaño grueso a fino y colores ocres (10 YR 6/6) o marrón-rojizos (10 R 4/6-5YR 5/6), suelen ser masivas o con estratificaciones cruzadas en surco de media escala y excepcionalmente cruzada planar. Frecuentemente, presentan en la base gravillas calcáreas que pasan hacia techo a arenas de tamaño medio a fino, con cementaciones selectivas de carbonatos, finalizando con encostramientos carbonatados (caliches) más o menos desarrollados.

Excepcionalmente, al SE de Villacarralón, en el pequeño corte proporcionado por una pista, se ha observado la presencia de superficies erosivas que marcan megaestratificación oblicua de acreción lateral ("épsilon cross-bedding"), con sets inclinados hacia un canal de dirección 210°.

En las muestras de facies conglomeráticas y de arenas estudiadas, se pueden apreciar dos tendencias composicionales, por un lado algunas litofacies se caracterizan por la abundancia de elementos sedimentarios intracuencales (en algunos casos mayoritarios), principalmente litoclastos procedentes de niveles edafizados (caliches), que posteriormente fueron sometidos a erosión; el redondeamiento de estos clastos es moderado a bueno. Otras facies por el contrario, presentan mayor proporción de elementos silíceos extracuencales, procedentes de las sucesiones siliciclásticas de la Cordillera Cantábrica. En estos casos, el elemento mayoritario es el cuarzo, entre las rocas metamórficas ( $\leq 5\%$ ) predominan las cuarcitas y, en menor medida, las pizarras; las micas en proporciones inferiores al 4%, y los feldespatos en proporciones inferiores al 1%.

La matriz lutítica suele ser muy escasa, hasta el punto de permitir su clasificación como arenas (matriz inferior al 15%). Prácticamente toda la porosidad está rellena por un cemento granular esparítico de calcita, cuyos cristales suelen aumentar hacia el centro de la cavidad. Las relaciones texturales entre granos y cemento calcítico indican una formación relativamente temprana de este último, posiblemente en relación con aguas freáticas.

Los limos (fangos) son normalmente arcillosos (50-60% menor de  $3\mu$ ), en general se presentan masivos, identificándose un bandeado métrico de colores ocres (10 YR 6/6-10 YR 5/4) y marrón rojizos (5 YR 5/6-10 R 4/6), muy patentes en las cárcavas, ocasionalmente (al norte de Joarilla de las Matas), aparecen también niveles gris-verdosos (5Y 5/2).

Contienen abundantes precipitaciones carbonatadas con tamaños de 1-5cm de  $\emptyset$ , de distinto origen: septáreas, glaébulas y rizolitos, así como rasgos paleoedáficos como son estructuras prismáticas, "slickensides", cutanes y excepcionalmente nodulizaciones ferruginosas; estas últimas están constituidas por nódulos redondeados de color marrón-negruczo, tamaño entre 5mm y 2cm y estructura difusa en capas concéntricas; se han formado a partir de un sustrato, a veces reconocible, de facies lutíticas finas y de arena.

Las facies siliciclásticas más finas son lutitas arenosas, con elementos de tamaño arena, constituidas mayoritariamente (35-45%) por cuarzo y en menor proporción ( $\leq 5\%$ ) fragmentos de



rocas (cuarcitas y, en menor medida pizarras). La matriz lutítica suele ser muy escasa, hasta el punto de permitir su clasificación como arenitas (matriz inferior al 15%). Prácticamente toda la porosidad está rellena por un cemento granular esparítico de calcita, cuyos cristales suelen aumentar hacia el centro de la cavidad. Las relaciones texturales entre granos y cemento calcítico indican una formación relativamente temprana de este último, posiblemente en relación con aguas freáticas.

A techo de las secuencias se produce un enriquecimiento progresivo en carbonatos, pasando de términos constituidos por nódulos de carbonatos, hasta horizontes continuos y compactos de calcretas (fig. 2.2).

Los niveles de calcretas o caliches son frecuentes en los cortes de esta Unidad, destacando tanto por sus tonos claros (10 YR 8/6-10 YR 6/6) como por sus característicos resaltes y aspecto ruiforme; mientras que su espesor usualmente no supera los 2m. Los niveles de mayor desarrollo, aparecen en el eskarpe del Cea, en los alrededores de Vega de Ruiponce, y en las cárcavas donde se han levantado las columnas 01 y 02.

Los perfiles de los caliches muestran la sucesión vertical típica de los horizontes morfológicos transicionales (ESTEBAN Y KLAPPA, 1983; GOUDIE, 1983), en campo y muestra de mano suelen presentar alveolos rellenos de arcillas y/o de cemento esparítico.

El techo de estos niveles suele ser plano y neto; el tránsito a los niveles inferiores suele ser gradacional pasando a horizontes nodulares, disminuyendo la proporción de carbonato hacia el sustrato inalterado. Es frecuente también una cierta estructuración vertical marcada por rizolitos.

Estas calcretas de indiscutible origen edáfico, y por tanto asimilables a paleosuelos (horizontes petrocálcicos Bca), se superponen indistintamente a las litologías descritas anteriormente, transformando completamente sus características litológicas y borrando las estructuras sedimentarias preexistentes.

En zonas de llanura aluvial con drenaje deficiente, o en canales abandonados intermitentemente anegados (ambientes charcustras-palustres), pueden originarse también depósitos carbonatados cuyo desarrollo tuvo lugar bajo lámina libre de agua; corresponden a facies micríticas "mudstones", en las que se aprecian restos de ostrácodos y de algas (caráceas y filamentosas). En estos depósitos carbonatados "primarios" se aprecian también, numerosos rasgos postsedimentarios edáficos superpuestos.

En lámina delgada, los caliches muestran una carbonatación casi total de las facies a las que reemplazan. Representan encostramientos micrítico-esparíticos con un contenido variable en terrígenos (hasta el 25%, sobre todo de cuarzo y en menor medida de fragmentos de roca), con una intensa corrosión de los granos de cuarzo y sustitución casi completa de la matriz original en algunas muestras. Las texturas son muy variables y se ordenan desde las homogéneas micríticas, a otras muy complejas, formadas por parches micríticos.

Las muestras de limos arcillosos y arcillas estudiadas mediante difracción de R-X, muestran una composición mineralógica global de cuarzo (23-56%), calcita (15-47%) y feldespatos (2%);

teniendo a los filosilicatos (illita), como componente mayoritario en casi todas las muestras de la fracción arcillosa (50-62%). Acompañando a este último mineral, hay también contenidos variables de caolinita y en menor proporción de clorita.

Una muestra de arcilla pardo-verdosa, a dado contenidos muy altos de palygorskita, arcilla de neoformación típica de ambientes alcalinos restringidos.

### Interpretación sedimentológica

Las características sedimentológicas principales de los cortes estudiados en esta Unidad, son las de una llanura aluvial de piedemonte, con extenso desarrollo de llanuras aluviales de fangos (facies de desbordamiento) (fig. 2.2)., en un contexto de transición entre partes distales de abanicos aluviales no confinados y ambientes de "playas" más o menos salinas, hacia el centro de la Cuenca. La presencia de paleosuelos carbonatados, exclusivos de esta Unidad, y su madurez, indican áreas inactivas más o menos extensas del sistema aluvial durante períodos prolongados de tiempo, bajo un clima árido o semiárido con lluvias estacionales (GOUDIE op. cit.).

Las facies conglomeráticas están relacionadas con el relleno de canales y con la migración de gravas de diversos tipos. Los canales de trazado sinuoso, rara vez se superponen unos a otros, por lo que estarían aislados en la llanura aluvial, siendo difícil establecer una relación entre los sedimentos de la llanura de inundación y los de estos canales contiguos. La geometría de este tipo de canales, estrechos y profundos (relación anchura/profundidad muy baja), sugiere una energía de transporte muy elevada y con fuerte poder erosivo, relacionado con sistemas aluviales procedentes de zonas más septentrionales.

Los niveles de conglomerados de intraclastos carbonatados característicos de la Tierra de Campos, corresponderían a canales de pequeña envergadura, con trazado discontinuo y efímero, que desmantelarían parte de los suelos calcimorfos (caliches) preexistentes. Representan cursos fluviales originados dentro de la propia Cuenca, por concentración de escorrentía superficial después de grandes tormentas, que fluirían sobre amplias superficies de llanuras aluviales inactivas.

Las facies arenosas asociadas las facies conglomeráticas, representan el relleno de canales con la construcción de dunas y megaripples. Otro tipo de facies arenosas están ligadas a desbordamientos sobre una llanura de inundación sometida a procesos edáficos. Por último, la aparición de "point-bar" arenosos indicaría la existencia de una llanura aluvial con canales de sinuosidad elevada y carga suspendida.

Las facies fangosas representan fundamentalmente la sedimentación propia de una llanura de inundación en la que los flujos acuosos estarían pocos confinados. Sobre estos materiales, se desarrollarían importantes procesos edáficos con transformaciones y removilizaciones del material original. El tipo de flujo y la edafogénesis superpuesta, serían los responsables de la desaparición de las estructuras sedimentarias primarias en estas facies.

Las facies carbonatadas corresponden fundamentalmente a niveles de claro origen pedogenético (calcretas o caliches), consecuencia de una edafización carbonatada intensa, desarrollada sobre

sedimentos localizados mayoritariamente en la llanura aluvial. También pueden aparecer ocasionalmente calizas primarias, depositadas en ambientes efímeros de tipo charcastre-palustre.

### Edad

Dentro de la Hoja no se han encontrado restos paleontológicos clasificables que permitan una datación precisa de esta Unidad, tan solo pequeños fragmentos de huesos dentro de los canales conglomeráticos

HERNANDEZ SAMPELAYO et. al. (1929) en la memoria explicativa de la hoja contigua de Sahagún-196, citan y describen fragmentos de huesos (fémur) y molares inferiores y superiores de Mastodón *Angustidens*, encontrados en la localidad de Sahagún, los cuales le permiten clasificar estos materiales como pertenecientes al Tortoniense (Mioceno superior)

Sin embargo se puede acotar algo más la edad de esta Unidad con los yacimientos, ya clásicos, descritos por PORTERO et. al. 1982 en zonas próximas (hacia el E y SE), si consideramos su ubicación con respecto a las Unidades aquí diferenciadas (NOZAL en. prep.). Los yacimientos de Relea (Saldaña-164) y de Itero Seco (Carrión de los Condes-197), localizados en la Unidad polimíctica, a unos 70-80m por debajo del contacto con la Unidad Silíceo, proporcionan una edad Vallesiense inferior (MN 9). Los yacimientos de Saldaña (Hoja-164), aunque con problemas de localización, se sitúan también en la Unidad polimíctica, a unos 120-80m por debajo del contacto con la Unidad Silíceo, indicando una edad Astaraciense superior (MN 8). Otros hallazgos situados al O de la Hoja, corresponden a restos de mastodontes: Mellanzos (Gradefes-162) y Villaobispo de las Regueras (León-161), situados a 100-80m de su techo, indican una edad Astaraciense (MN 7 y 8).

En consecuencia, a la parte superior de la Unidad Polimíctica, que es la que aflora en Villada y en las Hojas referenciadas, se le puede asignar una edad Astaraciense (Aragoniense sup.)-Vallesiense inferior (Zonas MN7a9).

### Correlación

La Unidad Polimíctica es perfectamente correlacionable con las descritas en áreas adyacentes; así, esta Unidad se correlaciona cartográficamente de forma directa con las partes distales de los sistemas de abanicos aluviales de clastos poligénicos (MANJON et. al., 1982 b) y COLMENERO et. al., 1982 a). Del mismo modo, esta Unidad también equivale a las partes distales de los abanicos de conglomerados polimícticos sintectónicos (ALONSO et. al., 1995).

Hacia el Sur la correlación es también directa con la Facies Tierra de Campos, y hacia el Este, con la Facies de la Serna.

Esta Unidad es también en parte equivalente a las denominadas "Series Ocre" de MARTIN-SERRANO (1989), definidas más al O en el borde Zamorano-Leonés de la Cuenca del Duero y a la Unidad 1 de MEDIAVILLA y DABRIO (1986).

## 2.3. CUATERNARIO

De forma convencional se considera, que en el paso del Plioceno al Pleistoceno, tiene lugar el proceso de cambio del régimen endorreico a exorreico de las Mesetas. Por ello y de forma general, todas las terrazas altas de los ríos de la Península Ibérica pueden asignarse al Pleistoceno (AGUIRRE 1989).

Sin embargo, y de acuerdo con MARTIN-SERRANO (1988 a y 1991), -no es posible pensar en un paisaje finineógeno sincrónico, puesto que la progresión de la red fluvial no puede alcanzar todos los lugares al mismo tiempo-. La aplicación de esta hipótesis, explica el diferente grado de disecación de las distintas cuencas terciarias que habrían sido capturadas en distintas épocas, determinado así el inicio del "Cuaternario", y por tanto, dejaría de ser un límite cronológico preciso, pasando a ser arbitrario y propio de cada cuenca, e incluso para cada sector de la misma, pues el exorreísmo sería progresivo.

A pesar de esta problemática, y puesto que no existen dataciones, consideramos convencionalmente como Cuaternario, todo sedimento que se relaciona directa o indirectamente con la red fluvial actual.

En la Hoja de Villada, por su extensión y significado morfogenético, los depósitos cuaternario de origen estrictamente fluvial son los más importantes. La mayor representación corresponde a las terrazas de los Ríos Cea, Valderaduey, Sequillo y Carrión, que dejan sucesivos niveles encajados en las vertientes orientales de los interfluvios.

Otros depósitos con importante representación son las llanuras aluviales y los fondos de valle, y de forma más discreta los abanicos y conos aluviales. Otros depósitos recientes corresponden a glaciares, que aparecen en relación con la evolución de las vertientes.

### **2.3.1. Gravas silíceas; arenas y limos. Terrazas (2, 3 y 4). Pleistoceno-Holoceno.**

Aparecen representados cuatro sistemas distintos de terrazas dispuestos subparalelo a los cauces, y que de O a E pertenecen a los Ríos Cea, Valderaduey, Sequillo y Carrión; habiéndose agrupado en terrazas altas, medias y bajas.

Las terrazas topográficamente más altas, aparecen en el ángulo NE de la Hoja y pertenecen al río Carrión, que discurre más al este por la adyacente Hoja de San Cebrián de Campos. Este río presenta un valle marcadamente asimétrico, con todas las terrazas en la margen derecha, diferenciándose hasta 17 niveles (OLIVE et. al. 1982). El afloramiento representado, corresponde a un alto y estrecho replano aislado y colgado entre los ríos Valdejinata y La Cueva.

El Cea desarrolla toda una serie de amplias terrazas suavemente escalonadas en la margen derecha, correspondientes a sus terrazas medias y bajas.

Los Ríos Valderaduey, Sequillo y Valdejinata, son cursos menos importantes y más recientes que los que provienen de la Cordillera Cantábrica, puesto que nacen en la propia Cuenca; y pese a de su escaso caudal, constituyen un elemento de drenaje significativo en este sector de la Tierra

de Campos. Presentan un discreto sistema de terrazas escalonadas, casi en su totalidad bajas, dispuestas también en su margen occidental.

Las cargas transportadas por los dos sistemas fluviales principales (Carrión y Cea), son generalmente gruesas, con alto porcentaje (60-70%) de cantos y gravas con características litológicas bastante comunes: alto contenido en cantos de cuarcitas y en menor proporción, de areniscas y cuarzo como elementos mayoritarios. Los tamaños de canto que oscilan entre 4 y 25cm de diámetro, correspondiendo los mayores centiles a las terrazas del Carrión; la matriz es arenosa amarillenta y mayoritariamente silíceo.

Las terrazas del Valderaduey presentan un espectro litológico similar a las del Cea, aunque con un contenido aguas abajo, cada vez mayor de intraclastos calcáreos, apreciándose también cementaciones carbonatadas, a veces de forma pelicular (coats) envolviendo los cantos.

Las terrazas de los Ríos Sequillo y Valdejinete están, por el contrario, constituídas mayoritariamente por arenas y gravas de intraclastos calcáreos y esporádicas cuarcitas.

Sobre las terrazas más altas han tenido lugar procesos de alteración que predominantemente han consistido en rubefacción, acompañada de illuviación de arcillas, rasgos de hidromorfismo y cantos decolorados. Sobre estas se desarrollan suelos rojos del orden de los Altisoles, con diferente grado de madurez en función de la antigüedad de la terraza.

A pesar de la gran extensión superficial que pueden alcanzar estos depósitos, su espesor es sin embargo discreto, estando comprendido normalmente entre 1,5 y 2m.

En el conjunto de los cortes se pueden reconocer estructuras sedimentarias internas tales como estratificación cruzada de gran escala, cicatrices de relleno de canal, estratificación cruzada planar, barras, imbricaciones, etc... que indicarían una configuración de canales tipo "braided".

En el mapa geológico se han agrupado las terrazas, de manera simplificada, en altas, medias y bajas. Esta división no implica una cronología bien definida, por ausencia de dataciones, aunque sí expresa una cierta relación temporal (AGUIRRE 1989, MOLINA y PEREZ GONZALEZ, 1989); atribuyéndose (según el esquema general de la Cuenca del Duero) los depósitos más altos, al Pleistoceno inferior, y los más bajos, al Pleistoceno superior y Holoceno.

El río Carrión tiene representada en esta Hoja, solo una de sus terrazas altas, situada a +75-70m sobre el lecho actual.

En el Cea, se han diferenciado 9 niveles, algunos complejos. Corresponden a terrazas medias que aparecen entre +55-40m y bajas entre +35-5m. El Valderaduey menos importante y más joven que los anteriores, presenta un conjunto de pequeños replanos alargados desconectados entre sí, uno de ellos al norte de Santevas de Campos, asimilado a una terraza media a +45m, y el resto a las bajas, en general algo más continuas, entre +35-5m.

Los Ríos Sequillo y Valdejinete, presentan sus terrazas también como un conjunto de pequeños replanos, desconectados entre sí, y subparalelos al cauce habiéndose diferenciado en el primero dos niveles en relevo, situados a +15 y +12m sobre el fondo del valle.

### **2.3.2. Cantos, arenas y limos. Glacis (5). Pleistoceno-Holoceno.**

El glacis diferenciado se emplaza en zonas de vertiente, constituyendo formas de enlace entre las terrazas del Valderaduey o entre laderas y terrazas.

Con una potencia variable, que en general no supera el metro, presentan una litología similar a la de las terrazas pero con matriz limosa más abundante. Sobre ellos, se desarrollan suelos cuyas características dependen del grado de evolución de los mismos, variando de pardos rojizos a rojos fersialíticos.

Se les asigna una edad amplia Pleistoceno-Holoceno, aunque sería posible establecer una cronología relativa más precisa, considerando las terrazas con las que se relaciona.

### **2.3.3. Limos y gravas. Llanura de inundación (6). Holoceno.**

Corresponden a este apartado, depósitos fluviales recientes relacionados directamente con la red actual. Los más significativos son los que constituyen la vega del Cea, con anchuras de hasta 2 Km, y los del Valderaduey, de menor amplitud, oscilando entre 0,5 y 1Km de anchura.

Los depósitos presentan una litología similar a los niveles de terraza, aunque texturalmente suelen presentar un mayor contenido de finos. A techo aparecen los limos y arcillas de inundación (0,5-1m en San Pedro de Dueñas), sobre los que se desarrollan los característicos y fértiles suelos pardos de vega (Entisoles).

### **2.3.4. Arenas y gravas silíceas o calcáreas. Lecho actual, fondos de valle. (8). Holoceno.**

Son depósitos fluviales actuales y subactuales, habiéndose diferenciado de los de llanura de inundación únicamente por su funcionalidad; y en algunos casos, por cierto orden jerárquico. Así se consideran fondos de valle, todos aquellos depósitos asociados a pequeños valles de fondo plano y cursos de funcionamiento prácticamente estacional (Ríos Sequillo, Templarios y Valdejinete), formados por materiales de carácter fluvial, o por la combinación de éstos con los aportes procedentes de las laderas (aluvial-coluvial).

Como lecho actual, se consideran los depósitos pura y estrictamente fluviales asociados a los cursos permanentes, en este caso los asociados al Cea, en el que son frecuentes los meandros, y cauces abandonados con depósitos formados por barras de grava y arenas.

El lecho actual, se encuentra ligeramente encajado (0,5-2m) sobre la llanura de inundación, siendo totalmente funcional este sector del cauce durante la estación más lluviosa, quedando notablemente restringido (canal de estiaje), en las épocas de menor escorrentía.

### **2.3.5. Cantos, limos y arenas. Abanicos y conos aluviales. (8). Pleistoceno-Holoceno**

Responden estos depósitos a una misma génesis, diferenciándose tan solo en la morfología que presentan; los conos de deyección son de dimensiones más pequeñas y generalmente con mayor

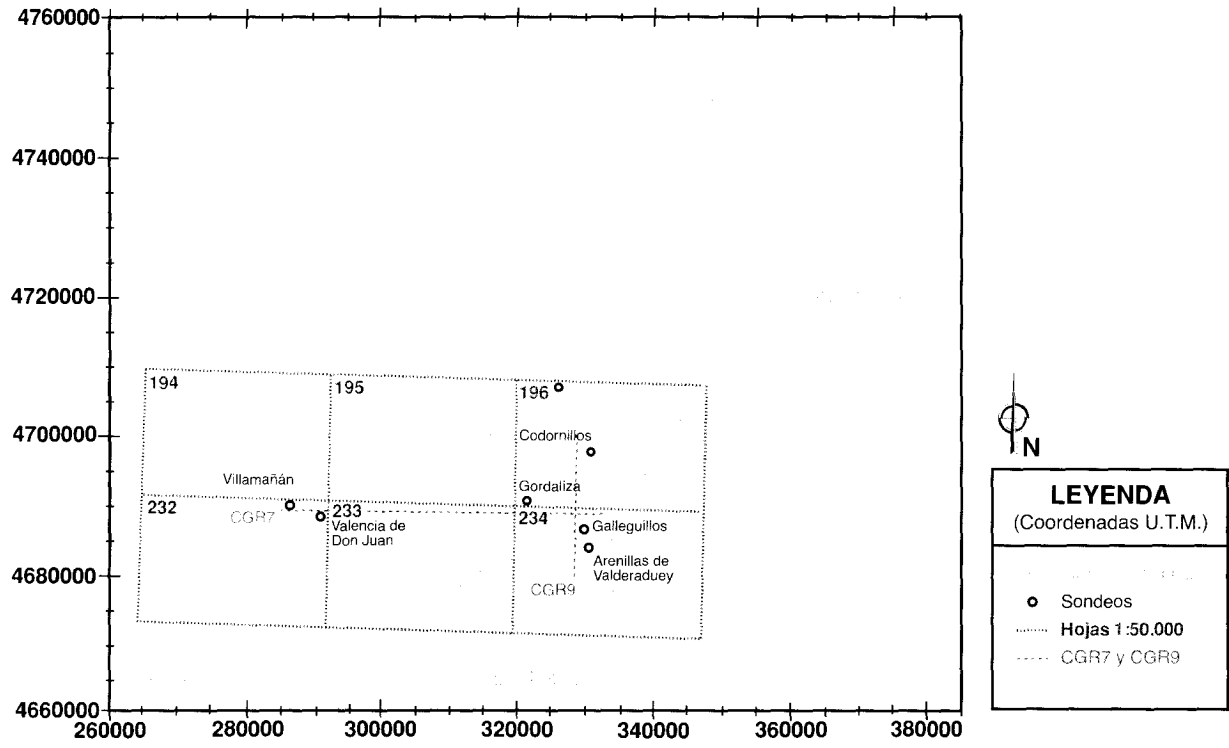


Fig. 2.3.- Situación de las correlaciones de diagráfias de R-8 CGR7 Y CGR9

pendiente, aparecen localizados preferentemente en la salida de pequeños barrancos que desembocan en un valle de fondo plano, en este caso la llanura aluvial del Cea. Algunos ejemplos aparecen al pie del escarpe erosivo de la margen izquierda del Cea entre Melgar de Abajo y Melgar de Arriba.

Los abanicos aluviales, más amplios y aplanados que los conos, se desarrollan sobre las llanuras de inundación y las terrazas bajas, sobre las que progradan, siendo los más significativos los que aparecen sobre las terrazas y en la vega del Valderaduey.

El espesor de estos depósitos es variable, por lo general de orden métrico, y la composición litológica muy heterogénea, con gran porcentaje de finos y cantos de naturaleza muy diversa, incluyendo cantos calcáreos correspondientes a suelos calcimorfos.

Se les asigna una edad holocena, aunque el que está sobre la terraza del Cea, pudiera ser algo más antiguo (Pleistoceno superior).

#### 2.4. ESTUDIO DE DIAGRAFIAS

A partir de las diagrfías (logs) de sondeos (Fig. 2.3), realizados principalmente para la captación de aguas subterráneas, REDONDO et. al. (1995) han podido deducir algunas de las características de las formaciones, como son el tamaño de grano de las formaciones y su geometría; habiéndose tratado también, de determinar facies y la posible correlación de los niveles acuíferos.

Los datos y las correlaciones se han elaborado con un software especializado (QuikLog) en el procesado y análisis de diagrfías, y en la modelización en dos dimensiones a partir de una correlación, entre un número variable de diagrfías.

Se han utilizado principalmente diagrfías de R-g y diagrfías sónicas o de velocidad.

El perfil de R-g mide la radioactividad natural de las rocas, y en las formaciones sedimentarias refleja el contenido de arcilla en las mismas, puesto que los elementos radioactivos tienden a concentrarse en arcillas y lutitas.

Las arcillas dan por tanto, valores altos de radioactividad, mientras que las arenas y gravas, en general, dan valores moderados.

Las morfologías de los "logs" de R-g sirven también para la identificación de facies, habiéndose reconocido las tres formas típicas: Forma de campana en la cual, los valores de R-g aumentan progresivamente hacia arriba, se corresponde con secuencias granodecrecientes (canales arenosos). Forma de embudo, con valores de radiación que disminuyen hacia arriba, característica de secuencias granocrecientes. Forma cilíndrica o de barril, con valores de R-g más o menos constantes en un tramo, correspondiéndose con secuencias de tamaño de grano homogéneo.

Los análisis de facies efectuados (información complementaria) han permitido identificar:



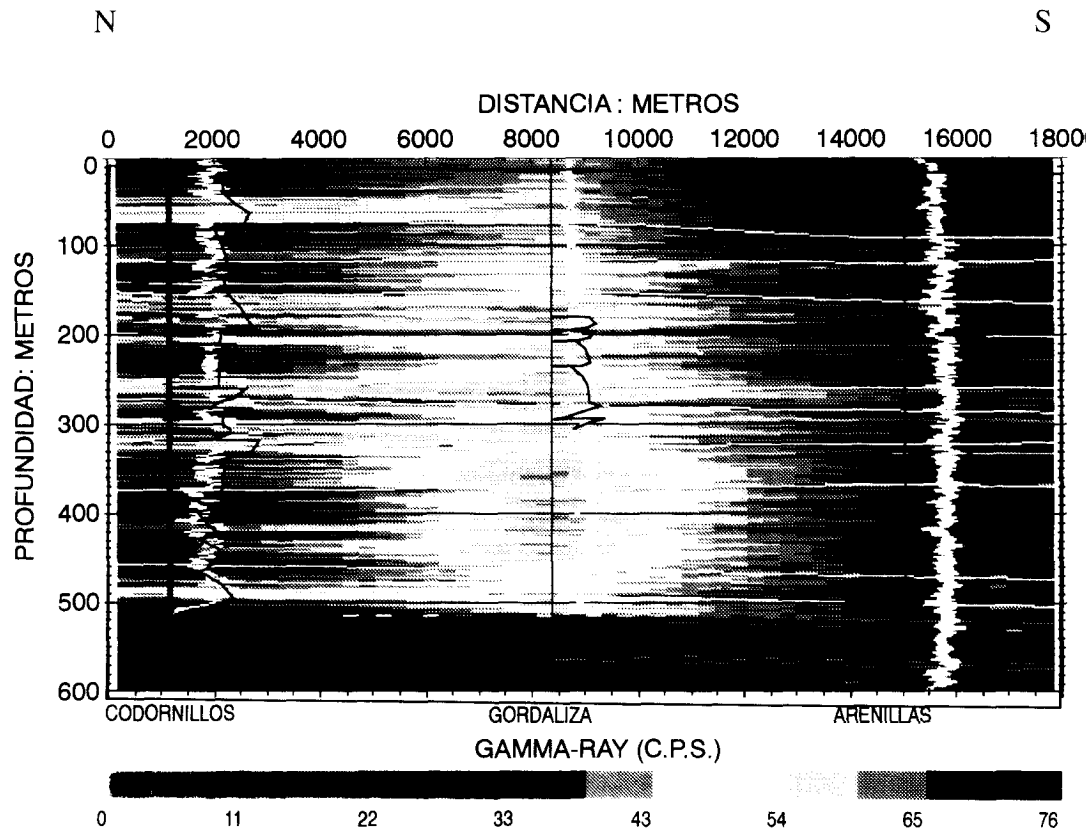


Fig. 2.4.- Correlación de diagráfias de R-8, corte CGR9

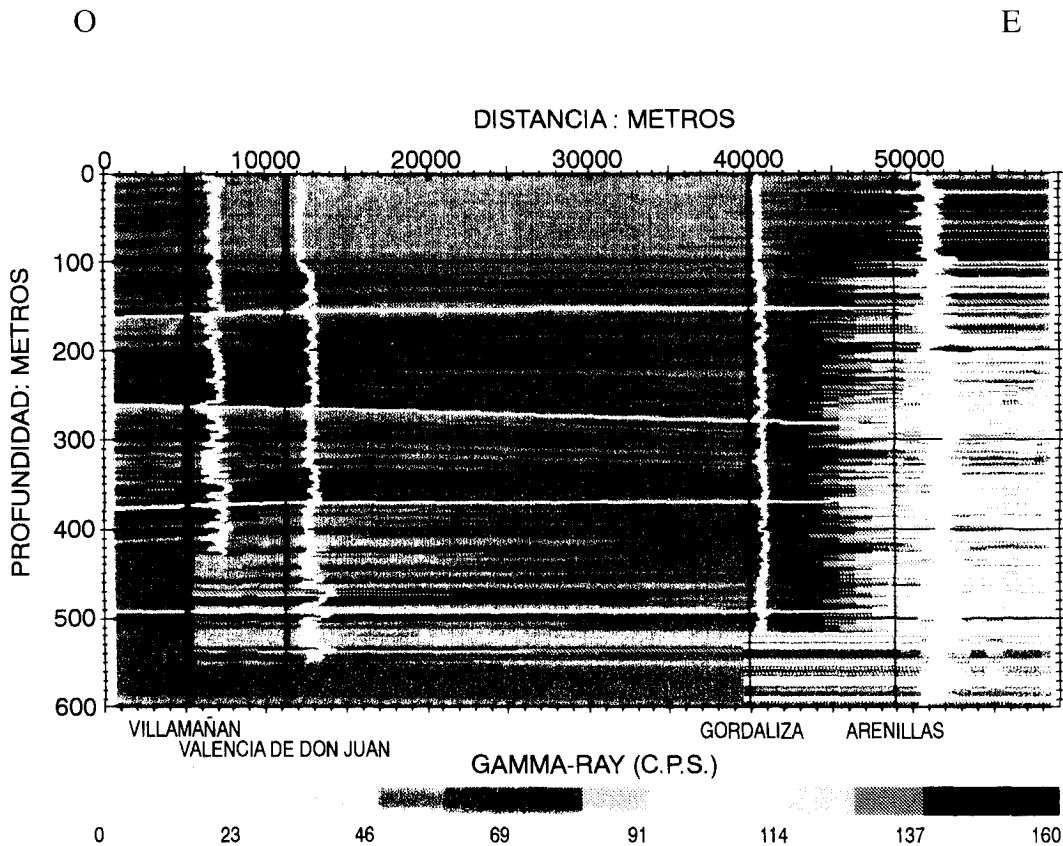


Fig. 2.5.- Correlación de diagráfias de R-8, corte CGR7

Facies canaliformes , formadas por sedimentos de tamaño de grano de medio a fino, con morfología lenticular y dimensiones de anchura kilométrica (5 a 10 Km) y decenas de metros de espesor, formadas por secuencias positivas muy marcadas.

Lóbulos deposicionales próximalos , formados por sedimentos de tamaño de grano medio a grueso, generalmente arenas y gravas; su espesor es decamétrico acercándose en ocasiones al centenar de metros. Están formados por secuencias positivas que oscilan entre 15 y 40m de potencia.

Depósitos de desbordamiento, arenas y limos interlaminados; en general suelen presentar secuencias negativas, aunque también aparecen secuencias granodecrecientes intercaladas. Se caracterizan por repeticiones de curvas en forma de embudo dentadas generalmente, separadas por otras con forma de campana.

La diagrafía sónica o de velocidad, mide el "tiempo de tránsito"  $\Delta t$  de la formación, que es el tiempo requerido por una onda compresional de sonido para recorrer un pie de formación, este valor es el inverso de la velocidad de propagación de la onda compresional. Los valores dependen de la litología, de la porosidad y del grado de compactación de los materiales. El aumento de porosidad en las formaciones disminuye la velocidad del sonido a través de ellas, y por tanto aumenta el valor de  $\Delta t$ .

La distinta procedencia de los "logs" y la falta de calibración de los equipos de testificación, hace que los valores de los picos a correlacionar, se tomen como valores relativos, realizándose por tanto la correlación en base a la morfología de las gráficas (Figs. 2.4 y 2.5). En resumen, de las correlaciones efectuadas se han podido extraer las siguientes conclusiones:

En aquellos sondeos testificados por el mismo equipo, es posible vislumbrar algunos rasgos sedimentarios como son, secuencias deposicionales (Fig. 2.4) y morfologías de lóbulos o canales en diversas áreas de la zona estudiada.

A grandes rasgos, los modelos obtenidos se adecuan a la geología de la zona, buzando las capas hacia el sur en los cortes N-S, manifestándose también, el carácter imbricado propio de las facies de abanicos aluviales.

Se determina una mayor efectividad de los registros sónicos para la correlación de niveles de gravas y arenas (acuíferos). Para la identificación y correlación de secuencias, se han obtenido resultados más aceptables con diagrafías de Rayos Gamma.

En la parte septentrional, dominan las secuencias granodecrecientes, mientras que hacia el sur, comienzan a aparecer secuencias granocrecientes más típicas de zonas distales de abanicos aluviales.

### **3. TECTÓNICA**

#### **3.1. TECTÓNICA ALPINA.**

La Hoja de Villada se sitúa relativamente alejada del borde meridional de la Cordillera Cantábrica (Fig. 1.1). De forma general, los procesos tectónicos enmarcados dentro del Ciclo Alpino, provocaron la

creación como relieve de la Cordillera Cantábrica, y por tanto, el levantamiento del frente meridional de la misma, quedando de esta forma configurada la adyacente Cuenca del Duero como una cuenca de antepaís continental, que va a ser rellenada por materiales detríticos procedentes de la erosión de los relieves creados más al norte. Hacia el sur, y suficientemente alejados de la influencia de los bordes activos más próximos (N y E), la Cuenca del Duero, sobre todo en sus partes centrales adquiere un marcado carácter atectónico en sentido amplio.

Las características tectónicas referidas a esta Hoja, son por tanto muy limitadas, por no decir inexistentes, puesto que los materiales que en ella afloran se caracterizan por su disposición horizontal o subhorizontal, con una ligera pendiente deposicional, del orden del 10/00 hacia el Sur. Sin embargo si consideramos un amplio sector dentro del cual se enmarca esta Hoja, se pueden citar algunos datos aportados por GRACIA et. al. (1991):

Próximas a la localidad de Paredes de Nava (Palencia 273), se localiza una familia de fallas de dirección aprox. E-O, con buzamiento  $60^\circ$  sur y estrías subverticales; las fallas presentan pequeños saltos (1-2m), afectando a niveles de la Tierra de Campos.

Por otra parte en base a un conjunto de anomalías geomorfológicas que presenta la red fluvial, se postula la existencia de una banda de deformación (en la que estaría incluida la Hoja de Villada) con dirección ENE-OSO, y una anchura de unos 50Km, que cruza toda la Cuenca del Duero, desde el sur de Villafáfila (OSO) hasta el norte de Palencia (ENE). En esta banda, sobre las márgenes occidentales de los cursos fluviales de la red secundaria, sus tributarios presentan un trazado N60E, como si quisieran fluir aguas arriba. Esta peculiar distribución de la red, con cauces rectilíneos a "contrapendiente" en las márgenes occidentales y "normal" en las márgenes orientales, y ambas con la misma dirección aproximada (N60E), se interpreta que debe corresponder a una densa familia de fracturas escalonadas ("shear planes") de escaso salto, desarrolladas sobre el relleno de la cuenca. Considerándose a estas como fallas R (Riedel), generadas por el movimiento incipiente de desgarre sinetral, de un supuesto y profundo accidente de zócalo de trazado ENE-OSO.

Por último, la distribución de las isosistas del terremoto de Zamora del 2/10/61 (PAYO, 1962), reflejan claramente la existencia de anomalías, tanto en el zócalo de la cuenca como en el propio Macizo Hepérico, ya que dichas isosistas se extienden en dirección, tanto a lo largo de accidentes bien conocidos, como de la banda anteriormente descrita. Así, en el interior de la Cuenca del Duero, las áreas que corresponden a las intensidades II y III se elongan siguiendo los accidentes del Valderaduey NE-SO y el de Villalpando ENE-OSO, mostrando una menor atenuación de la intensidad con la distancia a lo largo de estos, habiendo actuado en algunos casos como focos secundarios o réplicas de la sacudida principal.

Otros autores han querido ver en la rectilinearidad de ciertos cursos fluviales y en otros rasgos geomorfológicos, un significado estructural mas o menos dudoso, de tal forma que OLIVE y CARRERAS (1982 a) y PORTERO y DEL OLMO (1982) consideran lineaciones estructurales la N30 (Ríos Valderaduey y Pisuerga), la N120-130 (Río Cueva), y los sistemas conjugados NNO-SSE y N70-80.

MEDIAVILLA y DABRIO (1988) y MEDIAVILLA et. al. (1991), trabajan en el sector central de la Cuenca del Duero, y concluyen que uno de los factores fundamentales que ha controlado a la sedimentación ha sido la tectónica sinsedimentaria, realizada a favor de fracturas de zócalo que cruzan la depresión.

Los desniveles producidos por estas fracturas (pequeños en valor absoluto), dieron lugar a subsidencias diferenciales que controlaron la distribución de los sedimentos (facies), al condicionar la orientación y el desnivel de las paleopendientes. De tal modo que en las Unidades 2 y 3 (Cuestas y Páramo I), los cambios se producen sobre todo asociados a fallas NE-SO y también NO-SE; mientras que en la Unidad 4 (Páramo II), se asocian a direcciones N-S.

### 3.2. TECTÓNICA-SEDIMENTACIÓN ALPINA EN EL SECTOR SEPTENTRIONAL DE LA C. DEL DUERO.

Con posterioridad a la orogénesis Hercínica, en el Macizo Hespérico, a partir del Periodo Pérmico, y durante un importante lapso de tiempo que abarca hasta el Cretácico superior, se desarrolla un importante etapa extensional producida por la apertura del Golfo de Vizcaya, que conlleva la separación del Macizo Ibero-Armoricano y la creación, entre las dos placas continentales de una corteza oceánica.

En los bordes de dichas placas se instalan ambientes de plataforma somera en los que se depositan potentes series mesozoicas, que en el NE peninsular constituirán la Cuenca Vasco-Cantábrica y la delgada cobertera de materiales cretácicos que recubrían gran parte de la actual Cordillera, quedando conservados de la posterior erosión, en la depresión intermedia de Oviedo-Cangas de Onís y en la estrecha banda que orla el borde septentrional de la Cuenca del Duero.

La sedimentación mesozoica aparece controlada, tanto en facies como en potencias, por la presencia de numerosas fallas normales ligadas al proceso extensional. Dichas fallas se encuentran en muchas ocasiones sobrepuestas a estructuras hercínicas anteriores de direcciones aproximadas E-O y NO-SE.

Con posterioridad al periodo extensional, las Fases Larámicas finicretácicas, transforman el carácter abierto de las cuencas sedimentarias del Cretácico superior, pasando a desarrollarse una sedimentación de carácter restringido y con facies salinas (garumenses). A continuación, tiene lugar el inicio de las etapas compresivas, conocidas como Ciclo Alpino, consecuencia de la convergencia (Eoceno sup.) de las Placas Europea e Ibérica, con subducción incipiente hacia el sur de la litosfera oceánica bajo Iberia (BOILLOT y MALOD; 1988). Estructurándose "grosso modo" como un conjunto de bloques E-O que compartimentan tanto el continente como el margen continental.

La intensidad y continuidad de los procesos erosivos sobre el relieve creado, da lugar a potentes formaciones sinorogénicas que rellenan la Cuenca del Duero (Foreland basin) y la Fosa Marginal Nord-Ibérica. El periodo orogénico tiene su máxima expresión para esta zona en tiempos oligo-miocenos.

La relación estructural entre el basamento hercínico de la Zona Cantábrica y su cobertera mesozoica, muestra que ambos se deformaron solidariamente (sin despegar) durante la deformación alpina (ALONSO y PULGAR 1993).

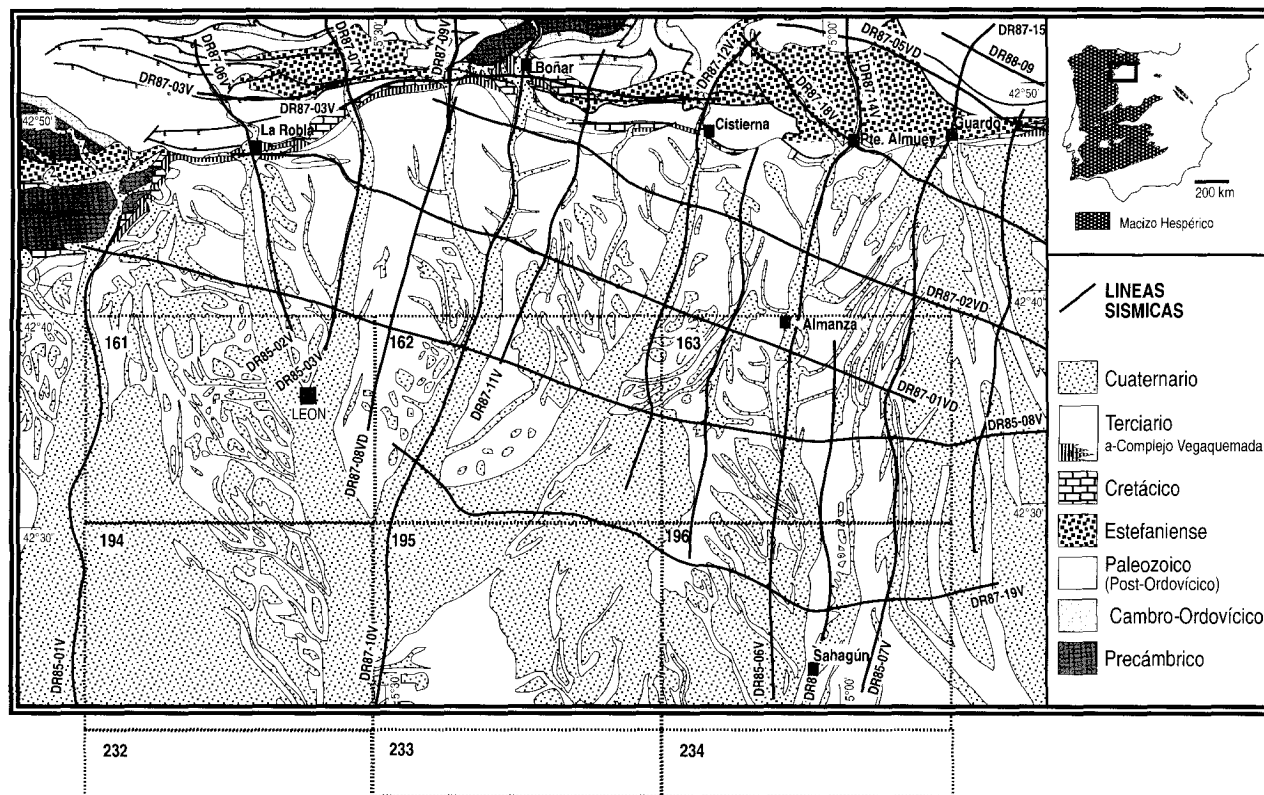


Fig. 3.1.- Situación de los perfiles sísmicos con referencia a las Hojas estudiadas y a los bordes Septentrional (C. Cantábrica) y Occidental (Montes de León) del N O de la Cuenca del Duero.

La estructura general de la Cordillera (PULGAR y ALONSO 1993), consiste en una gran flexión monoclinial regional, que puede explicarse con un modelo de pliegue de flexión de falla modificado, originado por el despegue del basamento (a unos 15 Km. aprox. de prof.) y su desplazamiento a lo largo de una larga rampa que alcanza la superficie en el sector central del frente sur de la Cordillera. Este cabalgamiento, dió lugar en la mayor parte del frente (ALONSO et. al 1994), a un pliegue frontal (pliegue de propagación de falla), que ocasionó la inversión de la cobertera mesozoica por delante de la parte superior de la rampa.

En este borde de la Cuenca, sobre los materiales cretácicos comienza la sedimentación terciaria de forma brusca, existiendo una discordancia neta (atribuible a la f. Larámica) entre los tramos inferiores del complejo Vegaquemada y los subyacentes del cretácico. Estos tramos inferiores representan el inicio de la configuración de la Cuenca del Duero, ya que desde entonces, este borde ha sido activo, instalándose un primer conjunto de abanicos aluviales.

Sobre la parte alta del complejo Vegaquemada, y sin que se aprecie discordancia, si no más bien progradación hacia el Sur de facies gruesas, se instalan potentes sistemas de abanicos polimícticos con discordancias progresivas, que indican sedimentación y deformación a la vez. En la sucesión terciaria, las capas adoptan una posición monoclinial muy vericalizada y frecuentemente invertida en la parte basal más proxima al frente montañoso, con geometría isopaca en los primeros 1000m de serie; disminuyendo el buzamiento progresivamente hacia las capas más modernas, que se estructuran en discordancia sintectónica.

Sobre estos materiales y en clara discordancia angular, se sitúan los depósitos correspondientes a los abanicos silíceos esencialmente postectónicos con un dispositivo en "onlap" sobre los sedimentos anteriores (que han sido en parte erosionados, faltando los depósitos polimícticos más proximales) e incluso sobre los materiales mesozoicos y paleozoicos.

Los últimos episodios de los abanicos silíceos, constituyen el techo de piedemonte neógeno, y por tanto, la última etapa de relleno sedimentario, previa al encajamiento de la red fluvial (cuaternaria ?) en este sector de la Cuenca.

### 3.3. GEOLOGÍA DEL SUBSUELO

La oportunidad de disponer durante la realización de este estudio, de los perfiles de reflexión facilitados por REPSOL Exploración, correspondientes a las campañas de exploración llevadas a cabo entre los años 1985-1988 (Fig. 3.1), ha permitido a REDONDO LOPEZ et. al. (1995) la reinterpretación y elaboración de dichos perfiles. El resultado final, permite la visualización, tanto de la estructura, como de la morfología profunda de una parte importante de la zona Noroeste de la Cuenca del Duero (información complementaria), aunque ninguno de los perfiles realizados llega a alcanzar ésta Hoja.

Para la reinterpretación de los perfiles, se ha trabajado sobre secciones sísmicas "no migradas", dibujándose los reflectores en dichas secciones, para posteriormente obtener un mapa de isocronas y por último, aplicando una conversión tiempo-profundidad, se obtienen los mapas de isobatas.

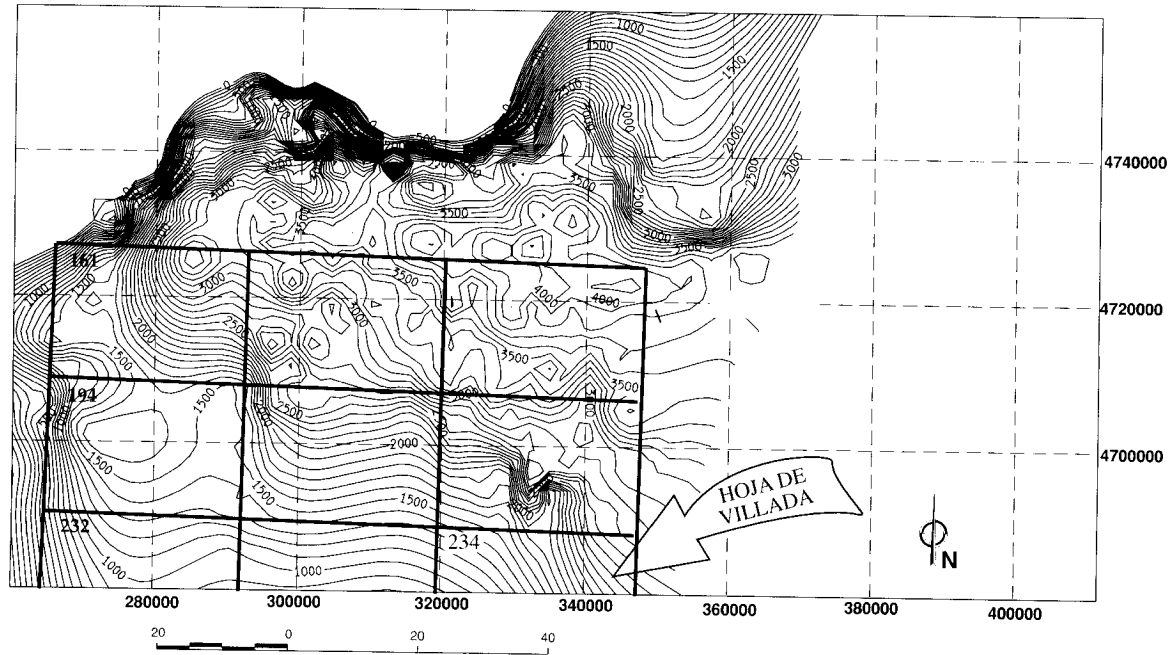


Fig. 3.2.- Mapa de Isobatas (datum 900 m. s. m.) del techo del basamento paleozoico. Sector NO. de la Cuenca del Duero y referencia a las Hojas estudiadas.



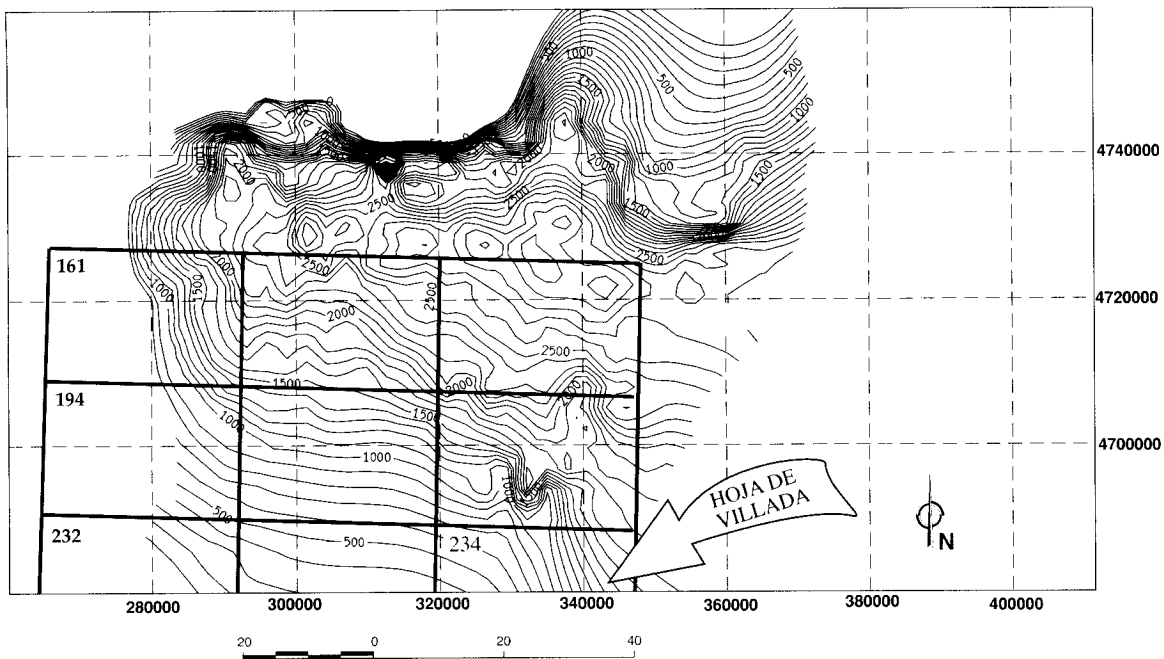


Fig. 3.3.- Mapa de Isobatas (datum 900 m. s. m.) del techo de las calizas del Crétacico Superior-base del Terciario. Sector NO. de la Cuenca del Duero y referencia a las Hojas estudiadas.

En los perfiles se han elegido 3 reflectores profundos, confirmados e identificados en el sondeo petrolero de El Campillo, situado al NE de la zona estudiada, habiéndose dibujado también algunos reflectores fuertes dentro del conjunto terciario, con el fin de visualizar el relleno y su disposición.

Estos reflectores profundos delimitan cuatro facies sísmicas que son de muro a techo: el Basamento hercínico, la Fm. Utrillas, las calizas cretácicas y el relleno terciario.

El conjunto de perfiles N-S (NNE-SSO), muestran claramente la geometría y la evolución de la cuenca desde el borde norte activo, hasta las zonas más distales situadas hacia el Sur.

Los dos reflectores de techo y muro de las calizas cretácicas son continuos, siguiéndose bien en todos los perfiles.

Las formaciones cretácicas son concordantes entre sí, manteniendo en general su potencia, estando presentes en toda la cuenca excepto en el borde occidental. Es posible identificar una serie de fallas, mayoritariamente inversas (algunas de ellas parecen ser fallas directas, que han sufrido una inversión posterior), que afectan de forma manifiesta a los materiales cretácicos e incluso, a los tramos inferiores de la serie terciaria.

Por encima de los reflectores mesozoicos, se disponen los materiales terciarios, que presentan numerosos reflectores internos. Dichos reflectores mantienen cierta continuidad, de tal forma que permiten visualizar la geometría del relleno; manifestándose como una cuenca asimétrica con el depocentro localizado cerca del borde norte, disminuyendo la potencia de los sedimentos progresivamente hacia las partes distales más meridionales.

El terciario se dispone hacia el Sur en claro "onlap" sobre la serie cretácica. Los reflectores adoptan una configuración paralela plana inclinada hacia el sur, y a gran escala progradacional hacia el centro de la cuenca.

El borde norte de la misma, muestra una variación en su morfología y por tanto en su estructura de O a E. En la parte oriental, se trata de una falla inversa de bajo ángulo, que cobija materiales terciarios que se introducen varios km. bajo ella; hacia el Oeste, los perfiles muestran que la base de la cuenca se levanta progresivamente hacia el Norte, diferenciándose tan sólo algunas fallas verticales o inversas de alto ángulo que producen poco cobijamiento.

Los perfiles E-O (ESE-ONO), son aproximadamente perpendiculares a los anteriores, mostrando una imagen de la cuenca similar a la descrita anteriormente. Las formaciones cretácicas se sitúan en la base, salvo en el borde Oeste, donde las calizas cretácicas se acuñan y el terciario se dispone sobre la Fm. Utrillas.

A lo largo de éstos perfiles, las formaciones mantienen una profundidad bastante constante, levantándose progresivamente hacia el borde occidental (borde pasivo).

Los mapas de isobatas (Figs. 3.2 y 3.3) se han obtenido mediante un programa informático, que computa y elabora los valores de profundidades en tiempo de los reflectores, dibujando automáticamente estos mapas de profundidades a partir de los de isocronas.

La mitad septentrional de la Hoja de Villada queda englobada dentro de estos mapas, pero al tratarse de curvas extrapoladas, puesto que los perfiles no llegan a alcanzar este sector, los datos deben tomarse con reservas.

## 4. GEOMORFOLOGÍA

### 4.1. DESCRIPCIÓN FISIAGRÁFICA.

La Hoja de Villada se sitúa al norte de la parte central de la Cuenca del Duero. Queda encuadrada entre las comarcas naturales de la Tierra de Campos y los Páramos Detríticos Leoneses (al este de los Oteros). La Cuenca del Duero, es en términos generales, una amplia depresión terciaria rellena de materiales depositados en ambientes continentales, posteriormente erosionados y recubiertos en gran parte, por sedimentos cuaternarios fluviales.

El paisaje actual, se construye a partir de las altas plataformas del piedemonte finieógeno conservados en las Hojas situadas al N, sobre la que se encaja la red fluvial. El relieve es en general suave, dando valles amplios con replanos escalonados, definidos por los diferentes niveles de terrazas de los cursos importantes, y valles de fondo plano con laderas más o menos inclinadas, en la red secundaria.

Por lo que se refiere a la orografía, la altura media es de unos 820m aprox., situándose las cotas más altas en los interfluvios, que desde el norte van descendiendo suavemente (0,2-0,12%) hacia el sur. Los relieves más altos se sitúan en la esquina NE de la Hoja (vértice Majuelos, 895m), sobre el interfluvio de los ríos Valdejinete-Cueza, ocupado por una de las terrazas altas del Carrión; de tal forma que los interfluvios también descienden de E a O.

En el ángulo NO, las cotas varían desde los 820m, en la terraza más alta del Cea que aparece en la Hoja, descendiendo suave (0,5%) y escalonadamente hacia el río, cuyo cauce discurre entre 790m y los 760m al sur.

El punto más bajo de la Hoja lo marca el cauce del Valderaduey, en su extremo SO, con 740m de cota.

El modelado fluvial es una de las características de este paisaje meseteño, siendo los ríos Cea y Valderaduey los principales cursos de agua que atraviesan la Hoja; otros cursos de rango menor son el Río Sequillo con su afluente el Río de Los Templarios, y el de Valdejinete, que bordea la Hoja por su lado oriental.

Climatológicamente, la zona se sitúa en el dominio Mediterráneo, con influencia netamente continental, oscilando los ombroclimas, entre Seco medio en el sector septentrional y Seco inferior en el resto de la Hoja, con una temperatura media anual de 11°C y precipitaciones medias anuales que oscilan entre los 400 y 500mm; los Índices de Termicidad corresponden a un piso bioclimático Supramediterráneo inferior (PENAS et.al. 1995).

La vegetación autóctona, es prácticamente inexistente debido al laboreo intensivo que han sufrido las tierras de la Hoja, habiendo quedado preservada donde la inclinación de las vertientes no

ha permitido el laboreo. La vegetación de estas zonas, está constituida por matorral con arbustos. Destacando como especies arbustivas, el espino albar y las chaparras (encinas); el matorral lo constituyen jaras, aulagas, escobas y tomillares.

En la vega del Cea, aparecen extensas plantaciones de chopos (*populus s.p.*), y las características asociaciones vegetales de ribera con olmos, alisos, chopos, álamos blancos, sauces y especies arbustivas fundamentalmente espinosas.

Los cultivos que se desarrollan se pueden agrupar en dos tipos; los de regadío, concentrados fundamentalmente en las llanuras aluviales del Cea, Valderaduey y Sequillo, dedicados a: maíz, grano y forrajero, patatas, cultivos herbáceos, prados naturales y de forma puntual, hortalizas (puerros, pimientos, col, berzas, etc...), en gran parte, orientadas al autoconsumo. El resto de la superficie cultivada, corresponde a labor intensiva de secano, con cereales como: trigo, cebada, avena y centeno y leguminosas. Destacando también la superficie dedicada a viñedos (subzona vitícola de Tierra de Campos), principalmente en los T.M. de Gordaliza, Joarilla, Sahagún, Santervás, Melgar y Bohadilla, aunque actualmente están en recesión.

Los núcleos urbanos son numerosos, aunque en general de pequeño tamaño, siendo las más importantes: Villada, en la parte centro oriental, y Cisneros en el borde oriental pertenecientes a la provincia de Palencia; Grajal de Campos en León y Melgar de Arriba y de Abajo en la de Valladolid.

Las comunicaciones son buenas, consistiendo en la C-611 Villalón-Cistierna, y en el entramado de carreteras locales que comunican las diferentes poblaciones. Existe también, una densa red de caminos vecinales y pistas agrícolas afirmadas, trazadas con motivo de la concentración parcelaria.

Otra vía de comunicación importante, lo constituye el ferrocarril Palencia-León, que cruza la Hoja por la mital oriental.

La principal fuente de riqueza es la agricultura, destacando en primer lugar los cultivos de secano, siguiéndole en importancia los de regadío y las explotaciones forestales; sin olvidar las ganaderías bovina estabulada (leche) y ovina-caprina. Por último, señalar la discreta e incipiente actividad industrial ubicada en Villada.

#### 4.2. ANTECEDENTES.

La bibliografía que existe sobre la zona, relativa a referencias geomorfológicas es escasa, estando casi siempre referida a aspectos regionales. Los primeros trabajos corresponden a BIROT y SOLE (1954), HERNANDEZ PACHECO (1957) y MABESOONE (1961); posteriormente destacan los de PLANS (1970), ESPEJO et. al. (1973), TORRENT (1976), OLIVE et. al. (1982), GUTIERREZ ELORZA y OLIVE (1982 a), GUTIERREZ ELORZA y PORTERO (1982 b) y GUTIERREZ ELORZA y CARRERAS (1982 c); más recientemente PEREZ-GONZALEZ (1989), PEREZ-GONZALEZ et.al. (1994), NOZAL (1994) y NOZAL Y ESPINA (1994).

#### 4.3. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO.

Se realiza en este apartado un estudio y descripción de las formas del relieve, teniendo en cuenta en primer lugar, la influencia que tiene la naturaleza litológica y disposición de los materiales y, en segundo lugar, la acción de los agentes externos sobre dichos materiales, que en conjunto definen y construyen el paisaje de la Hoja.

##### 4.3.1. Estudio morfoestructural.

La Hoja pertenece al gran dominio morfoestructural de la Cuenca del Duero, quedando encuadrada entre las Regiones Noroccidental y Nororiental (Fig. 4.1), puesto que tienen al río Cea como límite (PEREZ-GONZALEZ et. al. 1994).

Siguiendo a PLANS (op. cit.), los páramos detríticos de León y del N de Palencia, constituyen el límite septentrional de la Tierra de Campos; estos páramos detríticos han sido disectados por el Esla, Cea y Carrión; siendo un hecho constante la disimetría morfológica de los valles, con una ladera elevada y en talud (erosivo), y otra en suave pendiente donde se escalonan las respectivas terrazas fluviales. Así pues, los páramos detríticos Leoneses y Palentinos quedan excindidos por dichos cursos, penetrando a modo de cuña la Campiña de Campos.

Desde el punto de vista morfológico, la Hoja manifiesta en gran parte un paisaje de llanuras alomadas, típico de las "campiñas" castellanas.

Esta morfología, es el resultado de la actuación de los importantes procesos erosivos que durante el Cuaternario ha ejercido la red fluvial (morfogénesis fluvial) actuando sobre un sustrato de materiales terciarios detríticos subhorizontales, mas o menos homogéneos y deleznales según el grado de cementación, constituidos fundamentalmente por limos con intercalaciones métricas discontinuas de conglomerados, areniscas y caliches.

Entre los elementos que conforman el paisaje de esta Hoja, destacan las formas planas representadas sobre todo por las terrazas del Cea. Dichas terrazas son plataformas conglomeráticas de poco espesor (<2m), que presentan un desarrollo longitudinal bastante continuo, relativa estrechez y bastante paralelismo al trazado fluvial, con desniveles moderados entre ellas.

El desmantelamiento de estos depósitos por la red de drenaje, da lugar a un paisaje de transición entre un relieve invertido, donde los retazos de terrazas ocupa altiplanicies flanqueadas por desniveles escarpados en las vertientes erosivas (terrazas altas del Carrión y medias del Valderaduey), y un territorio suavemente alomado, construido sobre los sedimentos facilmente erosionables del relleno neógeno.

La arteria principal del drenaje corresponde al río Cea, que discurre por un amplio valle, con buen desarrollo de terrazas en su margen derecha.

Entre las morfogénesis impuestas por los ríos autóctonos de la Cuenca destaca la del río Valderaduey, que constituye una estrecha franja de menos de 3 Km, que comprende el propio río y su sistema de terrazas. De menor entidad que este río, aparecen también los ríos Sequillo,

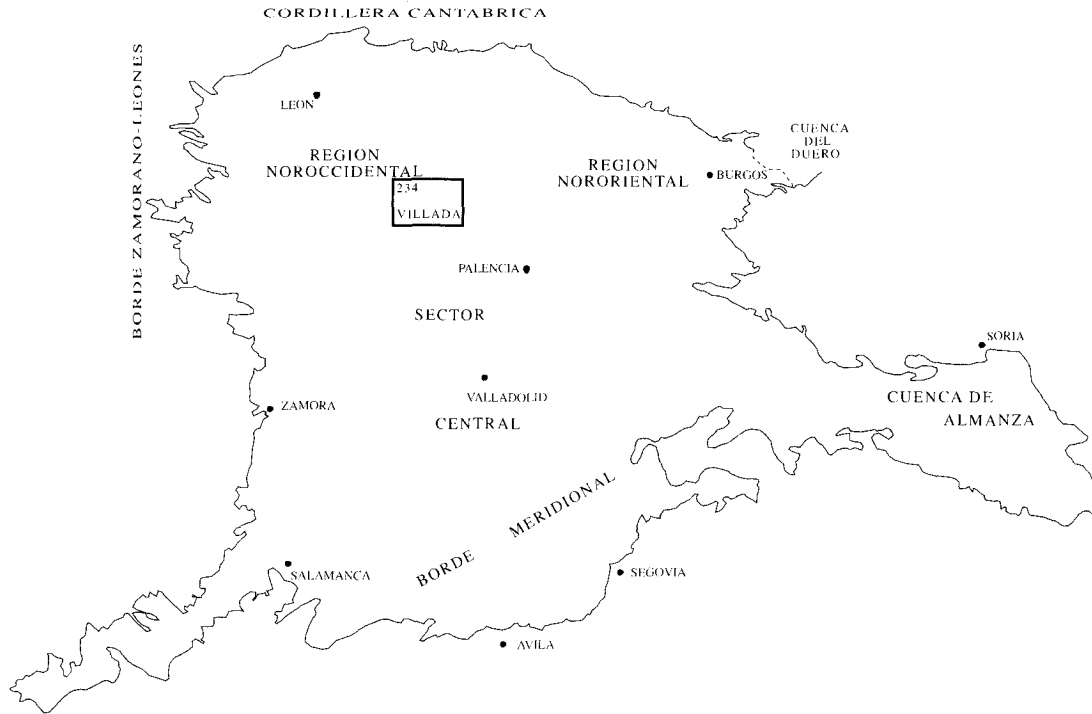


Fig. 4.1.- Los grandes dominios morfoestructurales de la Depresión del Duero. Tomado de Perez-Gonzalez et. al. (1994).

de Los Templarios y Valdejinete.

Esta Hoja, podemos considerarla dividida en dos sectores o unidades morfoestructurales de distinto desarrollo, los Páramos Detríticos Leoneses y la Campiña de Campos. La más amplia, corresponde a la Campiña de Campos, que queda delimitada entre el Cea y las terrazas del Carrión.

En ella los fenómenos erosivos, sobre los deleznable materiales arcillosos y arenosos, son predominantes, modelando un territorio moderadamente alomado (la campiña), típico de la Tierra de Campos. La Campiña se caracteriza además por la presencia de interfluvios muy suaves, y valles de fondo plano con vertientes muy amplias disimétricas, que van perdiendo cota progresivamente, tanto unos como otros, hacia el Sur y Oeste.

Sobre los interfluvios destacan algunos cerros o tesos constituídos por replanos estructurales, y las terrazas más altas del Valderaduey, en gran parte colgadas hacia el Cea y escalonadas hacia el propio río.

La Unidad más occidental (Páramo Detrítico Leonés) se corresponde con el valle del Cea, mostrándose como una rampa (45m aprox. de desnivel) recubierta por canturras cuarcíticas, regularmente escalonada hasta el curso del Cea. La otra margen del río (izqda.), en talud escarpado, constituye el límite noroccidental de la Tierra de Campos (PLANS op.cit.).

Esta rampa está conformada por parte del sistema de terrazas (encajadas y solapadas) del Cea, escalonadas hacia el E-SE, en suavísima pendiente (0,2%) en la dirección de escorrentía (hacia el SO). Este sistema aparece disectado por el conjunto de arroyos afluentes al Cea por la margen derecha, el más importante el de Ruipedro.

La distribución y morfología de la red secundaria de la Hoja (Fig. 4.2), presenta sus peculiaridades en cada una de las Unidades morfológicas descritas anteriormente.

La campiña, drenada por los ríos Valderaduey, Sequillo, Templarios y Valdejinete, muestra una red secundaria de corto recorrido muy densa y con grado de incisión variable, frecuentemente acar-cavada.

Sobre las vertientes de estos valles, la red de drenaje adopta distintos modelos, en este caso bastante significativos por las posibles implicaciones tectónicas que conllevan: sobre las laderas occidentales, más uniformes y tendidas, la red secundaria adopta un modelo paralelo tipo bayoneta, de dirección aprox. N60E poco incidida. Si consideramos además la dirección de escorrentía que demuestra (hacia el NE), con respecto a la del cauce principal al que desaguan (hacia el S), habría que considerar el modelo de drenaje como barbado, pues es "contrario" a la dirección principal, siendo a menudo las confluencias anómalas, mediante bruscos codos. Este tipo de drenaje, no exclusivo de esta Hoja, sino de todo un conjunto situado hacia el S y el SO, se ha interpretado en relación a un accidente profundo (GRACIA et. al. 1991), como ya se ha mencionado en el apartado de tectónica.

Las laderas orientales, con mayor pendiente y perfil cóncavo, muestra una red secundaria con disposición dendrítica sin direcciones preferentes (aunque también incluyen la N60E), articulada

VILLADA-234

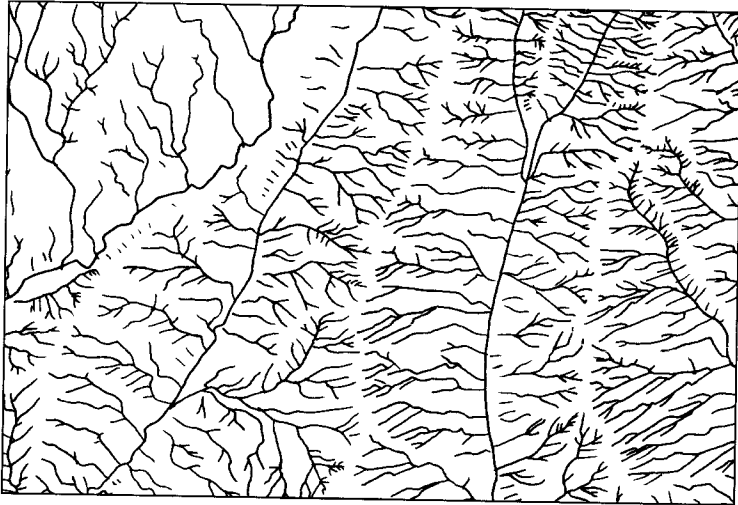


Fig. 4.2.- Esquema de la red de drenaje de la Hoja de Villada (234)



normalmente en dos tramos: muy incidida en la parte alta y moderadamente incidida en el tramo inferior.

Esta peculiar disposición del drenaje sobre las vertientes de los distintos valles, se repite de forma sistemáticamente en la Unidad de la Campiña, reforzando la disimetría de dichos valles.

Sobre las terrazas del Cea, el dispositivo de drenaje que presenta es de tipo paralelo, marcado por los arroyos importantes que desaguan más o menos ortogonalmente al Cea, que es el colector principal de este sector de la Hoja. A su vez estos arroyos, junto con sus emisarios, conforman una red con tendencia detritica de densidad media. El grado de incisión es moderado (15-20m) respecto a las terrazas medias del Cea, y poco incidida (5-10m) respecto a las bajas.

#### **4.3.2. Estudio del modelado y formaciones superficiales.**

Los agentes externos, al actuar sobre la superficie del terreno, dan lugar a una serie de formas tanto erosivas como deposicionales. Estas formas, se agrupan según el agente y el proceso que las origina, en lo que se han denominado como "sistemas morfogenéticos".

Conocidas por una parte las características litoestructurales: conjunto de materiales detriticos subhorizontales bastante homogéneos (que en detalle pueden dar lugar a una erosión diferencial neta, resaltando los niveles más competentes y/o cementados), y por otra, el principal agente que ha condicionado el modelado, que es la morfogénesis fluvial, y en menor medida los sistemas poligénico de gravedad-vertiente, estructural y lacustre, se describirán a continuación, las diferentes morfologías (formas) tanto de acumulación como de erosión, derivadas de la actuación de los agentes externos.

En este sentido, y como ya se mencionó anteriormente, son las formas fluviales las que tienen mayor significado y desarrollo. Otras formas, como son, los glaciares, coluviones, replanos estructurales y lacustres, completan el conjunto de formas presentes en la Hoja, que se describirán a continuación agrupadas según el proceso generador.

##### Formas fluviales

Las terrazas fluviales son las formas acumulativas con mayor representación, sobre todo las relacionadas con el Cea, y en otro orden de magnitud, las del Valderaduey, Sequillo Valdejinete, así como la de algunos afluentes secundarios, arroyos de Ruipedro y del Puente.

Las terrazas representan las diferentes épocas de estabilidad entre sucesivas etapas de encajamiento fluvial, constituyendo una de las formas más interesantes para reconstruir la evolución cuaternaria de los valles.

La división en terrazas altas, medias y bajas, aun siendo totalmente arbitraria, intenta mantener una cierta relación temporal con el Pleistoceno inferior, el Pleistoceno medio y el Pleistoceno superior-Holoceno (AGUIRRE, 1989; MOLINA y PEREZ-GONZALEZ, 1989).

**Tabla I.- Escalonamientos y correlación de los niveles de terrazas correspondientes a los diferentes sistemas fluviales presentes en la Hoja de Villada.**

	CEA	VALDERADUEY	SEQUILLO	CARRION
T. ALTAS				+75-70 a
T.MEDIAS	+55 b +50-45 c-c'-c'' +40 d	+45 d		
T. BAJAS	+35-30 e +25-20 f-f' +15 g +13 h +10-8 i +5 j	+35-30 e +30-25 f +25-15 g +15-11 h +10 i +5 j	+15-11 g +13-12 h	

El río Cea, en su proceso de encajamiento, ha dejado una serie de niveles de terrazas colgadas y/o solapadas (algunas complejas) en su margen dcha, por lo que el río se habría ido desplazando hacia el SE, dando una vertiente bastante escarpada (escarpe vivo) en la margen contraria, con desniveles del orden de 20-30m y pendientes que pueden superar el 20%. Los niveles más antiguos que aparecen en la Hoja, corresponden a las terrazas medias que se disponen entre +55 y +40m; mientras que las bajas se sitúan entre +35 y +5m.

Las terrazas medias del Cea, son comunes con las del denominado paleo-Esla, con el que confluía al norte de Mayorga, para después ser capturado por un afluente del Porma y disponerse con un trazado similar al actual (NOZAL y ESPINA 1994).

En la esquina NE de la Hoja, destaca un replano a +75-70m, correspondiente a una de las terrazas altas del Carrión.

En el río Valderaduey se han identificado seis niveles escalonados, situados mayoritariamente en su margen dcha., excepto la terraza (i) que tiene mayor desarrollo en la margen contraria. El resto de las terrazas, con relativa continuidad lateral, se escalonan entre +45m y +5m sobre el fondo de valle.

La potencia de las terrazas es variable, aunque lo normal, es que estén entre los 1,5m y los 2m. A techo, suele desarrollarse un suelo más o menos evolucionado, y en función de la antigüedad del nivel, dan lugar a suelos aluviales, suelos pardos de vega, y suelos pardo-rojizos para los niveles más altos. Con independencia de las características del suelo en cada nivel, es frecuente que presenten un horizonte A, de carácter predegoso con pátinas de hierro-manganeso y espesor variable (20-4 cm), un horizonte Bt, de acumulación de arcilla y por último, el horizonte C.

En los niveles más bajos, y sobre todo en la llanura de inundación, el perfil se desarrolla sobre un nivel limoso (de inundación) de cierta importancia, que llega a alcanzar 50 cm en San Pedro de las Dueñas.

La llanura aluvial y el lecho actual son los depósitos aluviales más recientes de los cursos mayores, en este caso el Cea y el Valderaduey; la llanura aluvial presenta unos depósitos similares a las terrazas pero con un horizonte a techo de limos grises o pardos, que por su fertilidad, constituye las llamadas "vegas" de los ríos, de gran interés agrícola.

Su funcionalidad hoy en día es prácticamente nula al menos en toda su extensión, ya que en las épocas de mayor escorrentía, es el lecho actual el que recoge la totalidad del caudal, desbordándose este e inundando la llanura aluvial, solo en determinados puntos.

El régimen de escorrentía con caudales mínimos y máximos extremos, unido a un drenaje indeciso con numerosos, y poco profundos cauces, propiciaron frecuentes inundaciones en los ríos autóctonos Valderaduey y Sequillo, en tiempos históricos y en años anteriores (la última catastrófica en el invierno de 1959-60), anegando y depositando limos a lo largo de todo el valle. Los frecuentes desbordamientos obligaron a encauzarlos artificialmente, excavándose un único y rectilíneo cauce, reforzado por dos diques laterales.

El lecho actual o "lecho aparente" del Cea aparece bien delimitado por sus márgenes, que están excavados 1-2m en la llanura de inundación. Por esta franja discurre de forma divagante el cauce activo, el cual migra de una orilla a otra dejando barras de gravas y arenas con cicatrices de acreción muy marcadas y huellas de antiguas zonas de circulación de agua, como cauces y meandros abandonados, a menudo conservados como zonas encharcadas.

Como fondos de valle se incluyen todos aquellos depósitos que tapizan la parte más baja (el fondo) de los valles y barrancos de la red secundaria. Su génesis puede ser puramente fluvial y más frecuentemente mixta, con aportes de materiales generados en las vertientes (solifluxión), sobre todo en aquellos con morfología en artesa, que son la mayoría de los existentes en la Hoja.

Entre los depósitos con más desarrollo hay que destacar los originados por la confluencia de los arroyos de La Paleta, Del Moro, Del Valle y Hondo, que originan una extensa planicie al oeste de Villacarralón, en la margen izquierda del Valderaduey.

Sobre las terrazas, y más frecuentemente sobre las llanuras de inundación y fondos de valle, en la desembocadura de cursos de menor orden, aparecen otras formas de acumulación como son los abanicos aluviales y los conos de deyección que tienen un mismo origen, diferenciándose por la mayor dimensión de los primeros, su menor pendiente longitudinal y un perfil convexo más suave. Los abanicos que alcanza mayor extensión se emplazan sobre la vega del Valderaduey, generándose en la desembocadura de los arroyos de Los Majuelos y Taragudinos.

Los conos de deyección se localizan al pie del escarpe erosivo de la margen izquierda del Cea, al NE de Melgar de Abajo.

Las formas denudativas presentan desigual desarrollo, quizá las más representativas son las cárcavas, formas que con diferente desarrollo, están presentes en toda la Hoja. Son consecuencia

de la incisión lineal en la cabecera de los arroyos, emplazándose sobre las laderas de los interfluvios, o sobre los escarpes de formas planas colgadas.

Otras formas más escasas son: la erosión lateral del cauce que se produce en varios puntos del curso del Cea, los más representativos entre Galleguillos del Campo y Melgar de Arriba, donde el río se acerca a su margen izquierda, alcanzando el talud erosivo, bastante escarpado, de ese margen.

Es muy significativa la distribución de los acaravamientos tanto los incipientes como los bien desarrollados; estos se emplazán de forma sistemática sobre la parte alta de las laderas orientadas al Oeste, dando lugar a una marcada disimetría en los valles.

Este fenómeno es consecuencia de la predisposición de las laderas, en general de perfil cóncavo; en la parte superior de las mismas, con mayor pendiente (1,6-4%), las líneas de flujo tienden a converger en zonas localizadas, dando lugar a procesos erosivos lineales. La rápida disminución de la pendiente (1,5-0,8%), hace desaparecer prácticamente la erosión, dando lugar a un pedimento (a veces con discretas acumulaciones de sedimentos), que desciende suavemente hacia el río.

En detalle los abarrancamientos muestran también una clara disimetría, consecuencia de su orientación, de tal modo que la vertiente que da a "solana" (S-SO), se presenta desnuda de vegetación y más incidida; mientras que la orientada a "umbría" (N-NE), es más regular y está cubierta de vegetación.

Sobre las laderas de perfil más suave, orientadas al Este, los procesos que tienen lugar consisten fundamentalmente en una remoción de material fino por impacto de gotas de lluvia y una erosión difusa laminar, en toda la superficie, por circulación del agua en forma de manto.

Las zonas con acaravamiento intenso están presentes en varias localidades; las más representativas al NE de Escobar de Campos, sobre la vertiente más escarpada (izqda.) del río Sequillo, con bad-lands en cuchillo.

Puntualmente se han reconocido fenómenos de "piping" de pequeñas dimensiones en afloramientos arcillosos al NE de Santervás de Campos. Estos procesos son típicos de sustratos o suelos arcilloso, en los que varía mucho su volumen en función de la cantidad de agua retenida. De este modo tras sequías prolongadas los suelos se resquebrajan con facilidad dando lugar a las conocidas grietas de desecación. Cuando llueve el agua circula con gran facilidad a través de dichas grietas, agrandándolas por erosión en su parte inferior, mientras que en superficie a medida que la arcilla se va empapando, aumenta su volumen, cerrándose y dando lugar a una serie de conductos tubulares subterráneos o "pipes".

En el mapa geomorfológico, se han señalado las líneas divisorias de aguas, tanto en los interfluvios principales como en algunos secundarios, con el fin de hacer más patente y resaltar la asimetría de las laderas de los valles.

### Formas poligénicas

Pertencen a este grupo aquellas formas en cuya génesis ha intervenido más de un proceso. En

el caso de esta Hoja, están representadas por los glacis, en los que han intervenido procesos de arroyada difusa y otros relacionados con la evolución de las vertientes.

Se han cartografiado como glacis, los depósitos que enlazan las terrazas más antiguas del Valderaduey y del Sequillo. Los depósitos de estas formas son fundamentalmente gravas cuarcíticas con matriz limosa y potencias entre 0,2 y 0,5m, desarrollándose sobre ellas suelos rojos semejantes a los de las terrazas con las que enlazan. Presentan una pendiente intermedia entre un coluvión (ladera) y una auténtico pedimento; pudiendo considerarse por tanto, como un pie de ladera o "derrames" de las terrazas, originados principalmente por arrastre superficial.

En algunos casos, estos glacis están desconectados de la forma superior, terraza o ladera, por incisión de la red secundaria, quedando colgados en cabecera mediante un escarpe de glacis.

### Formas estructurales

Las formas estructurales son escasamente significativas dentro de esta Hoja, localizándose preferentemente sobre los interfluvios principales. Consisten en pequeños replanos, delimitados por suaves resaltes. Este tipo de relieve estructural se debe a la erosión diferencial entre capas resistentes (conglomerados, areniscas cementadas y caliches) y arenas y limos poco consolidados.

Los replanos estructurales son subhorizontales al estar contruidos sobre capas con esa misma disposición. Gran parte de ellos, corresponden a niveles conglomeráticos similares a los depósitos de terrazas, la diferenciación de estas, se hace posible por la presencia en los replanos estructurales de cantos de caliza (conglomerados polimícticos) o de niveles fuertemente cementados.

Algunos de estos replanos, en general de pequeñas dimensiones, quedan resaltados con respecto al entorno circundante, como cerros testigo de cumbre plana. Cuando la cobertera (detrítica) que los protege desaparece por erosión, evolucionan a cerros cónicos.

Los escarpes estructurales son todos aquellos que limitan los replanos, aunque al ser los estratos terciarios poco potentes, los desniveles que se generan son discretos. Los resaltes de capas duras se deben mayoritariamente a los niveles más compactos, cuya presencia origina en las laderas relieves en graderío de pequeña entidad.

Se ha diferenciado también un escarpe morfológico en sedimentos horizontales para remarcar la abrupta pendiente erosiva, de la vertiente de la margen oriental del Cea.

### Formas lacustres

Sobre las terrazas del Cea existen multitud de lavajos de reducidas dimensiones (50-100m), de funcionamiento estacional, que al desaparecer el agua en la temporada seca, se muestran como suaves depresiones con fondo plano rellenas por arcillas y limos grises de decantación.

El origen de estas formas, parece relacionarse con cubetas erosivas causadas por deflacción eólica (MOLINA, E 1982), o por la existencia de un drenaje deficiente debido a la poca pendiente de las terrazas.

## Formas antrópicas

Corresponden a los asentamientos y actividades humanas, habiéndose diferenciado: los núcleos urbanos, los diques laterales para el encauzamiento artificial de los ríos Valderaduey, Sequillo y Cea, entre Melgar de Abajo y Monasterio de Vega. Se han diferenciado también los terraplenes (relleno) y/o escarpes (corta) artificiales de la vía del ferrocarril.

### **4.3.3. Evolución dinámica.**

Considerando la ubicación de la Hoja y la ausencia de controles tectónicos significativos en la misma, la evolución dinámica se caracteriza por una morfogénesis de disección fluvial. Esta se inicia a partir de un paisaje finineógeno dominado por la sedimentación (al menos para este sector de la Cuenca) en un contexto de abanicos aluviales húmedos de alta eficacia de transporte.

En este caso el paisaje finineógeno vendría definido por los últimos episodios sedimentarios de los abanicos silíceos de Guardo, Cegoñal ? y Vidanes (Rañas); a partir de los cuales, y puesto que la disposición de los principales cursos de agua es prácticamente la misma que la de los abanicos neógenos, se iniciaría la disección.

El comienzo del proceso de disección, que habitualmente se ha considerado como el tránsito Neógeno-Cuaternario, de acuerdo con MARTIN-SERRANO (1988, 1991), sería consecuencia de la captura de la Cuenca del Duero por la red fluvial que progresa desde el Atlántico.

Así pues, a partir de las Rañas, tiene lugar el encajamiento de los ríos Esla, Cea y Carrión, progresando el encajamiento precisamente en ese orden, es decir hacia el Este. A lo largo de este proceso se produce la erosión y vaciado del relleno neógeno y se desarrollan numerosos niveles de acreción lateral que constituyen las terrazas, conformando una serie de plataformas escalonadas a partir del techo del piedemonte.

La morfología disimétrica de los valles y de las terrazas, reflejan tanto en Cea como en el Carrión y en el Valderaduey una migración hacia el Este.

Ligeramente retardada en el tiempo se originaría y encajaría la red secundaria autóctona de la propia cuenca, constituida por los ríos Valderaduey, Sequillo, Templarios y Valdejinete, y por último, la red menor de arroyos y barrancos.

### **4.3.4. Morfología actual-subactual y tendencias futuras.**

La Hoja de Villada no evidencia procesos geológicos recientes tanto denudativos como sedimentarios de importancia, y en todo caso, predominan los primeros. A ello, han contribuido un conjunto de factores como son: la estabilidad neotectónica de la zona, la disposición y naturaleza de los materiales, y por último el clima imperante en la misma. De cara a un futuro próximo, no se prevén cambios sustanciales en los procesos actuales ni desequilibrios morfológicos.

La incisión de barrancos y cárcavas, y los procesos de ladera, tienden a rebajar los interfluvios con el fin de conseguir un mayor equilibrio y homogeneización del relieve.

La erosión lateral en el cauce del Cea, tiene lugar en la actualidad, a nivel local por migración lateral del cauce en las zonas de meandro, produciendo socavamiento en los márgenes cóncavos; puntualmente conlleva además la desestabilización de taludes.

Los procesos sedimentarios más importantes y recientes tienen lugar en los lechos actuales y en los fondos de valle, originando barras de gravas y arenas.

## **5. HISTORIA GEOLÓGICA.**

La historia geológica de la Hoja de Villada, se enmarca estrechamente con la evolución tectosedimentaria del borde septentrional de la Cuenca del Duero, consecuencia del levantamiento alpino de la Cordillera Cantábrica.

En la Hoja no existe un registro sedimentario completo del Terciario como para poder establecer una cronología, lo suficientemente detallada, de los acontecimientos acaecidos en su evolución.

Sin embargo en base a lo establecido para áreas próximas, situadas cerca del borde N, en donde la serie cenozoica aflora algo más completa, se puede establecer la posible evolución de la zona ocupada por la Hoja de Villada.

A finales del Cretácico y sobre todo, a partir del Maestrichtiense comienza a instalarse en la región un régimen diferente al marino que caracterizó al Cretácico superior. El contexto geodinámico de este cambio se relaciona con el comienzo de las fases alpinas compresivas (Larámicas) y el final de la apertura del Golfo de Vizcaya.

El paso de condiciones marinas a continentales se pone de manifiesto mediante la instalación de ambientes litorales salobres restringidos, que evolucionan a depósitos continentales.

A comienzos del Paleógeno, la definición de áreas emergidas (relieves) queda establecida, creándose subcuencas en un ambiente continental, que va a caracterizar a toda la cuenca a lo largo del Terciario. Durante todo el paleógeno se va perfilando como tal relieve la Cordillera Cantábrica, instalándose una orla de abanicos aluviales polimícticos en todo el borde meridional.

A finales del Oligoceno-Mioceno inferior, se acentúa el relieve de la Cordillera Cantábrica por el desarrollo de un frente meridional tectónicamente muy activo y con subsidencias importantes hasta el Mioceno medio-superior (fases Castellana y Neocastellana). De esta forma, se inicia un nuevo ciclo que da lugar a importantes rellenos sedimentarios, definiéndose la geometría de este sector de la Cuenca con una disposición bastante similar a la actual. En relación con el frente montañoso se sigue manteniendo la orla de abanicos aluviales de carácter polimíctico, los cuales muestran una sucesión globalmente progradante y típicamente sinorogénica por las discordancias sintectónicas que se identifican en el borde. A partir de los rasgos sedimentarios y de los restos de fauna asociados, se deduce un clima semiárido, con estacionalidad marcada, en un ambiente parecido al de la "sabana" africana actual.

Una ralentización de la sedimentación, con probable interrupción de la misma, marcaría un nuevo ciclo en el Mioceno superior, con la implantación de abanicos silíceos esencialmente posttectónicos,

en condiciones más húmedas que las precedentes.

En Mioceno superior-Plioceno tiene lugar el depósito de lo que en otras zonas, distintos autores han englobado bajo el término de Rañas. Estos depósitos, con cierto carácter progradante, representarían las últimas acumulaciones con expresión morfológica conservada.

Con el comienzo de la gliptogénesis fluvial, queda concluída la etapa endorreica de la Cuenca, y comienza su exorreísmo hacia el Atlántico; proceso que tiene que llegar evidentemente (MARTIN-SERRANO 1988), por captura de la Cubeta Castellana, al progresar desde el Atlántico, sobre el zócalo hercínico, la red fluvial neógena, representada en este sector por el Río Duero.

Tradicionalmente el inicio del encajamiento fluvial marcaría el tránsito Neógeno-Cuaternario, aunque como ya se ha mencionado con anterioridad, necesariamente se trata de un proceso progresivo a nivel cuencal, y por tanto heterocrono. De todo ello se deduce, lo problemático que resultan en la actualidad las dataciones de los últimos episodios neógenos y las correspondientes al nuevo ciclo fluvial cuaternario, convencionalmente fijado en el Pleistoceno inferior.

Durante el Pleistoceno, se va definiendo la red fluvial actual, que a la vez que va desmantelando los depósitos terciarios, construye y abandona, mediante sucesivos encajamientos del cauce, extensas plataformas de canturrales cuarcíticos correspondientes a las terrazas.

En el Holoceno la morfogénesis fluvial continúa, reflejándose su acción, por una parte, en los depósitos más recientes de la red fluvial, y por otra la actuación, junto con otros procesos morfodinámicos que tienden conjuntamente a erosionar y removilizar los materiales del sustrato, y por tanto, a rebajar los interfluvios.

## **6.GEOLOGÍA ECONÓMICA.**

### **6.1. RECURSOS MINERALES. ROCAS INDUSTRIALES.**

La naturaleza litológica de los materiales que afloran en la Hoja restringen exclusivamente el aprovechamiento de los mismos a las denominadas "rocas industriales"; siendo las sustancias que han sido o son aprovechadas las siguientes:

Aridos naturales: En la Hoja tan solo existe una explotación intermitente, con planta de tipo industrial, para el aprovechamiento de los materiales cuaternarios, como áridos naturales, situada inmediatamente al Sur de San Pedro de las Dueñas. Las sustancias que se han extraído, son arenas y gravas del mismo curso del Cea, aguas arriba, ya en la Hoja de Sahagún.

Otras extracciones, tienen carácter exclusivamente local y temporal, en función de necesidades concretas; las sustancias que han sido aprovechadas corresponden a:

Zahorras: Se engloban bajo esta denominación mezclas de gravas, arenas y arcillas; su principal utilización es como árido de compactación, siendo muy numerosos los puntos donde se han realizado las extracciones. Se han utilizado dentro de la Hoja principalmente, en la construcción de la extensa red de pistas y carreteras.



Se trata de pequeñas excavaciones superficiales, habiéndose reconocido extracciones superficiales y pequeñas canteras, fundamentalmente en terrazas, limitadas a la potencia de dichos depósitos (1-2m).

Limos arcillosos y arcillas: Se han aprovechado estos materiales, pertenecientes a la Unidad polimíctica, para la realización de adobes, elemento constructivo básico en la arquitectura popular de la región, hoy en desuso, o tan solo utilizado para remozar antiguas construcciones. También se utilizaron para la fabricación de productos más elaborados como, ladrillos y tejas, de forma industrial en Villada y artesanalmente, con horno árabe, en otras localidades como Grajal de Campos, Vega de Ruiponce etc...

Piedra de cantería: Algunos niveles de areniscas cementadas y de caliches compactos, fueron explotados de forma puntual en la antigüedad para su utilización como sillería de edificios singulares, como el Castillo de Grajal de Campos, reconociéndose en las inmediaciones de dichas localidades antiguos socavones para la extracción de bloques.

## 6.2.HIDROGEOLOGÍA.

La Hoja de Villada, de acuerdo con la distribución de los Sistemas Acuíferos en la península (NAVARRO et. al 1989), formaría parte del Sistema Acuífero nº 8-Región Norte, o del Esla-Valderaduey (Fig. 6.1). En función del conjunto de materiales descritos en la Hoja se pueden diferenciar dos tipos de acuíferos: superficiales (libres) y profundos (confinados o semiconfinados).

Acuíferos superficiales: Presentan como característica común el encontrarse próximos a la superficie del terreno y comportarse hidrodinámicamente como acuíferos libres. Se recargan por infiltración de lluvia y más raramente por escorrentía superficial; su explotación se realiza mediante pozos excavados de gran diámetro (1-3m) y poca profundidad (3-10m). Los acuíferos superficiales más importantes corresponden a los páramos detríticos y a las llanuras aluviales de los ríos.

Los páramos detríticos corresponden en este caso, a terrazas que están desconectadas hidráulicamente por ser niveles topográficamente colgados. Los espesores de estos depósitos son variables, oscilando normalmente entre 1,5 y 3m; se apoyan sobre los materiales detríticos miocenos que si son arcillosos, actúan como sustrato prácticamente impermeable, conectándose hidráulicamente mediante percolación.

El interés de estos acuíferos es escaso, debido al poco espesor saturado y a las bajas permeabilidades y transmisividades que presentan, sin embargo pueden cubrir pequeñas necesidades puntuales.

Los acuíferos aluviales de los ríos incluyen, además de los depósitos aluviales en sentido estricto (fondos de valle y llanura de inundación) a las terrazas más bajas, con las cuales pueden estar conectados. Localmente, se pueden obtener caudales interesantes en las llanuras aluviales de los principales ríos, en algunos casos por drenaje diferido de las aguas del propio río; presentan el inconveniente de la alta vulnerabilidad frente a la contaminación.

Acuíferos profundos: Están formados por los materiales del terciario detrítico que rellena la cuenca del Duero, con potencias que superan los 2000m. Son los más interesantes desde el punto de

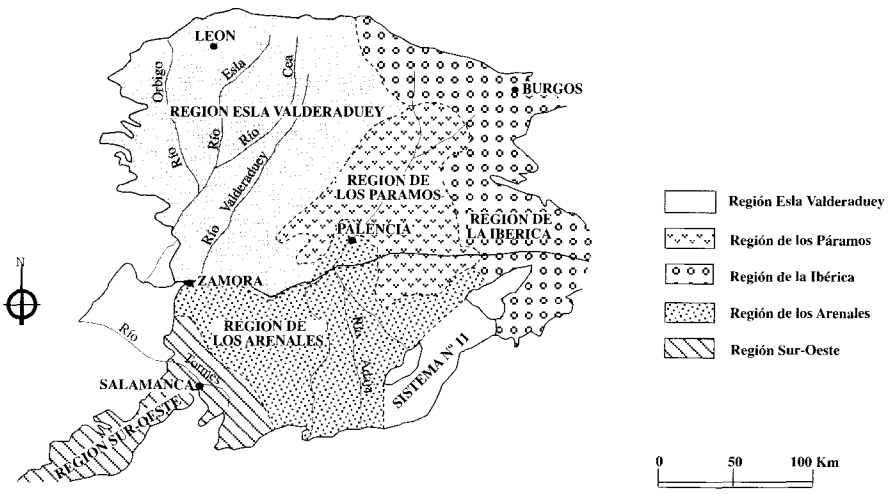


Fig. 6.1.- Distribución de los Sistemas Acuíferos en la Cuenca del Duero.  
(Tomada de Navarro et al. 1989).

vista de captaciones de agua subterráneas.

Litológicamente, están constituidos por niveles discontinuos (lentejonares) de conglomerados y arenas de potencia métrica, intercalados en una matriz semipermeable de limos arenosos y arcillas, que funcionan en conjunto, como un acuífero único heterogéneo y anisótropo. La circulación del agua subterránea se establece desde los interfluvios hacia los ríos, en cuyos valles son frecuentes los sondeos surgentes. El nivel piezométrico es variable en la vertical de un pozo en función de la profundidad del mismo.

Los caudales específicos obtenidos son muy variables (0,5-35 l/seg.), al igual que otros parámetros hidráulicos, que también están condicionados por la distribución, potencia y frecuencia de los niveles de arenas y gravas atravesados (ver Tabla II), y por la granulometría, tanto de éstos, como de la matriz que los engloba; influyendo también muy directamente, la técnica de perforación efectuada y el posterior "desarrollo del pozo".

Recientemente, se han realizado numerosos sondeos para captación de aguas subterráneas, principalmente para regadío. Estos sondeos se han situado en el mapa geológico, señalándose además si son surgentes, aunque se desconocen el resto de los parámetros de los mismos, debido a que no se encuentran inventariados.

La calidad química de estas aguas subterráneas se clasifican como bicarbonatadas cálcico-magnésicas, siendo aptas para el consumo humano.

Los caudales específicos obtenidos son muy variables (0,5-20 l/seg.), al igual, que otros parámetros hidráulicos que están también condicionados por la distribución, potencia y frecuencia de los niveles de arenas y gravas atravesados (ver Tabla II); así como, por la granulometría, tanto de estos como de la matriz que los engloba; influyendo también muy directamente, la técnica de perforación efectuada y el posterior "desarrollo" del pozo.

La calidad química de estas aguas subterráneas se clasifican como bicarbonatadas cálcico-magnésicas, siendo aptas para el consumo humano.

Utilizando las columnas litológicas y/o testificación geofísica de sondeos hidrológicos facilitados por el ITGE se ha realizado (REDONDO et. al., 1995) una posible correlación de los niveles acuíferos del subsuelo de esta Hoja (Figs. 6.2 y 6.3). Los acuíferos de los sondeos se corresponden sobre todo, con niveles de arenas y, por supuesto, con los esporádicos niveles de gravas que aparecen. Estas correlaciones deben tomarse únicamente a título ilustrativo del modelo de "acuífero multicapa" que conforman, puesto que en la mayor parte de los casos, la distancia entre los sondeos es muy grande en comparación con el espesor de los niveles a correlacionar, además de la escasa continuidad lateral que suelen presentar las facies gruesas en las partes medias-distales de abanicos aluviales o en los sistemas fluviales que caracterizan el relleno sedimentario de esta zona de la Cuenca del Duero.

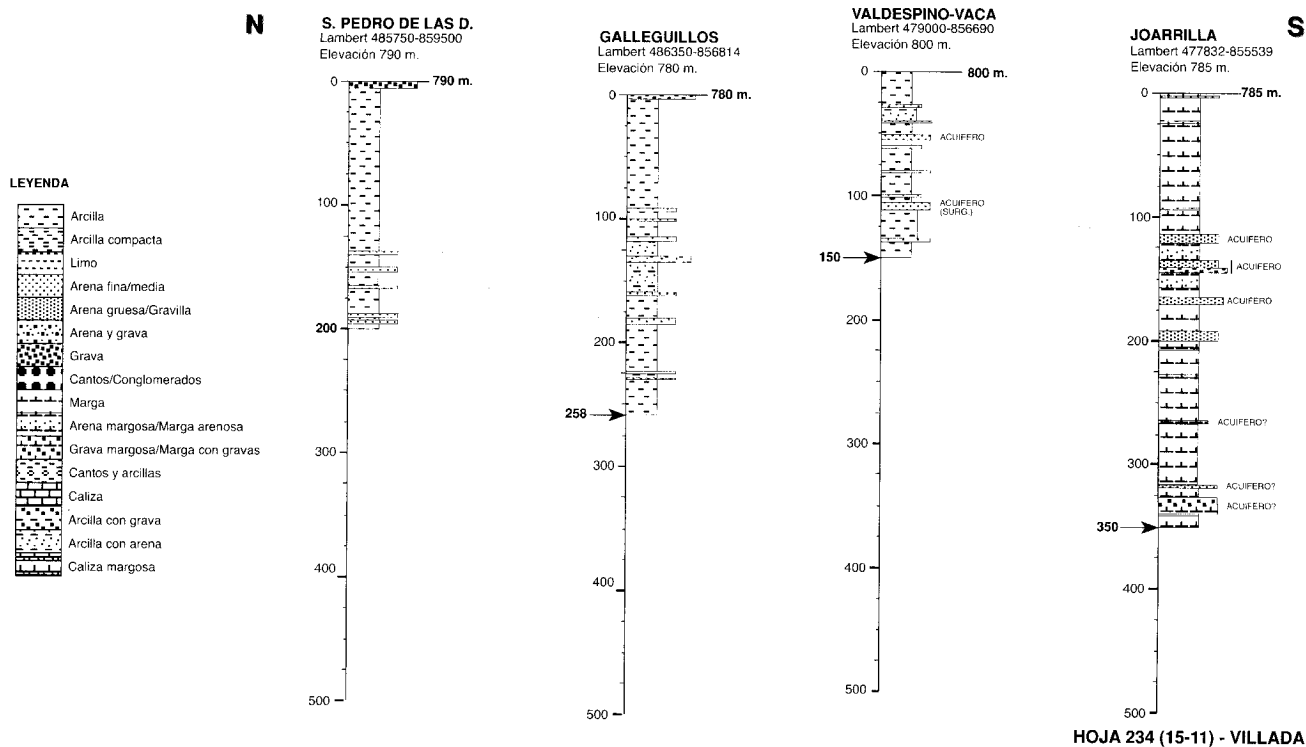


Fig. 6.2.- Esquema de correlación de niveles acuíferos en la Hoja de Villada (234), obtenido a partir de la información de sondeos hidrogeológicos. Modificado de Redondo et. al. (1995)

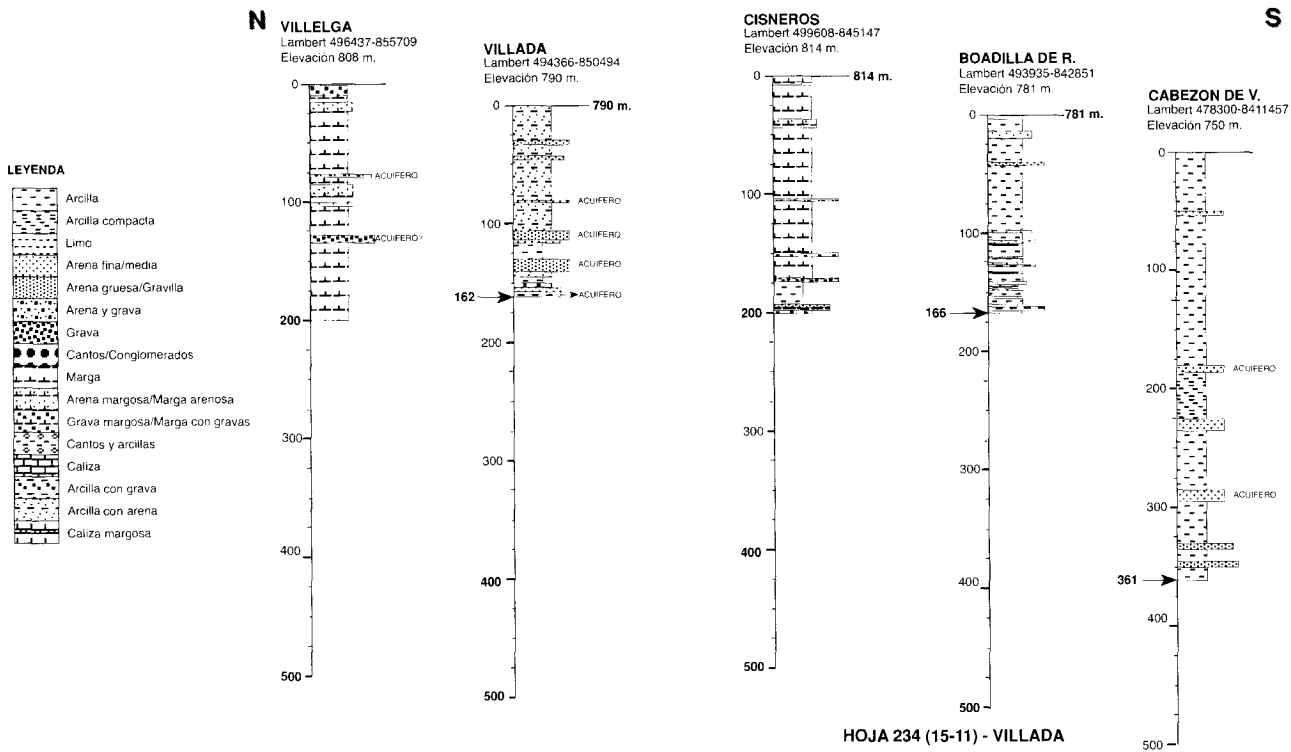


Fig. 6.3.- Esquema de correlación de niveles acuíferos en la Hoja de Villada (234), obtenido a partir de la información de sondeos hidrogeológicos. Modificado de Redondo et. al. (1995)

**Tabla II.-Datos hidrogeológicos obtenidos en diferentes sondeos de la Hoja de Villada (Inventario de puntos de agua del ITGE).**

<b>Localización N° de inventario</b>	<b>Profundidad</b>	<b>N° niveles</b>	<b>Espesor Niveles</b>	<b>Emplazamiento niveles</b>	<b>Caudal y otros datos</b>
Joarilla de las Matas1-001	350m.	6	10-4m.	116-122;136-142 ;165-172;192 -200;265-269; 327-337	35 l/s Surgente
Melgar de Arriba vaquería 1-002	200m.	4	11-1m.	50-51;83-84;103-104;144-155	28 l/s. Surgente
S. Pedro de las Dueñas 2-004	200m.	5	4m.	137-141;150-154;165-169;187-191;192-196	27'7 l/s. Surgente
Villelga. Los Prados 3-001	200m.	2	10-2m.	78-80;127-137	5 l/s. Surgente
Villada. Dep. de agua 3-003	163m.	4	6-1m.	80-81;111-113;138-140; 157-163	
Cabezón de Valderaduey 5-003	350m.	4	12-5m.	180-187;285-297;330-335; 342-350	2 l/s. Surgente
Finca Las Matas 5-varios	290-300m.				22-16 l/s.
Santervas de Campos 6-001	90m.	3		20; 40; 42	1'5 l/s. Surgente
Boadilla de Rioseco 7-003	166m.	3	8-2m.	90-92;128-130;147-149;	8 l/s. Surgente
Cisneros. La Perrucha 8-001	200m.	3	4--3m.	104-108;171-174;194-198	3'9 l/s.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- AEROSERVICE LTD. (1967).- Mapa Geológico de la Cuenca del Duero, E. 1:250.000. *Inst. Nacional de Colonización-IGME*. Madrid.
- AGUIRRE, E. (1989).- El límite inferior del Pleistoceno. En: *Mapa del Cuaternario de España*. ITGE, 87-94.
- ALONSO, J.L y PULGAR, J.A. (1993) -La deformación alpina en el basamento hercínico de la zona Cantábrica. *Resúmenes. XV Reunión de Xeología e Minería do NO Peninsular. Laboratorio Xeológico de Laxe*, 69-71.
- ALONSO, J.L; PULGAR, J.A.; GARCIA-RAMOS, J.C. y BARBA, P. (1995).- Tertiary Basins and Alpine tectonics in the Cantabrian Mountains (NW Spain). En: *Tertiary Basins of Spain*. (P.F. Friend & C.J.Dabrio, Eds.) Cambridge University Press.
- ARAGONES, E. (1982).- *Memoria y Mapa Geológico de España* E.1:50.000 n° 164. (Saldaña). 2ª Serie-MAGNA. IGME. 34 pp.
- BIROT y SOLÉ, L. (1954).- Recherches morphologiques dans le Nord-Ouest de la Peninsule Iberique. *Mem. Doc. C. N. R. S.*, 4, 9-61. París.
- BOILLOT, G y MALOD, J. (1988).- The north and north-west spanish continental margin: a review. *Rev. Soc. Geol. España*, 1 (3-4), 295-316.
- CARRERAS, F. y OLIVÉ, A. (1982 a).- *Memoria y Mapa Geológico de España* E. 1:50.000, n° 197 (Carrión de los Condes). 2ª Serie-MAGNA. IGME. 44 pp.
- CARRERAS, F. y OLIVÉ, A. (1982 b).- *Memoria y Mapa Geológico de España* E. 1:50.000, n° 235, (San Cebrián de Campos). 2ª Serie-MAGNA. IGME. pp.
- CIRY, R. (1939).- Etude geologique d'une partie des provinces de Burgos, Palencia, León et Santander. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 74, 504 pp.
- COLMENERO, J.R.; GARCIA-RAMOS, J.C.; MANJON, M. y VARGAS, I. (1982 a).- Evolución de la sedimentación terciaria en el borde N. de la Cuenca del Duero entre los valles del Torio y Pisuerga (León-Palencia). *I Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero*. Salamanca, 1979, *Temas Geológicos Mineros, I.G.M.E.*, VI (I), 171-181.
- COLMENERO, J.R.; VARGAS ALONSO, I.; GARCIA-RAMOS, J.C.; MANJON RUBIO, M.; GUTIERREZ ELORZA M. Y MOLINA, E. (1982 b).- *Memoria y Mapa Geológico de España* E. 1:50.000. n° 131 (Cistierna) . 2ª Serie-MAGNA. IGME. 95 pp.
- ESPEJO, R.; TORRENT, J.; ROQUERO, C. (1973).-Contribución a la caracterización de niveles de terrazas fluviales en ríos españoles. *Bol. R. Soc. Esp. de Hist. Nat. (Geol.)*, T. 71; 231-236.
- ESTEBAN, M. y KLAPPA, C.F. (1983).- Subaerial Exposure Environment. In: *Carbonate depositional*

- environments* (P.A. Scholle, D.G. Bubout y C.H. Moore, Eds.), *Amer. Assic. Petrol. Geol.*, Mem. 33, 1-55.
- EVERS, H. J. (1967).- Geology of the Leonides between the Bernesga and Porma rivers, Cantabrian Mountains, NW Spain. *Leidse Geol. Meded.*, 41, 83-151.
- GOUDIE, A.S. (1983).- Calcrete. En: *Chemical sediments and geomorphology. Precipitates and residua in the near surfac environments*. (A. S. Goudie y P. Kenneth, Eds). Academic Press. 93-131.
- GRACIA PRIETO, F.J.; MORENO F. y NOZAL, F (1991).- Neotectonics and associate Seismicity in the NorthWestern Duero Basin. *Monografías IGN*, Nº 8; 255-267
- GUTIERREZ ELORZA, M .y CARRERAS, F. (1982 a).- Esquema geomorfológico y geomorfología. En: *Memoria del Mapa Geológico a E. 1:50.000 nº 197 (Carrión de los Condes)*. 2ª Serie-MAGNA, IGME, pp.
- GUTIERREZ ELORZA, M .y OLIVE, A. (1982 b).- Esquema geomorfológico y geomorfología. En: *Memoria del Mapa Geológico a E. 1:50.000 nº 235 (San Cebrian de Campos)*. 2ª Serie-MAGNA, IGME, pp.
- GUTIERREZ ELORZA, M .y PORTERO, J.M.. (1982 c).- Esquema geomorfológico y geomorfología. En: *Memoria del Mapa Geológico a E. 1:50.000 nº 273 (Palencia)*. 2ª Serie-MAGNA, IGME, pp.
- HERNANDEZ PACHECO, E. (1915).- Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia. *Trab. Com. Invest. Paleont. Prehist.* 5, 204 pp
- HERNANDEZ-PACHECO, F. (1957).- Las formaciones de raña de la Península Hispánica. *Resumés des Comun. V Congreso Internacional INQUA.(Madrid-Barcelona)*., 78-79.
- HERNANDEZ SAMPELAYO, P.; LACASA, F. y COMBA, A. (1929).- *Memoria y Mapa Geológico de España*, E. 1: 50.000 nº 196 (Sahagún ). 1ª Serie. IGME. Madrid. 24 pp
- HERRERO, A.; NOZAL, F.; SUÁREZ RODRÍGUEZ A. y HEREDIA, N. (1994).- Aportación al Neógeno de la Provincia de León. En: *Comunicaciones II Congreso del G.E.T. (JACA)*, 133-136.
- IGME. (1970).- *Mapa Geológico de España*, E. 1: 200.000, nº 19 (León). Síntesis de la cartografía existente. 1ª edición. IGME.
- MABESOOONE, J.M. (1959).- Tertiary and Quaternary Sedimentation in a part of the Duero Basin (Palencia, Spain). *Leidse Geol. Meded.* 24, 31-180.
- MANJON, M.; GARCIA-RAMOS, J.C.; COLMENERO, J.R. Y VARGAS, I. (1982).- Procedencia, significado y distribución de diversos sistemas de abanicos aluviales con clastos poligénicos en el Neogeno del borde N. de la Cuenca del Duero. *I Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero*. Salamanca, 1979, *Tem. Geol. Min.*, VI (I), 373-388



- MARTIN-SERRANO, A. (1988).- *El relieve de la región occidental zamorana. La evolución geomorfológica de un borde del Macizo Hespérico*. Instituto de Estudios Zamoranos Florián de Ocampo. CSIC. Diputación de Zamora. 306 pp.
- MARTIN-SERRANO, A. (1989).- Características, rango, significado y correlación de las series ocres del borde occidental de la Cuenca del Duero. *Stud. Geol. Salmant., Univ. Salamanca, Vol. 5*, 239-252.
- MARTIN-SERRANO, A. (1991).- La definición y el encajamiento de la red fluvial actual sobre el Macizo Hespérico en el marco de su geodinámica Alpina. *Rev. Soc. Geol. España, 4*, (3-4), 337-351.
- MEDIAVILLA, R.M. y DABRIO, J.C. (1986).- La sedimentación continental del Neógeno en el sector Centro-Septentrional de la Depresión del Duero (Provincia de Palencia)., 22, 111-132.
- MEDIAVILLA, R.M. y DABRIO, J.C. (1988).- Controles sedimentarios neógenos en la Depresión del Duero (sector central). *Rev. Soc. Geol. Esp.*, 1 (1-2). 187-195.
- MEDIAVILLA, R.M. y DABRIO, J.C. (1989).- Las calizas del Pármio en el Sur de la Provincia de Palencia. *Stud. Geol. Salmant., Univ. Salamanca, 5*, 273-291.
- MEDIAVILLA, R.M., DABRIO, J.C. y SANTISTEBAN, J.I. (1991).- Factores alocíclicos que controlan el desarrollo de ciclos evaporíticos en el Sector Central de la Cuenca del Duero (Provincia de Palencia). En: *Comunicaciones I Congreso del GET*. 214-217.
- MOLINA, E. (1982).- Cuaternario y formaciones superficiales. En: *Memoria de la Hoja nº 164, (Saldaña)*. 2ª Serie-MAGNA, IGME, 18-22.
- MOLINA y PEREZ-GONZALEZ (1989). Depresión del Duero. En: *Mapa del Cuaternario de España*. ITGE. 156-161.
- NAVARRO, A.; FERNANDEZ, A. y DOBLAS, J.G. (1989).- *Las aguas subterráneas en España. Estudio de síntesis*. Tomo I: Memoria, 591 pp., Tomo II: Cartografía.
- NOZAL, F. (1994).- Cuaternario y Geomorfología. En: *Mapa Geológico de la Provincia de León*. E. 1: 200.000.. ITGE-Diputación Provincial de León. 79-90.
- NOZAL, F. (in prep.). Nuevos datos para la correlación N-S en el sector Septentrional de la Cuenca del Duero. Transversal Guardo-Palencia y áreas adyacentes.
- NOZAL, F. y ESPINA, R.G. (1994).- Evolución morfológica del Esla: Un ejemplo de captura. *Resúmenes. XVI Reunión de Xeología e Minería do NO Peninsular. Lab. Xeológico de Laxe*. 23-26.
- OLIVE, A. y CARRERAS, F. (1982).- *Memoria y Mapa Geológico de España*, E. 1: 50.000 nº 235 (*San Cebrián de Campos*). 2ª Serie-MAGNA. IGME. pp.
- OLIVE, A.; PORTERO GARCIA, J.M.; DEL OLMO ZAMORA, P.; ARAGONES VALLS, E.; CARRERAS SUAREZ, F; MOLINA, E.; GUTIERREZ ELORZA. (1982).- El Sistema de Terrazas del Río Carrión.

- I Reunión sobre La Geología de La Cuenca del Duero*, Salamanca, *Tem. Geol. Min.*, IGME, 451-463
- PAYO SUBIZA, G. (1962).- El notable sismo de Zamora del 10 de Febrero de 1961. *Mem. Inst. Geograf. y Catastral.*, 4-16.
- PENAS, A.; GARCIA GONZALEZ, M.E.; HERRERO, L. y PUENTE, E. (1995) .- Bioclimatología y vegetación. En: *Atlas del Medio Natural. de la Provincia de León*. ITGE-Dip. Prov. de León.
- PEREZ-GONZALEZ, A. (1989).- Depresión del Duero. En: *Territorio y Sociedad en España, I. Geografía física*. (Coord: V. Bielza). 162-175.
- PEREZ-GONZALEZ, A.; MARTIN-SERRANO, A. y POL MENDEZ, C. (1994).- Depresión del Duero. *Geomorfología de España*. Ed. Rueda. 351-388.
- PLANS, P. (1970).- La Tierra de Campos. *Inst. Geograf. Aplic. Patronato "Alonso de Herrera"*.- CSIC. 289 pp.
- PORTERO, J.M. y DEL OLMO, P.- (1982).- *Memoria y Mapa Geológico de España*, E. 1: 50.000 nº 273 (Palencia). 2ª Serie-MAGNA. IGME. 64 pp.
- PORTERO, J.M.; DEL OLMO, P.; RAMIREZ, J. y VARGAS, I. (1982).- Síntesis del Terciario continental de la Cuenca del Duero. *Temas Geol. Min.*, 6, 11-37.
- PORTERO, J.M.; DEL OLMO, P. y OLIVE, A. (1983).- El Neógeno de la transversal Norte-sur de la Cuenca del Duero. En: *Libro Jubilar J.M. Ríos. Geología de España*. T. II. IGME, 492-502.
- PULGAR, J.A. y ALONSO, J.L. (1993).- La estructura alpina de la Cordillera Cantábrica. *Resúmenes. XV Reunión de Xeología e Minería do NO peninsular. Laboratorio Xeolóxico de Laxe*. 68-69.
- ROYO GOMEZ, J. (1922).- El Mioceno Continental Ibérico y su fauna malcológica. *Com. Invest. Paleont. Prehist., Madrid*, 30, Serie V, 223 pp.
- ROYO GOMEZ, J. (1926).- El Terciario continental de Burgos. En: *XIV Congreso Geológico Internacional. Excursión A-6*. Madrid, 67 pp.
- ROYO GOMEZ, J. (1930).- Descubrimiento de restos de "Mastodon" en las cercanías de León. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Not.* Tomo 30, 395-396.
- SUAREZ RODRIGUEZ, A.; BARBA, P.; HEREDIA, N.; RODRIGUEZ FERNANDEZ, L. R.; FERNANDEZ L.P. y HERRERO, A. (1994).- *Mapa Geológico de la Provincia de León* E.1:200.000 . ITGE-Dip. Prov. de León.
- TORRENT, J. (1976).- Soil developmen in a sequence of river terraces in nothern Spain. *Catena*, 3, 137-151.