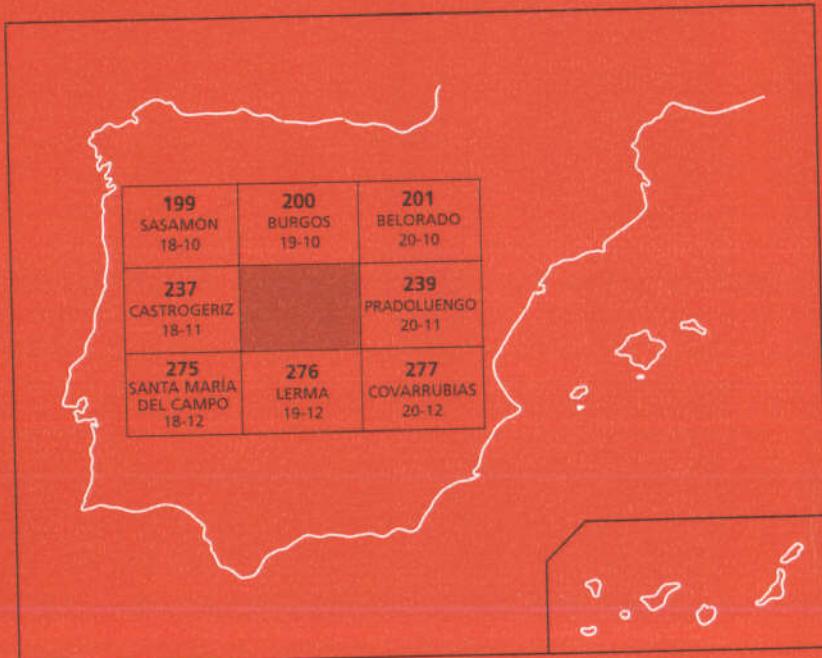




MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

Segunda serie - Primera edición



VILLAGONZALO PEDERNALES

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

VILLAGONZALO PEDERNALES

© INSTITUTO TECNOLOGICO GEOMINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23. 28003 MADRID

Depósito legal: M-2757-1997

ISBN: 84-7840-281-0

NIPO: 241-96-007-6

Fotocomposición: GEOTEM. S.L.

Impresión: Master's Gráfico, S.A.

La presente Hoja y Memoria ha sido realizada por «**Informes y Proyectos, S.A. (INIPSA)**» dentro del Programa MAGNA durante los años 1991 y 1992 con normas, dirección y supervisión del Instituto Tecnológico y Geominero de España (ITGE), habiendo intervenido los siguientes técnicos:

EQUIPO DE TRABAJO

Cartografía Geológica y Redacción de memoria

A. Garía de Domingo (INYPSA)

Cuaternario y Geomorfología

P. Cabra (INYPSA)

Neotectónica

P. Cabra (INYPSA)

Sedimentología

J. Solé (INYPSA)

Estudio de muestras

J.M. Brell (Difracción R-X) (U.C.M.)

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

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

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

Paleontología de Vertebrados

C. Sesé (C.S.I.C.)

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

Micropaleontología

J. Ramírez del Pozo

Recursos Naturales

J. Camarero (INYPSA)

Hidrogeología

B. R. García de Andoaín (EPTISA)

Geotécnica

J. Alameda (INYPSA)

Puntos de interés geológicos

J. Palacio (INYPSA)

A. García de Domingo (INYPSA)

Teledetección

J. González Lastra (INYPSA)

Jefe de Proyecto

E. Piles (EPTISA)

NORMAS Y DIRECCIÓN (ITGE)**Dirección y Supervisión del Proyecto**

A. Martín-Serrano (ITGE)

Geomorfología

A. Martín-Serrano (ITGE)

Neotectónica

E. Elízaga (ITGE)

Recursos Minerales

J. M. Baltuille (ITGE)

Hidrogeología

A. Ballester (ITGE)

Puntos de Interés Geológico

E. Elízaga (ITGE)

Se pone en conocimiento del lector que en el ITGE existe una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria.

INDICE

0. INTRODUCCION	9
1. ESTRATIGRAFIA	13
1.1. TRIASICO	16
1.1.1. Arcillas, margas y yesos (1). Facies Keuper	16
1.2. JURASICO	16
1.2.1. Dolomías grises, carniolas y calizas (2). Hettangiense- Sinemuriense superior	17
1.2.2. Alternancia de margas grises y ocres con margocalizas y calizas grises (3). Sinemuriense superior- Bajociense inferior	17
1.2.3. Calizas bioclásticas (4). Bajociense	18
1.2.4. Calizas y margas (5). Bathoniense-Calloviano	19
1.3. JURASICO SUPERIOR (MALM)-CRETACICO INFERIOR	19
1.3.1. Calizas y margas (6). Hauteriviense-Barremiense inferior	19
1.3.2. Arcillas y areniscas rojas (7). Barremiense	22
1.3.3. Calizas (8). Barremiense	22
1.3.4. Arcillas y areniscas rojas (9). Barremiense	23
1.3.5. Arcillas, areniscas y calizas (10). Barremiense	23
1.4. CRETACICO INFERIOR-CRETACICO SUPERIOR	23
1.4.1. Areniscas y conglomerados, y arcillas. Facies Utrillas (11). Albiense-Cenomaniense	24
1.4.2. Calcarenitas, margas, calizas margosas y arenas (12). Cenomaniense-Turoniano	25
1.4.3. Calizas tableadas (13). Turoniano-Santoniano	26
1.4.4. Calizas y dolomías (14). Santoniano-Campaniano	26
1.4.5. Calizas y margas (15). Maastrichtiano	27
1.5. TERCIARIO	28
1.5.1. Ciclo Orleaniano-Astaraciano	29
1.5.1.1. Margas, yesos y arcillas (16). Orleaniano	29
1.5.1.2. Calizas (17). Orleaniano-Astaraciano inferior	30
1.5.2. Ciclo Astaraciano-Vallesiano	30
1.5.2.1. Lutitas rojas y areniscas (18). Astaraciano	31
1.5.2.2. Conglomerados (19). Astaraciano	32

1.5.6.2.3. <i>Arenas y areniscas (20). Astaraciense</i>	33
1.5.2.4. <i>Calizas margosa y margas (21). Astaraciense</i>	34
1.5.2.5. <i>Calizas y dolomías (22). Astaraciense</i>	34
1.5.2.6. <i>Arcillas con intercalaciones de areniscas, margas y calizas (Facies Tordomar) (23). Astaraciense</i>	35
1.5.2.7. <i>Calizas y/o dolomías grises con intercalaciones margosas (24). Astaraciense</i>	36
1.5.2.8. <i>Arenas y areniscas (25). Astaraciense</i>	36
1.5.2.9. <i>Margas con yesos, margocalizas, calizas y dolomías (Facies Cuestas) (26). Astaraciense superior-Vallesiense inferior</i>	37
1.5.2.10. <i>Calizas, calizas margosas y margas. «Calizas inferiores del Páramo» (27). Vallesiense</i>	39
 1.5.3. Ciclo Vallesiense-Plioceno inferior (Calizas superiores del Páramo)	40
1.5.3.1. <i>Arcillas y arenas rojas (28). Vallesiense</i>	40
1.5.3.2. <i>Margas blancas (29). Vallesiense-Turoliense</i>	41
1.5.3.3. <i>Calizas, calizas margosas y margas (30). Vallesiense-Turoliense</i>	42
 1.5.4. Bioestratigrafía del Neógeno	42
1.5.4.1. <i>Introducción</i>	42
1.5.4.2. <i>Antecedentes</i>	43
1.5.4.3. <i>Yacimientos paleontológicos en esta Hoja</i>	43
1.5.4.4. <i>Análisis y discusión sobre la Bioestratigrafía del terciario</i>	43
1.5.4.5. <i>Ensayos de subdivisión cronoestratigráfica del neógeno por medio de charofitas y ostrácodos</i>	48
 1.6. PLIOCENO Y CUATERNARIO	53
1.6.1. <i>Gravas cuarcíticas con arcillas rojas (31). Plio-Pleistoceno</i>	53
1.6.2. <i>Gravas cuarcíticas, arenas y arcillas (33, 34 y 35). Terrazas. Pleistoceno</i>	53
1.6.3. <i>Arcillas rojas (32). Arcillas de descalcificación. Pleistoceno</i>	54
1.6.4. <i>Gravas, arenas y arcillas (40). Glacis. Pleistoceno-Holoceno</i>	54
1.6.5. <i>Arcillas y arenas con niveles de gravas (38). Conos de deyección. Holoceno</i>	54
1.6.6. <i>Cantos y arcillas (39). Coluviones. Holoceno</i>	54
1.6.7. <i>Gravas, arcillas, limos y arenas. Fondos de valle (36) y llanura de inundación (37). Holoceno</i>	55

2. TECTONICA Y NEOTECTONICA	57
2.1. TECTONICA ALPINA.....	57
2.1.1. Introducción	57
2.1.2. Unidades estructurales	57
2.1.2.1. <i>Mesozoico</i>	57
2.1.2.2. <i>Terciario</i>	58
2.1.3. Evolución tectosedimentaria y neotectónica	59
3. GEOMORFOLOGIA	61
3.1. SITUACION GEOGRAFICA.....	61
3.2. ANTECEDENTES	62
3.3. ANALISIS MORFOLOGICO	63
3.3.1. Análisis morfoestructural	63
3.3.2. Estudio del modelado	64
3.3.2.1. <i>Formas fluviales</i>.....	64
3.3.2.2. <i>Formas de gravedad</i>.....	65
3.3.2.3. <i>Formas kársticas</i>	65
3.3.2.4. <i>Formas endorréicas</i>	66
3.3.2.5. <i>Formas poligenicas</i>.....	66
3.4. FORMACIONES SUPERFICIALES.....	67
3.5. EVOLUCION DINAMICA	68
3.6. MORFODINAMICA ACTUAL.....	70
4. HISTORIA GEOLOGICA	71
5. GEOLOGIA ECONOMICA.....	75
5.1. RECUROS MINERALES	75
5.1.1. Minerales metálicos y no metálicos	75
5.1.2. Minerales energéticos	75
5.1.3. Rocas industriales.....	75
5.1.3.1. <i>Aspectos generales e históricos</i>	75
5.1.3.2. <i>Descripción de materiales</i>.....	75

5.2. HIDROGEOLOGIA	82
5.3. GEOTECNIA.....	88
5.3.1. Síntesis geotécnica.....	88
5.3.1.1. <i>Criterios de división</i>	88
5.3.1.2. <i>División en áreas y zonas geotécnicas</i>	88
5.3.2. Estudio de áreas y zonas	88
5.3.2.1. <i>Area I</i>	90
5.3.2.2. <i>Area II</i>	90
5.3.2.3. <i>Area III</i>	90
5.3.2.4. <i>Area IV</i>	90
5.3.2.5. <i>Area V</i>	95
6. PATRIMONIO NATURAL GEOLÓGICO (P.I.G)	99
6.1. RELACION DE PUNTOS INVENTARIADOS.....	99
6.2. TESTIFICACION DE LA METODOLOGIA	99
7. BIBLIOGRAFIA	101

0 INTRODUCCION

La Hoja de Villagonzalo-Pedernales nº 238 (19-11) se encuentra situada en la provincia de Burgos (Comunidad Autónoma de Castilla y León), ocupando los enclaves periféricos meridionales de esta localidad. Geológicamente, la zona de estudio se sitúa en el límite entre la Meseta y las estribaciones orientales de la Sierra de la Demanda. La mayor parte de la Hoja incluye materiales neógenos, exceptuando el sector occidental y sur-occidental en donde afloran materiales mesozoicos pertenecientes a la Cuenca de Cameros (Fig.1).

Los mayores relieves se concentran en el sector oriental con elevaciones de 1.084 m (Cerro Espeso) y 1.075 (Encimero de Espenosa), ligados, en ambos casos, a materiales carbonatados del Cretácico superior. Estas Sierras mesozoicas presentan un trazado NO-SE, salvo la Sierra de Espinosa que comienza con esta dirección, girando hacia el norte hasta tomar una dirección meridiana, coincidiendo con las direcciones estructurales predominantes en esta zona.

El resto de la Hoja se asienta sobre materiales neógenos, cuyas máximas elevaciones se sitúan en las calizas superiores del Páramo con altitudes máximas de 1.030 m, descendiendo suavemente hacia el sector occidental, con altitudes medidas sobre las calizas inferiores del Páramo que oscilan entre 900 y 920 m.

Esta zona de encuentra surcada por varios cauces de agua (Ausines, Lara, Cueva), afluentes todos ellos del Río Arlanzón, con direcciones predominantes E-O y NO-SE, detectando en profundidad, accidentes hercínicos, reactivados durante el Terciario.

Los afloramientos no son de buena calidad, ya que generalmente, esta zona se encuentran muy alterada por las labores agrícolas exceptuando las vertientes de los ríos Ausines, Viejo, Lara y Arlanzón en donde se puede observar con cierta precisión las características geológicas de la Hoja.

La climatología de esta región se encuentra influenciada por el régimen continental de la Meseta superior, modificado por la cercanía de la Sierra de la Demanda. El clima puede catalogarse como mediterráneo templado con una temperatura media anual de 10,5 °C.

Geológicamente, esta Hoja, se encuentra enclavada en el sector oriental de la Cuenca Terciaria del Duero en su límite con los materiales mesozoicos que constituyen la «Rama Norte de la Cordillera Ibérica».

La Cuenca del Duero, se puede considerar como una depresión que se inicia a finales del Cretácico y comienzos del Paleoceno, con una configuración asimétrica, debido al comportamiento geodinámico de sus bordes (ALONSO *et al.*, 1983) y como consecuencia del rejuego de las estructuras hercínicas durante la orogenia Alpina, dando lugar a subsidencias diferenciales importantes.

El relleno de esta cuenca comienza en el Paleógeno con depósitos de tipo continental, excepto en el borde nororiental en donde se observan facies de tránsito a ambientes marinos y una configuración muy diferente a la actual. Es a finales del Paleógeno y debido a la orogenia Alpina, cuando la cuenca comienza a adoptar una configuración muy similar a la actual con una red de drenaje centrípeta.

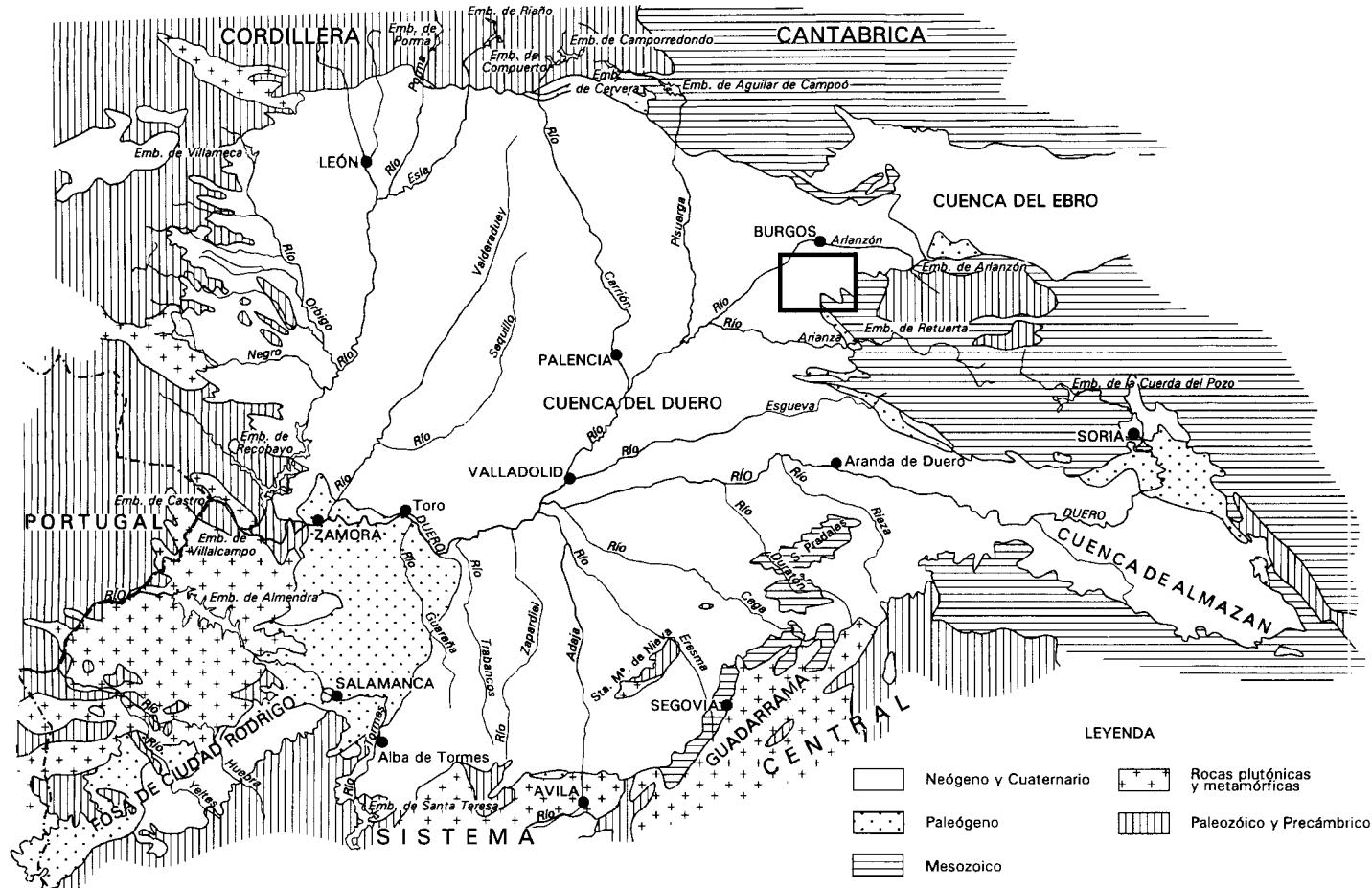


Fig. 1.- Enmarque regional de la zona en estudio.

Los materiales mesozoicos aparecen estructurados según direcciones NO-SE, excepto en el anticlinal de Cuevas de Juarros, cuyo eje hacia el norte se curva hasta tomar una dirección N-S.

Estos materiales forman parte del borde occidental de la Cuenca de Cameros que comenzó a individualizarse como tal en el Kimmeridgiense (SALOMON, 1980, 1982), y constituye una fosa tectónica rellena por materiales mesozoicos, esencialmente del Cretácico inferior. Esta cuenca se encontraba confinada durante la sedimentación por dos importantes macizos: el del Ebro al norte y el Hespérico al sur, estando en ciertas épocas, separada físicamente de las cuencas adyacentes mediante altos paleogeográficos.

La estructuración de la cuenca se efectúa por dos sistemas principales de fallas que condicionan la génesis, geometría y subsidencia diferencial, así como la evolución tectosedimentaria. El más importante de ellos, presenta una orientación aproximada N-120°, mientras que el otro sistema de fallas, de menor envergadura, pero de igual importancia paleogeográfica, presenta una orientación N-60°.

Esta región ha sido objeto de numerosos estudios estratigráficos y bioestratigráficos, en concreto hay que mencionar los trabajos de NARANJO (1841), CALDERON (1874), ARANZAZU (1877), SANCHEZ LOZANO (1884), LARRAZET (1893), SAN MIGUEL DE LA CAMARA (1921,1923) y en colaboración con COLOM (1950, 1952) la Hoja geológica de Lerma (1953).

Asimismo hay que destacar los trabajos específicos elaborados en el Mesozoico de la Cuenca de Cameros y realizados por WESTERMANN (1957) MENSINK (1965), BULARD *et al.* (1973), VALLADARES (1976) que estudia el Jurásico, BEUTER *et al.* (1966), TISCHER (1966), DIETL (1969), WIEDMAN (1964), GUTIERREZ ELORZA (1969), BRENNER (1976) y SALOMON (1980, 1982) que estudian el Cretácico junto con algunos autores de los citados anteriormente.

Respecto a los materiales terciarios, y en concreto en esta zona, existen varios trabajos realizados por POL MENDEZ (1985) que estudia los sedimentos terciarios, y SANCHEZ BENAVIDES *et al.* (1988 y 1989) que estudian los niveles fosilíferos de estos mismos afloamientos. Dentro de los límites de esta Hoja se encuentran el yacimiento del Monte de la Abadesa que ha sido estudiado por BADILLO (1952), ZBYSZEWSKI (1954), BERGOV-NIOUX y CROUZEL (1958) y MAZO (1977).

También hay que destacar los trabajos regionales de AEROSERVICE (1967), PORTERO *et al.* (1982), y las hojas MAGNA colindantes a esta, realizadas por GIL y ZUBIETA (1978), NUÑEZ y COLODRON (1975), PAVON, ARGÜESO COLMENERO (1973), y PINEDA (1990).

Para la realización de los trabajos al margen de las técnicas convencionales para la confección de Hojas MAGNA, y conforme al Plan de Trabajo especificado por el ITGE en el Pliego de Condiciones para el Proyecto, se han desarrollado y llevado a cabo los siguientes estudios, algunos de los cuales se adjuntan en la Documentación Complementaria de la Hoja:

Cartografía y estudio geológico. Mapa Geológico 1:50.000.

Cartografía y estudio geomorfológico. Mapa Geomorfológico 1:50.000.

Estudio neotectónico. Mapa Neotectónico 1:50.000.

Estudio de los Recursos Naturales. Representación cartográfica 1:50.000 de los indicios, yacimientos y rocas industriales.

Estudio hidrogeológico 1:50.000.

Estudio geotécnico, con descripción de las características geotécnicas de las distintas unidades litológicas de la Hoja.

Estudios sedimentológicos de campo, con levantamiento de series, descripción de la geometría de los litosomas, estructuras, texturas, secuencias de cuerpos sedimentarios, paleocorrientes, etc.

Estudios de laboratorios: láminas delgadas, granulometrías, morfometrías, minerales pesados, estudio de la fracción ligera, difracción de R-X, petrografía microscópica y levigados.

Inventario de Puntos de Interés Geológico por Hoja 1:50.000.

1. ESTRATIGRAFIA

Los materiales que afloran en la Hoja se pueden agrupar en dos grandes conjuntos, el primero de ellos agrupa los sedimentos cuya edad se encuentra comprendida entre el Triásico el Cretácico superior y se incluyen dentro del Dominio de la Rama Norte de la Cordillera Ibérica, denominándose como materiales mesozoicos del sur de la Sierra de la Demanda o Cuenca de Cameros. El segundo conjunto, agrupa a los depósitos de tipo lagunar, cuya edad se encuentra comprendida entre el Paleógeno y Neógeno que se incluyen dentro de la Cuenca del Duero.

La serie mesozoica debutá con arcillas y margas triálicas en facies germánica que pasa hacia techo a un conjunto de materiales del Jurásico en los que según VALLADARES (1976) se pueden distinguir tres tramos, el inferior dolomítico-calcáreo que alcanza hasta el Sinemuriense medio-superior y culmina con una interrupción sedimentaria, el intermedio margoso comprendido entre el Sinemuriense superior y el Bajociense inferior y el tramo superior calcáreo que culmina en el Calloviense inferior. Todo este conjunto calcáreo- dolomítico-margoso se ha depositado en un sistema de plataforma, parcialmente restringida en las estapas con sedimentación margosa. Sobre estos niveles se deposita en discordancia una serie calcárea detrítica de ambiente lúmico-salobre y continental, cuya edad está comprendida entre el Hauteriviense y el Barremiense.

Discordante sobre este conjunto detrítico rojo se observa la Facies Utrillas, que en esta Hoja adquiere un gran desarrollo. Están depositadas por sistemas aluviales que pasan gradualmente a facies transicionales.

El Cretácico superior aparece sobre los depósitos detríticos anteriores, en aparente concordancia con ellos. Litológicamente, según VALLADARES (1976), se pueden diferenciar al menos cuatro tramos no habiéndose reconocido en esta región el tramo terminal correspondiente a depósitos de areniscas, arcillas y calizas en Facies Garumniense.

El tramo basal es predominantemente margoso, mientras que el tramo intermedio es calcáreo con construcciones de ostreidos y rudistas. El tramo superior es masivo y está formado por calizas y dolomías. Sedimentológicamente, estos depósitos comienzan en un ambiente estuarino que pasa a un sistema de plataforma interna.

El segundo conjunto está formado por los materiales sedimentados en la Cuenca del Duero, que en términos generales es una amplia depresión terciaria rellena de materiales depositados en ambientes continentales y recubiertos en parte por sedimentos cuaternarios. Particularmente, esta Hoja se encuentra situada en el límite NE de este dominio en el contacto con la orla mesozoica.

El Paleógeno no aflora en este sector de la Cuenca, ya que se encuentra cubierto por los materiales del Neogeno que en esta zona posiblemente sean transgresivos sobre ellos.

El relleno de la depresión no es continuo a lo largo de todo el terciario, sino que presenta interrupciones marcadas por una serie de discontinuidades o rupturas de carácter estratigráfico, originadas como consecuencia de la actividad en los márgenes o bordes de cuenca, debido a procesos diastróficos y cambios climáticos como principales factores alocíclicos.

Los materiales neógenos más antiguos aflorantes en este sector corresponden al Orleaniense-Astaraciense inferior. Los más modernos, datados como Plioceno, corresponderían a los depósitos detríticos tipo «Raña».

A continuación se realiza una breve descripción de las facies más representativas para el Mioceno en este sector oriental de la Cuenca del Duero.

Facies Dueñas

Su definición se debe a DEL OLMO *et al.* (1982). Se distingue un tramo inferior margoyesífero y uno superior que incorpora niveles de calizas ricas en gasterópodos, ostrácodos y charáceas. En la hoja afloran en el sector NE, en el fondo del valle del río Arlanzón. Algunos autores las han considerado en parte como cambio lateral de la Facies «Tierra de Campos». La edad de estas facies debe corresponder al Orleaniense.

Facies Santa María del Campo

Definida por AEROSERVICE (1967), corresponde esta facies a un conjunto de materiales detríticos constituidos por arcillas rojas y ocres, con intercalaciones de niveles de arena y conglomerados. Lateralmente son equivalentes a la Unidad Detritica de Aranda (ARMENTEROS; 1986) y a la Facies Tierra de Campos (HERNANDEZ PACHECO, 1915).

Los niveles superiores de este conjunto de facies pasan, hacia el centro de la cuenca, a facies Tordomar, cuyo nivel de calizas denominadas «inferiores del Páramo» cubre estos dos tipos de facies.

La edad de este conjunto es heterócrona, oscilando entre el Astaraciense basal y el Vallesiense basal para los depósitos marginales de la Cuenca y Astaraciense basal a Astaraciense medio en los sectores próximos al centro de la Cuenca.

Facies Tordomar

Ha sido descrita por NUÑEZ *et al.*, (1975) en la Hoja de Santa María del Campo como un conjunto de alternancias entre niveles carbonatados y detríticos. Esta definición presenta limitaciones desde el punto de vista estratigráfico y sedimentológico puesto que engloba a la mayor parte de las facies lacustres marginales, las de orla perilacustre y todos los depósitos palustres situados en muy distintas posiciones del ciclo. En la elaboración de la Hoja se ha optado por dar un carácter estratigráfico selectivo y un significado paleogeográfico concreto. De esta manera se pretende proporcionar un sentido más práctico al término.

En la nueva definición se consideran como Facies Tordomar todos aquellos depósitos de margen lacustre y orla perilacustre que incorporan una proporción notable de niveles siliciclásticos y se encuentran en tránsito lateral a la Facies Cuestas. Quedan excluidos por tanto del término, los depósitos palustres desarrollados en la parte inferior del ciclo y las facies lacustres marginales que no presentan intervalos terrígenos. La situación paleogeográfica de estos depósitos implica que se reconozca una gran diversidad de

facies correspondientes a distintos subambientes. Estos reflejan las retracciones y expansiones del lago y los episodios de aporte de materiales por los sistemas fluviales a la cuenca lacustre.

La amplitud del término se pone de manifiesto en secciones E-O puesto que los depósitos orientales presentarán mayor influencia de los sistemas fluviales y los occidentales poseerán más rasgos lacustres en consecuencia lógica de su posición marginal a central en la cuenca.

Esta facies, hacia el borde de la cuenca pasan a los tramos superiores de la Facies Santa María del Campo y hacia el centro de la cuenca pasan a la Facies Cuestas. Estos niveles se encuentran coronados por las calizas inferiores del Páramo. La edad de esta facies debe corresponder al Astaraciense medio-Astaraciense terminal-Vallesiense basal.

Facies Cuestas

Este término se aplica al intervalo margoso comprendido entre la unidad fluvial basal y el paquete clacáreo superior conocido como Calizas del Páramo. La Facies Cuestas se enmarca en un ámbito lacustre estable y muestra gran diversidad de subambientes producto de las oscilaciones de nivel del lago. Se relaciona con impulsos de cierta importancia que permiten establecer divisiones en la Facies Cuestas. Generalmente, se enmarca en contextos lacustres proximales de diversa energía y ricos en nutrientes. En su mayor parte se encuentra en conexión con la Facies Tordomar y muestra influencias deltáticas. Los estudios micropaleontológicos denotan una gran profusión de ostrácodos y charofitas que caracterizan el Astaraciense y raramente el Vallesiense inferior.

Los depósitos lacustres centrales se reconocen exclusivamente en el extremo NO de la Hoja donde aparecen facies lacustres salinas. Reflejan condiciones notablemente energéticas en las que se desarrolla una alternancia rítmica de yesoarenitas y margas. Los datos micropaleontológicos ponen de manifiesto un relevo brusco en las comunidades faunísticas que pasan a estar representadas por asociaciones de ostrácodos propios de ambientes salinos. En los términos más altos de la unidad se encuentran depósitos carbonatados con moldes de yeso, y los niveles de yesoarenitas presentan abundantes procesos de calcificación.

Calizas de los Páramos

Se encuentran coronando las series miocenas, HERNANDEZ PACHECO (1915) las definió como «el último resalte morfológico donde se construye la superficie del Páramo de naturaleza calcárea».

Este conjunto carbonatado se caracteriza por la presencia de calizas con gasterópodos y margas. En esta zona se puede observar dos paquetes calcáreos perfectamente individualizados que se hacen corresponder con las calizas inferiores y superiores de la superficie del Páramo.

Recientemente MEDIAVILLA y DABRIO (1989) estudian en detalle estos niveles carbonatados, al sur de la provincia de Palencia, diferenciando dos ciclos, correspondientes

ambos a los dos niveles del Páramo, separados entre sí por un episodio detrítico de génesis fluvial. Ambos ciclos representan dos unidades tectosedimentarias diferentes, separadas por una importante discontinuidad.

La edad de las calizas inferiores del Páramo debe corresponder al Vallesiense inferior, mientras que las calizas superiores del Páramo se encuentran comprendidas entre el Vallesiense superior-Turoliense y posiblemente la base del Plioceno, encontrándose la discontinuidad del ciclo superior dentro del Vallesiense.

En la mitad meridional de la Hoja se localizan depósitos detríticos asimilables a la raña pliocuaternaria.

Los depósitos más recientes son los cuaternarios resultado de la disección fluvial y siguiente evolución de las laderas.

1.1. TRIASICO

En esta región, el triásico se presenta en facies «germánica» y aunque en esta Hoja sólo se ha observado un pequeño afloramiento, este sistema adquiere un gran desarrollo en hojas próximas situadas más al este.

1.1.1. Arcillas, margas y yesos (1). Facies Keuper

El único afloramiento observado de estos materiales, se sitúa en las proximidades de Cuevas de Juarros, en una alineación N-S que constituye el núcleo de un anticlinal muy apretado y posiblemente fallado en sus contactos con los materiales dolomíticos suprayacentes.

Esta unidad está compuesta por materiales arcillosos con predominio de tonos rojos y en algunas ocasiones verdes con intercalaciones de limos rojos y lentejones de yeso, generalmente negro. Asimismo, es frecuente la presencia de cuarzo bipiramidal. La potencia de este tramo es difícil de calcular, ya que se encuentra muy afectado tectónicamente, debido a que constituye un nivel de despegue regional, y normalmente se encuentra inyectado a favor de fracturas entre las unidades superiores.

Estos términos en facies Keuper son depósitos característicos de ambientes cercanos al litoral en condiciones hipersalinas supra a intermareales, con subambientes lagunares donde se produce la precipitación de sulfatos.

1.2. JURASICO

Se incluyen en este apartado los tramos superiores calcáreos del Triásico, muy difíciles de diferenciar cartográficamente ya que en esta zona, estos niveles afloran en facies dolomíticas de aspecto similar a las basales del Jurásico.

1.2.1. Dolomías grises, carniolas y calizas (2). Hettangiense-Sinemuriense superior

Esta unidad constituye un conjunto carbonatado que se dispone en contacto mecánico sobre los materiales arcillosos en facies Keuper.

Este nivel constituye un gran afloramiento situado al este de Cuevas de Juarros, observándose intensamente plegado. Asimismo constituye el muro de la serie Jurásica en el afloramiento al sur de Revilla del Campo.

Litológicamente está compuesto por calizas dolomíticas (*packstone*) y dolomías en la base, de aspecto tableado, con *ripples* de oleaje y ocasionalmente *hummucky*. Hacia techo pasan a un paquete de dolomías cristalinas oquerosas carniolares con intercalaciones de calizas dolomíticas laminadas y calizas dolomíticas oolíticas y bioclásticas.

En el techo de esta unidad se observan unas calizas dolomíticas y calizas tableadas de tonos grises (*wackestone* y *packstone*), a veces oolíticas con pequeños niveles margosos de unos 10 cm, intercalados en la serie. Estos niveles calcáreos suelen presentar laminación paralela y cruzada de bajo ángulo, *ripples* y en los términos dolomíticos laminaciones de algas.

La potencia total de este conjunto es difícil de determinar ya que los tramos basales se encuentran frecuentemente laminados tectónicamente: no obstante, pueden llegar a alcanzar los 90-100 m, en total limitándose los tramos calcáreos superiores a unos 10 m por lo que no se han diferenciado cartográficamente.

Las dataciones efectuadas sobre este nivel son muy escasas debido fundamentalmente a la naturaleza dolomítica del conjunto, no obstante en los tramos calcáreos del techo de este conjunto se ha citado (VALLADARES, 1976) microfauna que define la zona *Raricostatum* del Sinemuriense superior.

Esta unidad es un conjunto carbonatado complejo en el que es difícil establecer su estratigráfica y ciclicidad sedimentaria. Los datos conocidos regionalmente, hacen suponer la existencia de numerosos ciclos de somerización, que oscilan entre términos de plataforma y condiciones submareales de *sabkha*.

1.2.2. Alternancia de margas grises y ocres con margocalizas y calizas grises (3). Sinemuriense superior-Bajociense inferior

Sobre el nivel anterior se deposita un conjunto característico de alternancias rítmicas de calizas margosas y margas de tonos grises y amarillentos por alteración. Texturalmente los niveles calcáreos oscilan entre *mudstone* y *packstone* bioclásticos presentando estos últimos, bases erosivas con *ripples* de oleaje a techo, observándose todo el conjunto muy bioturbado con nódulos de pirita, glauconita y abundantes restos de braquiópodos, lamelibranquios, belemnites, crinoideos y gasterópodos, en algunos casos piritizados.

No existen en la Hoja afloramientos de calidad, no obstante se puede observar al oeste de Cuevas de Juarros, aunque al encontrarse muy afectado por causas tectónicas, es posible que su espesor se encuentre reducido drásticamente.

La potencia es muy variable, tanto por causas tectónicas como por causas sedimentarias. Regionalmente puede llegar a alcanzar 150 m, aunque en esta zona no sobrepasa los 50 m. Estas variaciones de espesor pueden ser debidas a la existencia de subsidencias diferenciales en la cuenca de depósito.

En la base de la unidad se ha encontrado el ostrácodo *Healdia mouhersensis* (APOST) indicando el Sinemuriense superior, mientras que, hacia la parte media, las margas presentan abundantes microfósiles característicos del Pliensbachiense (Domeriense), tanto foraminíferos de la familia Lagenidae (*Lenticulina acutiangulata* (TERQ), *Lingulina pupa* (TERQ), *Astacolus debilis* WISNIOW., *Frondicularia terquemi* d'ORB, *F. dubia* BORN., *Marginulina prima* d'ORB. y *Dentalina terquemi* d'ORB.) como ostrácodos (*Hungarella amalthei* (QUENST.), *H. contractula* (TRIEB.) y *Procytheridea vermiculata* APOST.)

Respecto a la edad de este tramo, según VALLADARES (1976), comprende desde el Sinemuriense superior, zona *Raricostatum* hasta el Bajociense inferior, zona *Murchisonae*, con una laguna estratigráfica según MENSINK (1965) en el Toarcieno inferior, por ausencia de las zonas *Tenuicostatum* y *Falcifer*, encontrándose el Aalenieno muy condensado.

El ambiente de depósito corresponde a una plataforma restringida, en donde se pueden observar zonas euxínicas de calizas con un elevado contenido en materia orgánica y mineralizaciones dispersas de sulfuros, y sectores con predominio de calizas oolíticas algo arenosas que determinan zonas de alta energía, depositadas en el techo de la serie.

1.2.3. Calizas bioclásticas (4). Bajociense

Esta unidad sólo aflora al este de Quintanalara ya que en Cuevas de Juarros, estos niveles calcáreos superiores no son visibles ya que se encuentran en gran parte erosionados por la entrada de material terrígeno del Cretácico inferior o están implicados en la intensa tectónica que afecta a esta región.

Litológicamente está formada por calizas grises wackestone-packstone en bancos de 0,5 a 1 m de espesor que aumenta hacia el techo de la unidad con delgadas intercalaciones de margas grises y amarillentas. Asimismo, se han observado en los niveles superiores, calizas micríticas algo arenosas.

Presentan estratificación cruzada de muy gran escala y esponjas listíticas formando construcciones, observándose localmente individuos en posición de vida.

La potencia de este conjunto es del orden de 25 metros, aunque puede variar notablemente de unas zonas a otras, llegando a alcanzar 50 metros de potencia en los sectores de máximo desarrollo.

Esta unidad se depositó en un ambiente de plataforma externa con desarrollo de barras de media y alta energía y episodios de retrabajamiento del fondo producidos

posiblemente por tormentas, cuyos efectos se reflejan en el desmantelamiento generalizado de las construcciones de espongiarios y la abundancia de intraclastos y otros aloquímicos.

La asociación de foraminíferos y de ostrácodos encontrada en muestras levigadas es característica del Bajociense. Entre los foraminíferos se han identificado *Lenticulina quentedti* GÜMB., *L. subalata* REUSS, *Astacolus tricarinella* REUSS y *ammodiscus tenuissimus* (GÜMB.) y de los ostrácodos la especie más característica es *Lophocythere cf. bradiana* (JONES).

La edad de este conjunto está comprendida entre el Bajociense inferior y el Bajociense superior.

1.2.4. Calizas y margas (5). Bathoniense-Calloviano

El único afloramiento de esta unidad se sitúa al sur de Revilla del Campo, ya que en Cuevas de Juarros, este tramo no aflora por causas tectónicas o se encuentra erosionado por el Cretácico inferior.

Está constituido por una alternancia de margas y calizas de tonos cremas, con predominio de los niveles margosos en el muro del conjunto. Las capas calcáreas se encuentran estratificadas en bancos de 20 a 50 cm de espesor, con texturas *wackestone-packstone*, y en general incluyen granos de cuarzo, observándose muy bioturbadas las capas margosas.

La potencia de esta unidad varía entre 25 a 50 metros, dependiendo en gran medida del carácter discordante de la base de la Facies Weald, que erosiona el techo de esta unidad llegando incluso a desaparecer.

Las microfacies más características de esta unidad son bioplesparitas con limo muy fino, conteniendo microfilamentos, *Eothrix alpina* LOMB., espículas, *Epistomina* y *Ammodiscus*.

Su edad incluye el Bathoniense y posiblemente el Calloviano inferior (zona de *Macrocephalus* VALLADARES, 1976).

El ambiente sedimentario corresponde a una plataforma abierta con sedimentación restringida y algo más energética que la del Lías superior.

1.3. JURASICO SUPERIOR (MALM)-CRETACICO INFERIOR

Sobre los materiales marinos jurásicos y suavemente discordante, se deposita una serie de carácter continental, que en esta región ha sido estudiada por diversos autores. Fundamentalmente, existen tres trabajos con carácter estratigráfico general, que intentan establecer unidades correlacionables en toda la cuenca.

BEUTHER *et al.* (1962) diferencian cinco grandes grupos sedimentarios, en base sobre todo a criterios litoestratigráficos. Estos, de muro a techo son:

- Grupo Tera, representado por sedimentos fundamentalmente siliciclásticos, con predominio de granulometría fina. Localmente intercala algún nivel de calizas lacustres y su edad, aunque difícil de precisar se concreta como Malm superior.
- Grupo Oncala, presenta una gran variedad litológica, con calizas lacustres que pueden llegar a ser dominantes en la serie. TISCHER (1967) las atribuye al Kimmeridgiense inferior.
- Grupo Urbión, está constituido por materiales siliciclásticos de conglomerados, areniscas y lutitas. Su edad ha sido muy cuestionada, indicando que puede comprender la Facies Purberk.
- Grupo Enciso, dominan los sedimentos siliciclásticos, aunque pueden contener importantes intercalaciones calcáreas. Se ha datado como Haueriviense-Barremiense.
- Grupo Oliván, está constituido por facies pelítico-areniscosas que han sido datadas como Barremiense superior.

SALOMON (1980, 1982), basándose sobre todo en criterios tectosedimentarios, diferencia en la cuenca de Cameros tres grandes ciclos sedimentarios, correspondientes a sucesivas fases tectónicas de reestructuración de ésta.

Según dicho autor, durante el primer megaciclo, de edad Kimmeridgiense-Haueriviense, la cuenca empieza a individualizarse como tal, formándose dos importantes fosas, una en la zona oriental y otra en el extremo NE de la zona occidental.

Este primer megaciclo, se subdivide en tres ciclos, definiéndose para este sector de la cuenca de Cameros en el primer ciclo el Grupo Hortezuelos, equivalente al Tera, constituido por un término basal detrítico y un segundo término calcáreo. En el segundo ciclo se ha definido las calizas arenosas y areniscas con oncolitos de Hortigüela, no estando, posiblemente, representado el tercer ciclo, aunque próximo a esta zona, se han observado materiales detríticos pertenecientes a la denominada Fm. Urbión.

Durante el segundo megaciclo de edad Berriasiense-Albiense inferior, tiene lugar una reestructuración del cuadro morfoestructural, que provoca una distribución diferente de la sedimentación, originándose una cubeta en el extremo O de la zona occidental. En este sector se ha definido el Grupo Salas.

El tercer megaciclo se inicia en el Albiense superior con la sedimentación de la Facies Utrillas. La cuenca pierde su individualidad como tal, para formar parte de un dispositivo sedimentario mucho más amplio.

ALONSO *et al.* (1987) y MELENDEZ *et al.*, (1988) argumentan una división en cuatro ciclos que presenta notables convergencias con los grupos deposicionales diferenciados en la cuenca vasco-cantábrica.

- El 1º grupo comprende gran parte del Malm y llega hasta el Berriasiense. Podría ser equivalente, con reservas, a los grupos Tera y Oncala diferenciados por BEUTHER & TISCHER (1986).
- El 2º grupo es de edad Valanginiense superior-Hauteriviense. Sería equivalente al Grupo Urbión definido por BEUTHER & TISCHER (1966).
- El 3º grupo pertenece al Hauteriviense y Barremiense. Corresponde tentativamente al Grupo Enciso de BEUTHER & TISCHER (1966). Algunos autores incluyen a este grupo deposicional dentro del anterior, asignándole una categoría secuencial menor.
- El 4º grupo se atribuye al Barremiense-Aptiense y se relaciona con las facies marinas del Urgoniano. Equivale al Grupo Oliván de BEUTHER & TISCHER (1966).

Las dataciones efectuadas en la elaboración de la Hoja permiten situar a los depósitos reconocidos dentro del 3º grupo de ALONSO *et al.*, 1987. Se pueden dividir en tres unidades menores, sin aplicar un rango de ausencia riguroso. La 1ª unidad corresponde al tramo basal de margas y calizas atribuido al Hauteriviense-Barremiense inferior, la inexistencia o escaso desarrollo de facies fluviales o aluviales de la parte inferior del ciclo se explica por la posición marginal del área respecto a las zonas más centrales de la cuenca durante esta época. La unidad se situaría en zonas alejadas de los principales ejes de drenaje y estaría representada principalmente por el producto de la mayores expansiones lacustres.

La 2ª unidad está constituida por las facies fluviales que se superponen a los depósitos carbonatados de la unidad anterior, y acaba con el tramo de facies oncolíticas. Esta organización significa una reactivación de los sistemas aluviales que terminaría con una etapa de expansión lacustre, en este caso representada por depósitos mixtos de margen energético de lago.

La 3ª unidad supone una nueva reactivación de las redes de drenaje con desarrollo expansivo de los abanicos fluviales. Se encuentra truncada a techo por los conglomerados de base de la Fm. Arenas de Utrillas.

1.3.1. Calizas y margas (6). Hauteriviense-Barremiense inferior

En esta Hoja, los mejores afloramientos se localizan en las proximidades de la carretera de Campolara a los Ausines, al sur de Revilla del Campo, mientras que en el afloramiento de Cuevas de Juarros, estos niveles se encuentran muy reducidos y afectados por procesos tectónicos que llegan a laminar este nivel.

Esta unidad se dispone discordante sobre el Jurásico marino, variando notablemente la intensidad de la discordancia de unas zonas a otras.

Se trata de un conjunto de margas, calizas (*wackestone*) intraclásticas y lutitas, cuya potencia es de unos 40 m. El contacto con el infrayacente está remarcado por una superficie edáfica con procesos lateríticos y de karstificación-rubefacción si el substrato es calcáreo.

Algunos autores citan en zonas próximas la existencia de delgados niveles de conglomerados y areniscas en la base de la unidad. Estas litologías corresponderían a las facies terrígenas asociadas y complementarían el modelo clásico de sedimentación terrígeno-química, propio de cuencas continentales endorreicas, en la que las facies lutíticas se organizan en ciclos de oxidación-reducción y los términos calcáreos se asocian a ciclos de carbonatación por somerización.

Contiene oogonios de charofitas (*Atopochara trivolvis triqueta* GRAMB., *Flabellochara harrisii* (PECK), *Globator trochiliscoides* GRAMB., *Nodosoclavator* cf. *adnatus* MARTIN-CLOSAS y GRAMB-FESS. y *Perimneste horrida* GRAMB), y ostrácodos (*Cypridea menensis* (ANDERS.), *C. indigens* ANDERS., *C. marina* ANDERS., *C. insulae* ANDERS., *C. cf. ventriosa* BRENNER, *C. cf. quadrangulata* BRENNER, *C. soriana* KNEUPER, *C. isasae* KNEUPER, *C. demandae* KNEUPER y *B. (Theriosynoecum) fittoni* (MANTELL). La asociación de charofitas y ostrácodos es característica del Barremiense inferior.

1.3.2. Arcillas y areniscas rojas (7). Barremiense

Este nivel cartográfico se ha distinguido en el sector de Quintanalara. Se trata de un conjunto poco visible de lutitas rojas, areniscas pardas y conglomerados cuarcíticos con bases erosivas, laminación cruzada, *ripples* y niveles intensamente bioturbados.

Las lutitas rojas constituyen la litología predominante en esta unidad. Se encuentran en paquetes decamétricos y de aspecto homogéneo. Localmente afloran intervalos de lutitas versicolores con horizontes lateríticos y en algunas ocasiones incluyen nódulos calcáreos de origen edáfico.

La potencia de este conjunto es del orden de unos 70 m y en general se encuentran muy coluvionados, observándose solo los niveles decimétricos de areniscas de grano fino, con geometría tabular compuestos por cosets de *ripples* o bien homogeneizados por procesos de bioturbación, que corresponden a depósitos de desbordamiento.

No se han encontrado restos fósiles que puedan datar a esta unidad, no obstante, atendiendo a criterios regionales se les asimila al Barremiense asociándolos a la Facies Weal.

El ambiente deposicional está relacionado con facies fluviales en el que se desarrollan secuencias de relleno de canal, efectuado en un único episodio en canales rectos de duración efímera.

1.3.3. Calizas (8). Barremiense

Este nivel, como el anterior, sólo se ha diferenciado en Quintanalara. Está formado por un conjunto de unos 30 m de varios niveles canalizados de areniscas y conglomerados, calizas arenosas, limos y margas limosas.

Los depósitos canalizados incluyen conglomerados poligénicos con oncoídes que se encuentran rotos o fragmentados. Los términos areniscosos presentan laminaciones

tractivas de formas onduladas que indican un retrabajamiento de los depósitos del techo de los canales por oleaje del litoral lacustre.

Los niveles calcáreos corresponden a *packstones* arenosos con gran cantidad de intraclastos y oncoides dispersos, suelen presentar ondulaciones tractivas y se sitúan en áreas energéticas del margen lacustre.

Los limos y margas limosas incluyen también oncoides dispersos y representan los depósitos de menor energía del margen donde la sedimentación se efectúa esencialmente por decantación.

Esta unidad no ha proporcionado fauna determinativa, no obstante, atendiendo a su posición estratigráfica se puede asimilar a la Formación Calizas de Hortigüela, (SALOMON, 1980) de edad Barremiense.

El ambiente de depósito corresponde a un lacustre marginal o fluvio lacustre.

1.3.4. Arcillas y areniscas rojas (9). Barremiense

Este nivel se ha diferenciado en Quintanalara. Litológicamente se trata de un conjunto de areniscas pardas con estructuras tractivas y calizas nodulosas arenosas con bioturbación en capas muy finas.

Su aspecto es masivo y muy similar al descrito en el nivel cartográfico 7. La potencia de este conjunto es del orden de 20 a 30 m y aunque carece de fauna determinativa se asimila al Barremiense.

1.3.5. Arcillas, areniscas y calizas (10). Barremiense

Este nivel se ha cartografiado en el secor de Cuecas de Juarros. Está formado por lutitas rojas y versicolores con suelos lateríticos, areniscas pardas canalizadas, cementadas, conglomerados cuarcíticos con estructuras tractivas fluviales, e intercalaciones de margas y calizas intraclásticas arenosas y nodulosas.

La potencia total es del orden de 50 m y a grandes rasgos es un término compresivo de los tres términos descritos anteriormente.

El ambiente de depósito es fundamentalmente fluvial, con una etapa representada por los niveles calcáreos, que indicarían un ambiente lacustre marginal somero.

Aunque se carece de dataciones concluyentes, atendiendo a su posición estratigráfica se puede datar a este nivel como Barremiense.

1.4. CRETACICO INFERIOR-CRETACICO SUPERIOR

El megaciclo sedimentario del Cretacico superior empieza por el desarrollo extensivo de la Fm. Arenas de Utrillas. Esta formación está constituida por sistemas aluviales caracterizados por el predominio en canales *braided* llenos por conglomerados cuarcíticos y arenas caoliníferas. La Fm. Utrillas pasa en vertical a depósitos estuarinos y de plataformas mixtas pertenecientes al Cenomaniense-Turoniente inferior. Se superpone un

paquete calcáreo de aspecto tableado cuyos términos superiores incluyen fauna del Santoniense. Un tramo intermedio con estromatolitos puede corresponder a la ruptura de carácter regresivo que se registra a nivel regional en el Turoniense terminal-Coniaciense. La unidad de margas transgresivas del Santoniense se encuentra muy reducida en la zona y tiene carácter discontinuo. Por encima se dispone un potente tramo calcáreo-dolomítico que abarca el resto del Santoniense y parte del Campaniense. Desconectados del resto de los afloramientos del Cretácico superior aparecen depósitos que se han asignado al Maastrichtiense. Están formados por un tramo inferior de barras calcáreas con *Favreina* pertenecientes a medios muy litorales y un tramo superior que presenta abundantes rasgos lagunares y salobres con desarrollo de facies estromatolíticas y oncolíticas.

1.4.1. Areniscas, conglomerados y arcillas. Facies Utrillas (11). Albiense-Cenomaniense

Esta unidad de naturaleza detrítica y carácter continental aflora en el anticlinal de Cuevas, en los alrededores de Cubillo del Campo, así como en Quintanalara y en Espinosa de Juarros. La importante actividad tectónica previa al depósito de esta unidad, origina regionalmente que estos sedimentos se depositen sobre distintos materiales. En esta Hoja, el contacto inferior sólo se observa en los afloramientos más orientales, sobre depósitos detríticos en facies Weald. No obstante, al sureste se depositan sobre sedimentos del ciclo aptiense, no aflorantes en esta Hoja.

La litología de esta unidad, está constituida principalmente por conglomerados cuarcíticos, arenas caoliníferas, que confieren los tonos blanquecinos-amarillentos característicos y lutitas.

Los conglomerados y microconglomerados con los que comienza la serie son de naturaleza silícea, en su mayor parte cantos cuarcíticos, bien redondeados y con un alto grado de esfericidad. Su matriz es arenosa, afectada por una intensa alteración que favorece la escasa cementación que se observa en estos materiales.

Los términos arenosos son de grano grueso a medio, con bajo grado de cementación y color blanco, aunque también presentan tonos amarillentos, rojizos, violetas y negruzcos. Forman sets de estratificación cruzada planar y de surco y se encuentran organizados con los términos conglomerados en secuencias positivas de relleno de canal métricas y decamétricas.

Los términos limosos y lutíticos no son muy importantes en el conjunto de la unidad. Se trata de lutitas rojas y verdes seguidos de limolitas y lutitas grises.

En el sector de Quintanalara y en los niveles basales de esta unidad se ha observado una costra ferruginosa con concentraciones locales de óxidos de hierro que han sido investigadas en épocas recientes.

La potencia de esta unidad es del orden de 200 m, no existiendo datos faunísticos fiables que aporten información suficiente acerca de la edad de esta unidad. Según su

posición estratigráfica y de acuerdo con los datos regionales, parece comprender desde el Albiense hasta el Cenomaniense.

En el sector de Cubillo del Campo, el techo de esta unidad está representado por una intercalación de unos cinco metros de espesor de biocalcareitas bioturbadas, con estratificación cruzada y niveles de acumulación de ostreidos.

1.4.2. **Calcareitas, margas, calizas margosas y arenas (12).**

Cenomaniense-Turoniense.

En esta unidad se engloba una gran variedad litológica, destacando la presencia de margas, calizas arenosas y pequeñas intercalaciones arenosas.

En el sector de Cubillo del Campo, este tramo comienza con un nivel de calizas arenosas bioturbadas en el que se puede observar una gran concentración de ostreidos, presentando estratificación bimodal y «ripples» de oleaje a techo, continuando con una alternancia de margo-calizas muy bioturbadas y arenas que pasan a calizas (*wackestone-mudstone*) margosas ocres laminadas, ocasionalmente arenosas, bioclásticas, con un alto porcentaje de glauconita. A techo se observa un conjunto de calizas (*packstone-grains-tone*) con laminación cruzada y pequeñas construcciones retrabajadas de rudistas.

Aunque generalmente esta unidad se encuentra muy coluvionada, con escasos afloramientos, el mejor punto de observación se sitúa en las proximidades de Cubillo del Campo.

La potencia total es del orden de 40-50 metros, y aunque esta unidad es eminentemente margosa, las calizas se encuentran distribuidas en bancos de pequeño espesor, no mayor de 1 m.

El contenido faunístico es muy amplio con abundantes bioturbación y restos de equinídos, ostreidos (*Ostrea*, *Gryphaea* y *Exogyra*). LAMBERT (1935) cita, en zonas próximas a ésta, la presencia del Cenomaniense mediante fauna de equinídos, WIEDMANN, (1964) incluyen en esta alternancia la presencia del Cenomaniense y Turoniense inferior, con ausencia de las dos zonas inferiores del Turoniense, indicando una interrupción sedimentaria en el tránsito Cenomaniense-Turoniense, aunque como indica VALLADARES (1976) en campo no se observa ningún criterio sedimentario que indique dicho hiato. Por otra parte este hiato entre el Cenomaniense y Turoniense ya fue puesto de manifiesto por RAMIREZ DEL POZO (1971) en el Cretácico superior del borde meridional de la Cuenca Cantábrica.

La edad de esta unidad es Cenomaniense y Turoniense como demuestran los estudios micropaleontológicos realizados. Las margas contienen abundantes microfósiles, con predominio de ostrácodos, encontrándose en la parte inferior *Ammobaculites stephensi* CUSHM., *Cytherella ovata* (ROEM), *C. cf. parallela* (REUSS), *Dordoniella strangulata* *soni* JONES E HINDE, *Cythereis cf. luermannae* TRIEB. APOST., *Dolocytheridea bosquetiana* (JONES E HINDE), *Cythereis cf. luermannae* TRIEB. APOST., *Pterigocythere allinensis* (GREK. y DEROO) que definen el Cenomaniense. En la parte

superior la edad Turoniense viene definida por los ostrácodos *Dordoniella turoniensis* DAMOTTE, *Asciocythere polita* DAMOTTE, «*Cythere*» *verbosa* DAMOTTE, *Cythereis grekovi* DAMOTTE y *C. praetexta* DAMOTTE.

El ambiente de depósito se corresponde con una plataforma litoral.

1.4.3. Calizas tableadas (13). Turoniense-Santoniense

Este nivel está constituido por un conjunto de calizas de tonos grises, estratificadas en bancos de unos 0,5 m de espesor, con gran continuidad lateral.

Existen dos tipos de facies calcáreas en este tramo, el representado por calizas bioclásticas y oolíticas (*packstone-grainstone*) de color amarillo y abundante fauna de bivalvos, gasterópodos y serpúlidos, que constituyen el núcleo de pequeñas construcciones; y las calizas micríticas (*mudstone-wakestone*) de tonos grises con tinciones amarillas producidas por óxidos de hierro y que generalmente se encuentran muy bioturbados con fauna de ostreidos en posición de vida.

En el muro de esta unidad se observan unos niveles de calizas estromatolíticas y margas, ligadas a un episodio regresivo.

Este nivel se observa en los tres principales afloramientos de materiales mesozoicos, constituyendo niveles de guía cartográficos, con una potencia aproximada que oscila entre 60 y 80 m.

El contenido faunístico es abundante, con restos de bivalvos, y ostreidos. WIEDMANN (1964), en base a ammonites, fija el límite inferior de esta unidad en el Turoniense superior. VALLADARES (1976) mediante foraminíferos indica una edad Senoniense inferior. Las margas inferiores contienen algunos ostrácodos que indican una edad Senoniense inferior (*Pterigocythere pulvinata*, DAMOTTE, *Cythereis grekovi* DAMOTTE, *Quadracythere*, *Cytherella* y *Asciocythere*), mientras que las calizas suelen ser biomicritas con *Quinqueloculina*, *Spiroplectammina*, *Ophthalmidium*, *Rotorbinella* y *Boueina*.

De acuerdo con la posición estratigráfica es posible que esta unidad incluya desde el Turoniense superior a la base del Santoniense.

Respecto a su análisis sedimentológico se han observado en estos niveles estratificación cruzada y secuencias estratocrecientes de progradación de barras por somerización que se interpretan como complejos discontinuos de barras de plataforma de media energía en régimen submareal con episodios de capas de tormentas.

1.4.4. Calizas y dolomías (14). Santoniense-Campaniense

Esta unidad constituye el resalte morfológico de las mesas que forman el paisaje de esta región.

Litológicamente esta unidad comienza por un nivel de margas y margocalizas de tonos amarillos, blancos y ocres con una potencia aproximada de 2 m. Este nivel es más repre-

sentativo en el anticlinal de Cuevas de San Clemente, mientras que en Quintanalara y Espinosa, el espesor es incluso menor.

La serie continua con calizas blancas (*wackestone*, dolomíticos), que presentan estratificación masiva o difusa en blancos gruesos que pasan a calizas y dolomías muy recristalizadas, oquerosas, de aspecto carniolar y tonalidades rosas, con intercalaciones de niveles de calizas (*packstone-grainstone*) dolomíticos con estratificación cruzada, organizados en secuencias estratocrecientes.

La potencia total visible de esta unidad es del orden de 70-80 m, dependiendo de los materiales detríticos del terciario que soterran esta unidad.

Las margas blanco-amarillentas de la base de la unidad contienen discórbidos y ostrácodos mal conservados entre los que se identifican *Pterigocythere pulvinata* DAMOTTE, *Quadracythere*, *Kingmaina*, *Cytherella* y *Kalyptovalva*? Las calcarenitas suelen ser biointráspartas con *Idalina antiqua* d'ORN., *Quinqueloculina*, *Moncharmontia apenninica* (DE CASTRO), *Nummofallotia cretacea* (SCHULUMB.), *Pseudocyclammina sphaeroidea* GENDROT, *Spiroplectammina*, *Rotalia reicheli* HOTT., *Pararotalia* cf. *tuberculifera* (REUSS), así como restos de rudistas y de briozoos. Estas asociaciones caracterizan al Santoniense.

Los estudios han determinado que el tramo margoso se enmarca en un ambiente de plataforma abierta-bahía, de baja energía, mientras que el resto se encuadra en una plataforma carbonatada somera con desarrollo de complejos de barras.

1.4.5. Calizas y margas (15). Maastrichtiense

Afloran en una estrecha banda, con dirección NO-SE, al norte de Modubar de San Ciprián, constituyendo un relieve residual mesozoico rodeado por depósitos detríticos rojos miocenos, que constituyen el sinclinal de Modúbar.

Este afloramiento está ligado a un gran accidente de zócalo que con esta dirección surca el sector nororiental de la Hoja, encauzándose a su favor el río Cardeñadijo.

En el muro de la unidad se observan calizas *wackestones*, homogéneas y en menor proporción calizas *packstone* con *Favreina* que pasan a techo a calizas micríticas, a veces nodulosas, *mudstone*, con laminaciones algales y microestromatolitos, calizas oncolíticas, margas calcáreas y margas gris-verdosas.

Los microfósiles reconocidos en el estudio micropaleontológico no definen la edad con claridad, aunque indican los niveles altos del Cretácico superior característicos de la regresión finicretáctica. Se han identificado *Thaumatoporella parvovesiculifera* (RAINE-RI), *Cayeuxia solenopora*, *Favreina* y *Microcodium*.

El tipo de facies, la presencia de ostrácodos de concha fina, y el desarrollo de construcciones de algas indican un ambiente lagunar de aguas salobres.

1.5. TERCIARIO

Como ya se ha indicado anteriormente, los sedimentos terciarios aflorantes en esta Hoja pertenecen a los depósitos de la Cuenca del Duero, observándose únicamente materiales del Neógeno.

Estos materiales se pueden integrar en varios grupos de facies que de muro a techo se han denominado: Facies Dueñas, Facies Santa María del Campo, Facies Tordomar, Facies Cuestas, Calizas de los Páramos.

Todo este conjunto de facies o unidades puede agruparse en tres episodios o ciclos separados entre sí por discontinuidades de rango cuencal o primer orden.

El ciclo inferior, representado en esta Hoja por margas, yesoarenitas y calizas de la Facies Dueñas, cuya edad está comprendida entre el Orleaniense y el Astaraciense basal, se encuentra escasamente representado en esta Hoja, aflorando únicamente en el sector septentrional, a favor de la incisión que ha realizado el río Arlanzón. Los materiales que componen este ciclo se observan suavemente plegados, con estructuras de gran radio.

El ciclo medio, de edad Astaraciense-Vallesiense inferior, que se iniciará con la sedimentación de las Facies Santa María del Campo y finalizaría con el primer nivel de calizas del Páramo o calizas inferiores del Páramo, es el que adquiere mayor desarrollo. Los depósitos detríticos de la base del ciclo están representados por las facies denominadas, en zonas próximas a esta, como Santa María del Campo (NUÑEZ *et al.*, 1975) caracterizada por sistemas de abanicos cuya procedencia se sitúa en los relieves del margen occidental de la Cordillera Ibérica, constituidos esencialmente por depósitos calcáreos mesozoicos. Estos depósitos se interdental con la Facies Tierra de Campos s.s. en sectores más occidentales, ya fuera de esta Hoja. Según POL MENDEZ, C. (1985) los depósitos de esta Hoja pertenecen a dos sistemas de abanicos, el meridional, que ocupa el sector sur de la Hoja, denominado Sistema Retuerta, originado por un sistema aluvial de trazado este-oeste, caracterizado en su parte más proximal, por un predominio de rellenos de canales y barras longitudinales. La entrada se realiza por el paleovalle del río Arlanza (Hoja 277, Salas de los Infantes), hacia el noroeste, (zona distal) en donde los canales se concentran en zonas dejando amplias llanuras de inundación entre ellos, sobre los que se desarrollan suelos calcimorfos y lagunas temporales.

El sector oriental de la Hoja está ocupado por el sistema de los Ausines, caracterizado en las zonas próximas a los bordes mesozoicos por la sedimentación de sistemas fluviales, medios a distales, con desarrollo de canales de gravas de dimensiones relativamente pequeñas y trazado SE-NO con el desarrollo de suelos calcimorfos y sistemas palustres en el sector de Revillaruz-Modubar de San Ciprián.

Lateralmente en las zonas próximas al borde mesozoico y hacia techo en los sectores noroccidentales de la Hoja, estos depósitos pasan transicionalmente a otra facies denominada Tordomar (NUÑEZ *et al.*, 1975) caracterizada por la alternancia de materiales detritales.

icos y carbonatados que representan las facies marginales del lago. Hacia el oeste, estos materiales pasan a la típica Facies Cuestas que se enmarca en un ámbito lacustre estable.

Todo este conjunto de facies se encuentra fosilizado por el paquete calcáreo que constituyen las calizas inferiores del Páramo cuyo contacto con las unidades inferiores es de carácter transicional.

El ciclo superior, de edad Vallesiense inferior-Turolense y quizás Plioceno, que culminaría en las mesas de las calizas superiores del páramo, se sitúa discordante a escala regional sobre el ciclo anterior, y presenta un carácter más restringido, posiblemente se encuentre delimitado por fracturas hercínicas que se aprecian por teledetección. En esta Hoja está compuesto por un tramo detrítico-margoso en la base que culmina en una serie calcárea.

1.5.1. Ciclo Orleaniense-Astaraciense

El ciclo Orleaniense-Astaraciense tiene muy poca representación en la Hoja, y solo aflora en el sector septentrional, en el valle del río Arlanzón.

La potencia máxima visible es de unos 20 m. Se distingue un tramo inferior margo-yesífero y uno superior que incorpora niveles de calizas. Se deduce por tanto una disminución de la salinidad de las aguas en vertical, y los niveles calcáreos se asocian a los estadios retractivos lacustres propios de los episodios terminales del ciclo. La parte inferior de la unidad, compuesta por margas dolomíticas-yesíferas y yesorenitas, corresponde a la Facies Villatoro definida en la elaboración de la Hoja de Burgos.

1.5.1.1. Margas, yesos y arcillas(16). Orleaniense

Esta unidad aflora en la vertiente meridional que forma el encauzamiento del río Arlanzón, próximo al puente de los Desterrados, en la carretera que une la C.N. 120, con Castrillo del Val.

En la Hoja de Burgos (19-10), estos niveles o al menos parte de ellos, han sido denominados como Facies Villatoro, considerando a éstas como cambio lateral de la Facies Dueñas definida más al oeste.

Litológicamente está formada por arcillas, margas y yesoarenitas con intercalaciones de yesos diagenéticos. El conjunto presenta tonos grisáceos o blanquecinos en alteración y gris o verdosos en corte fresco.

Las margas presentan un laminado milimétrico, asimilado a varvas lacustres, bioturbas, con delgados niveles enrojecidos que corresponden a horizontes de oxidación. Las yesoarenitas se presentan en niveles centimétricos, alternando rítmicamente con margas. Estas capas presentan *ripples* de oleaje a techo.

La potencia visible de esta unidad es del orden de 20 metros en la zona de máximo afloramiento. No obstante, en hojas próximas a ésta (Burgos, 19-10) se han observado más de 40 m y en sondeos, sobrepasan los 500 m.

Respecto a su edad, se ha enclavado dentro del Orleaniense por criterios regionales, habiéndose encontrado solamente un ostrácodo perteneciente al género *Pseudocandona*.

Sedimentológicamente corresponde a depósitos lacustres, finamente laminados en capas milimétricas y centimétricas, con *ripples* de oleaje y granoselección en los niveles de yesoarenitas.

1.5.1.2. *Calizas (17). Orleaniense-Astaraciense inferior*

La serie margosa anterior culmina en un tramo calcáreo de pequeña potencia, unos 5 m, formado por calizas *mudstone* y *wackestone* margosas, con granos de cuarzo, distribuidos en capas de unos 50 cm de espesor, con superficies de estratificación poco definidas que presentan abundantes rasgos pedogenéticos y edáficos, huellas de raíces, nodulizaciones y enrojecimientos, asimilados a procesos de oxidación al régimen subaéreo.

Localmente aparece un nivel de calizas *packstone* con estratificación cruzada a muy gran escala e intercalaciones de margas, algo limosas, con abundantes cristales de yeso secundario.

Estas calizas afloran, exclusivamente, en el puente de los Desterrados, con una edad que debe de estar comprendida entre el Orleaniense y posiblemente el Astaraciense inferior, basado en criterios regionales y posición estratigráfica con los niveles suprayacentes.

Sedimentológicamente estos niveles calcáreos, se interpretan como secuencias de colmatación generadas por procesos retractivos en contextos lacustres y palustres, con aumento progresivo en carbonato por disminución de la lámina de agua.

1.5.2. Ciclo Astaraciense-Vallesiense

En conjunto, el ciclo muestra una organización típica de sedimentación en cuencas continentales endorreicas con la sucesión vertical clásica de facies fluviales a lacustre. En sentido E-O, es decir de margen a centro de cuenca, se aprecian las relaciones laterales entre los sistemas aluviales y las facies lacustres. En los sectores orientales se observa la coexistencia de pequeños abanicos aluviales y depósitos proximales de abanicos fluviales. Se diferencian dos abanicos principales que en épocas de máxima expansión cubrieron grandes reactivaciones de los relieves marginales. El área situada entre los dos abanicos principales presenta un notable desarrollo de carbonatos palustres generados por deficiencias en el drenaje.

El conjunto de facies terrígenas, sin distinción de su carácter aluvial o fluvial, recibe el nombre de Facies Sta. M^a del Campo. Es probable que los equivalentes fluviales situados en la esquina noroeste procedan de los relieves del margen septentrional de la Cuenca. En este caso corresponderían a la Facies Grijalba-Villadiego y formarían parte de abanicos con ápices situados en la Cordillera Cantábrica.

La orla de interacción entre los sistemas fluviales y las áreas lacustres está representada por un complejo de facies mixtas asimilado a la Facies Tordomar. Engloban depósitos carbonatados marginales con rasgos edáficos y palustres, fangos perilacustres y sedimentos siliciclásticos fluviolacustres y deltaicos.

El término de Facies Cuestas se reserva para los depósitos esencialmente margosos correspondientes a las áreas lacustres estables. Se encuentran en la parte septentrional de la Hoja y desarrollan generalmente facies de contextos lacustres relativamente proximales, nutridos intermitentemente por aguas dulces procedentes del margen oriental de la cuenca. Las facies lacustres salinas se reconocen exclusivamente en el extremo noroccidental de la Hoja. Se enmarcan en sectores centrales de la cuenca donde una tasa mayor de evaporación permitía la concentración de sales, aunque eran frecuentes los episodios energéticos de retrabajamiento del fondo.

Las calizas inferiores del Páramo corresponden a la facies de colmatación de la cuenca lacustre y se asocian con estadios terminales del ciclo. Están representadas por margas y calizas micríticas con rasgos palustres, y ocasionalmente calizas bioclásticas con estructuras tractivas.

1.5.2.1. *Lutitas rojas y areniscas (18). Astaraciense-Vallesiense*

Esta unidad constituye los tramos basales del ciclo intermedio. Como ya se ha indicado anteriormente, estos depósitos constituyen la gran masa de los materiales depositados en los abanicos de Retuerta y los Ausines, denominándose en su conjunto como Facies Santa María del Campo.

Litológicamente, y aunque de procedencia distinta, existe una homogeneidad en ambos sistemas, tratándose de un conjunto de arcillas y limos rojos, con intercalaciones de niveles arenosos, que en sectores próximos al borde mesozoico engloban niveles de conglomerados.

Las arenas se organizan en cuerpos de escala métrica, con base neta y tendida, aspecto masivo, a veces con amalgaciones, observándose estructuras internas tipo estratificación cruzada y bioturbación.

Las lutitas son los sedimentos más abundantes y característicos de esta unidad, presentan aspecto masivo y generalmente un alto contenido en limo.

Como ya se ha indicado anteriormente, estos depósitos corresponden a dos sistemas de abanicos diferentes. El sistema Retuerta, que en esta Hoja se expande desde el umbral mesozoico que conforma el anticlinal de Cuevas de San Clemente hacia el noroeste, con los mejores puntos de observación en los alrededores de Valdorros en donde estas facies adquieren un mayor desarrollo con inclusiones de niveles canalizados de conglomerados. Hacia el noroeste la potencia visible es menor, aflorando en el fondo de los valles.

Sedimentológicamente esta unidad corresponde a la zona distal de un sistema aluvial de trazado este-oeste (Sistema Retuerta), en donde los canales se concentran en zonas,

dejando amplias áreas de llanura de inundación y al sistema de los Ausines, que se trataría de un sistema fluvial, con menor desarrollo que el anterior, cuyas zonas apicales se situarían sobre la Hoja de Pradolengua (20-11), con el desarrollo de canales de gravas de dimensiones relativamente pequeñas y trazado SE a NO. En el área de Sarracín enlazaría con las facies distales del sistema Retuerta.

Los tramos superiores de este nivel, pasan lateralmente a la Facies Tordomar exceptuando el sector septentrional del sistema de los Auxines, zona de Cozcurita de Juarros, en donde estos materiales pasan directamente a la Facies Cuestas, encontrándose soterrados, en las zonas próximas a los relieves mesozoicos, por las calizas inferiores del Páramo.

Esta unidad se deposita suavemente discordante sobre las calizas terminales del ciclo anterior, con una potencia visible muy variable, oscilando entre más de 200 m en las zonas próximas a los relieves mesozoicos, a 10 metros en el sector de Castrillo del Val.

La edad de esta unidad, atendiendo a criterios regionales así como a las dataciones efectuadas sobre niveles calcáreos incluidos en estos materiales puede establecerse como Astaraciense, teniendo en cuenta que el techo de esta unidad no es isócrono, alcanzando el Vallesiense inferior en las zonas de máximo desarrollo.

1.5.2.2. *Conglomerados (19). Astaraciense*

Estos niveles se encuentran intercalados entre los materiales descritos anteriormente. Son más abundantes en las proximidades del borde mesozoico, no llegando a alcanzar en ningún caso un nivel cartográfico continuo.

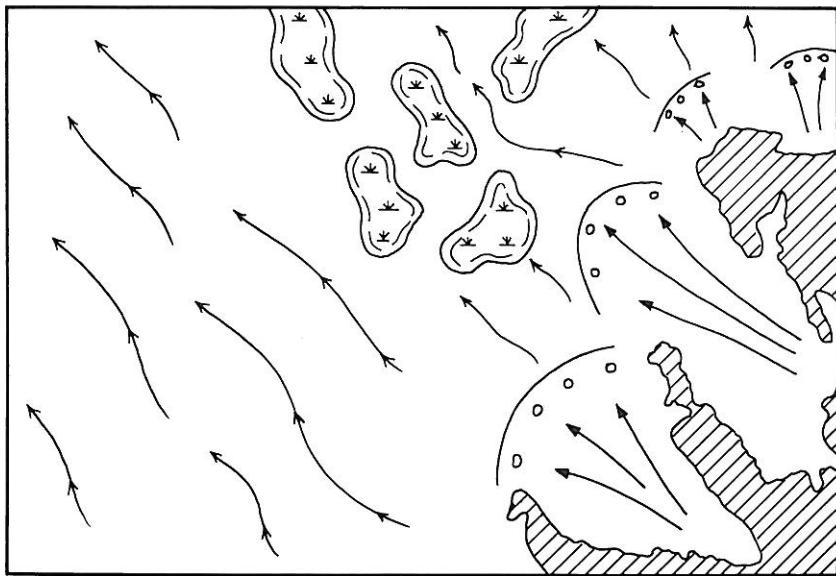
Litológicamente está formado por conglomerados distribuidos en niveles, con geometría lenticular y una potencia que no sobrepasa los 5 m. La superficie basal es erosiva y pueden presentar desde aspecto masivo, estratificación horizontal o estratificación cruzada en surco a mediana escala.

Los cantes son de naturaleza silícea y carbonatada, con centímetros que oscilan entre 10 y 20 cm, observándose un mayor predominio de cantes silíceos en los niveles de conglomerados integrados dentro del sistema Retuerta. La matriz es arenosa, con tonos rojizos y en algunas ocasiones se suelen presentar cementados por carbonatos.

La frecuencia en las intercalaciones de estos niveles es más abundante en las zonas próximas a los relieves mesozoicos, disminuyendo progresivamente hacia el noroeste. Así, en el sector de Revilla del Campo, es posible observar varios niveles con estas características.

En los alrededores de Hontoria de la Cantera y adosados a los relieves mesozoicos se observan algunos niveles de conglomerados y brechas calcáreas de pequeño espesor.

La máxima concentración de estos niveles determinan las zonas más proximales de los sistemas aluviales.



Mesozoico



Llanura de inundación y canales fluviales



Orio proximal de abanicos aluviales



Zonas encharcadas

Fig. 2.- Distribución de ambientes en la facies de Santa María del Campo.

1.5.2.3. Arenas y areniscas (20). Astaraciense

Se encuentran, como la unidad anterior, incluidas entre los niveles de lutitas rojas. Presentan tonos amarillentos, con tamaño de grano medio a fino y ocasionalmente contienen cantos silíceos.

La superficie basal generalmente es erosiva, aunque ocasionalmente puede encontrarse en transición sobre los niveles conglomeráticos. Su aspecto es masivo, aunque pueden presentar estratificación cruzada de surco.

La potencia de estos niveles, no sobrepasa normalmente el metro de espesor, explotándose como areneros en las zonas de máximo desarrollo. Se encuentran distribuidos por toda la Hoja, aunque son más frecuentes en el cuadrante suroccidental de la Hoja.

Normalmente se organizan en secuencias de relleno de canal. El grado de cementación es muy variable.

Son frecuentes las deformaciones hidroplásticas de las láminas, producidas por escapes de fluidos durante la compactación de sedimentos embebidos en agua, desarrollándose procesos edáficos a techo de las secuencias que se manifiestan como calcificaciones que borran total o parcialmente las estructuras internas de las secuencias.

1.5.2.4. *Calizas margosas y margas (21). Astaraciense*

Se encuentran incluidos entre los niveles de lutitas rojas. Presentan tonos blanco amarillentos y rosados, fácilmente distinguibles en campo.

Litológicamente están formados por calizas margosas, margas y margas limosas en la base con estructura nodulosa, y porosidad con rellenos geopetales. En el techo de cada nivel es frecuente observar huellas de raíces, mientras que en el muro, el contacto con los niveles lutíticos es transicional.

Presentan geometría lenticular, con una potencia media de 3 m, observándose una mayor frecuencia de estos niveles en el sector central y suroccidental de la Hoja.

La presencia de estos tramos determinan zonas palustres o de encharcamiento esporádico y son más frecuentes en el sector de coalescencia entre los dos sistemas aluviales.

Los estudios de microfauna han determinado *Pseudocandona* sp., *Henryhowella asperrima* (REUSS), *Candona bitruncata* (CARBONELL) y fragmentos de gasterópodos, así como restos de tubos de origen palustre. Este conjunto de fauna determina el Astarciense.

Estos niveles se originan en zonas anegadas incluidas en ambientes fluvio-aluviales, desconectadas de las áreas netamente lacustres. Concretamente se encuentran en contextos de interabanco húmedo y con menor frecuencia a pie de los sistemas aluviales. Estas áreas se nutren de los desbordamientos de los canales y se mantienen anegadas debido a su deficiente drenaje.

1.5.2.5. *Calizas y dolomías (22). Astaraciense*

Como los niveles anteriores, se encuentran intercalados entre las lutitas rojas.

Se trata de unos niveles de calizas arcillosas (*wackestone*) y dolomías de aspecto masivo en el sector de Llanoganga y lajoso en las proximidades de Sarracín, con unos tres metros de espesor. Incluyen un gran porcentaje de granos de cuarzo que presentan una fuerte corrosión por calcita.

Presentan una abundante porosidad, ocasionalmente rellena por calcita, con disposición lenticular, aunque en el sector suroccidental adquieren una mayor extensión lateral.

Sedimentológicamente se enmarcan en contextos energéticos de margen «de charca» drenada por canales fluviales.

1.5.2.6. *Arcillas con intercalaciones de areniscas, margas y calizas (Facies Tordomar) (23). Astaraciense-Vallesiense*

Esta unidad aflora exclusivamente en la mitad occidental de la Hoja y constituye un cambio lateral de los términos superiores de conjunto descrito anteriormente.

Este tránsito es observable en los alrededores de Modúbar de la Cuesta, presentando sus mejores afloramientos en esta localidad y en el margen septentrional del valle que forma el río de los Ausines.

Al conjunto de estos materiales se le ha denominado en la Hoja de Santa María del Campo como Facies Tordomar (NUÑEZ *et al.*, 1975), en el sentido comentado anteriormente, caracterizado por la alternancia de niveles carbonatados y detríticos.

Hacia el norte y oeste de esta Hoja, estas facies pasan gradualmente a la típica Facies Cuestas.

Litológicamente están formadas por arcillas y lutitas de tonos rosados a rojos que forman la gran masa de estos sedimentos. Presentan un aspecto masivo, distribuidas en paquetes de orden métrico con intercalaciones ocres de naturaleza limolítica.

Los niveles arenosos son de tonos rojos a ocres con granulometría media a fina. Son más abundantes en el sector central de la Hoja, en donde presentan las bases canalizadas y caliches a techo.

Los materiales carbonatados incluidos en esta unidad, son margas verdes y blancas y niveles decimétricos a centimétricos de calizas blancas (*mudstone-wackestone*) ocasionalmente detrítica con oxidaciones, karstificaciones, edafizaciones y huellas de raíces.

Estos depósitos corresponde al ciclo sedimentario medio (Astaraciense-Vallesiense) y como ya se ha indicado, pasan hacia el noroeste, gradualmente, a la Facies Cuestas, mientras que hacia el sureste, pierden su carácter carbonatado, pasando gradualmente a los tramos superiores de la Facies de Santa María del Campo.

La potencia de esta unidad es variable, aumentando en el sector occidental de la Hoja en donde pueden llegar a 80 m de espesor.

Los depósitos en los que el porcentaje de niveles calcáreos es pequeño son característicos de llanura de inundación de sistemas fluviales de baja densidad de drenaje relacionados con áreas distales de abanicos aluviales, mientras que las secuencias de mayor importancia que culminan en niveles calizos potentes (diferenciados como unidad 24) se sitúan en el contexto fluvio-palustre-lacustre (margen lacustre). En ambos casos se trata de secuencias de somerización a colmatación con episodios finales de exposición subárea o colonización vegetal.

Aunque en la realización de esta Hoja no se ha encontrado ningún yacimiento paleontológico nuevo, en este tipo de materiales y en los alrededores del Monte de la Abadesa,

existe un yacimiento histórico, estudiado por BADILLO (1952) que data la presencia de *Mastodon Longirostris* (KAUP), posteriormente ZBYSZEWSKI (1954), determina los restos de BADILLO como *Serridentinus hispanicus*, posteriormente BERGOUNIOUX y CROUZEL (1958) denominan a esta especie como *Geisotodon hispanicus*, además de *Trilopodon oligosoponensis* (ZBYSZEWSKI) y asignando este yacimiento al VIndoboniense superior. MAZO (1977) revisa este material, asignándolo al *Tetralophodon longirostris* (KAUP), con una edad Astaraciense superior (zona MN8 de MEIN).

Sedimentológicamente estos materiales se encuadran como depósitos de margen lacustre y orla perielacustre, con distintos subambientes que reflejan las retracciones y expansiones del lago y los episodios de aporte de materiales por los sistemas fluviales a la cuenca lacustre (Fig.3).

1.5.2.7. *Calizas y/o dolomías grises con intercalaciones margosas (24). Astaraciense*

Estos niveles calcáreos se encuentran intercalados entre los niveles detriticos descritos anteriormente, constituyendo la Facies Tordomar. Asimismo se intercalan, aunque con menor entidad, entre los sedimentos margosos que constituyen la Facies Cuestas.

El máximo desarrollo de estos niveles se localiza en la mitad occidental de la Hoja, considerando como mejores afloramientos los que corta la carretera Villagonzalo-Presencio.

Litológicamente se trata de calizas y dolomías blancas (*mudstone-wackestone*) arcillosas, con granos de cuarzo y concentraciones laminadas de ostrácodos.

Estos niveles calcáreos suelen presentar *ripples* en el techo, estratificación cruzada de surco y *hummocky*, aunque en la mayoría de las ocasiones son masivas. Presentan suucciones de somerización lacustre.

En las zonas de máximo desarrollo de estas intercalaciones calcáreas se han observado hasta tres niveles calcáreos intercalados con una potencia máxima de unos tres metros cada nivel, disminuyendo tanto en espesor como en frecuencia tanto hacia los relieves mesozoicos como hacia la Facies Cuestas.

El contenido paleontológico sólo aporta fauna vanal, con gasterópodos, ostrácodos y carácceas, aunque su edad debe estar comprendida entre el Astaraciense y el Vallesiense inferior.

Desde el punto de vista sedimentario, estas intercalaciones calcáreas se enmarcan dentro de un contexto lacustre marginal y de orla perielacustre y evidenciando subcontextos de distinta energía. Las de aspecto masivo corresponden a márgenes poco activos mientras que las que incluyen gran cantidad de componentes aloquímicos y estructuras tracitivas deben estar asociadas a aparatos fluvio-deltaicos.

1.5.2.8. *Arenas y areniscas (25). Astaraciense*

Estos niveles se encuentran intercalados, como los anteriores, entre los sedimentos detriticos carbonatados de la Facies Tordomar. Se han representado, ya que en algunas zonas adquieren una potencia entre 1 y 2 metros.

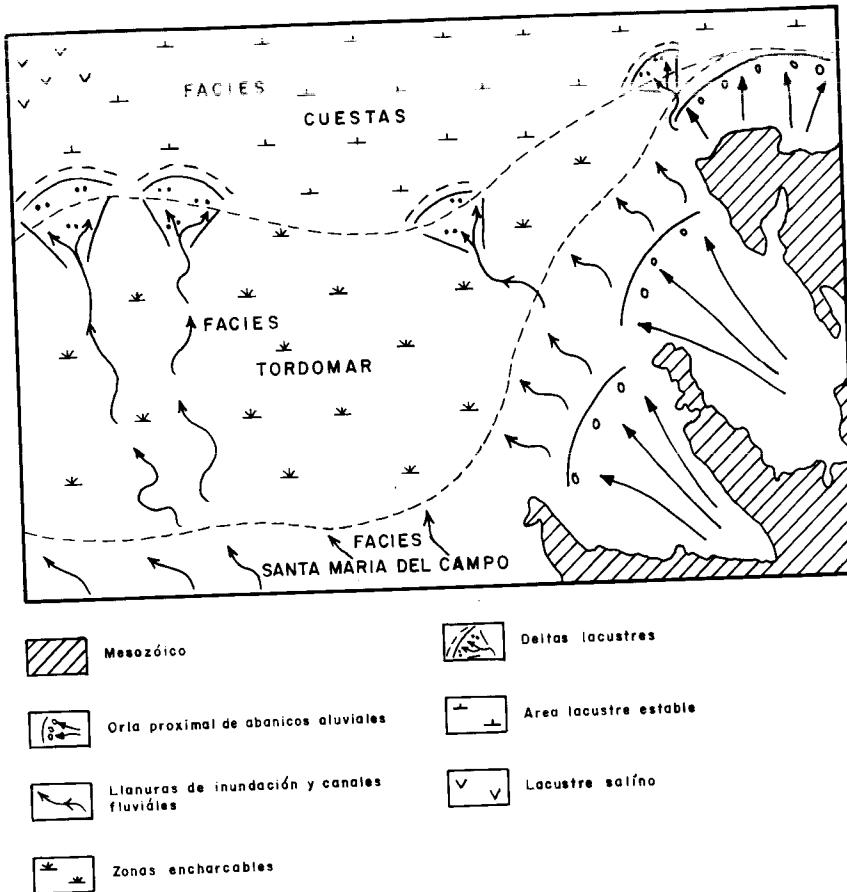


Fig. 3.- Distribución de ambientes para la facies cuestas y equivalentes.

Litológicamente está formado por arenas de grano fino a medio, de tonos amarillos, no cementadas, con base erosiva y disposición lentejonar. Suelen presentar laminación cruzada y *ripples* a techo, con abundantes ostrácodos.

Estos niveles, aunque se acuñan lateralmente, se encuentran intensamente explotados como arenosos.

Generalmente, la mayoría de estos depósitos están relacionados con canales fluviales que desembocan en el área lacustre. Se diferencian cuerpos canalizados que corresponderían a los canales colectores y niveles tabulares de arena fina depositados en medios deltaicos.

1.5.2.9. *Margas con yesos, margocalizas, calizas y dolomías (Facies Cuestas) (26).* *Astaraciense superior Vallesiense inferior*

Afloran en el sector septentrional de la Hoja, en las vertientes del río Arlanza. Los mejores afloramientos se sitúan en las proximidades de Castrillo de Val y en los alrededores de Buniel.

Litológicamente está constituido fundamentalmente por margas y margocalizas con intercalaciones de calizas, ocasionalmente con yesos, concretamente, en el sector norte occidental de la Hoja. Asimismo, es frecuente observar niveles con un mayor contenido en elementos detríticos.

Aunque el color de esta unidad es esencialmente de tonos blancos, en los alrededores del Castrillo de Val, se han observado niveles carbonosos negros de escasos centímetros.

Los niveles calcáreos, similares a los descritos anteriormente, son calizas (*mudstone y wackestone*) con gasterópodos y abundante bioturbación por raíces, y aunque los afloramientos son de mala calidad, lateralmente se adelgazan hasta llegar a desaparecer. Estos niveles se encuentran afectados por procesos diagenéticos de dolomitización y dedolomitización.

Los niveles margosos presentan un contenido en limos variables y su aspecto es masivo o noduloso como consecuencia de procesos pedogénicos. Los niveles de margas yesíferas tienen carácter dolomítico, presentan tonos verdosos y aspecto masivo y por lo general incluyen cristales microgranulares de yeso, generado por crecimiento intersticial y macrocristales diagenéticos.

Este conjunto de sedimentos ha sido denominado por HERNANDEZ PACHECO (1915) como «Facies Cuestas» y en esta zona presentan un espesor máximo observable, en el sector de Castrillo del Val, de unos 80 metros, acuñándose rápidamente hacia el sur-este hasta llegar a desaparecer.

Esta unidad se considera cambio lateral de la Facies Tordomar, definida anteriormente, situándose estratigráficamente y de forma gradual por encima de los depósitos detríticos rojos que constituyen los tramos basales de la Facies de Santa María del Campo mientras que hacia techo pasan a las calizas inferiores del Páramo.

Sedimentariamente, este conjunto litológico representa un ambiente lacustre con diferentes subambientes.

En el sector de Castrillo del Val, SANCHEZ BENAVIDES, et al. (1988) han determinado la presencia de un sistema deltaico originado como consecuencia de la llegada de cursos de agua dulce con aporte de sedimentos limosos calcáreos, restos esqueléticos y organismos vivos arrastrados que se depositaban formando barras de desembocadura de un sistema deltaico.

El resto de los depósitos pertenecen a una cuenca lacustre con características de lago estratificado en las estaciones secas, mientras que en las lluviosas adquiría condiciones abiertas como consecuencia del influjo de las aguas dulces de escorrentía.

Los estudios micropaleontológicos han puesto de manifiesto que se trata de una unidad con abundantes microfósiles, tanto ostrácodos como oogonios de charofitas, particularmente los primeros. Se han identificado, entre otros, *Hyocypris gibba* (RAM-

DOHR), *Candonia bitruncata* CARBONNEL, *C. cf. kirchbergensis* STRAUB, *Candonopsis cf. sanus* CARBONELL, *Cyprideis heterostigma* (REUSS), *Darwinula stevensoni* (BRADY y ROBERTSON), *Haplocytheridea aff. dacica* (HEJJAS), *Chara notata* GRAMB. y PAUL, *Rhabdochara* y *Lamprothemnium*.

Este listado de micro y macrofauna, permite datar a esta unidad como Astaraciense superior-Vallesiense inferior.

1.5.2.10. *Calizas, calizas margosas y margas. «Calizas inferiores del Páramo» (27). Vallesiense.*

Esta unidad representa el paquete calcáreo con el que culmina el ciclo medio y que en esta Hoja constituye, en muchas ocasiones, el resalte superior que configura las mesas de los páramos.

Los mejores afloramientos se localizan en la mitad septentrional de la Hoja, constituyendo la alineación que discurre desde el Alto de la Pelada al Páramo en el sector oriental de la Hoja, generalmente con un suave buzamiento hacia el oeste, bajando desde una cota media de unos 1.000 m en el sector oriental, hasta 900 m de altura en el sector occidental, ya próximo a la rivera de Arlanzón.

Los mejores puntos de observación se sitúan en Modúbar de la Cuesta y por lo general en los cortes realizados por las vías de comunicación que surcan este Páramo.

Litológicamente, este tramo está formado por un conjunto de calizas (*wackestone*-*packstone*) margosas, de tonos grises, distribuidas en bancos de 0,5 a 1 m de espesor, con rellenos geopetales, grietas de retracción y, en el sector oriental de la Hoja, gran cantidad de granos de cuarzo.

Alternando con estas calizas se pueden observar niveles de margas cuyo espesor y frecuencia de aparición aumenta hacia el norte, en donde el aumento de espesor de estas margas determina que este nivel calcáreo se desmiembre en varios dificultando su representación.

Los niveles calcáreos suelen presentar procesos diagenéticos de dolomitización y de dolomitización y estructuras de disolución de sales, huellas de raíces, *ripples* de oleaje y estratificación ondulada. Su aspecto es masivo a noduloso y presentan, ocasionalmente, el techo karstificado.

La potencia de esta unidad oscila alrededor de 25 m cuando la serie está completa, aunque generalmente puede disminuir ya que el techo se encuentra afectado y seccionado por una superficie de erosión.

El contacto con las unidades inferiores es transicional, observándose tanto sobre la Facies Cuestas, en el sector más septentrional de la Hoja, como sobre la Facies

Tordomar en el sector central y occidental e incluso sobre los materiales detríticos que constituyen la Facies de Santa María del Campo, en el sector oriental, en donde disminuye el espesor.

La edad de esta unidad parece situarse entre el Astaraciense superior y el Vallesiense inferior, atendiendo a criterios regionales basados en yacimientos de micromamíferos.

Sedimentológicamente, estos niveles calcáreos son típicas plataformas carbonatadas lacustres someras. Probablemente representan un cinturón de facies lacustres-palustres en la orla proximal del lago.

La aparición de estructuras tractivas marcan áreas lacustres de mayor energía. La presencia generalizada de bioturbación por raíces indica una baja batimetría con el desarrollo de una importante franja vegetada.

Las Calizas del Páramo caracterizan los estadios terminales del ciclo Astaraciense-Vallesiense por fenómenos de colmatación.

En los niveles de margas se han identificado oogonios de charofitas (*Chara cf. rochetiana* HEER y *Chara notata* GRAMB. y PAUL), ostrácodos (*Candonia bitruncata* CARBONELL) y abundantes gasterópodos lacustres (*Melanopsis cf. laevigata* LAM., *Helix, Planorbis, Hydrobia, Valvata* y *Bithynia*).

1.5.3. Ciclo Vallesiense-Plioceno inferior (Calizas superiores del Páramo)

Se sitúa discordante sobre distintos niveles de calizas inferiores.

Dado el carácter restringido tiene menor representación que los dos ciclos anteriores a nivel cuencal. En la Hoja aparece entre Modúbar de San Ciprián y Carcedo implicado en la estructura sinclinal de Mondúbar. La máxima potencia se encuentra coincidiendo con el eje de la estructura y se observa una relación de *onlap* hacia los flancos.

Clásicamente se ha descrito a esta unidad como un paquete calcáreo que incorpora intermitentemente un tramo terrígeno en la base. En la Hoja, el intervalo terrígeno de base tiene buena representación y su máximo desarrollo se sitúa también siguiendo el eje del sinclinal de Modúbar de San Ciprián.

1.5.3.1. Arcillas y arenas rojas (28). Vallesiense

Esta unidad representa los tramos basales detríticos con los que comienza el ciclo superior, que culmina en las calizas superiores del Páramo.

Los mejores afloramientos se localizan en las proximidades de Modúbar de la Cuesta, acuñándose hacia el sector oriental, en donde llega a desaparecer.

Se sitúa discordante a escala regional sobre las calizas inferiores del Páramo y sus afloramientos se distribuyen en una banda de dirección NO-SE, limitado por los sedimentos mesozoicos que constituyen el Alto del Vallejo y el Alto del Navazo.

Litológicamente esta unidad se caracteriza por la presencia de arcillas rojas con intercalaciones de niveles de arenas de grano medio a fino con cantos de cuarzo dispersos. Presentan estratificación cruzada planar y de surco con tendencias tabulares. En general se trata de suelos calcimorfos y encostramientos calcáreos con abundantes pisoides y esporádicamente pseudomorfos de yeso.

La potencia de este nivel es pequeña, unos 5 m en el sector de máximo desarrollo, acuñándose hacia Modúbar de San Ciprián en donde casi llega a desaparecer, no observándose más de 0,5 m de espesor.

Sedimentológicamente esta unidad representa distintos ambientes sedimentarios. Los niveles arcillosos parecen corresponder a suelos y fondos de dolinas, como consecuencia de paleokarst que se instala sobre la unidad infrayacente.

También aparecen facies fluviales que se asocian a una red fluvial efímera localizada a favor de zonas deprimidas y fracturas. A estos cursos fluviales aparecen asociadas facies de llanura de inundación con frecuentes exposiciones subaéreas.

1.5.3.2. *Margas blancas (29). Vallesiense-Turolense*

Este conjunto aflora en los altos de las Machorras, de la Gancharra, del Campanario y en el eje del sinclinal del Modúbar de San Ciprián.

Esta unidad se sitúa en la base y zona intermedia del ciclo sedimentario de las «calizas superiores del Páramo», localizándose sobre los términos detríticos descritos anteriormente o directamente sobre las unidades terminales calcáreas del páramo inferior, con un espesor de unos 10 m.

Esta unidad presenta una gran variedad litológica, aunque fundamentalmente predominan los términos margosos de color blanco, a veces lajosos o con nódulos, muy bioturbados, que alternan en unas ocasiones con lutitas rojas y en otras se asocian a facies calcáreas de aspecto noduloso, que presentan frecuentemente alteraciones, tales como óxidos e incluso huellas de raíces.

Contienen ostrácodos lacustres, entre los que hay algunas especies características del tramo superior del Páramo, oogonios de charofitas y fragmentos y moldes de gasterópodos. Se ha identificado *Ilyocypris gibba* (RAMDOHR), *Pseudocandona* aff. *marchica* (HARTWIG), *Heryhowella asperrima* (REUSS), *Cypridarum* nº 4 STRAUB, *Chara notata* (GRAMB. y PAUL), *Chara* cf. *rochettiana* HEER y *Rhabdochara*.

El contenido detrítico de esta unidad indica una conexión con un sistema de aporte fluvio-aluvial en la que los términos lutíticos-arcillosos constituyen las facies de llanura de inundación. Estas áreas anegadas evolucionan formando secuencias de somerización y desecación, que no llega a desarrollarse, al inundarse nuevamente el sistema. La relación estratigráfica con las calizas superiores indica que estas áreas se encuentran conectadas con zonas lacustres, situándose en cinturones palustres que sirven de enlace entre los sistemas detríticos de margen de cuenca y sectores centrales del lago.

1.5.3.3. *Calizas, calizas margosas y margas (30). Vallesiense-Turolíense*

Representa la unidad terminal carbonatada del ciclo de las «calizas superiores del Páramo». Aflora al norte de Modúbar de la Cuesta, en el núcleo del sinclinal de Modúbar de San Ciprián y en el alto de Las Machorras, con espesores que oscilan entre 5 y 10 m.

Texturalmente se reconocen dos tipos de depósitos calcáreos: los compuestos por calizas *packstone-wackestone*, arenosos, muy intraclásticos y pelletoidiales y calizas *wackestone*, con escasos componentes aloquímicos.

El primer tipo se presenta en niveles masivos, con base neta, frecuentemente canalizada e incluyen escasos fragmentos de ostrácodos y charáceas. En algunos casos contiene oncoídes y pseudomorfos de yeso.

El segundo tipo se caracteriza por el bajo contenido en aloquímicos, estratificados en bancos tabulares de potencia decimétrica a métrica. Excepcionalmente se reconocen moldes de gasterópodos.

Ambos tipos, se encuentran afectados por perforaciones de raíces.

El techo de esta unidad presenta procesos erosivos de tipo físico y químico, desarrollándose sobre estos materiales una superficie de erosión que justifica en parte el poco espesor de esta unidad.

Sedimentariamente, este conjunto litológico, se enmarca en un ambiente palustre-lacustre marginal de media energía, aunque en un contexto mayor que el que caractे- riza al final del ciclo anterior. Este hecho se pone de manifiesto por la frecuencia de calizas intraclásticas y bases canalizadas en los cuerpos sedimentarios carbonatados y detriticos.

El contenido biológico es muy escaso, observándose algunos ostrácodos y oogonios de charofitas, incluyendo este nivel, por criterios regionales en el Vallesiense-Turolíense.

1.5.4. Bioestratigrafía del Neógeno

1.5.4.1. *Introducción*

Hasta el presente, la secuencia conocida en el sector central y meridional de la Cuenca del Duero comprende exclusivamente gran parte del Mioceno medio y la parte inferior del Mioceno superior, reconociéndose cuatro unidades bioestratigráficas para este tiempo (ALVAREZ *et al.* 1985):

1. Zona con *Megacricetodon lopezae* correlacionable con la zona G de DAAMS y FREUDENTHAL (1981), edad Aragoniense superior (dataaría como tal la «Facies Tierra de Campos»).
2. Zona con *Megacricetodon ibericus* correlacionable con la zona H de DAAMS y FREUDENTHAL (1981), edad Vallesiense inferior (dataaría la base de la «Facies Cuestas»).

3. Zona con *Cricetulodon hartenbergeri* correlacionable con la zona I de DAAMS y FREUDENTHAL (1981), edad Vallesiense inferior (dataría el techo de la «Facies Cuestas» y la base de la «Caliza del Páramo»).
 4. Zona con *Progonomys hispanicus* correlacionable con la biozona NM 10 de MEIN (1975) edad Vallesiense superior (dataría parte de las «Calizas del Páramo»).
- Para GARCIA MORENO (1988) estas dos últimas biozonas (*Cricetulodon hartenbergeri* y *Progonomys hispanicus*) aún se encontrarían en la «Facies Cuestas», quedando las «Calizas del Páramo» inmediatamente por encima, con lo que su edad sería Vallesiense superior.

1.5.4.2. **Antecedentes**

A continuación se hace un resumen de los datos biográficos que hay, con la localización, edad y cita bibliográfica más importante del yacimiento.

- **Guardo: Hoja 16-08**
Yacimiento: Guardo: Karst. Pleistoceno medio
LOPEZ MARTINEZ y SANCHIZ, 1979; SEVILLA 1988
- **Carrión de los Condes: HOja 16-10**
Yacimiento: Itero: Vallesiense inferior (Mioceno superior)
LOPEZ MARTINEZ y SANCHIZ, 1979
- **Palencia: Hoja 16-12**
Yacimientos:
Miranda (varios): Vallesiense inf./Turoliense medio. (Mioceno superior)
Otero: Aragoniense superior (Mioceno medio)
LOPEZ MARTINEZ y SANCHIZ, 1979
- **Dueñas: Hoja 16-13**
Yacimientos:
Autilla 1 y 2: Vallesiense inf. (Mioceno superior)
Cerrato (varios): Aragoniense sup. (Mioceno medio)
Dueñas: Aragoniense sup. (Mioceno medio)
Frausilla (varios): Aragoniense sup. (Mioceno medio)
Cubillas: Aragoniense sup. (Mioceno medio)
Ampudia (varios): Vallesiense (Mioceno superior)
Torremorjón (varios): Aragoniense sup. y Vallesiense (Mioceno medio y superior)
LOPEZ MARTINEZ y SANCHIZ, 1979; LOPEZ MARTINEZ et al. (1986)
- **Saldaña: Hoja 16-09**
Yacimiento clásico de Relea con *Hippurion*, Vallesiense, al menos Mioceno superior

- **Cigales: Hoja 16-14**

Yacimiento Fuensaldaña: Aragoniense sup. (Mioceno medio)
LOPEZ MARTINEZ en informe a Hojas del Magna

- **Valladolid: Hoja 16-15**

Yacimientos:

Duredos: Aragoniense sup. (Mioceno medio)
Cistierniga: Aragoniense sup. (Mioceno medio)
Valladolid: Aragoniense sup. (Mioceno medio)
Girón 1: Aragoniense sup. (Mioceno medio)
Zaratán: Aragoniense sup./Vallesiense inf.
Simancas: Aragoniense sup. (Mioceno medio)
LOPEZ MARTINEZ en informe a Hojas del Magna y LOPEZ MARTINEZ, GARCIA MORENO y ALVAREZ SIERRA, 1986.

- **Arévalo: Hoja 16-18**

Yacimiento: El Lugarejo: Vallesiense inf. (Mioceno superior)
LOPEZ MARTINEZ Informe Complementario Hoja Magna

- **Villadiego: Hoja 18-9**

Yacimiento de Sandoval de la Reina.

Citado por CRUSAFONT y TRUYOLS (1960), ALBERDI (1974) y MAZO (1977). Se desconoce su ubicación exacta, si bien estos autores atribuyen a ese yacimiento una probabilidad Astaraciense superior.

- **Burgos: Hoja 19-10**

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

- **Aranda de Duero: Hoja 19-14**

Yacimiento de vertebrados del Mioceno medio. («Vindoboniense»), equivalente actualmente al Aragoniense sup. CRUSAFONT PAIRO y CELORRIO (1959).

1.5.4.3. *Yacimientos paleontológicos en esta Hoja*

YACIMIENTOS DEL MONTE DE LA ABADESA

Este yacimiento se encuentra descrito en la tesis doctoral de POL MENDEZ (1985). Se localiza a unos 4 km al SO de Burgos, situado entre las costas 936 a 941 m en el techo

de la «facies Tordomar» compuesta por arcillas, y arenas de grano fino con intercalaciones de margas grises.

Este yacimiento ha sido estudiado, en su etapa inicial, por BADILLO (1952) que cita la presencia de *Mastodon Longirostris* (KAUP.).

Posteriormente ZBYSZEWSKI (1954), clasifica los restos de Badillo como *Serridentinus hispánicus*. Esta especie la denominan BERGOUNIOUX y CROUZEL (1958) *Geisotodon hispánicus*, citando en el mismo yacimiento restos de madera fósil, placas de tortuga de gran talla, *Trilopodon olisoponensis* (ZBYSZEWSKI) y *Geisotodon hispánicus* (ZBYSZEWSKI), asignando este yacimiento al Vindoboniense superior.

Posteriormente MAZO (1977), revisa este material, asignándole a *Tetralophodon longirostris* (KAUP) cuya edad se encuentra comprendida en el Astaraciense superior (zona MN 8 de MEIN).

YACIMIENTO DE CASTRILLO DEL VAL

Ha sido estudiado por LARRAZET (1984), señalando la siguiente fauna: *Postamides munier*, *P. quadryi*, *P. aff. solidus*, *Neritina aff. picta* del Aquitaniense.

Posteriormente ROYO GOMEZ (1926) cita: *Neritina crenulata* (KLEIN), *Hydrobia deyderi* (DEPERET y SAYU), *H. gr. dubuissoni* (BOVILLET), *H. gr. gandbergeri* (DEMSAYES), *Nematurella avisanaensis* (FONTANNES) *Amnicola gr. torbariana* (BRUS), *Melanopsis Paevigata* (LAMARCK), *Potamides tricinctum* (BEOCCHI), *Carychium pachychilus* (SAN-BERGER), *Lymnaca cucuronensis* (FONTANNES), *L. bonilleti* (MICHAUD), *Planorbis clamsensis* (DARESTE), *P. thillierei* (MICHAUD), *Ancylus neumayri* (FONTANNES), *Leucochilus larteti* (DUPUY), *Unio (Caelatura) haasi* (ROYO), *Leuciscus pachecoi* (ROYO).

TRUYOLS y PORTA (1982), corroboran las dataciones de ROYO GOMEZ, aunque añaden que el conjunto de la fauna requiere una revisión sistemática. Las diferencias más significativas corresponden a la fauna de ostrácodos, representada por *Cyprideis tuberculata*, *C. salinus bressanus*, *Ilyocypris gibba* y *Lentocythere* sp. Estos autores hacen además un estudio de la fauna por niveles y observan las posibles relaciones de un tipo de fauna a otra. Además relacionan las capas que contienen *Melanopsis* con aportes de aguas dulces, mientras que las que contienen *Potamides* estarían relacionadas con episodios ambientales de tipo salobre.

SANCHEZ BENAVIDES, F., DABRIO, D., CIVIS, J. (1989) estudian este afloramiento, relacionando la fauna fósil, con las facies sedimentarias, interpretando las condiciones del depósito caracterizadas por sucesivos cambios de salinidad, que se deben a repetidos influjos de agua dulce procedentes de una desembocadura deltaica lacustre. En este contexto se puede establecer la paleoecología de las asociaciones y elaborar una escala de paleosalinidades basada en los porcentajes relativos en que aparecen los distintos taxones.

1.5.4.4. Análisis y discusión sobre la bioestratigrafía del Terciario

Las dataciones paleontológicas existentes en la actualidad y realizados sobre restos de vertebrados en el sector central y septentrional de la Cuenca del Duero datan desde comienzos de siglo.

Las primeras investigaciones y datos se iniciaron con las visitas de HERNANDEZ PACHECO (1923 y 1926) al Yacimiento de Saldaña y continuaron a lo largo del siglo con estudios de algunos investigadores más: HERNANDEZ PACHECO (1930); CRUSA FONT y VILLALTA (1951); CRUSA FONT y TRUYOLS (1960), etc.

A finales de la década de los 70 y principios de los 80 se da un fuerte impulso con motivo de la realización de las Hojas del Plan MAGNA en la Cuenca del Duero, ya que comienza una recopilación exhaustiva de datos y puesta al día de ellos (PORTERO *et al.*, 1982) con objeto de establecer una estratigrafía más precisa y actualizada acorde con los trabajos a desarrollar.

A partir de esas fechas se suceden una serie de publicaciones sobre la bioestratigrafía de los terciarios en base a las nuevas proyecciones, ALBERDI (1981), LOPEZ *et al.* (1982), MAMÍFEROS, así como se intenta llevar a cabo una correlación entre dichos yacimientos y su situación litoestratigráfica dentro de la columna tipo del Terciario.

Con posterioridad a estas publicaciones comienzan a desarrollarse estudios de tipo sedimentológico donde se intenta estudiar en detalle la evolución de diferentes sectores de la Cuenca del Duero. Corresponden a esta nueva fase los trabajos de MEDIAVILLA y DABRIO (1986, 1989), ARMENTEROS (1986) y ARMENTEROS *et al.* (1986). Paralelamente se incorporan también nuevos datos bioestratigráficos LOPEZ *et al.* (1986) y ARMENTEROS *et al.* (1986).

La revisión de los últimos trabajos sobre edades en el sector central de la Cuenca del Duero, plantea varios problemas en cuanto a asignación cronológica, principalmente de los niveles correspondientes a las calizas inferiores y superiores del páramo.

Los primeros problemas que se plantean son de carácter puramente paleontológico. Un hecho de sobra conocido es que algunas asociaciones faunísticas de vertebrados que se utilizan para dataciones presentan una ligera diacronía, por problemas migratorios de unas cuencas continentales a otras, dentro de la propia Península Ibérica.

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

Por último el problema se acentúa un poco más cuando se intenta establecer una relación entre las escalas de vertebrados (macro y micromamíferos) con las utilizadas para los ostrácodos foraminíferos, polen, etc., ya que entonces existe un claro diacronismo y resulta casi imposible establecer tal correlación. Todo esto ha llevado consigo a enfocar este trabajo utilizando como instrumento principal los diferentes ciclos sedimentarios y rupturas intracuencas correlacionando entre sí estos ciclos y apoyados por un soporte paleontológico, conscientes de la problemática que conlleva.

Así por ejemplo en las «calizas inferiores del Páramo» el problema se plantea al atribuir además de Vallesiense inferior una edad Turoliense (MEDIAVILLA y DABRIO 1989) ya que

estos autores se basan en la propuesta de LOPEZ *et al.* (1982), Yacimiento de Miranda-2, Hoja de Palencia. Sin embargo posteriormente LOPEZ *et al.* (1985) reconoce que para la «Unidad Caliza de los Páramos su edad no se conoce y ha sido asignada al Turolense».

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

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

Lateralmente, las «calizas inferiores del páramo» pasarían a la «Facies Cuestas». Hacia el norte de Palencia se intercalan con las facies detriticas procedentes de la Cantábrica («Facies de la Serna») cuyos yacimientos corroboran la edad de Vallesiense inferior (Itero, LOPEZ *et al.* 1975) asignada en el sector central. Hacia el este y sureste se man-
tendrían estas facies carbonatadas (sector Roa-Peñaflie).

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

En la actualidad no existe ningún argumento paleontológico que justifique la edad más alta atribuida en este trabajo (Plioceno), excepción hecha del yacimiento de Miranda-2 (Hoja de Palencia) con sus condicionantes y problemática expuesto, ya que cuando se intentan recopilar los datos sobre las edades asignadas a este ciclo las dataciones se realizan por correlación con otras cuencas continentales y/o autores, así como por los sucesos, eventos y procesos sedimentarios-kársticos acaecidos en general a finales del Neógeno, tanto en la submeseta norte como en la meridional.

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

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

El Yacimiento de los valles de Fuentidueña (ALBERDI, et al., 1981) situado junto a la Sierra de Prádles tiene una edad Vallesiense inferior y aparentemente parece situarse sobre los tramos detriticos-carbonatados correspondientes a la base de este segundo ciclo.

Esta datación invita a pensar en la posibilidad de que la ruptura que marcaría el inicio de este segundo ciclo estaría situada en el mismo Vallesiense inferior. Otra hipótesis a manejar es la de que podría existir una ligera diacronía en el inicio de los procesos de un sector a otro dentro de la propia Cuenca del Duero. Este hecho justificaría la traslación de los depocentros de los lagos y la nueva creación a lo largo del tiempo de pequeñas cuencas lacustres separadas entre sí, aunque comunicadas por una red fluvial efímera.

Finalmente, existen una serie de procesos sedimentarios y morfogenéticos en el ciclo calizas superiores del páramo que en principio invitan a pensar en una edad bastante amplia y dispersa en la vertical, no controlable por desgracia por criterios paleontológicos. Todo ello ha conllevado a considerar en este trabajo una edad Vallesiense superior-Turolense para todo el conjunto de materiales incluidos en el ciclo del Páramo superior.

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

Como es sabido, el establecimiento de escalas cronoestratigráficas se ha llevado a cabo siempre a partir de secuencias marinas y sus límites se han apoyado en las transgresiones y regresiones, que no pueden identificarse en las cuencas de sedimentación continental.

La definición de Unidades Tecto-Sedimentarias o U.T.S. (MEGIAS, 1982) por rupturas sedimentarias de primer orden, que permiten la correlación entre series marinas y continentales y pueden detectarse mediante perfiles sísmicos, constituyen una buena herramienta para llevar a cabo subdivisiones de mayor escala, válidas para el estudio y correlación de ambos tipos de cuencas. En la síntesis sobre el Neógeno continental español (LOPEZ MARTINEZ, et al. 1985) se ponen de manifiesto ocho rupturas que, en opinión de los autores, son generalizables para el Neógeno de las distintas cuencas. De ellas, en este sector de la Cuenca del Duero pueden identificarse la que sitúan en el Aragoniense medio (ruptura 3 de los mencionados autores) que pondrían en contacto las Unidades «Tierra de Campos» y la «Facies de Dueñas», y la que se localiza en el Vallesiense (ruptura 4) y que se sitúa en el techo del primer nivel del Páramo. Estas rupturas se identifican, en muchos casos, por niveles de karstificación o erosión.

Una síntesis bibliográfica sobre el estado de conocimientos que hasta 1979 se tenía de la Cuenca del Duero, se lleva a cabo en PORTERO et al. (1982), mientras que en los trabajos de MEDIAVILLA Y DABRIO (1988, 1989) sobre el sector central de la Depresión del Duero, se subdivide al Neógeno en 4 unidades que no coinciden exactamente con las aquí establecidas.

Los mencionados autores ponen de manifiesto que algunas líneas de fallas antiguas han jugado durante la sedimentación neógena, produciéndose a uno y otro lado de las

fracturas cambios de facies entre materiales de ambientes fluviales, lacustres marginales y lacustres profundos, así como controlando los espesores de las distintas unidades, lo que da lugar a subsidencias diferenciales dentro del relleno terciario.

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

Para la definición cronoestratigráfica o asimilación a las «Unidades de Mamíferos» se han tenido en cuenta los datos disponibles sobre los yacimientos de micromamíferos conocidos (LOPEZ MARTINEZ, et al. 1982, 1986) aunque se han encontrado discrepancias importantes entre unos sectores y otros de la cuenca. Así, la «Facies Tierra de Campos» es atribuida, por micromamíferos, al Aragoniense superior, mientras que a la «Facies de las Cuestas» (unidades 2 y 3 de MEDIAVILLA Y DABRIO) se data como Aragoniense superior-Vallesiense. En el sector central de la cuenca, al primer Páramo se le asigna una edad Vallesiense y Turoliense y, en cambio, en el sector suroriental (los Valles de Fuentidueña) ALBERDI et al., (1981) lo datan como Vallesiense inferior. Respecto al segundo páramo, su edad es desconocida por el momento, aunque, por su posición, se le asigna una edad que va del Vallesiense al Turoliense e incluso a un posible Plioceno (en principio inferior).

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

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

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

Como se sabe, hay una documentación muy reducida, tanto sobre los ostrácodos del Neógeno como sobre las charofitas del Mioceno medio y superior, lo que dificulta la

determinación específica y hace que tenga que emplearse, en ocasiones, una nomenclatura abierta. Por otra parte es muy probable que muchas especies sean nuevas por no estar todavía descritas.

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

El establecimiento de biozonas por medio de ostrácodos en las series continentales tiene el inconveniente de que la distribución vertical de muchas especies puede variar regionalmente debido a las condiciones ambientales o de facies, cambios de salinidad, etc., que localmente podían presentarse en los distintos puntos de la cuenca. Por ello, el ensayo de subdivisión, que se acompaña en el cuadro adjunto, se basa en la definición de asociaciones y no de biozonas, aunque también se indica la distribución vertical de las principales especies de ostrácodos, observándose como algunos taxones, en el estado actual de conocimiento parecen ser característicos de determinadas unidades litoestratigráficas. Hay que destacar que un buen número de las especies de ostrácodos encontrados ha sido descrito originalmente por CARBONELL (1969) en el Mioceno superior y Plioceno lacustres de la Cuenca del Ródano.

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

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

En la Unidad «Facies Tierra de Campos» no suelen encontrarse microfósiles, aunque en la vecina hoja de Baltanás se han reconocido algunos ostrácodos con señales de transición, entre los que se han identificado los taxones *Illocypris gibba* (RAMDOHR) (se encuentra en todo el Neógeno estudiado), *Pseudocandona* sp. y *Cyprideis heterostigma heterostigma* CARBONELL (que se extiende por la parte inferior de la «Facies de las Cuestas». Una edad Astaraciense (probablemente inferior-medio) para esta unidad parece la más indicada no sólo por el contenido micropaleontológico sino también por los datos disponibles sobre vertebrados.

La parte inferior de la «Facies de las Cuestas» es, probablemente, el tramo del Neógeno más fosilífero. Además de muchos taxones mencionados en unidades inferiores, aparecen varias especies de ostrácodos, algunas parecen ser exclusivas de este tramo inferior

de la «Facies Cuestas» (*Paralimnocythere rostrata* (STRAUB), *Candonia* cf. *kirschbergenensis* STRAUB, *Haplocytheridea* sp.) mientras que otras aparecen en la mitad de este tramo (*Cyprinotus semiinflatus* CARBONELL, *Candonopsis* cf. *kingsleii* (BRADY Y ROBERSTON)). La especie *Cyprinotus salinus bressanus* CARBONELL parece ser exclusiva de toda la Unidad de las Cuestas. La mayoría de las especies se encuentran en la Cuenca del Ródano, en el Mioceno lacustre de Alemania, procediendo de niveles del Mioceno medio y superior.

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

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

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

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

En el segundo nivel del Páramo se han encontrado alguna especie de ostrácodos que no han sido observadas en niveles inferiores. Es el caso de *Cyprideis torosa* (JONES). Conviene destacar que las especies de ostrácodos encontradas en los dos niveles del Páramo, proceden o han sido descritas originalmente en el Mioceno superior o Plioceno. En la hoja de Antigüedad se ha encontrado en alguna muestra el foraminífero *Ammonia tepida* (CUSHM.), lo que probablemente esté relacionado con un aumento local de la sanitidad del medio.

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

52 Ensayo de subdivisión cronoestratigráfica del neógeno del sector central de la cuenca del Duero por medio de Charofitas. Foraminíferos y Ostracodos

1.6. PLIOCENO Y CUATERNARIO

Los depósitos pliocenos y cuaternarios de la hoja de Villagonzalo-Pedernales se encuentran asociados principalmente a la evolución de la red de drenaje. Así, terrazas, fondos de valle, llanuras de inundación y abanicos aluviales, constituyen la mayoría de los materiales recientes. Glacis, coluviones y arcillas de descalcificación aparecen de forma más restringida, completando el conjunto de los sedimentos cuaternarios.

1.6.1. Gravas cuarcíticas con arcillas rojas (31). Plio-Pleistoceno

Esta unidad se localiza en el límite sur de la hoja, procedente de las estribaciones occidentales de la Sierra de la Demanda, reduciéndose a pequeños afloramientos que se instalan de forma discordante sobre los depósitos terciarios del Mioceno. Su presencia es irregular, apareciendo en manchas aisladas, con mala calidad de afloramiento, lo que impide una descripción detallada de sus depósitos.

Desde un punto de vista litológico, se trata de una unidad formada por arcillas rojas y gravas cuarcíticas, con un grado de cementación bajo y muy lavadas en superficie. Los cantes presentan grados elevados de esferidad y sus diámetros están comprendidos entre 5 y 15 cm. Pese a estar muy degradado el depósito, es posible reconocer morfológicas canalizadas, cicatrizes internas y, excepcionalmente, imbricación de cantes. Estas características, unidas a la aparición de huellas de impacto en los cantes, permite deducir un predominio de transporte por agua. Se asocia a sistemas aluviales extensivos con desarrollo de redes muy tráctivas de canales *braided*.

La edad de estos depósitos es difícil de precisar, tanto por el carácter azoico de los depósitos como por la relación con las superficies de erosión desarrolladas en este sector de la Cuenca del Duero.

Para MOLINA y ARMENTEROS (1986) estaría en relación con el tránsito Plioceno-Pleistoceno, desarrollándose y encajándose a partir de este punto la red fluvial cuaternaria. Para MARTIN-SERRANO (1988-1991) la «Raña» sería «el final de un episodio y/o inicio de otro, una articulación sin ruptura de ambos, representando las primeras acumulaciones del piedemonte, con expresión morfológica conservada» y que, en muchas ocasiones coincidiría con parte de las series ocreas del sector septentrional de la Cuenca del Duero. Según este autor, esto implicaría una diacronía del depósito de unas regiones a otras. Este planteamiento manifiesta, aún más, la problemática datación de estos depósitos en el área estudiada.

1.6.2. Gravas cuarcíticas, arenas y arcillas (33, 34 y 35). Terrazas. Pleistoceno

Aparecen con escasa representación cartográfica estando asociadas en su mayoría al curso del río Arlanzón, en el límite norte de la Hoja. Se han reconocido hasta 5 niveles de terraza situados a +3-7 m, +12-15 m, +25-30 m, +40-45 m y +70-75 m sobre el nivel actual del cauce. El más bajo alcanza gran desarrollo, y los demás se reducen a retazos de mediano o pequeño tamaño, muchos de los cuales continúan en la Hoja de Burgos, vecina por el norte.

Litológicamente están constituidas en su mayoría por gravas cuarcíticas, seguidas de areniscas, cuarzos, y calizas, en menor proporción. Los tamaños más frecuentes se encuentran entre 3 y 7 cm, con diámetros máximos observados de 23 cm, aunque no se descarta la posibilidad de mayores tamaños.

Desde un punto de vista sedimentológico, las secuencias de relleno de canal que muestran los depósitos son características de cursos de configuración *braided*, con cicatrizes internas, imbricaciones de cantos, sets tabulares de laminación cruzada, etc. En los niveles inferiores aparece, a techo del depósito de gravas, un nivel limo-arenoso o limo arcilloso que correspondería a las facies de inundación.

1.6.3. Arcillas rojas (32). Arcillas de descalcificación. Pleistoceno

Estos depósitos de carácter detritico se localizan, en la actualidad, rellenando dolinas o cubetas de disolución relacionadas con los niveles carbonatados de los páramos. Se trata de materiales fundamentalmente arcillosos que constituyen casi *terrás rossas*, y cuyas características mineralógicas dependen del grado de evolución de las propias dolinas, así como de la naturaleza del sustrato sobre el que se desarrollan. El afloramiento de mayor tamaño se localiza en el cuadrante noroeste de la hoja, entre los parajes de San Vicente y Cepeda. Se les asigna una edad pleistocena aunque no se descarta que pueda ser más antigua.

1.6.4. Gravas, arenas y arcillas (40). Glacis. Pleistoceno-Holoceno

Tienen una composición muy similar a las de las terrazas, consistiendo en gravas cuarcíticas, muy redondeadas, envueltas en una matriz arenó-arcillosa. Se instalan en las laderas aprovechando en ocasiones los niveles más duros de los sedimentos miocenos. Dado que aparecen a diversas cotas en las vertientes y que su desarrollo y cementación son muy variados, se les asigna una edad amplia Pleistoceno-Holoceno por su imposibilidad de correlación cronológica con otros depósitos o formas datadas.

1.6.5. Arcillas y arenas con niveles de gravas (38). Conos de deyección. Holoceno

Se originan a las salidas de pequeños valles y barrancos al desembocar en cauces de rango mayor como son los ríos Lara, Viejo, Cogollos y Cueva. Sus dimensiones y su geometría externa dependen de algunas variables, por lo que se pueden encontrar desde pequeños conos, asociados a barrancos con fuertes pendientes, a grandes formas, muy planas, relacionadas con salidas a valles principales y suave orografía.

1.6.6. Cantos y arcillas (39). Coluviones. Holoceno

Se trata de depósitos de pie de vertiente y sirven de enlace entre las zonas de interfluvio y los fondos de valle. Se localizan de forma irregular en los valles de los ríos Viejo, Lara, Cueva, Cogollos, Arlanzón, etc. Son depósitos con abundancia de arcillas, poco coherentes y que engloban cantos y gravas, en general cuarcíticas y heterométricas. Proceden de los materiales que configuran las laderas.

**1.6.7. Gravas, arcillas, limos y arenas. Fondos de valle (36)
y Llanura de inundación (37) Holoceno.**

Se incluyen en este grupo todos aquellos depósitos asociados a las partes bajas de los valles, incluida la llanura de inundación del río. Se relacionan, en la actualidad, con pequeños ríos y arroyos, en muchas ocasiones sin escorrentía superficial o con escorrentía intermitente. En las zonas marginales se mezclan con productos de aporte lateral, constituyendo un conjunto único de carácter aluvial-coluvial. La textura del depósito es variable de unos fondos a otros dependiendo de la roca madre.

2. TECTONICA Y NEOTECTONICA

2.1. TECTONICA ALPINA

2.1.1. Introducción

La Hoja de Villagonzalo se encuentra ubicada en el borde oriental de la Cuenca del Duero y su tectónica está relacionada con los episodios de construcción de la depresión, habiendo actuado en esta zona diversas fases o pulsaciones desde el final de la Orogenia Hercínica.

Es importante destacar que el zócalo paleozoico que constituye el núcleo de la Demanda, se encuentra intensamente fracturado y plegadas no reaccionando homogéneamente ante los esfuerzos terciarios sino fragmentándose en varios compartimentos.

Asimismo, la tectónica alpina de esta región está muy condicionada por la existencia de un nivel plástico definido por las arcillas-yesíferas del Keuper, que constituyen un nivel de despegue regional; y la heterogeneidad litológica de la serie mesozoica que facilita el plegamiento.

El estilo del plegamiento de los materiales mesozoicos varía de unos sectores a otros, apareciendo localmente pliegues de revestimiento en los que las estructuras guardan estrecha relación con el zócalo, o bien una tectónica de pliegues de cobertura, caracterizada por una importante desarmonía entre el zócalo y la serie mesozoica.

En la vecina Hoja de Pradoluengo (239), en donde la serie mesozoica se encuentra más desarrollada, se observa cómo las formaciones paleozoicas, sobre las que reposan, se hunden hacia el SO. Los movimientos del sustrato son esencialmente verticales y el factor dominante de esta región es el importante enrejado de fallas que se distribuyen según dos sistemas, NE-SO y NO-SE.

2.1.2. Unidades estructurales

2.1.2.1. *Mesozoico*

El Mesozoico de esta Hoja aparece plegada, con anticlinales apretados y sinclinales laxos. En el borde meridional de la Hoja se distinguen las terminaciones del anticlinal de Cuevas de San Clemente, con núcleo jurásico. Es un anticlinal asimétrico, roto por una fractura, cuya terminación periclinal se encuentra fosilizada por los depósitos detriticos del Mioceno.

A continuación y hacia el norte, se observa el sinclinorio disimétrico de Lara, con pequeños pliegues en su núcleo, continuando por el anticlinal de Revilla del Campo, cuyo núcleo se encuentra fallado por fracturas paralelas a la dirección del pliegue.

Este sistema de plegamiento presenta dirección NO-SE, observándose sus terminaciones periclinales soterradas por los materiales neógenos.

El sector de Cuevas de Juarros se encuentra separado del conjunto anterior por una serie de fracturas importantes de dirección ONO-ESE, dando lugar a un bloque hundido, sobre el que se instala el ápice del abanico terciario de los Ausines.

En este sector se observa un plegamiento de dirección NNE-SSO que gira, hacia el norte, hasta situarse en dirección NE-SO. Los núcleos de los anticlinales se encuentran muy apretados llegando a aflorar materiales arcillo-yesíferos del Trías. Asimismo, se detecta un sistema de cabalgamientos que presentan la misma dirección del plegamiento, con desplazamiento hacia el oeste que gira hasta colocarse en sentido norte.

Este sistema de fracturación está relacionado con las rampas laterales del cabalgamiento que sufre la Sierra de la Demanda hacia el norte, y su sistema de plegamiento asociado.

2.1.2.2. *Terciario*

Las unidades miocenas que afloran en esta Hoja presentan una disposición aparentemente subhorizontal, creando relieves en mesas. No obstante, a nivel regional se observan estructuras de plegamiento y discordancia a escala kilométrica, junto a lineaciones a las que se adapta la red fluvial.

Los materiales más antiguos que afloran en esta Hoja están representados por la facies Dueñas, cuyos floramientos se sitúan en el borde septentrional de la Hoja. En discontinuidad se desarrolla una serie detrítica que marca el inicio de un nuevo ciclo sedimentario. Al margen de un posible cambio climático en las condiciones ambientales y una reestructuración paleogeográfica, hay que atribuir climático esta ruptura sedimentaria a un evento tectónico que se manifestaría por una fracturación y deformación de gran radio a nivel regional, creándose zonas descompensadas topográficamente, modificando por tanto los límites de la cuenca. En esta región, este movimiento se concreta en un lineamiento de dirección ONO-ESE que surcaría el ángulo nor-occidental de la Hoja, a lo largo del cauce del Arlanzón, produciendo un basculamiento, levantando la zona de Castrillo del Val en donde se observa una intensa karstificación en las calizas de techo de esta unidad (SANCHEZ BENAVIDES, *et al.*, 1989). Este mismo basculamiento es el responsable de la acumulación de detríticos (Facies Santa María del Campo) que se observa en el sector central de la Hoja, compensando la diferencia topográfica.

La sedimentación del ciclo sedimentario siguiente, definido como «ciclo de las calizas inferiores del Páramo», está condicionada además de basculamiento por una serie de fracturas que afectan al basamento, de dirección ONO-ESE y NE-SO (lineamientos de los Ausines y Carcedo). Las primeras determinan surcos a favor de los cuales si sitúan los ápices de los abanicos que llenan la cuenca y las segundas determinan la posición del borde del lago para este ciclo sedimentario.

A comienzos del Vallesiense parace tener lugar otro episodio tectónico que va a motivar la deformación de las series detríticas y carbonatadas que constituyen el ciclo de las «calizas inferiores del Páramo», observándose pliegues y fracturas de carácter local.

En esta Hoja las calizas inferiores del Páramo se encuentran basculadas hacia el oeste. Esta discontinuidad intravallesiense, atribuible a la Fase Atica, podría relacionarse con la citada por otros autores en diferentes cuencas continentales de la submeseta meridional.

Posteriormente y hasta el Turoliense se deposita el ciclo sedimentario de las «calizas superiores del Páramo». Estos depósitos presentan una distribución geográfica algo más restringida, y se encuentran dispuestos en bloques hundidos a favor de fracturas de dirección ONO-ESE que posiblemente afectan el basamento. La superficie de colmatación de este ciclo se ve afectada de nuevo por una fase tectónica que daría lugar a deformaciones de gran radio, acompañadas de procesos defracturación y elevaciones de los relieves de borde. Esta fracturación produce hundimientos de bloques y basculamientos como los que han dado lugar a la formación del sinclinal de Modúbar de San Ciprián, de carácter asimétrico, debido al diferente desplazamiento de cada fractura. Estos movimientos finineógenos deben corresponderse con una pulsación tardía de la Fase Atica o bien pueden relacionarse con la Fase Iberomanchega I de AGUIRRE *et al.* (1976). Todo ello trae como consecuencia final la instalación de una superficie de erosión con procesos de karstificación incluidos (Superficie del Páramo).

Una nueva reactivación tectónica, difícil de precisar en la escala del tiempo (Fase Iberomanchega II), daría lugar al desarrollo de un nuevo ciclo sedimentario, ya en el Cuaternario, de carácter fluvial y exorreico, con el consiguiente desarrollo de la red fluvial, con un carácter cada vez más restringido y encajado.

2.1.3. Evolución tectosedimentaria y neotectónica

Las primeras etapas tectónicas de las que se tiene evidencia corresponden a las fases neokimméricas (durante el Jurásico superior y Cretácico inferior) a las que se han atribuido, en zonas próximas, movimientos epirogénicos con la migración lateral del tríadas arcilloso, que debieron provocar la formación de umbrales y surcos (etapa *rift*) en la cuenca de sedimentación, resultado del proceso distensivo iniciado en el *Buntsandstein*. Sin embargo, trabajos recientes precisan el carácter de estos primeros movimientos, indicando que se trata de un sistema de fracturas de desgarre dextral ONO-ESE, con su fracturación conjugada secundaria que originó relieves entre las cuencas, de tipo *Pull-apart*, creadas. La erosión de estos relieves, da lugar a que la sedimentación de la Facies Weald se realice sobre distintos niveles de Jurásico, como ocurre en esta región.

A continuación se sucede una etapa de tranquilidad tectónica durante el Aptiense y Albiense inferior, con un nuevo episodio de rejuvenecimiento del relieve, atribuible a la Fase Aústrica, responsable de la discordancia basal de las «Capas de Utrillas».

Las primeras fases alpinas comienzan en el Cretácico superior, con aparición de hiatos en el Turoniense y Coniaciense y prosiguen en el Paleoceno y Eoceno. A finales del Eoceno y hasta el Oligoceno se produce el plegamiento principal (Fase Pirenaica), comenzando a individualizarse la Cuenca del Duero y Ebro.

La Fase Pirenaica, comprensiva, reactiva los accidentes formados con anterioridad y viene marcada por la existencia de desgarres dextreales, siendo atribuible todo ello a un desplazamiento relativo hacia el NO de la Placa Ibérica durante el Terciario (CAMA-RA, 1989).

A finales del Mioceno inferior es cuando se configura la Cuenca del Duero y comienza a adoptar una geometría en sus límites muy parecida a la actual.

La arquitectura de los bordes del edificio continental durante esos tiempos es atribuible a la fase Neocastellana (AGUIRRE *et al.*, 1976), si bien la actividad tectónica en relación con este nuevo ciclo se debió iniciar antes, a finales del Oligoceno durante la Fase Castellana (PEREZ GONZALEZ *et al.*, 1971).

Durante el Neógeno parece iniciarse una etapa distensiva a nivel cuencal que aparentemente, y según la mayoría de los autores, durante el Mioceno medio-superior no va a tener ninguna repercusión e indicación en cuanto a deformación se refiere.

Algunos autores sitúan la siguiente fase tectónica a finales del Mioceno (ARAGONES, 1978). Otros denuncian movimientos intravallesienses con reactivaciones en los marcos montañosos en la zona de borde (GARCIA RAMOS *et al.* 1982), originando deformaciones locales debidas a reactivaciones del zócalo.

3. GEOMORFOLOGIA

3.1. SITUACION GEOGRAFICA

La Hoja, escala 1:50.000, de Villagonzalo de Pedernales, se encuentra situada en la zona oriental de la Cuenca del Duero, en su límite con la Cordillera Ibérica. Administrativamente, forma parte de la Comunidad Autónoma de Castilla-León, perteneciendo íntegramente a la provincia de Burgos.

Desde un punto de vista fisiográfico, se destacan dos grandes dominios: el de la Cordillera Ibérica y el de la Cuenca del Duero. En cuanto al primero, representado, como ya se ha mencionado con anterioridad, por las estribaciones noroccidentales de la Cordillera Ibérica, aparece en la Hoja por el sector este y sureste. Se trata de afloramientos de edad mesozoica, plegados según una dirección NNO-SSE y arrasados a una cota aproximada de 1.050 m.

Dentro del Dominio de la Cuenca del Duero, pueden diferenciarse tres sectores con morfologías diferentes. En primer lugar, el valle del Arlanzón, en el límite norte de la Hoja. Este río penetra por el sector noreste, desapareciendo en la Hoja de Burgos, contigua por el norte, para volver a aparecer por la esquina noreste. La morfología corresponde a la de un amplio valle con un gran desarrollo de terrazas bajas y, por tanto, una suave morfología. En segundo lugar, el sector de las amplias plataformas o de los páramos, que abarca la mayor parte de la mitad septentrional de la Hoja. Ofrece una altura entre los 900 y 1.000 m, presentando una morfología plana seccionada por una red de ríos y arroyos que modelan este sector en forma de amplias mesas. El tercer y último sector lo constituyen la mitad meridional de la Hoja, quedando separado del segundo por el río de los Ausienes o río Lara, afluente del Arlanzón. Esta zona se caracteriza, en su mayoría, por un relieve de pequeños valles y zonas de interfluvios donde destacan los resalte estructurales en sedimentos terciarios, con posición horizontal. Algunos de los interfluvios más destacados y situados más al sur, presentan sedimentos conglomeráticos rojos que corresponderían al techo de los abanicos finineógenos o «Rañas».

Por lo que se refiere a la orografía, la altura media de la zona de estudio es de 900 m con una máxima de 1.084 m en el sector de Cerro Espeso (esquina SE) y una mínima de 810 m en el Valle de Arlanzón (esquina NO). A pesar de la escasa diferencia entre una y otra, el relieve es accidentado debido a la acusada incisión de los ríos, que proporcionan valles de fuertes pendientes.

Climatológicamente, la zona se sitúa en el dominio mediterráneo con influencia continental. Las precipitaciones son escasas (500-700 mm) y de carácter estacional, con un marcado estiaje en los meses de verano. La temperatura media anual es de 10,5 °C con máximas de 35 °C y mínimas de -9,7 °C. Las precipitaciones, en los meses más duros del invierno, suelen ser de nieve. Estas y las temperaturas aumentan hacia el este, a medida que aumenta la proximidad al sector serrano.

La vegetación natural es monte bajo en los páramos y en el sector centro-meridional, con algunos núcleos que presentan relictos de vegetación autónoma de encinas

(*Quercus ilex*), quejigos (*Quercus lusitánica*) y carrascas (*Quercus rotundifolia*). Es frecuente encontrar, sin embargo, en las riberas de los principales ríos (Arlanzón, Lara, Auxines, Urbel, etc.), verdaderos bosques de galería, con chopos mayoritarios y álamos en menor proporción. Los cultivos son escasos y en general de secano, destacando algunos productos de huerta en las riberas de los principales ríos.

El principal núcleo de población que aparece en la hoja es Burgos, pero en su parte más meridional, situándose en el límite norte de la Hoja.

El resto de los centros urbanos no presenta especial relevancia, constituyendo, todos ellos núcleos de pequeño tamaño, entre los que destacan levemente Villagonzalo-Pedernales que da nombre a la Hoja, Iseas de Juarros, Arcos y Albilllos.

En cuanto a las vías de comunicación sobresale la Nacional I (Madrid-Burgos) que atraviesa el centro de la zona, con dirección S-N, y la E-3 que corre paralela al río Arlanzón en su tramo oeste. El resto de las carreteras son de carácter comarcal y local, y unen unos núcleos con otros. El acceso a muchos de ellos no siempre es simple. La red de caminos y pistas es escasa, y la existente no ofrece una buena conservación debido a las características climatológicas, por lo que su uso no siempre es factible. El ferrocarril Madrid-Burgos transcurre paralelo a la E-3, con dirección SO-NE.

3.2. ANTECEDENTES

Los textos que tratan sobre los aspectos geomorfológicos o sobre el Cuaternario de esta región son poco frecuentes. Sin embargo, la existencia de algunos trabajos de carácter regional más amplio sirven de apoyo para el estudio del sector. Tales trabajos corresponden a F. HERNANDEZ PACHECO (1932), SCHWENZER (1937) y GLADFELTER (1971) y se refieren a los arrasamientos de las sierras más orientales del Sistema Central, donde llegan a diferenciar hasta cuatro superficies de erosión. Todos ellos han significado un punto de referencia para numerosos autores en el intento de relacionar la morfología de los margos montañosos con las cuencas de sedimentación.

Más reciente, y también de interés, es el trabajo de ALIA MEDINA (1976) sobre la «Bóveda castellano-extremeña» de gran utilidad en el estudio de las mesetas. Pero el mayor avance en el conocimiento de la Cuenca del Duero se realiza en las últimas décadas, con motivo del Proyecto MAGNA, donde se confeccionan numerosas hojas geológicas a escala 1:50.000. El detalle de este estudio da a conocer nuevos datos y descubrimientos sobre los depósitos del Terciario y Cuaternario de la Cuenca del Duero.

Por otra parte, existen una serie de tesis doctorales y trabajos científicos más recientes, entre los que se destacan los de ARMENTEROS (1984), MOLINA y ARMENTEROS (1986) y GRACIA *et al.* (1990) que abordan el problema de las superficies de erosión desarrolladas sobre los sedimentos terciarios y más concretamente sobre las calizas del Páramo, reconociendo dos superficies de amplio desarrollo. Estos trabajos son los de mayor interés en relación a este sector.

Por último, la realización por el ITGE-ENRESA del «Mapa Neotectónico y Sismotectónico de España a escala 1:1.000.000» aportan algunos datos más sobre este sector de la Cuenca del Duero.

3.3. ANALISIS MORFOLOGICO

Se realiza, en este apartado, un análisis de las formas de relieve, teniendo en cuenta, en primer lugar, la influencia que ejercen la naturaleza y disposición de los materiales, es decir de la estructura y, en segundo lugar, la acción de los agentes externos sobre estos materiales ya existentes. En definitiva se trata de un análisis desde dos puntos de vista: uno estático y otro dinámico.

3.3.1. Análisis morfoestructural

La situación de la Hoja de Villagonzalo-Pedernarles corresponde al sector oriental de la Cuenca del Duero y, como ya se ha señalado con anterioridad, abarca también las estribaciones orientales de la Cordillera Ibérica que penetran por el borde este de la Hoja. Por tanto, existen dos dominios morfoestructurales bien diferenciados.

Por lo que se refiere a la Cuenca, HERNANDEZ PACHECO en 1930 señala que el ciclo neógeno se cierra con unas facies carbonatadas a las que define como «el último episodio morfológico, donde se construye la superficie del Páramo, de naturaleza caliza». Así, en la mitad septentrional, se encuentran una serie de plataformas de naturaleza calcárea, y de amplio desarrollo, que corresponden a estos episodios finales de carácter competente.

Dentro de los materiales que constituyen el relleno neógeno en este sector, existe una gran heterogeneidad, debido al carácter blando y duro de los mismos. En este sentido, dada la diferente competencia y la disposición horizontal o subhorizontal de dichos sedimentos, se estructura un relieve escalonado desde las divisorias hasta el fondo de los valles, habiéndose diferenciado resaltes de capas duras, replanos y pequeñas superficies estructurales que corresponden a los niveles de calizas o a la presencia de cuerpos canalizados dentro de los tramos detríticos.

En el dominio de la Cordillera Ibérica no existen casi formas de carácter estructural, debido al proceso de arrasamiento, aunque se reconocen cuestas y *hog-back* en las proximidades del Cerro Espeso, en la esquina sureste de la Hoja.

En un sentido más general, conviene también observar el trazado de la red de drenaje, que ofrece segmentos muy rectilíneos en determinadas direcciones, indicando su adecuación a la configuración tectónica de la región. Las principales direcciones son NO-SE y ONO-ESE en la parte más oriental, mientras que en la mitad occidental son frecuentes las direcciones E-O (Río Auxines, arroyo de Mazuelo, río Cogollos, etc.) y N-S o submeridional, en los cauces de menor rango.

La morfología de la red de drenaje en planta, al igual que en las hojas adyacentes, es de carácter mixto. Por un lado se trata de una red de tipo dendrítico como corresponde

a una cierta simplicidad litológica de carácter regional y, por otro, de tipo paralelo debido a una serie de accidentes de fondo o ajustes de bloques, sin olvidar el basculamiento generalizado hacia el SO que tiene lugar durante el Plioceno.

3.3.2. Estudio del modelado.

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 ha denominado como «sistemas morfogenéticos». En la Hoja motivo de estudio, son los sistemas fluvial y polígenico los mejor representados. Los de gravedad-vertiente y kárstico colaboran más sutilmente, y de forma local, en la configuración del relieve.

Se describen a continuación las principales formas cartografiadas de los diferentes sistemas, atendiendo a su importancia.

3.3.2.1. *Formas fluviales*

Están representadas por terrazas, llanuras de inundación, fondos de valle, conos de deyección y cauces abandonados, como formas deposicionales; y por cárcavas, incisión vertical, interfluvios, etc., como formas de erosión.

Las terrazas constituyen siempre una de las formas más interesantes, pues ayudan a reconstruir la evolución cuaternaria de los valles. En esta Hoja se han cartografiado cinco niveles de terrazas para el río Arlanzón, situados a +3-7 m, +12-15 m, +25-30 m, +40-45 m y +70-75 m sobre el nivel del cauce actual. De los cinco niveles, el más inferior alcanza gran desarrollo, como puede observarse en la esquina NE de la hoja. El resto se reduce a retazos de mediano o pequeño tamaño. También existen terrazas en los ríos Cueva, Lara y Cogollos, pero se reducen a uno o dos niveles.

En el caso del río Arlanzón, se escalonan hacia el norte, aunque un perfil completo no puede observarse puesto que el río, en su trayectoria, se adentra en la vecina Hoja de Burgos, localizándose en ella los mejores perfiles. A pesar de todo, las observaciones en Cardiñajimenes permiten su descripción. Se trata de gravas cuarcíticas mayoritariamente con algunos elementos de areniscas, cuarzo, y, en menor proporción calizas. El tamaño más frecuente corresponde a un diámetro medio entre 4 y 7 cm con tamaño máximo observado de 23 cm. La matriz es de carácter arcilloso con algo de limo. En este pequeño perfil y en otros próximos, no es raro observar estratificaciones cruzadas, imbricaciones, cicatrices erosivas, etc. También, en niveles más bajos, se suele depositar, a techo, una capa de elementos finos, limo-arcillosos, que indica la existencia de fenómenos de desbordamiento e inundación.

El dispositivo morfológico de las terrazas es el de terrazas colgadas, salvo en los niveles más bajos donde se presentan en solape o encajamiento. Esto último se observa mejor en la Hoja, contigua por el norte, de Burgos.

Otra de las formas más representativas la constituyen los conos de deyección. Estos depósitos en forma de pequeños abanicos se concentran en algunos valles (Arlanzón,

Auxines, Cogollos, etc.) procedentes de cauces de orden menor que desembocan en ellos. A veces son tan frecuentes y continuos que llegan a coalescer, como sucede en el río Lara, en el tramo comprendido entre Revillaruz y San Juan. Su litología es variada, pues depende fundamentalmente del área madre. En esta Hoja, se reconocen conos de dos tipos: los que proceden del Páramo y contienen elementos mayoritariamente calcáreos, y los que proceden de las series detriticas, con elementos cuarcíticos.

Los *fondos de valle* están constituidos por aquellos depósitos situados en la parte más baja de los mismos. En general son estrechos, no superando los 200-300 m de anchura con longitudes muy dispares. Ofrecen tramos muy rectilíneos, lo que indicaría una cierta influencia de la configuración tectónica. Su morfología puede ser en V o en artesa, dependiendo de la presencia, o no, de aportes laterales.

También se han diferenciado las *llanuras de inundación* de los ríos Arlanzón, en su sector más occidental, y del río Ausines o Lara. La primera alcanza una anchura de al menos dos kilómetros, y la segunda tiene entre 0,5-1 km, pudiendo superar, puntualmente, esta medida.

Entre las formas erosivas son frecuentes la *incisión vertical* y las cárcavas. Se reconocen también la *arroyada difusa* y el *retroceso de cabeceras* en los sectores acarcavados. En el borde suroriental de la hoja, y sobre las calizas mesozoicas se producen acusados encajamientos que dan lugar a haces y cañones.

Por último, entre las formas fluviales, se han considerado una serie de *fuentes* y *manantiales* que aparecen de forma habitual en la base de las calizas del Páramo o de otros niveles calcáreos, en su contacto con los materiales más detriticos.

3.3.2.2. *Formas de gravedad*

Su único representante son los *coluviones*, debido a la acción combinada del agua y de la gravedad en las vertientes.

Son muy escasos y aparecen en el fondo de los valles, al pie de las laderas, dando lugar a bandas estrechas y alargadas paralelas a los cauces. Algunos ejemplos se localizan en los ríos Cardeñadijo, Ausines y Viejo.

También en los escarpes del Páramo, se originan *caídas de bloques*, pero la envergadura de los mismos no permite la cartografía.

3.3.2.3. *Formas kársticas*

Las únicas manifestaciones de este fenómeno se localizan en la superficie de las calizas del Páramo y lo hacen en forma de *dolinas*. En general son formas redondeadas y ovaladas que no superan los 800 m de eje mayor, a excepción de la situada al sur del paraje de San Vicente que tiene aproximadamente 2 km² de superficie. Suelen acumular, en su fondo, los productos de *descalcificación* (arcillas rojas) mezclados con algún fragmento de caliza procedente de sus escarpes.

3.3.2.4. *Formas endorréicas*

Se consideran como tales todas aquellas zonas deprimidas que ofrecen un mal drenaje o un drenaje de carácter centrípeto.

En esta ocasión se trata de una pequeña zona, situada sobre una terraza, al sureste de Villafuertes, en la esquina SO de la Hoja. Se distingue bien en la fotografía aérea por su morfología y por su suelo oscuro. No se observa la presencia de agua, pero es muy probable que pueda embalsar algo en épocas de lluvia.

3.3.2.5. *Formas poligénicas*

Pertenecen a este grupo las superficies de erosión, los glacis y la Raña, todos ellos con destacada representación dentro de la hoja.

En primer lugar se describen las superficies de erosión, habiéndose distinguido tres: Superficie de Erosión Fundamental, Superficie del Páramo y Superficie Pleistocena».

La segunda superficie se conoce en la literatura como «Superficie del Páramo» y así se ha denominado este trabajo. Se limita a pequeños retazos situados en el cuadrante nororiental, en los parajes de Machorras, La Gancharra y los Andasusos. Esta superficie se instala sobre las «Calizas superiores del Páramo», con una cota entre 1.010 y 1.030 m. Aunque, debido a los pequeños afloramientos parece estar horizontal, presenta una inclinación, a nivel regional con una pendiente del 2-3%, inclinación que según diversos autores corresponde a un basculamiento generalizado, a escala peninsular, de edad post-miocena. Aunque su presencia en esta Hoja es reducida, a escala regional se caracteriza por una morfología plana muy bien conservada, constituyendo casi una superficie estructural con retoques erosivos. Estos retoques estarían representados por la acción fluvial, la acción kárstica y la acción eólica, sin olvidar los procesos edáficos.

La tercera superficie, denominada «Superficie Pleistocena», alcanza mayor desarrollo, ocupando gran parte de la mitad septentrional de la Hoja. Se localiza entre los 1.014 y los 905 m, con una suave inclinación hacia el S-SO.

Está peor conservada que la «Superficie del Páramo» aunque no tanto como para perder su morfología plana.

Se desarrolla sobre las «Calizas inferiores del Páramo» que constituyen el techo del ciclo de la «Facies Cuestas». Sobre estas calizas existe una superficie anterior fosilizada por el ciclo de las «Calizas superiores del Páramo». A partir de este techo, se plantea el problema de la edad de la superficie que actualmente se observa. Es decir si se trata de una superficie intravallesiense, exhumada en el proceso de erosión cuaternario, o si se trata de una superficie claramente cuaternaria. En este trabajo se apuesta por la segunda hipótesis debido a la observación de los siguientes hechos:

- La Superficie Pleistocena, además de su inclinación generalizada hacia el SO, presenta inclinaciones hacia los principales valles.
- La superficie no sólo afecta a las «Calizas inferiores del Páramo» sino también a términos más bajos de la serie.
- El suelo que se desarrolla sobre dicha superficie es menos evolucionado que el de la Superficie del Páramo.

Estos hechos apuntan a situar esta superficie en una edad más reciente que la atribuida a la «Superficie del Páramo», y por tanto a atribuirla a los primeros estadios del período cuaternario.

En cuanto a los glaciares y la «Raña» no se describirán aquí, puesto que se considera suficiente con lo ya señalado en el capítulo del Cuaternario. También se hablará de ellos en el apartado de Formaciones Superficiales.

3.4. FORMACIONES SUPERFICIALES

Se definen como tales, todos aquellos materiales coherentes o no, que han podido sufrir una consolidación posterior y que están relacionados con la evolución del relieve observable en la actualidad (GOY *et al.* 1981). La característica fundamental es la de ser cartografiados a la escala de trabajo. También se definen por una serie de atributos como geometría, textura, potencia, génesis, etc. En este apartado se prestará especial atención a los aspectos texturales, puesto que algunos de los restantes atributos ya se han descrito en apartados anteriores.

Las formaciones superficiales de mayor interés las constituyen las terrazas y principalmente las del río Arlanzón.

Se han cartografiado cinco niveles a cotas de +3-7 m, +12-15 m, +25-30 m, +40-45 m y +70-75 m, algunos de los cuales continúan en la Hoja de Burgos, contigua por el norte. La escasez de cortes limpios no ha permitido un muestreo detallado, aunque las observaciones realizadas en campo ayudan a su conocimiento.

Las terrazas están constituidas, en su mayoría, por gravas cuarcíticas (80%) con areniscas, cuarzos y calizas en menor proporción. Los tamaños más frecuentes (teniendo en cuenta el eje mayor) se sitúan entre 3 y 7 cm, y máximos observados de 23 cm, no descartando la posibilidad de tamaños mayores. En los elementos inferiores a 4 cm se acumulan la mayoría de los cantos de cuarzo. El grado de redondeamiento es alto, variando de subangulosos a muy redondeados. En los tamaños superiores a 7-8 cm, se observa una cierta tendencia al aplanamiento.

La matriz es arenosa, pero con un cierto contenido en fino (milo+arcilla). Se trata de una arena media-gruesa, cuyos mayores porcentajes se acumulan en la fracción de 0,25-0,50 mm con 60-70% de cuarzo.

La potencia de las terrazas es variable, aunque lo normal es que esté entre los 2 y los 4 m. A techo suele desarrollarse un suelo más o menos evolucionado que, dependiendo

de la antiguedad del nivel de terraza, dan lugar a suelos aluviales, suelos pardos de vega y suelo pardo rojizos, estos últimos en los niveles más altos con colores que van desde el 2,5 YR al 10 YR con algunas de sus variantes.

En los niveles más bajos, al igual que ocurre en la llanura de inundación, el suelo se desarrolla sobre un nivel limoso de cierta importancia, que correspondería a las facies de desbordamiento e inundación.

Con independencia de las características del suelo en cada nivel, lo más frecuente es que presenten un horizonte A de carácter pedregoso y espesor variable. A continuación un horizonte B de acumulación de arcilla y, por último, un C_{ca} donde se observan a veces pobremente, concentraciones de carbonatos.

En cuanto a los fondos de valles, sus características texturales son similares a las de las terrazas pero la litología de sus cantes y de su matriz depende exclusivamente de la litología del área madre. Lo mismo ocurre con los conos de deyección. Tanto de unos como de otros se han diferenciado dos tipos. Los que proceden de las facies carbonatadas (techo de la Facies Cuestas y de las Calizas del Páramo), y situados en la mitad norte de la Hoja, y los que proceden de las facies detríticas del borde de la Sierra de Honrubia-Pradales.

Los primeros abundan en elementos calcáreos y ofrecen una matriz más fina, y los segundos tienen una mayoría de elementos cuarcíticos y una matriz arenosa.

Dentro de las formaciones superficiales de carácter poligénico se describen a continuación las «Rañas» y los glacis.

Los afloramientos de la «Raña» se sitúan en el borde meridional de la hoja y están constituidos fundamentalmente por gravas cuarcíticas y arcillas rojas. Estos depósitos han sido descritos con anterioridad por diversos autores (ORDOÑEZ *et al.*, 1976; ARMENTEROS, 1986, y MOLINA y ARMENTEROS 1986) y se conocen como facies rojas «pliocuaternarias». Las gravas son muy redondeadas, esféricas y heterométricas, y corresponden a facies medias y distales de abanicos aluviales. Algunas presentan páginas oscuras de óxido de manganeso, muy características.

En cuanto a los glacis, corresponde señalar que presentan texturas muy similares a la de las terrazas. Por lo general consisten en gravas cuarcíticas redondeadas envueltas en una matriz arenosa. El color más o menos rojo de los depósitos depende de su proximidad al relieve o a los fondos de valle. Su potencia varía entre 0,5 y 4 m.

El resto de las formaciones superficiales cartografiadas no se describen en detalle dada su escasa envergadura.

3.5. EVOLUCION DINAMICA

Considerando la situación de la Hoja dentro de la Cuenca del Duero, y la edad y disposición de los materiales que la conforman, se describen los procesos que han actuado sobre este sustrato para obtener el relieve actual. Se intenta además dar una cronología, al menos relativa, de dichos procesos y la intensidad de los mismos.

El arrasamiento de los relieves mesozoicos de la Cordillera Ibérica, representado por la Superficie de Erosión Fundamental, está íntimamente ligado al relleno de la Cuenca. La finalización del ciclo de sedimentación neógeno tiene lugar con la sedimentación de un nivel calizo de desarrollo regional que se conoce como «Calizas del Páramo». Este episodio carbonatado, enrassa a la perfección con la «Superficie de Erosión Fundamental», hecho que se utiliza para la datación de la misma, asignándole una edad Vallesiense-Turolense.

Con posterioridad a este ciclo, tienen lugar una serie de procesos de diversa índole que perfilan el relieve más reciente.

Volviendo a los materiales neógenos cartografiados, existen dos grandes unidades con representación en casi toda la cuenca y son:

- «Facies Cuestas», en la mitad norte de la hoja, cuyo techo lo constituye la denominada «Caliza inferior del Páramo». La edad de todo este conjunto es Astaraciense-Vallesiense inferior.
- «Caliza Superior del Páramo» que corona las series miocenas constituyendo el último resalte estructural del relleno neógeno.

Entre estas dos grandes unidades existe una discordancia a nivel regional. Esta discordancia se debe a una superficie de erosión que se instala sobre la caliza inferior del Páramo, y que se manifiesta por procesos kársticos, edáficos y eólicos. La superficie queda fosilizada por el ciclo superior y aunque en ocasiones aparece exhumada por los procesos erosivos cuaternarios, no siempre es fácil su reconocimiento.

Con posterioridad a la sedimentación del 2º ciclo, que como ya se ha señalado enrassa con la «Superficie de Erosión Fundamental», se producen una serie de movimientos de amplio radio que pliegan suavemente estos materiales; un ejemplo de ello es el sinclinal de Modúbar de San Ciprián. Entonces tiene lugar la instalación de la segunda superficie de erosión, la «Superficie del Páramo». Las características de esta superficie son definida por MOLINA y ARMENTEROS (1986) que la denominan «Superficie superior del Páramo». Según estos autores, en general, está bien conservada y en ella se pueden identificar formas kársticas como son huecos y tubos de disolución llenos de arcillas rojas y que llegan a afectar a los 5 m superiores. El color rojo es muy oscuro, y según la tabla de colores MUNSELL ofrece HUES de 10 YR y 2,5 YR.

Al mismo tiempo o inmediatamente después, tiene lugar la instalación de los abanicos plio-pleistocenos o «Rañas» que aparecen por el sur, procedentes de las estribaciones suroccidentales de la Sierra de la Demanda. Es a partir de este momento cuando se inician los procesos de incisión cuaternarios, pues hay un cambio en las condiciones morfo-genéticas al haberse cerrado una etapa endorréica y pasar a otra de carácter exorréico.

En los primeros estadios y, coincidiendo con un momento de estabilidad, se desarrolla la tercera superficie de erosión, la «Superficie Pleistocena». Se localiza en la mitad septentrional de la Hoja, sobre le techo de la Facies Cuestas, es decir, sobre las «Calizas

inferiores del Páramo», biselando, al igual que la anterior, términos inferiores de la serie. Está peor conservada, aunque el proceso kárstico afecta sólo a los 2 ó 3 metros superiores. Ello debe ser consecuencia del carácter más margoso de la serie.

El suelo es menos evolucionado y las alteraciones son de menor intensidad que en la «Superficie del Páramo» y según MOLINA y ARMENTEROS (1986) las arcillas de descalcificación nunca llegan a constituir una auténtica *terra rossa*. Los colores medidos varían de 2,5 YR a 7,5 YR, pasando por 5 YR. Según los anteriores autores, en el estudio realizado en otros perfiles de esta misma superficie, siempre aparecen esmectitas en mayor o menor proporción.

A partir de esta superficie, el encajamiento de la red fluvial sigue su curso. En el caso de los cauces de mayor rango, como el Arlanzón, los valles son amplios y contienen en sus laderas depósitos de terrazas. En los pequeños valles, los ríos y arroyos se encajan bruscamente dando lugar a una red de incisión.

Paralelamente al encajamiento, se van produciendo en las vertientes de los valles otra serie de fenómenos, relacionados con la gravedad.

Finalmente, en el Holoceno tiene lugar la sedimentación de los depósitos de fondo de valle, conos de deyección, llanuras de inundación, etc., todos ellos de carácter fluvial. Los procesos de gravedad, los kársticos, e incluso los eólicos, contribuyen a modelar localmente la morfología del paisaje.

3.6. MORFODINAMICA ACTUAL

Las características de la Hoja de Villagonzalo-Pedernales, tanto litológicas y estructurales como tectónicas, así como el estudio morfológico, no reflejan la existencia de grandes cambios del relieve en un futuro inmediato.

Se producen, sin embargo, acciones puntuales que contribuyen a modificar la morfología local de algunos sectores, como ocurre al oeste de Modúbar de San Ciprián, y Sopeña, en las vertientes de los ríos Viejo y Lara, donde son frecuentes los procesos de incisión, acarcavamientos, retroceso de cabeceras, reducción de interfluvios, etc. Por otra parte, el cauce actual de los principales ríos suele estar en continua modificación, con formación y destrucción de barras, socavamiento lateral en zonas de meandro y procesos de inundación en épocas de intensas lluvias.

Los procesos de gravedad no son relevantes, aunque los escarpes de las calizas del Páramo siempre constituyen zonas de inestabilidad.

A largo plazo, la tendencia general del relieve es reducir diferencias altimétricas, rebajando los interfluvios y aumentando la anchura de los valles. El retroceso de cabeceras podría dar lugar a algunas capturas, modificando parcialmente la disposición de la actual red hidrográfica.

Pero las características observadas, en general, hacen suponer la no existencia de cambios importantes de carácter morfológico, a menos en un futuro inmediato.

4. HISTORIA GEOLOGICA

La Historia Geológica deducible en la Hoja comienza en el Mesozoico, tras la actuación de la Orogenia Hercínica.

Los primeros procesos sedimentarios pertenecientes al Ciclo Alpino con representación en este sector, corresponden a materiales lutíticos, salinos, asimilables a la Facies Keuper del Triásico superior. Estos materiales se han sedimentado en ambientes circunlitorales tipo *sabkha* costera, bajo condiciones climáticas áridas (llanuras fangosas circunlitorales a lagoon hipersalino costero). Este depósito se origina en una etapa de tensión que adelgaza y estira la corteza, produciendo a través de las fracturas la emisión de magmatismo básico. El estiramiento regional se hizo todavía más importante, pasándose a un modelo definitivo de subsidencia generalizada.

Sobre la Facies Keuper, se depositaron términos carbonatados, cuya edad se encuentra comprendida entre el Triásico superior terminal y el Sinemuriense medio, distinguiéndose regionalmente tres secuencias formadas en ambientes marinos circunlitorales y de plataforma con condiciones supramareales a submareales.

Durante el Sinemuriense, tras una importante interrupción sedimentaria, se origina la disgregación de la plataforma del Lias basal.

A continuación se forman los depósitos margocalizos rítmicos sedimentados en ambientes de plataforma abierta de muy baja energía. Los accidentes tardihercínicos comienzan a tener un importante control sedimentario hasta el Aalenense superior-Bajociense inferior ocasionando, la subsidencia diferencial, notables variaciones de potencia en este tipo de depósitos.

Sobre estos depósitos margoso-calcáreos se desarrolla un conjunto predominantemente calcáreo, formado en un ambiente de plataforma externa energética con episodios de colonización de esponjas. Esta etapa finaliza en el Bathoniense basal con una interrupción sedimentaria relacionada con una bajada del nivel del mar.

Los últimos episodios de sedimentación marina durante el Jurásico tienen lugar en el Bathoniense-Calloviano, representado por un depósito margo-calcáreo formado en un ambiente de plataforma externa con sedimentación restringida.

En este área se observa una importante crisis sedimentaria en el límite Calloviano-Oxfordiano, no existiendo más depósitos jurásicos. Esta ausencia de depósitos puede deberse a importantes procesos tectónicos o bien a la posterior erosión originada por las primeras fases kimméricas.

Estos movimientos neo-kimméricos, ocasionaron la no sedimentación en el ámbito de la Hoja de los depósitos detríticos-carbonatados de origen lacustre que forman la Facies Purbeck.

Hasta el Haueriviense no continúa la sedimentación en esta Hoja, con una primera etapa de depósitos detrítico-calcáreos propios de cuencas continentales endorreicas,

continuando con un conjunto detrítico de tonos rojizos, en Facies Weald relacionados con ambientes de depósitos fluviales, con secuencias de relleno de canal, y períodos con predominio de ambientes lacustres marginales o fluvio lacustres.

La sedimentación continúa durante el Albense, con posterioridad al desarrollo de la Fase Aústrica que origina la deformación de las unidades jurásicas y cretácicas hasta entonces depositadas. En esta etapa predominan los términos detríticos depositados por sistemas fluviales tipo *braided*. La edad de este ciclo sedimentario en Facies Utrillas es Albense-Cenomaniense inferior.

Durante el período del Cretácico superior, comprendido entre el Cenomaniense y el Campaniense, el régimen deposicional es marino de plataforma en todo el área estudiada.

Sobre la Facies Utrillas se instalan sedimentos transicionales con características inter a submareales, continuando la sedimentación con un episodio carbonatado, formado por complejos de barras de alta energía, a veces con construcciones de rudistas. Durante el Santoniense se produce el momento de mayor influencia marina del Cretácico superior, con la sedimentación de un nivel margoso en un contexto de plataforma abierta. Estos términos se relacionan con un segundo sistema de barras del Cretácico superior cuyo ambiente corresponde a un complejo de bancos marginales formado por *shoals*. En algunas áreas se forman niveles biocontruidos de rudistas protegidos por bancos.

El tercer complejo de barras del Cretácico superior es algo más dolomítico que los inferiores, formado en un contexto de plataforma somera de energía media.

A finales del Cretácico, en el Maastrichtiense, se instala un régimen diferente a los observados anteriormente, con la instalación de ambientes litorales salobres restringidos, de media a baja energía, que evolucionan a depósitos continentales.

A continuación, la Fase Larámica (Orogenia Alpina p.d.) eleva y pliega los materiales cretácicos, iniciándose la configuración de la futura cuenca del Duero que termina a finales del Oligoceno y/o principios del Mioceno con una distribución similar a la actual.

En esta Hoja no afloran depósitos cuya edad está comprendida entre el Pleoceno y el Oligoceno, bien porque no se han depositado o porque se encuentran soterrados por los depósitos miocenos, este último fenómeno más probable.

La sedimentación continúa durante el Orleansiense-Astaraciense basal con depósitos de tipo lagunar, más desarrollados en la Hoja próxima de Burgos.

Los escasos afloramientos existentes de estos materiales aportan pocos datos acerca de la configuración paleogeográfica de las áreas lacustres. No obstante, se puede asegurar que en los sectores central y oriental de la Cuenca del Duero se desarrolló durante el Mioceno medio un importante sistema lacustre con gran acumulo de sedimentos (más de 500 m) con diferentes ambientes y subambientes, conectados físicamente con el actual corredor de la Bureba. Se desconoce en el resto de los sectores los equivalentes laterales en facies detríticas, ya que aparecen soterrados bajo sedimentos más modernos.

Durante el Astaraciense se produce una reactivación de los marcos montañosos y relieves que circundan la Cuenca del Duero. Estos movimientos traen como consecuencia el inicio de un nuevo ciclo sedimentario, reactivándose antiguas fracturas hercínicas que determinan en parte la disposición de los distintos subambientes sedimentarios.

En esta Hoja, y próximos a los relieves mesozoicos que constituyen la Sierra de la Demanda, se han determinado dos sistemas importantes de abanicos aluviales. El sector meridional de la Hoja se encuentra ocupado por los depósitos del denominado Sistema Retuerta, originado por un sistema aluvial de trazado este-oeste. La entrada se realiza por el paleovalle del río Arlanza hacia el noroeste. Llegando a esta Hoja sólo los depósitos distales, en donde los canales se encuentran concentrados, dejando amplias llanuras de inundación entre ellos, sobre los que se desarrollan suelos calcimorfos y lagunas temporales.

El sector oriental de la Hoja está ocupado por el sistema de los Ausines, caracterizado por la sedimentación, en las zonas de borde, de sistemas fluviales medios a distales, con desarrollo de canales de pequeñas dimensiones y trazado SE-NO, con el desarrollo de suelos calcimorfos y sistemas palustres en el sector de Revillaruz-Modúbar de San Ciprián.

Hacia el NO, los tramos altos de estos depósitos pasan a facies marginales de lago e incluso en el borde septentrional de la Hoja a facies que marcan un ámbito lacustre estable.

Así, a finales del Astaraciense queda configurado un ambiente lacustre estable en el sector septentrional de la Hoja, un ambiente con facies marginales lacustres en el sector central y occidental y ambientes fluvio-aluviales en el sector oriental y meridional de la Hoja.

A finales del Astaraciense, o principios del Vallesiense, tiene lugar un ligero cambio ambiental, produciéndose una retracción en el ciclo lacustre, pasando a condiciones lacustre-palustres con una sedimentación más carbonatada con la que finaliza este ciclo.

A principios del Vallesiense existe una nueva etapa de deformación, con reactivación de fracturas Hercínicas, dando lugar a basculamientos y bloques hundidos en donde se deposita el siguiente ciclo sedimentario de carácter más restringido que el anterior formado por terrígenos en la base que desaparecen hacia el sureste, culminando en unos niveles carbonatados, de edad turoliense.

La superficie de colmatación de este ciclo se ve afectado de nuevo por una fase tectónica que da lugar a deformaciones de gran radio, acompañada de procesos de fracturación y elevación de los relieves de borde con hundimientos de bloques y formación de estructuras sinclinales.

Estos movimientos acarrean como consecuencia final la instalación de una superficie de erosión con procesos de karstificación incluidos (superficie del Páramo).

Una nueva reactivación tectónica, ya en el Plio-Cuaternario, originaría el depósito de materiales de carácter fluvial y exorreico, y el consiguiente desarrollo de la red fluvial.

Durante el resto del Cuaternario continúan los procesos de encajamiento de la red, configurándose además la morfología actual de la Hoja.

5. GEOLOGIA ECONOMICA

5.1. RECURSOS MINERALES

En el ámbito de esta Hoja se han reconocido 68 indicios, la mayoría de ellos de escaso interés y pequeño desarrollo. Solamente puede destacarse la actividad minera desarrollada sobre los materiales mesozoicos, aprovechadas a nivel local y regional para la obtención de áridos, tanto naturales como de trituración. Asimismo, se ha inventariado una antigua instalación extractiva de calizas con explotación subterránea situada en Hontoria de la Cantera, de la que se extraían bloques, utilizados como piedra de construcción y ornamental.

El resto de las explotaciones son de escasa importancia, explotándose como graveras las terrazas cuaternarias del río Arlanzón; las arcillas de la facies Santa María del Campo, y Tordomar, con fines cerámicos; las arenas y areniscas de estas mismas facies para áridos naturales y; zahorras y las calizas del Páramo para su utilización como roca de construcción.

5.1.1. Minerales metálico y no metálicos

No existe referencia alguna en cuanto al aprovechamiento de minerales metálicos o no metálicos, ni en cuanto a una presencia digna de consideración.

5.1.2. Minerales energéticos

Sólo cabe considerar los niveles de arcillas carbonosas localizados en la Facies Cuestas, pero su pequeño espesor, (centimétrico) y su poder calorífico muy bajo, no permiten incluirlas como indicios mineros.

5.1.3. Rocas industriales

5.1.3.1. Aspectos generales e históricos

Como se ha indicado anteriormente, en esta zona, deben destacarse las explotaciones desarrolladas sobre los materiales detríticos y carbonatados del Mesozoico con producción fundamentalmente de áridos, tanto naturales como de trituración, y de roca de construcción.

Las terrazas, fundamentalmente altas y medias, del río Arlanzón, que proporcionan volúmenes importantes de gravas y arenas aprovechables para áridos de construcción. Aprovechamiento muy local y tienen como zahorra y materiales cerámicos, las arcillas y arenas de la Facies Santa María del Campo, y Tordomar. Así mismo las calizas del Páramo se han empleado como roca de construcción y para áridos de trituración.

5.1.3.2. Descripción de los materiales

Calizas

Las calizas del Jurásico se han empleado con independencia de su composición, fundamentalmente para áridos de trituración, mientras que las calizas del Cretácico superior

presentan una composición más uniforme, empleándose tanto para áridos de trituración como para fines diversos. En la explotación de los Ausines (nº 7), este tipo de calizas se trata mediante un proceso de micronizado, creando un producto con múltiples aplicaciones, entre ellas: como aditivos de pinturas, en prensos, como pasta para la fabricación de terrazas, en la industria del vidrio, etc.

Analisis realizados en muestras de esta explotación, han dado los siguientes resultados: peso específico aparente 2.378 g/cm³, absorción 4.496%, coeficiente de desgaste «Los Angeles» (A) 45.10, y adhesividad al betún 99.4% Analisis químicos han determinado una composición (IGME, 1976): SiO₂: 0,75%, Al₂O₃: 0,02%, Fe₂O₃: 0,08%, CuO: 55,34%, MgO: 0,14%, K₂O: 0,03%, Na₂O: 0,05%, P.p.c.: 43,59%.

En el sector de Hontoria de la Cantera, este tipo de calizas se ha explotado intensamente, incluso existe una explotación subterránea de donde se extraen bloques de caliza de 2 m. que posteriormente se cuartean y labran para ser utilizados como piedra de construcción y ornamental.

Las calizas del Páramo se han explotado como áridos de trituración en varios sectores, en la zona de Castrillo del Val se ha observado una cantera de grandes dimensiones abandonada actualmente, (nº 11). Los valores de ensayos realizados sobre muestras de esta cantera son: peso específico aparente 2,604; peso específico real 2,735, absorción: 1,845%; coeficiente de desgaste «Los Angeles» (A) 29,60 y adhesividad al betún 99,5%. Los análisis químicos arrojan la siguiente composición: SiO₂: 1,18%, Al₂O₃: 0,04%, Fe₂O₃: 0,08%, CuO: 55,01%, MgO: 0,19%, K₂O: 0,05%, Na₂O: 0,07%, P.p.c.: 43,38%.

En este tipo de calizas se han inventariado pequeñas explotaciones que empleaban este tipo de piedra para la construcción, en la base de los cimientos de las casas de la zona, o bien tallándola, para el recubrimiento de fachadas o construcción de paredes.

Como zahorra, con muy bajo valor económico, se aprovecha una mezcla de gravas y gravillas calizas, con variable presencia de margas pertenecientes a coluviones desarrollados a los pies de los relieves mesozoicos, como se puede observar en el camino que parte de la N-234 hacia Fornadijo.

Margas

Asociadas a la Facies Cuestas se han localizado alguna explotación de margas, cuya utilidad ha estado enfocada a la construcción de la autovía Burgos-Palencia. Estos materiales se han usado como subbase de la citada autovía.

Arcillas

Las lutitas rojas de la Facies Santa María del Campo han sido utilizadas para la obtención artesanal de tejas y ladrillos, en explotaciones familiares actualmente abandonadas. En la mayoría de los casos estas arcillas son muy «magras», con alto contenido en carbonatos. Actualmente, gran parte de las explotaciones abiertas en este tipo de materiales se emplean como zahorras mezcladas con el material arenoso que normalmente les acompañan.

ROCAS INDUSTRIALES				HOJA N° 19-11 (238)	VILLAGONZALO PEDERNALES	
NUMERO (Nº MRI)	COORDENA UTM	SUSTANCIA	TERMINO MUNICIPAL PROVINCIA	OBSERVACIONES		
				ACTIVIDAD EXPLOTADORA	TIPO DE EXPLOTACION	USOS
1 ₍₂₇₄₎	VM 565696	Arena y grava Utrillas)	Quintanalara (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Construcción, Aridos naturales
2	VM 566719	Calizas (Calizas y margas) (jurásico Dogger)	Revilla del Campo (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Construcción, Rocas Ornamentales
3	VM 522713	Calizas (Margas y calizas) (Facies Sta. M. ^a del Campo)	Los Ausines (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Construcción
4	VM 510743	Caliza (Calizas y dolomías)	Los Ausines (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Construcción, Aridos de trituración
5	VM 515743	Caliza (Calizas y dolomías)	Los ausines (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Construcción, Aridos de trituración
6 ₍₂₆₉₎	VM 515749	Calizas (Calizas y dolomías)	Los Ausines (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Construcción, Aridos de trituración
7 ₍₂₅₇₎	VM 510758	Calizas (Calizas y dolomías)	Los Ausines (BURGOS)	INACTIVA	Cantera grande de áridos de trituración y piedras de construcción	Construcción, Aridos de trituración y rocas ornamentales
8 ₍₂₃₅₎	VM 816546	Arenas-Gravas (Fm Utrillas)	Ibeas de Juarros (BURGOS)	ACTIVA	Cantera grande de extracción de arenas y gravas naturales con más de 10.000 m ³ de producción	Construcción, Aridos naturales
9	VM 823546	Arenas y gravas (Fm Utrillas)	Ibeas de Juarros (BURGOS)	ACTIVA	Cantera grande unida a la anterior	Construcción, Aridos naturales
10	VM 520856	Calizas (Calizas de las Facies Dueñas))	Castrillo del Val (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Construcción, Aridos y rocas ornamentales
11 ₍₂₃₂₎	VM 513826	Calizas (Calizas interiores del Páramo)	Castrillo del Val (BURGOS)	INACTIVA	Cantera grande de áridos de trituración	Construcción, Aridos de trituración
12 ₍₂₃₁₎	VM 491529	Calizas (Calizas interiores del Páramo)	Carcedo de Burgos	INACTIVA	Cantera pequeña	Construcción, Rocas ornamentales

NUMERO (Nº MRI)	COORDENA UTM	SUSTANCIA	TERMINO MUNICIPAL PROVINCIA	OBSERVACIONES		
				ACTIVIDAD EXPLOTADORA	TIPO DE EXPLOTACION	USOS
13	VM 449844	Arcillas (Facies Tordomar)	Cardeñadijo (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Zahorras
14	VM 440820	Arcillas y Arenas (Facies Tordomar)	Cardeñadijo (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña en varios puntos	Zahorras
15	VM 429825	Arenas (Facies Tordomar)	BURGOS	INACTIVA	Cantera mediana	Zahorras y áridos naturales
16	VM 425834	Arcillas arenosas (Facies Tordomar)	BURGOS	INACTIVA	Cantera pequeña	Zahorras y áridos naturales
17	VM 419841	Arenas y arcillas (Facies Tordomar)	Villagonzalo (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Zahorras y áridos naturales
18	VM 420829	Arenas y arcillas (Facies Tordomar)	Villagonzalo (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Zahorras y áridos naturales
19	VM 417812	Arenas y arcillas (Facies Tordomar)	Villariezo (BURGOS)	INACTIVA	Cantera mediana. Explotación para la autovía	Zahorras y áridos naturales
20	VM 421806	Arenas y arcillas (Facies Sta. M.ª del Campo)	Villariezo (BURGOS)	INACTIVA	Cantera mediana. Explotada para la autovía	Zahorras y áridos naturales
21	VM 423801	Arenas y arcillas (Facies Sta. M.ª del Campo)	Villariezo (BURGOS)	INACTIVA	Cantera mediana. Explotada para la autovía	Zahorras y áridos naturales
22	VM 424736	Arenas (Facies Sta. M.ª del Campo)	Cogollos (BURGOS)	INACTIVA	Cantera mediana. Explotada para la autovía	Zahorras
23	VM 418739	Arenas y arcillas (Facies Tordomar)	Cogollos (BURGOS)	INACTIVA	Cantera mediana. Explotada para la autovía	Zahorras
24	VM 465625	Arenas y arcillas (Facies Sta. M.ª del Campo y Glacis)	Hontoria de la Cantera (BURGOS)	ACTIVA	Arenero pequeño. Planta de clasificación	Construcción. Aridos naturales
25	VM 463709	Calizas y dolomías	Hontoria de la Cantera (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Construcción. Aridos de trituración
26 ₍₂₆₄₎	VM 470706	Calizas (Calizas y dolomías)	Hontoria de la Cantera (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Construcción. Aridos de trituración

NUMERO (Nº MRI)	COORDENA UTM	SUSTANCIA	TERMINO MUNICIPAL PROVINCIA	OBSERVACIONES		
				ACTIVIDAD EXPLOTADORA	TIPO DE EXPLOTACION	USOS
27	VM 465701	Calizas (Calizas y dolomías)	Hontoria de la Cantera (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Construcción. Aridos de trituración
28	VM 472700	Calizas (Calizas y dolomías)	Hontoria de la Cantera (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Construcción. Aridos de trituración
29	VM 474699	Calizas (Calizas y dolomías)	Hontoria de la Cantera (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Construcción. Aridos de trituración
30	VM 478694	Calizas (Calizas y dolomías)	Hontoria de la Cantera (BURGOS)	INACTIVA	Extracción en mina	Construcción. Rocas ornamentales
31 ₍₂₆₆₎	VM 480690	Calizas (Calizas y dolomías)	Hontoria de la Cantera (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Construcción. Aridos de trituración
32 ₍₃₂₉₋₃₃₀₎	VM 482689	Calizas (Calizas y dolomías)	Hontoria de la Cantera (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Construcción. Aridos de trituración
33 ₍₃₂₉₋₃₃₀₎	VM 509688	Arenas y gravas (Fm Utrillas)	Cubillo del Campo (BURGOS)	INACTIVA	Cantera grande con extracción y tratamiento	Construcción. Aridos naturales
34	VM 422850	Margas (Facies Cuestas)	BURGOS	INACTIVA	Cantera pequeña	Construcción
35	VM 421868	Arenas y arcillas (Facies Sta. M.º del Campo)	BURGOS	INACTIVA	Cantera pequeña	Construcción. Aridos naturales
36	VM 418868	Arenas y arcillas (Facies Sta. M.º del Campo)	BURGOS	INACTIVA	Cantera pequeña	Construcción. Aridos naturales
37	VM 415869	Arenas y arcillas (Facies Sta. M.º del Campo)	BURGOS	INACTIVA	Cantera pequeña	Construcción. Aridos naturales
38	VM 412870	Arenas y arcillas (Facies Sta. M.º del Campo)	BURGOS	INACTIVA	Cantera pequeña	Construcción. Aridos naturales
39	VM 100869	Arenas y arcillas (Facies Sta. M.º del Campo)	BURGOS	INACTIVA	Cantera pequeña	Construcción. Aridos naturales
40	VM 385865	Gravas. Terraza	BURGOS	INACTIVA	Cantera pequeña	Construcción. Aridos naturales
41 ₍₂₃₆₎	VM 315828	Margas (Facies Cuestas)	Cabra (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Construcción

NUMERO (Nº MRI)	COORDENA UTM	SUSTANCIA	TERMINO MUNICIPAL PROVINCIA	OBSERVACIONES		
				ACTIVIDAD EXPLOTADORA	TIPO DE EXPLOTACION	USOS
42	VM 3208??	Arenas y arcillas (Facies Sta. M. ^a del Campo)	Bumel (BURGOS)	INACTIVA	Cantera mediana. Explotada para la construcción de la autovía	Zahorras. Aridos naturales
43 ₍₂₅₈₎	VM 357797	Arenas y arcillas (Facies Sta. M. ^a del Campo)	Cayuela (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Zahorras
44	VM 408787	Arenas (Facies Sta. M. ^a del Campo)	Villariezo (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Zahorras
45	VM 352775	Arenas (Facies Tordomar)	Arcos (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Zahorras
46	VM 302755	Arenas (Facies Sta. M. ^a del Campo)	Estepar (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Zahorras
47	VM 300723	Arenas (Facies Sta. M. ^a del Campo)	Presencio (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Zahorras
48	VM 366723	Gravas (Raña)	Villangomez (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Zahorras
49	VM 365717	Gravas (Raña)	Villangomez (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Zahorras
50 ₍₂₅₈₎	VM 518798	Arenas (Facies Sta. M. ^a del Campo)	Los Ausines (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Zahorras
51	VM 553808	Calizas Sta. M. ^a del Campo)	Ibeas de Juarros (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Construcción. Aridos de trituración
52	VM 533862	Gravas (Alubial Cuaternario)	Ibeas de Juarros (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Construcción. Aridos naturales
53	VM 530833	Calizas (Calizas inferiores del Páramo)	Castrillo del Val (BURGOS)	INACTIVA	Cantera mediana	Construcción. Aridos de trituración
54	VM 528749	Arcillas (Facies Sta. M. ^a del Campo)	Los Ausines (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Zahorras
55 ₍₂₂₇₎	VM 519865	Gravas (Alvial Cuaternario)	Cardeña Jimeno (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Construcción. Aridos naturales

NUMERO (Nº MRI)	COORDENA UTM	SUSTANCIA	TERMINO MUNICIPAL PROVINCIA	OBSERVACIONES		
				ACTIVIDAD EXPLOTADORA	TIPO DE EXPLOTACION	USOS
56 ₍₂₆₁₎	VM 443754	Arenas y arcillas (Facies Sta. M. ^a del Campo)	Revillaruz (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Zahorras
57 ₍₂₄₄₎	VM 427787	Arenas (Facies Sta. M. ^a del Campo)	Sarracín (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Construcción. Aridos naturales
58	VM 457810	Arenas (Facies Sta. M. ^a del Campo)	Mondubar de la emparedada (BURGOS)	INACTIVA	Varias canteras pequeñas	Construcción. Aridos naturales
59	VM 392840	Margas y calizas (Facies Cuestas)	Villagonzalo (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Zahorras
60 ₍₂₂₅₎	VM 336867	Arcillas y arenas (Facies Sta. M. ^a del Campo)	San Mames (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Zahorras
61 ₍₂₅₆₎	VM 313773	Arcillas (Facies Tordomar)	Estepar (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Zahorras
62 ₍₂₅₅₎	VM 305775	Arcillas y arcillas (Facies Tordomar)	Estepar (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Zahorras
63	VM 343799	Arenas (Facies Sta. M. ^a del Campo)	Cayuela (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Construcción. Aridos naturales
64 ₍₂₇₁₎	VM 373792	Arenas (Facies Sta. M. ^a del Campo)	Arcos (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Construcción y zahorras
65	VM 380789	Arenas (Facies Sta. M. ^a del Campo)	Arcos (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Construcción y zahorras
66	VM 386793	Arenas (Facies Sta. M. ^a del Campo)	Arcos (BURGOS)	INACTIVA	Cantera pequeña	Construcción y zahorras
67	VM 379783	Arenas (Facies Sta. M. ^a del Campo)	Arcos (BURGOS)	INACTIVA	Varicas anteras pequeñas	Construcción y zahorras
68	VM 386784	Arenas (Facies Sta. M. ^a del Campo)	Arcos (BURGOS)	INACTIVA	Varicas anteras pequeñas	Construcción y zahorras

Las arcillas de descalcificación asociadas a la superficie morfológica del Páramo tienen difícil aprovechamiento industrial, con una composición aproximada de 16-20% de cuarzo, 13-30% de calcita, hasta 8% de feldespatos y 45-65% de filosilicatos.

Arenas y gravas

Estos yacimientos se encuentran extendidos por toda la Hoja. Estratigráficamente corresponden a tres edades diferentes.

Las explotaciones de edad Cretácico inferior, se concentran fundamentalmente sobre la Fm. Arenas de Utrillas que aflora en la Hoja en tres sectores: Cubillo del Campo (actualmente en explotación), Quintanalara (inactiva), y Espinosa de Juarros (en explotación).

Estos yacimientos están formados por areniscas y arenas silíceas de color blanco, con bancos de grava, (más abundantes en la cantera de Espinosa de Juarros y en Quintanalara).

La producción se utiliza casi exclusivamente como árido natural, depreciándose el caolín que forma la matriz de las arenas, ya que no se dispone de las instalaciones adecuadas para poder separarlo.

En los sectores de Espinosa de Juarros y Quintanalara se explotan fundamentalmente las gravas, pues la Fm. Utrillas presenta un contenido relativamente bajo en arenas, no superando el 50%. El contenido en arcillas es asimismo muy bajo, oscilando entre el 2 y el 10%, con un contenido en materia orgánica del 0,1%, dando resultados positivos de sulfatos a los ensayos cualitativos (IGME, 1976).

Las explotaciones terciarias se centran exclusivamente sobre la Facies de Santa María del Campo. Son materiales irregulares y mal clasificados. Generalmente se trata de arcillas, arenas y gravas, intercaladas en niveles discontinuos y lentejones, en los que dominan la presencia de arenas sobre las gravas.

La producción se utiliza como áridos naturales para la construcción cuando se tratan adecuadamente con plantas clasificadoras, y en todo uno como zahorra.

Las explotaciones cuaternarias se sitúan sobre el cauce del río Arlanzón y sus sistemas de terrazas. De todas ellas se extraen principalmente gravas, siendo menor la cantidad de arenas.

Las graveras actuales suelen ser de tamaño medio y sus explotaciones generalmente es de carácter intermitente o se encuentran abandonadas.

5.2. HIDROGEOLOGIA

Hidrográficamente, la Hoja de Villagonzalo-Pedernales pertenece a la Cuenca del Duero, situándose en el sector NE de la misma.

El clima de la zona es de tipo Mediterráneo templado, con un régimen de humedad que lo califica de Mediterráneo fresco hacia el oeste y Mediterráneo seco hacia el este;

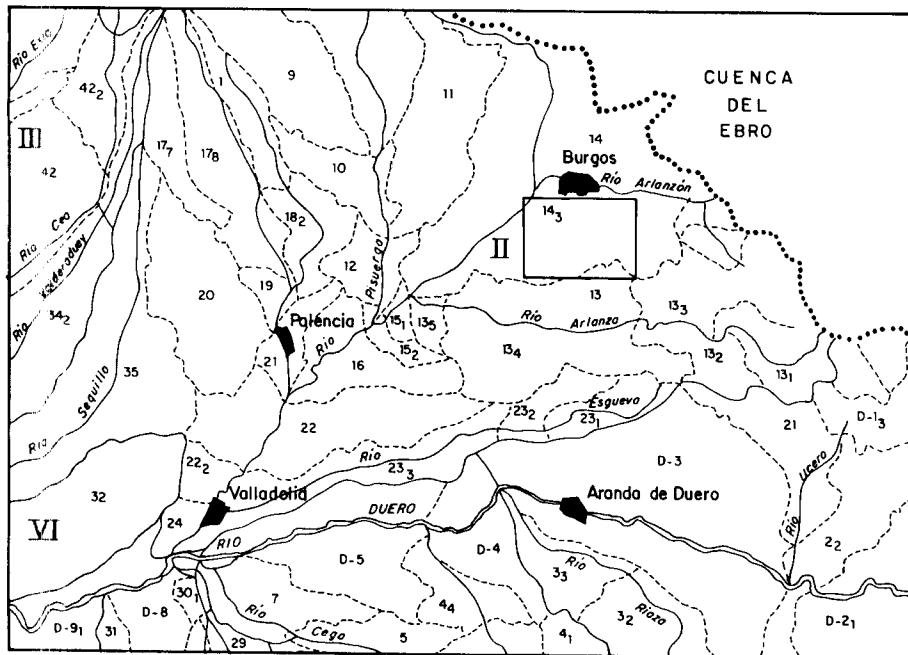


Fig. 4.- Zonación hidrológica (según datos P.H.D.-1988).

y con una temperatura media anual de 10-11 °C y una precipitación media anual de 600 mm para el período 1940-85.

La red hidrográfica comprende el río Arlanzón y sobre todo sus afluentes por la margen izquierda, los ríos Cardañajimeno, Los Ausines, Mazuelo, Cogollos y Cueva.

En la Zonificación Hidrológica establecida en el Plan Hidrológico del Duero (1988), la Hoja de Villagonzalo-Pedernales se encuentra dentro de la Zona Hidrológica II, y dentro de ésta, pertenece a la subcuenca C-14 (fig.nº 4) que presenta en total un módulo de aportación media anual para el período 1940-45, de 35 hm³/a. La demanda de agua en este área se estima en unos 40 hm³/a para regadío y unos 23 hm³/a para uso urbano. La demanda agrícola se satisface en casi un 99% a partir de aguas de procedencia superficial.

La calidad química de las aguas del río Arlanzón a su paso por la Hoja es buena en el tramo que discurre por el cuadrante NE, mientras que en su recorrido por el ángulo NO el río presenta aguas de muy mala calidad al haber sufrido una fortísima degradación tras recibir los vertidos urbanos e industriales de la ciudad de Burgos.

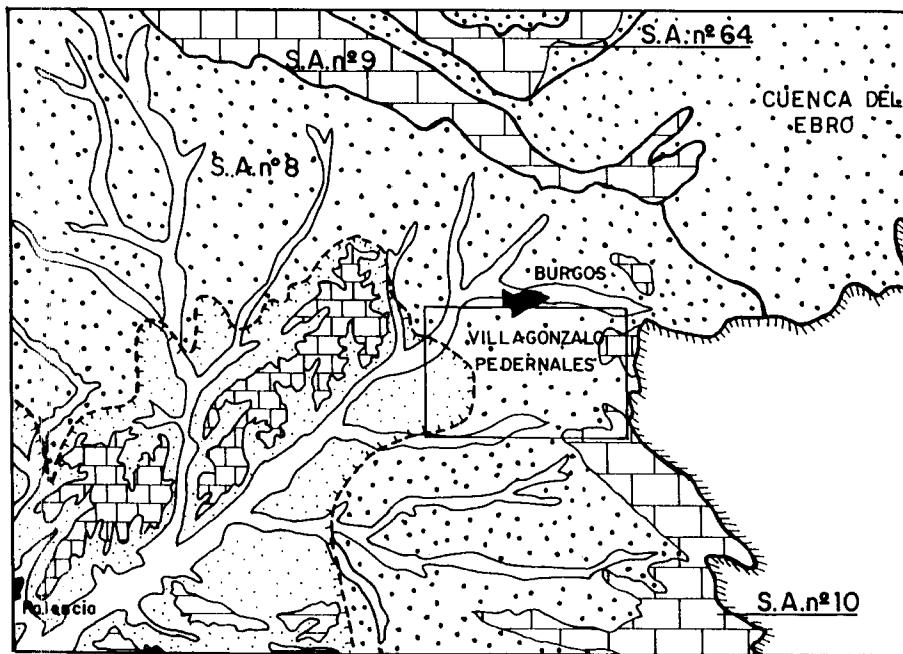
Hidrogeológicamente, la Hoja de Villagonzalo-Pedernales participa de dos sistemas acuíferos según la clasificación establecida por el ITGE: al E y SE, los relieves calcáreos pertenecientes a la Cordillera Ibérica forman parte del Sistema Acuífero nº 10 «Karst Norte de la Ibérica», mientras que el resto de la Hoja pertenece al Sistema Acuífero nº 8 «Terciario Detritico Central de la Cuenca del Duero» (fig. nº 5).

El S.A. nº 10 está constituido por calizas, carniolas y dolomías del Jurásico y Cretácico superior. La permeabilidad es secundaria, por fisuración y karstificación, con unos valores de transmisividad altos (estimados en 1.000 y 1.500 m³/d) y un coeficiente de almacenamiento estimado entre 2x10⁻⁷ y 6X10⁻⁷, si los niveles acuíferos funcionan en régimen libre.

La recarga se efectúa a partir de la infiltración directa de la precipitación sobre los afloramientos permeables y la descarga se realiza por los ríos que atraviesan los materiales calcáreos, por manantiales y probablemente, existe un drenaje lateral y subterráneo hacia el Sistema Acuífero nº 8. La descarga total se ha estimado en unos 63 hm³/a, en este sector del S.A. nº 10.

El uso de las aguas subterráneas en esta zona es prácticamente nulo.

El S.A. nº 8 es un acuífero multicapa, heterogéneo y anisótropo, constituido por sedimentos terciarios, en su mayoría de carácter detritico: los materiales más gruesos (gravas y arenas) se disponen en lentejones distribuidos al azar en una matriz arcillosa y limo-arenosa. Los primeros constituyen niveles acuíferos, permeables por porosidad intragranular, que funcionan en régimen de confinamiento-semiconfinamiento, según su posición dentro de la matriz arcillo-arenosa; ésta presenta un carácter semipermeable y actúa, en conjunto, como un acuitardo, a través del cual se recargan por goteo, los niveles acuíferos más profundos.



- Limite de S.A.
- █ Calizas cretacicas.
Acuífero regional.
- █ Calizas terciarios.
Acuífero local, superficial.
- █ Detritico terciario
Acuífero regional.
- █ Detritico cuaternario
Acuífero local superficial.
- █ Hoja en estudio.
- ~~~~~ Borde impermeable.
- Limite de acuífero profundo
confinado.

Fig. 5.- Esquema hidrológico.

Este S.A. se divide en cinco Regiones Acuíferas homogéneas desde el punto de vista del flujo subterráneo. La mayor parte del terciario presente en la hoja pertenece a la denominada Región Este o de la Ibérica, la menos conocida del Sistema. Esta Región presenta una escasa explotación de sus recursos hidráulicos, estando ésta concentrada en las áreas de Burgos-Lerma y Roa-Aranda de Duero.

El límite oriental de esta Región y del Sistema lo constituyen los materiales acuíferos del S.A. nº 10, existiendo muy probablemente, conexión hidráulica entre ambos.

Los sondeos inventariados en esta Hoja alcanzan profundidades entre 70 y 250 m, y cortan distintos tramos arenosos acuíferos.

La piezometría en esta zona parece situarse en torno a los 880 m.s.n.m, y los datos, puntuales de caudales específicos conocidos en la zona meridional se evalúan en 0,94 l/s/m.

Un pequeño sector del tercio occidental de la Hoja pertenece a la denominada Región de los Páramos, cuya principal característica es que los niveles acuíferos profundos se encuentran en régimen confinado al subyacer a un potente paquete de margas y arcillas de muy baja permeabilidad. Los sondeos en esta zona captan los niveles productivos a partir de los 190 m de profundidad, siendo frecuentes los fenómenos de surgen- cia. Estos sondeos se explotan fundamentalmente para usos agrícolas. La piezometría en esta zona se sitúa entre los 850 y los 825 m.s.n.m., estableciéndose una dirección de flujo prácticamente E-O (ver fig. nº 6).

La recarga en la Región de la Ibérica se produce por infiltración del agua de lluvia y los niveles más profundos se recargan por goteo vertical lento desde los niveles superiores y a través del acuitardo. También debe haber una recarga de modo lateral y subterráneo desde el S.A. nº 10 hacia los niveles detríticos terciarios.

La descarga se establece por bombeos, y lateral y subterráneamente hacia la Región de los Páramos, y a través de ésta hacia el centro de la Cuenca, hacia el eje del río Duero, que constituye el drenaje natural de todo el Sistema.

Dentro de la Hoja también hay que considerar la existencia de acuíferos de interés local, como son los depósitos detríticos cuaternarios (terrazas y aluviales) y las calizas terminales del Mioceno. Los primeros funcionan como acuíferos libres y suelen estar conectados hidráulicamente con los ríos que los atraviesan, y los segundos funcionan como niveles colgados, en régimen libre y kárstico, descargando por manantiales perimetrales, en el contacto con el muro impermeable.

No existen apenas datos sobre la calidad química de las aguas subterráneas en la Hoja; existe un punto de la Red de Vigilancia de Calidad del ITGE en el S.A. nº 8, en el que la conductividad no sobrepasa los 400 μ S/cm.

En general, las aguas del S.A. nº 8 en el ámbito de la Hoja presentan unas facies bicarbonatada cálcica a cálcico magnésica, pudiendo darse puntualmente facies sulfatadas.

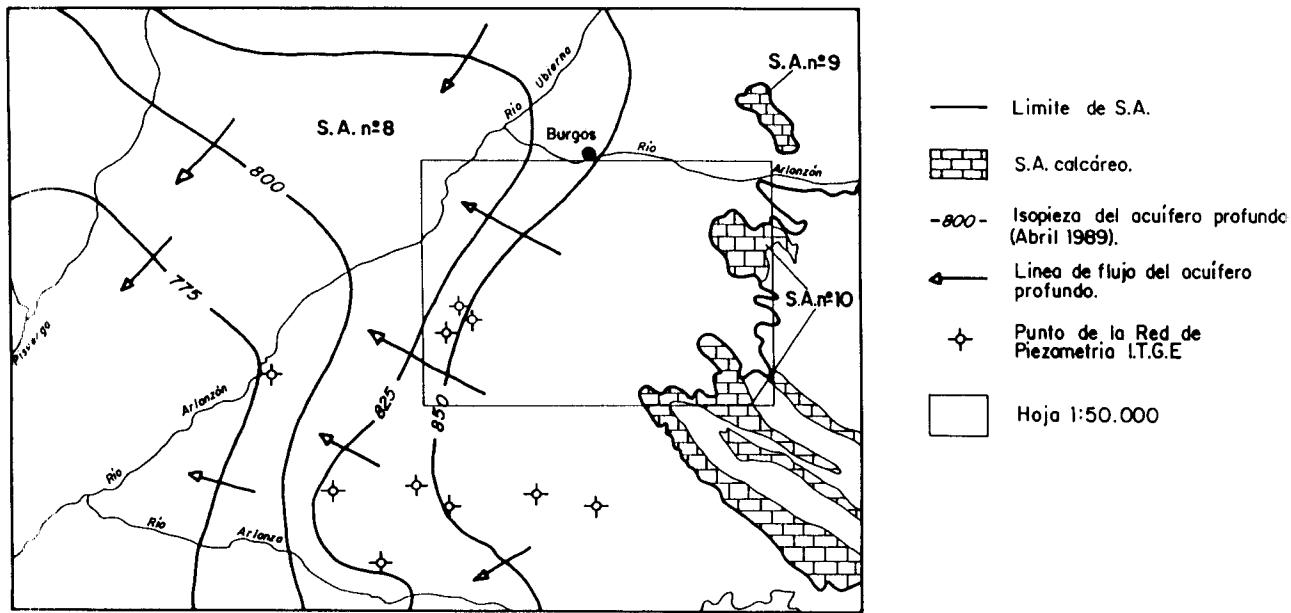


Fig. 6.- Esquema de isopiezas del acuíferoprofundo (abril-1989).

En cuanto a la calidad química de las aguas del S.A. nº 10, no existen datos directos; sin embargo, el carácter calcáreo y kárstico del acuífero permite deducir que las aguas presentarán facies hidroquímicas de carácter bicarbonatado cálcico, estando poco mineralizadas.

5.3. GEOTECNIA

Se ha realizado una síntesis donde se exponen las características geotécnicas de los materiales que constituyen la Hoja de Villagonzalo de Pedernales. En el cuadro adjunto se resumen las características geotécnicas generales, asimismo, se presenta un Mapa de Síntesis Geotécnica a escala 1: 100.000, en Documentación Complementaria.

Esta síntesis trata de recoger una información complementaria al Mapa Geológico Nacional, que pueda simplificar los futuros estudios geotécnicos.

5.3.1. Síntesis geotécnica

5.3.1.1. *Criterios de división*

La superficie de la Hoja se ha dividido en Areas, y posteriormente cada Area en Zonas. El criterio seguido para la división de estas Areas ha sido fundamentalmente geológico, entendiendo como una síntesis de aspectos litológicos, tectónicos, geomorfológicos e hidrogeológicos que, analizados en conjunto, dan a cada zona una homogeneidad en el comportamiento geotécnico.

Se describe la permeabilidad, el drenaje, la ripabilidad, la posibilidad de deslizamientos, hundimientos y otros riesgos, y por último, se valora cualitativamente la capacidad de carga media del terreno. Todas estas definiciones son orientativas por lo que deben utilizarse a nivel de estudio informativo y/o anteproyecto.

5.3.1.2. *División en áreas y zonas geotécnicas*

En el esquema de síntesis se presentan cinco Areas (I, II, III, IV, y V), que se definen de la siguiente manera:

Area I. Representa los materiales triásicos.

Area II. Comprende una serie de materiales mesozoicos. (Jurásico)

Area III. Comprende los materiales cretácicos.

Area IV. Incluye todos los depósitos terciarios.

Area V. Se han agrupado los depósitos cuaternarios.

Estas Areas se han dividido en dieciocho zonas:

Area I. Zona I.

Area II. Zonas II. y II.

Area III. Zonas III. y III.

Area IV. Zonas IV., IV., IV., IV., IV., IV., IV. y IV.

Area V. Zonas V., V., V. y V.

Cada zona se define y agrupa a las siguientes unidades cartográficas del Mapa Geológico Nacional.

- Zona I.. Es un conjunto de materiales pertenecientes al Triásico superior. Son arcillas, margas y yesos. Unidad cartográfica: 1.
- Zona II.. Son materiales de edad jurásica, constituidos por dolomías, calizas, carniolas y margas. Unidades cartográficas: 2, 4 y 5.
- Zona III1. Son materiales pertenecientes al Cretácico inferior; constituidos por calizas, margas, arcillas, areniscas y conglomerados. Unidades cartográficas: 6, 7, 8, 9,10 y 11.
- Zona II.. Agrupa materiales correspondientes al Jurásico. Son margas, margocalizas y calizas. Unidad cartográfica: 3.
- Zona III.. Agrupa a una serie de materiales del Cretácico superior. Son calcarenitas, calizas y margas. Unidades cartográficas: 12, 13, 14 y 15.
- Zona IV.. Son materiales del Neógeno, constituidos por margas, yesos, arcillas y calizas. Unidades cartográficas: 16 y 17.
- Zona IV.. Agrupa una serie de materiales del Neógeno, constituidos por lutitas y areniscas. Igualmente, aparecen niveles de calizas y dolomías. Unidades cartográficas: 18, 20, 21 y 22.
- Zona IV.. Constituida exclusivamente por conglomerados, igualmente de edad neógena. Unidad cartográfica: 19.
- Zona IV.. Son arcillas y arenas, con intercalaciones de niveles de areniscas y calizas; de edad Neógeno. Unidades cartográficas: 23 y 25.
- Zona IV.. Exclusivamente constituida por calizas y/o dolomías grises con intercalaciones margosas (Neógeno). Unidad cartográfica: 24.
- Zona IV.. Se han agrupado margas yesíferas, margocalizas, calizas y dolomías. Al igual que los materiales citados anteriormente pertenecen al Terciario, concretamente al Neógeno. Unidad cartográfica: 26.
- Zona IV.. Formada por las Calizas del Páramo. Unidades cartográficas: 27 y 30.
- Zona IV.. Es una zona constituida por arcillas, arenas y margas blancas, de edad neógena. Unidades cartográficas: 28 y 29.
- Zona IV.. Exclusivamente formada por conglomerados, que constituyen los depósitos de «Raña», que son de edad pliocena. Unidad cartográfica: 31.

Los depósitos cuaternarios se agrupan en las siguientes zonas:

- Zona V.. Corresponde a los depósitos de terraza, son gravas cuarcíticas y arenas. Unidades cartográficas: 33, 34 y 35.
- Zona V.. Son arcillas rojas de calcificación. Unidad cartográfica: 32.

Zona V. Son los depósitos que forman los glacis, coluviones y conos de deyección. Son gravas, arenas y arcillas. Unidades cartográficas: 38, 39 y 40.

Zona V. Corresponde a la llanura aluvial y fondos de valle. Son gravas, arenas, limos y arcillas. Unidades cartográficas: 36 y 37.

5.3.2. Estudio de las áreas y zonas

5.3.2.1. *Área I*

Zona I.

Características litológicas

Es una zona exclusivamente constituida por materiales arcillosos con predominio de tonos rojos y en algunas ocasiones verdes con intercalaciones de limos rojos y lentejones de yeso, generalmente negro. Son materiales pertenecientes a la Facies Keuper del Triásico, y afloran en las proximidades de Cuevas de Juarros.

Características geotécnicas

En conjunto se comportan como impermeables, el drenaje se efectuará principalmente por escorrentía superficial. Se excavan fácilmente y su capacidad de carga se puede catalogar como baja.

Los condicionantes geotécnicos que se presentan en la zona, son los asientos importantes en cimentaciones superficiales, la posible expansividad y naturalmente la agresividad por sulfatos tanto del terreno, como de las aguas que por él circulan.

5.3.2.2. *Área II*

Zona II.

Características litológicas

En esta zona se han agrupado materiales carbonatados que se disponen en contacto mecánico sobre los materiales arcillosos en Facies Keuper.

Litológicamente son calizas dolomíticas, dolomías, carniolas y calizas grises.

Afloran en el área de Revilla del Campo y Cuevas de Juarros.

Características geotécnicas

Es una zona de características permeables, principalmente por fracturación y karstificación; por lo tanto el drenaje se efectuará por infiltración.

No se consideran ripables, siendo necesario para su extracción el uso de explosivos.

La capacidad de carga es alta, si bien la alta karstificación y fracturación puede provocar hundimientos.

Zona II.

Características litológicas

Es un conjunto característico de alternancias rítmicas de calizas margosas y margas de tonos grises en corte fresco y amarillentas en alteración.

El mejor afloramiento se encuentra al oeste de Cuevas de Juarros.

Características geotécnicas

En conjunto se pueden considerar como impermeables, por lo tanto el drenaje se efectúa por escorrentía superficial.

Se excavan fácilmente y su capacidad de carga se considera media.

El condicionante geotécnico más relevante en esta zona es la posibilidad de que se produzcan asientos importantes bajo las cimentaciones superficiales.

5.3.2.3. Área III

Zona III.

Características litológicas

Discordantemente sobre los materiales correspondientes al Área II, se deposita una serie fundamentalmente detritica y algo carbonatada, constituida por calizas, margas, arcillas, areniscas y conglomerados.

Se distribuye principalmente al sur de Revilla del Campo y alrededores de Cuevas de Juarros.

Características geotécnicas

Se pueden desarrollar todos los términos referentes a la permeabilidad, por lo tanto el drenaje se efectuará por escorrentía superficial mas infiltración.

Son perfectamente excavables y su capacidad de carga es media-baja.

Los principales condicionantes geotécnicos que se pueden presentar son, el variable comportamiento geotécnico, debido a la alternancia de litologías que aparecen, e igualmente en los lugares donde predomina la fracción arcillosa y aparecen los lentejones de areniscas y conglomerados se pueden producir asientos diferenciales.

Zona III.

Características litológicas

En esta zona se agrupan términos eminentemente carbonatados. Son calcarenitas, calizas y margas, aparecen en los anticlinales de Cuevas de San Clemente y Cuevas de Juarros.

Características geotécnicas

Son permeables, principalmente por fisuración y karstificación, y por lo tanto el drenaje será por infiltración.

No se consideran ripables, siendo necesario para su extracción el uso de explosivos.

La capacidad de carga de estos materiales está asegurada. No obstante, la alta karstificación y fracturación puede provocar colapsos.

5.3.2.4. Área IV

Zona IV.

Características litológicas

Se trata de una zona constituida por una serie de margas, yesos y arcillas, y culminadas por un paquete de calizas de escasa potencia.

Se presentan en la vertiente meridional del encauzamiento del río Arlanzón.

Características geotécnicas

En conjunto se consideran impermeables, con una cierta permeabilidad por el proceso de la disolución del yeso; por lo tanto el drenaje se efectuará por esocorrentía superficial mas infiltración.

La ripabilidad, igualmente, presentará todas sus posibilidades, existiendo términos perfectamente excavables y otros no ripables, como es el caso de las calizas que culminan la serie.

La capacidad de carga se puede definir como media, siendo los principales condicionantes geotécnicos: la agresividad por sulfatos, los posibles colapsos por disolución del yeso, la erosión diferencial, y el variable comportamiento geotécnico de los diferentes materiales.

Zona IV.

Características litológicas

Se trata de una zona donde predominan las lutitas rojas, y se encuentran intercalados niveles de areniscas, calizas y dolomías.

Constituyen el conjunto denominado como Facies Santa María del Campo.

Características geotécnicas

Al abundar los materiales de fina granulometría, como son las lutitas, se considera al conjunto como impermeable, siendo su drenaje por esocorrentía superficial fundamentalmente.

De fácil excavabilidad, presentan una capacidad de carga definida entre media y baja.

El condicionante geotécnico más destacable en la zona, es la posibilidad de que aparezcan asientos diferenciales en las cimentaciones, así como una erosión diferencial debida al diferente comportamiento de los materiales.

Zona IV:

Características litológicas

Es una zona formada exclusivamente por conglomerados, distribuidos en niveles con geometría lenticular y una potencia que no sobrepasa los 5 m.

Los cantes son de naturaleza silícea y carbonatada, con centímetros entre 10 y 20 cm.

Suelen aflorar en las proximidades del borde mesozoico.

Características geotécnicas

Su fracturación hace que presenten una cierta permeabilidad; el drenaje se efectúa por escorrentía superficial mas infiltración.

Normalmente son materiales no ripables, aunque las partes superficiales presentan una cierta ripabilidad.

La capacidad de carga se puede estimar como media, no apreciándose condicionantes geotécnicos relevantes.

Zona IV.

Características litológicas

Es una zona donde aparecen arcillas y arenas; donde se intercalan niveles de areniscas y calizas.

Afloran exclusivamente en la mitad occidental de la Hoja.

Litológicamente, son arcillas y lutitas de tonos rosados y rojos, que constituyen la mayor parte de la masa de sedimentos.

Características geotécnicas

Aparecen todos los términos relacionados con la permeabilidad, y por lo tanto el drenaje se efectuará por escorrentía superficial mas infiltración.

Son materiales perfectamente excavables, siendo la capacidad de carga baja.

Los posibles asientos diferenciales, así como el variable comportamiento geotécnico que se da en la zona, constituyen los condicionantes geotécnicos más relevantes.

Zona IV:

Características litológicas

Es una zona formada exclusivamente por calizas y/o dolomías grises con intercalaciones margosas.

Estos niveles calcáreos se encuentran intercalados entre los niveles descritos anteriormente.

Afloran en gran volumen en la mitad occidental de la Hoja.

Características geotécnicas

Son permeables, siendo el drenaje por infiltración y algo por escorrentía superficial.

No son ripables, siendo necesario el uso de explosivos para su extracción.

No se aprecian condicionantes geotécnicos destacables.

Zona IV.

Características litológicas

Son margas yesíferas, margocalizas, calizas y dolomías, que afloran exclusivamente en las vertientes del río Arlanza, en el sector septentrional de la Hoja.

Características geotécnicas

En general es un conjunto impermeable, aunque pueden existir términos con baja permeabilidad.

El drenaje se realizará por escorrentía superficial mas infiltración.

Se excavan fácilmente, siendo la capacidad de carga media-baja.

Los condicionantes geotécnicos más importantes son los asientos diferenciales y la agresividad por sulfatos, tanto del suelo como de las aguas que por él circulan.

Zona IV.

Características litológicas

Es una zona constituida por las «Calizas del Páramo»; se han agrupado las calizas inferiores y las superiores.

Litológicamente son calizas margosas de tonos grises, bastante karstificadas.

Características geotécnicas

Presentan una permeabilidad importante por karstificación y fracturación. Por lo tanto el drenaje se efectuará por infiltración.

No son ripables, siendo necesario el uso de explosivos para su extracción.

La capacidad de carga es alta, siendo el condicionante geotécnico más relevante, la alta karstificación que puede provocar colapsos.

Zona IV.

Características litológicas

Es una zona constituida por arcillas, arenas y margas blancas.

Son arcillas rojas, con intercalaciones de arenas de grano medio a fino, con cantos disperos, e igualmente aparecen términos margosos de color blanco.

Características geotécnicas

Se contemplan todos los términos referentes a la permeabilidad, por lo tanto el drenaje se efectúa por escorrentía superficial mas infiltración.

Se excavan fácilmente y su capacidad de carga es media-baja.

Los posibles asientos diferenciales en cimentaciones superficiales, constituyen el condicionante geotécnico más destacable.

Zona IV.

Características litológicas

Exclusivamente constituía por conglomerados sueltos que constituyen la raña.

Son gravas silílicas escasamente consolidadas y con matriz arcillosa, que representan el último episodio aluvial finineógeno.

Características geotécnicas

Son permeables, por lo que su drenaje se efectuará principalmente por infiltración.

Su baja compactación hace que se excaven fácilmente, siendo su capacidad de carga media-baja.

El principal condicionante geotécnico que se presenta, es la escasa consolidación y pequeño espesor del depósito.

5.3.2.5. Área V

Corresponde a los depósitos cuaternarios

Zona V.

Características litológicas

Corresponde a los depósitos de terraza. Son gravas cuarcíticas y arenas, distribuyéndose a lo largo del río Arlanzón.

Características geotécnicas

Se consideran materiales permeables, por lo tanto su drenaje será fundamentalmente por infiltración.

Son perfectamente ripables. En algún punto existen graveras, donde se extrae material.

La capacidad de carga es media.

Los condicionantes geotécnicos que se producen en este tipo de depósitos, están ligados al carácter errático de los materiales, que puede originar asientos diferenciales.

El nivel freático se encuentra a escasa profundidad lo que puede originar problemas de agotamiento en zanjas y excavaciones que lo intercepten.

Zona V.

Características litológicas

Corresponden a los materiales arcillosos que rellenan el fondo de las depresiones kársticas.

Características geotécnicas

Se consideran impermeables, si bien existe una lenta percolación del agua. Por lo tanto, se puede considerar el drenaje por escorrentía superficial en el borde de las depresiones y lenta infiltración en el centro de la misma.

Son perfectamente excavables y la capacidad de carga es muy baja. Se trata de depósitos no consolidados.

Los condicionantes geotécnicos que se dan en la zona son: la baja compacidad de las arcillas, la existencia de un sustrato inestable debido a la karstificación, y un drenaje deficiente, lo que producirá encharcamientos temporales.

Zona V.

Características litológicas

Se han agrupado en esta zona, todos los depósitos ligados a vertientes suaves, desembocaduras de arroyos y márgenes de ríos y arroyos. Son los glacis, conos de deyección y coluviones, respectivamente.

Son gravas, arenas y arcillas.

Características geotécnicas

Son depósitos que presentan una variada granulometría, desde el tamaño grava a la fracción fina arcillosa.

Se comportan como permeables-semipermeables, por lo tanto el drenaje se efectuará por escorrentía superficial más infiltración.

Se excavan fácilmente y su capacidad de carga varía entre media y baja.

El principal condicionante geotécnico es debido al carácter errático y escasa consolidación de los materiales que pueden provocar asientos diferenciales en las cimentaciones. Igualmente, pueden desarrollarse deslizamientos, debido a su disposición sobre vertientes.

Zona V.

Características litológicas

Está constituida por los depósitos situados en la parte más baja de arroyos y ríos.

Destaca la llanura aluvial del río Arlanzón y Auxines. Son gravas, arenas, arcillas y limos.

Características geotécnicas

De características permeables y semipermeables, el drenaje se efectúa por infiltración y escorrentía superficial.

Son perfectamente excavables y su capacidad de carga se encuentra entre baja y muy baja.

Los condicionantes geotécnicos más representativos en la zona son: la baja compacidad de los depósitos; la presencia de un nivel freático cerca de la superficie, que puede originar problemas de agotamiento en zanjas y excavaciones que lo afecten; y el riesgo por inundación. Igualmente, el carácter errático de los materiales puede provocar asientos diferenciales en cimentaciones. Asimismo, es posible la presencia de concentraciones de sulfatos, lo que originaría fenómenos de agresividad.

LEYENDA

AREA	ZONA	UNIDAD CARTOGRAFICA	EDAD		CARACTERISTICAS GEOTECNICAS			
V	V ₄	36, 37	CUATERNARIO	PLEISTOCENO - HOLOCENO	L: Gravas, arenas, arcillas y limos. Fondos de valle y llanuras de inundación. p=p sp Rp=r D=e+i Q=m, b R:N. Freático a escasa profundidad. Baja compacidad. Posible agresividad. Materia orgánica.			
	V ₃	38, 39 y 40			L: Gravas, arenas y arcillas. Glacis, conos y coluviones. p=p sp-1 Rp=r D=e+i Q=b y mb R: Posibles deslizamientos. Niveles colgados de agua.			
	V ₂	32			L: Arcillas rojas de descalcificación. p=p-1 Rp=r D=e+1 Q=m, b R: Baja compacidad. Sustrato inestable. Drenaje deficiente.			
	V ₁	33, 34 y 35			L: Gravas cuarcíticas y arenas. Terrazas. p=p Rp=r D=1 Q=m R: Depositos erráticos. Asientos diferenciales. Nivel freático a escasa profundidad.			
IV	IV ₇	31	TERCIARIO	NEOGENO	L: Conglomerados p=p Rp=r D=1 Q=m-b R: Escasa consolidación. Pequeño espesor.			
	IV ₆	28 y 29			L: Arcillas, arenas y margas blancas. p=p sp-1 Rp=r D=e+1 Q=m-b R: Asientos diferenciales.			
	IV ₅	27 y 30			L: Calizas del Páramo. p=p Rp=n,r D=1 Q=a R: Alta carstificación. Colapsos.			
	IV ₄	26			L: Margas hesíferas, margocalizas, calizas y dolomías. p=1-sp Rp=r D=e+1 Q=m-b R: Agresividad y asientos diferenciales.			
	IV ₃	24			L: Calizas y/o dolomías grises con intercalaciones margosas. p=p Rp=n,r D=1 Q=a R: No se aprecian condicionantes geotécnicos.			
	IV ₃	23 y 25			L: Arcillas y arenas con niveles de areniscas y calizas. p=i-sp Rp=r D=e+i Q=b R: Asientos diferenciales. Variable comportamiento geotécnico.			
	IV ₂	19			L: Conglomerados p=p Rp=r-n,r D=e+i Q=m R: No se aprecian condicionantes geotécnicos.			
	IV ₂	18, 20, 21 y 22			L: Lutitas y areniscas. Niveles de calizas y dolomías. p=i Rp=r D=e Q=m-b R: Asientos y erosión diferencial. Variable comportamiento geotécnico.			
	IV ₁	16 y 17			L: Margas, yesos, arcillas y calizas. p=i-sp Rp=r-n,r D=e+i Q=m R: Variable comportamiento geotécnico. Agresividad. Colapso. Erosión diferencial.			
III	III ₂	12, 13, 14 y 15	CRETACICO	SUPERIOR	L: Calcareitas, calizas y margas. p=p Rp=n,r D=1 Q=a-m R: Alta carstificación y fracturación. Colapsos.			
	III ₁	6, 7, 8, 9, 10 y 11			L: Calizas, margas, arcillas, areniscas y conglomerados. p=p-sp-i Rp=r D=e+i Q=m-b R: Asientos diferenciales. Variable comportamiento geotécnico.			
II	II ₂	3	JURASICO	LIAS-DOGGER	L: Margas, margocalizas y calizas. p=i Rp=r D=e Q=m R: Asientos importantes.			
	II ₁	2, 4 y 5			L: Dolomías, calizas, carniosas y margas. p=p Rp=n,r D=e Q=a R: Alta carstificación y fracturación. Posibles hundimientos.			
I	I ₁	1	TRIAS	SUPERIOR	L: Arcillas, margas y yesos. p=i Rp=r D=e Q=b R: Asientos importantes, posible expansividad y agresión por sulfatos.			

L: Litología.
 P: Permeabilidad
 D: Drenaje
 Q: Capacidad de carga
 Rp: Ripabilidad
 R: Condicionantes geotécnicos.

p: permeable; sp: semipermeable; i: impermeable.
 i: por infiltración; e: por escorrentía; i+e: por ambas a la vez.
 a: alta; m: media; b: baja; m. b: muy baja.
 R: ripable; N.r: no ripable.

6. PATRIMONIO NATURAL GEOLOGICO (PIG)

En la Hoja de Villagonzalo-Pedernales se han inventariado y catalogado ocho Puntos de Interés Geológico, habiéndose seleccionado y desarrollado cinco de ellos.

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

6.1. RELACION DE PUNTOS INVENTARIADOS

- La relación de puntos inventariados es la siguiente:
- Karst Jurásico de Cuevas de Juarros.
- Sinclinal de Modúbar de San Ciprián.
- Serie de las calizas superiores del «Páramo» en Modúbar de la Cuesta.
- Sección de Castrillo del Val.
- Sección de Quintanalara.
- Yacimiento paleontológico del Monte de la Abadesa.
- Cantera de Hontoria de la Cantera.
- Facies Cuestas en Buniel.

6.2. TESTIFICACION DE LA METODOLOGIA

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

Geomorfológico	12,5%
Sedimentológico	25%
Estratigráfico	25%
Tectónico	12,5%
Paleontológico	12,5%
Minero	12,5%

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

TIPO DE INTERES

INTERES PRINCIPAL

Estratigráfico	Serie de las calizas superiores del «Páramo» en Modúbar de la Cuesta. Facies Cuestas en Buniel.
Sedimentológico	Sección de Castrillo del Val. Sección de Quintana Lara.
Minero	Cantera de Hontoria de la Cantera.
Tectónico	Cantera de Modúbar de San Ciprián.
Geomorfológico	Karst Jurásico de Cuevas de Juarros.
Paleontológico	Yacimiento paleontológico del Monte de la Abadesa.

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

7. BIBLIOGRAFIA

- AEROSERVICE LTD (1967). Mapa Geológico de la Cuenca del Duero. Escala 1: 250.000. Inst. Nacional de Colonización e Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.
- AGUIRRE, E.; DIAZ MOLINA, M y PEREZ GONZALEZ, A. (1976). Datos paleomastológicos y fases tectónicas en el Neógeno de la Meseta Central Española. *Trabajos Neógeno-Cuaternario*, 6: 7-29.
- ALBERDI, M. T. (1974). Las «Faunas de Hipparion» de los yacimientos españoles. *Estudios Geológicos*, 30 (2-3): 189-212.
- ALBERDI, M. T., LOPEZ, N., MORALES, J., SESE, C. y SORIA, D. (1981). Bioestratigrafía y biogeografía de la fauna de mamíferos de los Valles de Fuentidueña (Segovia). *Estudios geol.*, 37: 503-511.
- ALIA, M. (1976): Una megaestructura en la Meseta. La bóveda castellano-extremeña. *Estudios Geol.*, 32: 229-238.
- ALONSO GAVILAN, G., ARMENTEROS ARMENTEROS, I., DABRIO GONZALEZ, C. J. y MEDIAVILLA LOPEZ, R. M. (1987). Depósitos lacustres terciarios de la cuenca del Duero (España). *Studia Geologica Salmanticensia*, XXIV: 3-47.
- ALONSO-MILLAN, A.; FLOQUET, M.; MAS, J. R. y MELENDEZ, A. (1989). Origin and evolution of an epeiric carbonate platform upper Cretaceous. Spain. *XII Congreso Español de Sedimentología simposios y Conferencias*: 21-31.
- ALVAREZ SIERRA, M. A., GARCIA MORENO, E y LOPEZ MARTINEZ, N. (1985). Biostratigraphy and paleogeological interpretation of Middle-Upper Miocene successions in continental sediments of the Duero basin, Northern Spain. *Abstract VIII Congress of the RCMNS*, Budapest, 1985: 56-67.
- ARAGONES, E. (1978). «Mapa Geológico de España a E. 1:50.000. Memoria de la Hoja 16-09 (Saldaña)» IGME. Ministerio de Industria y Energía.
- ARMENTEROS ARMENTEROS, I (1986). *Estratigrafía y Sedimentología del Neógeno del Sector Suroriental de la Depresión del Duero*. Ediciones de la Diputación de Salamanca. Serie Castilla y León. 470 pp.
- ARMENTEROS, I.; GONZALEZ, J. A.; CIVIS, J. y DABRIO, C. (1986). El problema del Neógeno superior en la Cuenca del Duero: Nuevos Datos Paleontológicos (invertebrados) en el sector Peñafiel-Almazán. *Studia Geologica Salmanticensia*, 22: 277-291.
- ARANZAZU, J. M. (1877). Apuntes para una descripción físico-geológica de las provincias de Burgos, Logroño, Soria y Guadalajara. *Bol. Com. Mapa geol. España*, IV: 1-47.
- BADILLO, L. (1952). Notas sobre un nuevo yacimiento de *Mastodon longirostris* KAUFF. *Not y Com. Inst. Geol. Min. España*, 28: 89.

- BERGONIOUX, F. M. et CROUZEL, F. (1958). Les Mastodontes d'Espagne. *Est Geol.*, XIV (40): 223-365.
- BEUTHER, A. KNEUPER, F. MENSINK, H. TISCHERT, G. (1962). Der Jura und Wealden in Nordostspanien. *Beih. 44 Geol. Jb.*
- BRENNER-WIEDMANN, J. (1974). Nuevas aportaciones al conocimiento del Weald Celtibérico Septentrional y sus relaciones paleogeográficas. *I Simposium sobre el Cretácico de la Cordillera Ibérica*. Cuenca.
- BRINKMANN, R. (1961). Apercu sur les chaines Iberiques du Nord de l'Espagne. *Livree. Mem. Prof. P. Fallot. Soc. France*, 1:291-299.
- BULARD, P. F.; SALOMON, J. A.; THIERRY, J. (1973). Le substratum «antewealdien» dans la Sierra de los cameros (Espagne) *Essais de Paleogeologie C.R. Ac Sci* 276. Paris.
- CALDERON, S. (1874). Noticia de la existencia de Ostrea y Radiolites en Castroceniza (Burgos). *Acta Soc. Esp. Hist. Nat.*; III: 78.
- CARBONNEL, G. (1969). Les ostracodes du Miocene Rhodien. Systématique, bioestratigraphie écologique, paleobiologie. *Docum. Lab. Geol. Fac. Sci., Lyon*, 32 (1-2): 1-169.
- CIRY, R. (1939). Etude géologique d'une partie des provinces de Burgos, Palencia, León et Santander. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 74: 504 pp.
- CIVIS, J.; GARCIA, J. M. y JIMENEZ, E. (1982). Ostracofauna de la facies «Cuestas» en el borde occidental de la Cuenca del Duero. *1.ª Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero. Salamanca 1979. Temas Geológico Mineros*, 6 (1): 153-167.
- COLCHEN, M. (1974). Geología de la Sierra de la Demanda, Burgos-Logroño. *Memoria del Instituto Geológico y Minero de España*, 85.
- CRUSAFONT, M. y CELORRIO, J. M. (1959). Sobre un yacimiento de mamíferos fósiles en Aranda de Duero. *Estudios Geológicos*, 25: 41-44.
- CRUSAFONT, M. y VILLALTA, J. F. (1954). Ensayo de síntesis sobre el Mioceno de la Meseta Castellana. *Tomo extr. de la Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, 215-227.
- CRUSAFONT, M. y TRUYOLS, J. (1960). Sobre la caracterización del Vallesiense. *Not. y Com. Inst. Geol. y Min. España*, 60, 109-126.
- DAAMS, R. y FREUDENTHAL, M. (1981). Aragonian: the stage concept versus Neogene Mammal zones. *Scripta Geol.* 62: 1-17.
- FEUILLEE, P.; FLOQUET, M.; RAT, P. Transgressions régressions et migrations de système desimentaires. *C. R. somm. Boe. geol. Fr.*, 3: 77-80.
- FLOQUET, M. (1978). La sédimentation de plateforme au Crétacé supérieur dans la Vieille Castille (Espagne). *Bull. S.G.F.*, 5: 779-783.

- FLOQUET, M. ALONSO, A. MELENDEZ, A. (1982). El Cretácico superior de la zona de Castilla-Cameros. En síntesis del Cretácico de España. *II Coloquio de estratigrafía y Paleogeografía de España*. Albacete. Universidad Complutense de Madrid: 345-353.
- GARCIA DEL CURA, A. (1974). Estudios sedimentológicos de los materiales terciarios de la zona centro-oriental de la Cuenca del Duero (Aranda de Duero). *Estudios Geológicos*, 30: 579-597.
- GARCIA DEL CURA, A. (1975). Contribución al conocimiento litoestratigráfico del Terciario continental de la Cuenca del Duero (Zona oriental). *Actas I Coloquio Internacional sobre Bioestratigrafía Continental del Neógeno superior y Cuaternario inferior* (M. T. Alberdi y E. Aguirre eds.): 77-82.
- GARCIA DEL CURA, A. y LOPEZ AGUAYO, F. (1974). Estudio mineralógico de las facies detrítico calcáreas del Terciario de la zona Centro-oriental de la Cuenca del Duero (Aranda de Duero). *Estudios Geológicos*, 30: 503-513.
- GARCIA DEL CURA, M. A. y ORDOÑEZ, S. (1975). Les roches carbonatées continentales du Bassin du Duero. *IX Congr. Int. Sédim. Nice*, 10: 49-55.
- GARCIA DEL CURA, M. A. y ORDOÑEZ, S. (1882). Texturas y estructuras en calizas continentales: un ejemplo de heterogeneidad textural: las rocas carbonáticas de la Cuenca del Duero. *Temas Geológico-Mineros, IGME*, 6 (1): 227-252.
- GARCIA MORENO, E. (1988). The Miocene rodent biostratigraphy of the Duero basin (Spain): a proposition for a new Aragonian/Vallesian limit. *Paleontologia i Evolució*, 22: 103-112.
- GARCIA RAMOS, J. C.; COLMENERO, J. R.; MANJON, M. y VARGAS, I. (1982). Modelo de sedimentación en los abanicos aluviales de clastos carbonatados del borde N. de la Cuenca del Duero. *Temas Geológico-Mineros, IGME*, 6 (1): 275-289.
- GLADFELTER, B. G., (1971). *Meseta and Campiña Landforms in Central Spain*. Univ. Chicago. Dep. Geogr. Research Paper, 130: 204 pp.
- GONZALEZ, I. A.; VALLE, M. F.; SIERRO, F. y FLORES, J. (1986). Distribución de los foraminíferos, moluscos y ostrácodos en el Neógeno de la Cuenca del Duero. aspectos más significativos. *Estudia Geológica Salmanticensia*, XXII, 277-291.
- GRACIA PRIETO, J. F.; NOZAL MARTIN, F.; PINEDA VELASCO, A. y WOUTERS DE VRIERS, P. F. (1990). Superficies de erosión neógenas y neotectónica en el borde NE de la Cuenca del Duero. *Geogaceta*, 7: 38-40.
- GUTIERREZ FLORZA, M. (1969). Estudios geológicos de los alrededores de los Ausines (Burgos). *Cuadernos de Geol. Iber*, 1: 287-308.
- HERNANDEZ PACHECO, E. (1915). Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia. *Memorias de la Comisión de Investigación Paleontológica y Prehistórica*. Madrid, 5: 75 pp.

- HERNANDEZ-PACHECO, E. (1930). Sobre la extensión del Neógeno en el Norte de la alta planicie de Castilla la Vieja. *Bol. R. Soc. Esp. de Hist. Nat.*, 30.
- IGME (1970). Mapa Geológico de España a E 1:200.000, 1^a serie. Burgos (nº 20). Minist. de Industria.
- IGME (1973). Mapa Metalogenético de España a E 1:200.000, 1^o serie. Burgos (nº 20). Servicio Publicaciones de Minist. de Industria.
- IGME (1975). Mapa Geológico de España E 1:50.000, Castogeriz (237), 2^a serie (MAGNA).
- IGME (1976). Mapa de Rocas Industriales a E 1:200.000. Burgos (nº 20). Servicio de Publicaciones del Minist. de Industria.
- IGME (1978). Mapa Geológico de España E 1:50.000, Pradoluengo (239), 2^a serie (MAGNA).
- LARRAZET, M. (1984). Notes stratigraphiques et paléontologiques sur la Province de Burgos. *Bull. Soc. Géol. France*. (3^a série), 22: 366-384.
- LOPEZ MARTINEZ, N., SESE BENITO, C. y SANZ GARCIA, J. L. (1977). La microfauna (Rodentia, Insectívora, Lagomorpha y Reptilia) de las fisuras del Mioceno medio de Escobosa de Calatañazor (Soria, España). *Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario*, 8: 47-73.
- LOPEZ MARTINEZ, N. y SANCHIZ, F. de B. (1979). Los primeros microvertebrados de la Cuenca del Duero: listas faunísticas preliminares e implicaciones bioestratigráficas y paleofisiográficas. *IGME, 1^a Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca, Temas Geológico Mineros. IGME (1982)*, 6 (1): 341-353.
- LOPEZ, N.; AGUSTI, J.; CABRERA, L.; CALVO, J. P.; CIVIS, J.; CORROCHANO, A.; DAANS, R.; DIAZ, M.; ELIZAGA, E.; HOYOS, M.; MORALES, J.; PORTERO, J. M.; ROBLES, F.; SANTIESTEBAN, C. y TORRES, T. (1985). Approach to the Spanish continental Neogene synthesis and paleoclimatic interpretation. *VIII th Congress of the Regional Committee on Mediterranean Neogene Stratigraphy. Symposium on Late Cenozoic Mineral Resources. Hungarian geological Survey. Abstracts*, LXX: 383-391.
- LOPEZ MARTINEZ, N., GARCIA MORENO, E., ALVAREZ SIERRA, M. A. (1986). Paleontología y Bioestratigrafía (Micromamíferos) del Mioceno medio y superior del sector central de la Cuenca del Duero. *Studia Geologica Salmanticensia*, XXII: 191-212.
- LOPEZ OLMEDO, F. ENRILE ALBIR, A. y CABRA GIL, P. (1991). Mapa Geológico de España. E. 1: 50.000 2^a serie. Antigüedad (313). ITGE. Ministerio de Industria.
- MABESOONNE, J. M. (1959). Tertiary and Quaternary Sedimentation of a part of the Duero Basin. (Palencia, Spain), *Leidse Geol. Mede.*, 24: 21-180.

- MABESOONE, J. M. (1961). La sedimentación terciaria y cuaternaria de una parte de la Cuenca del Duero (Provincia de Palencia). *Estudios Geol.* 17 (2): 101-130.
- MARTIN-SERRANO, A. (1988). El Relieve de la Región Occidental Zamorana. La evolución geomorfológica de un borde del macizo Herpérico. *Inst. de Estudios Zamoranos Florián de Ocampo*. Dip. Zamora. 311 pp.
- MARTIN-SERRANO, A. (1989). Características, rango, significado y correlación de las series ocres del borde occidental de la Cuenca del Duero. *Studia Geologica Salmanticensia*, 5: 239-252.
- MARTIN-SERRANO, A (1991). La definición en el encajamiento de la red fluvial actual sobre el Macizo Hespérico en el marco de su geodinámica alpina. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 4 (3-4): 334-351.
- MAZO, A. V. (1977). Revisión de los Mastodontes de España. *Col-Pa*, 31: 11-14.
- MEDIAVILLA, R. M. y DABRIO, C. J. (1986). La sedimentación continental del Neógeno en el sector Centro-Septentrional de la depresión del Duero. (Prov. de Palencia). *Studia Geologica Salmanticensia*, XXII: 111-132.
- MEDIAVILLA, R. M. y DABRIO, C. J. (1987). tectonics as a major control of sedimentation and facies distribution in the Neogene of the Duero Basin (Spain). *Inst. Ass. Sedim. 8th Reg. Meeting of sedimentology*. Abstr: 346-347.
- MEDIAVILLA, R. M. y DABRIO, C. J. (1988). Controles sedimentarios neógenos en la depresión del Duero (sector central). *Rev. Soc. Geol. España*, 1: 187-195.
- MEDIAVILLA, R. M. y DABRIO, C. J. (1989). Las calizas del Páramo en el sur de la provincia de Palencia. *Studia Geologica Salmanticensia*, 5: 273-291.
- MEDIAVILLA, R. M. y DABRIO, C. J. (1989). Análisis sedimentológico de los conglomerados de Tariego (Unidad 4. Neógeno de la Depresión del Duero). *Studia Geologica Salmanticensia*, 5: 293-310.
- MEGIAS, A. G. (1982). Introducción al análisis tectosedimentario. Aplicación al estudio dinámico de cuencas. *Actas V congreso latinoamericano de geología*, 1: 385-402.
- MEIN, P. (1975). Proposition de biozonation du neogène Méditerranéen a partir des mammifères. *Actas I Col. Int. Biostra. Neog. Sup. Cuat. Inf. Trab. Neog. Cuat.*, 4: 112-113.
- MENSINK, H. (1965). Stratigraphie un Paleogeographie des Mariner Jura in den nordwestlichen Ibersischen Kerren Spaniens Beith. *Geol. ib.*, 44: 55-102.
- MOLINA, E. y ARMENTEROS (1986). Los arrasamientos Plioceno y Plio-pleistoceno en el sector suroriental de la cuenca del Duero. *Studia Geologica Salmanticensia*, 22: 293-307.

OLMO, P. DEL, y GUTIERREZ, M. (1982). Hoja MAGNA de Cigales (n.º 343), E. 1:50.000. IGME.

OLMO, P. DEL, y GUTIERREZ, M. (1982). Hoja MAGNA de Valladolid (n.º 372), E. 1:50.000. IGME.

OLMO, P. DEL, y PORTERO, J. M. (1982). hoja MAGNA de Dueñas (n.º 311), E. 1: 50.000. IGME.

ORDOÑEZ, S. y GARCIA DEL CURA, M. A. (1976). Estudio de las facies detríticas del Terciario continental del Sector oriental de la Cuenca del Duero. *Estudios Geol.*, 32: 179-88.

ORDOÑEZ, S. y GARCIA DEL CURA, M. A. (1977). Facies oncolíticas en medio continental. Aplicación al sector SE de la Cuenca del Duero. *Estudios Geológicos*, 33: 459-466.

ORDOÑEZ, S. y GARCIA DEL CURA, M. A. (1983). Recent and Tertiary fluvial carbonates in Central Spain. In : Modern and Ancient Fluvial Systems. J. D. Collinson y J. Lewin (Eds.). *Spec. Publs. int. Ass. Sediment.*, 6: 485-497.

ORDOÑEZ, S.; GARCIA DEL CURA, M. A. y BRELL, J. M. (1982). Relación entre las facies de abanico aluvial y facies carbonáticas del sector SE de la Cuenca del Duero. *Temas Geológico-Mineros, IGME*, 6 (2): 463-482.

ORDOÑEZ, S.; LOPEZ AGUAYO, F. y GARCIA DEL CURA, M. A. (1976). Estudio geológico de las «facies rojas» pliocuaternarias del borde SE de la Cuenca del Duero (provincia de Segovia). *Estudios Geológicos*, 32: 215-220.

ORDOÑEZ, S.; LOPEZ AGUAYO, F. y GARCIA DEL CURA, M. A. (1977). Estudio mineralógico de la secuencia litológica de Torresandino (Terciario continental de la Cuenca del río Duero). *Estudios Geológicos*, 32: 87-42.

PEREZ GONZALEZ, A. (1979). El límite Plioceno-Pleistoceno en la submeseta meridional en base a los datos geomorfológicos y estratigráficos. *Trabajos Neógeno Cuaternario*, 9: 19-32.

PEREZ GONZALEZ, A. (1982). Neógeno y Cuaternario de la Llanura manchega y sus relaciones con la Cuenca del Tajo. *Tesis Doctoral Editorial de la Univ. Complutense de Madrid*. 787 pp.

PEREZ GONZALEZ, A.; VILAS MINONDO, L.; BRELL, J. M. y BERTOLIN PEREZ, M. (1971). Las series continentales al E. de la Sierra de Altomira. *Congreso Hispano-Luso-American geol. Econ. Madrid-Lisboa*, 1: 367-376.

POL MENDEZ, C. (1985). Estratigrafía y paleogeografía de los sedimentos Cretácicos-Paleógenos y Miocenos del Este de la Cuenca del Duero. *Tesis Doctoral. Universidad de Oviedo*.

- PORTERO GARCIA, J. M., OLMO ZAMORA, P., RAMIREZ DEL POZO, J. y VARGAS ALONSO, I. (1982). Síntesis del Terciario Continental de la Cuenca del Duero. *1ª Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca, Temas Geológico Mineros, IGME*, 6 (1): 11-37.
- POZO, M. et al. (1984). Estudio mineralógico, geoquímico y paleontológico de los materiales de transición de facies fluviales a evaporíticas en el sector central de la Cuenca del Duero. *Rev. Mat. Proc. Geol.*, 5 (2): 95-113.
- RAMIREZ DEL POZO, J. (1971). Bioestratigrafía y Microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (Región Cantábrica). *Ediciones CEPSA*.
- ROYO GOMEZ, J. (1926). Edad de las formaciones yesíferas del Terciario ibérico. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 26: 259-279.
- ROYO GOMEZ, J. (1926). Tectónica del Terciario continental ibérico. *Bol. Inst. Geol. y Min. de España*, XLVII: 131-168.
- SALOMON J. (1980). Les Formations continentales du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur en Espagne du Nord (Chaines Cantabrique et Iberique). Tesis Université de Dijon.
- SANCHEZ BENAVIDES, F. J.; ALONSO GAVILAN, G.; DABRIO, C. J. (1988). Sedimentología de los depósitos lacustres neógenos de Castrillo del Val. *Studia Geologica Salmanticensia*, XXV: 87-108.
- SANCHEZ BENAVIDES, F. J.; DABRIO, C. J. y CIVIS, J. (1989). Interpretación paleoecológica de los depósitos lacustres neógenos de Castrillo del Val (Noreste de la Depresión del Duero). *Studia geologica Salmanticensia*, 5: 311-331.
- SANCHEZ DE LA TORRE, L. (1978). Planteamiento provisional de la distribución de facies de la Cuenca del Duero. Proyecto MAGNA. IGME (Inédito).
- SANCHEZ DE LA TORRE, L.; PAVON MAYORAL, I.; GARCIA ARGÜESO, J. M.; MANJON, M. y COLMENERO, J. R. (1975). Mapa Geológico de España. E 1:50.000. 2ª serie. Astudillo (237). IGME. Minist. de Industria.
- SANCHEZ LOZANO, R. (1884). «Breve noticia acerca de la geología de la provincia de Burgos». *Bol. Com. Map. Geol. de España*, XI.
- SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1918). Nota acerca de una extensa formación de turba en Gumiel de Izán (Burgos). *Bol. Real Soc. Española Hist. Nat.*, 18.
- SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1922). Excursiones geológicas por la provincia de Burgos. *Mem. de Cienc. y Artes de Barcelona*, 16 (11).
- SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1927). Estudios geológicos en Castilla la Vieja. Asoc. Esp. Prog. Ciencias. *Congr. de Cádiz*. Abril.

- SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M (1946). Explicación de la Hoja núm. 346, Aranda de Duero. Mapa. Geol. de España. E. 1:50.000. IGME.
- SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1947). Explicación de la Hoja núm. 314, Cilleruelo de Abajo. Mapa Geol. de España. E. 1:50.000. IGME.
- SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1947). Explicación de la Hoja núm. 314, Cilleruelo de Abajo. Mapa Geol. de España. E. 1:50.000. IGME.
- SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1952). Explicación de la Hoja núm. 375, Fuentelcésped (Burgos). Mapa Geol. de España. E. 1:50.000. IGME.
- SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1952). Sobre la constitución geológica del anticlinal de Cuevas de San Clemente (Burgos). *Not. Comuni. Inst. Geol. Min. España*, nº 26 pp. 109-134.
- SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1953). Explicación de la Hoja núm. 345, Roa (Burgos). Mapa Geol. de España. E. 1:50.000. IGME.
- SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1953). Explicación de la Hoja núm. 313, Antigüedad (Palencia-Burgos) Mapa Geol. de España. E. 1:50.000. IGME.
-
- SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1955). Explicación de la Hoja núm. 374, Peñafiel (Valladolid). Mapa Geol. de España, E. 1: 50.000. IGME.
- SCHWENZNER, J. E. (1986). *Zur Morphologie des zentral spanischen Hochlandes*. Geog. Abh., 3 (10): 128 pp.
- SEVILLA GARCIA, P. (1988). Estudio paleontológico de los Quirópteros del Cuaternario español. *Paleontología Evolución*: 22: 113-233.
- TISCHER, G. (1966). El delta wealdico de las montañas Ibéricas occidentales y sus enlaces tectónicos. *Not. Comuns. Inst. Geol. Min. España*, 81: 53-78.
- TRUYOLS, J. PORTA, J. (1982). Observaciones sobre los niveles fosilíferos del Mioceno de Castrillo del val (Burgos). *I Reunión sobre la Geología de la cuenca del Duero. Salamanca, 1979. Temas Geológico Mineros. IGME*, 6 (2): 663-676.
- VALLADARES GONZALEZ, M. I. (1976). Sedimentología del Jurásico y Cretácico al sur de la Sierra de la Demanda. *Acta Salmanticensia. (XI)*.
- VALLADARES, I (1980). Evolución de facies en el Jurásico calcáreo del sector suro-occidental de la provincia de Burgos. *Studia Geologica Salmanticensia*.
- VALLADARES, I (1985). Facies y su evolución en el Cretácico calcáreo del borde occidental de la cuenca de Cameros. *Trabajos de Geología (Oviedo)*, 15: 94-113.

- VALLE HERNANDEZ, M. F.; SALVADOR DE LUNA, J. V. (1985). Palinología del Neógeno de la Cuenca del Duero, Castrillo del Val (Burgos). *Estudios geol.*, 41: 237-241.
- WIEDMANN J. (1964). Le Cretacé supérieur de l'Espagne et du Portugal et ses céphalopodes. *Est. Geol.*, 20: 107-148.
- WIEDMANN J. (1975). Subdivisiones y precisiones bioestratigráficas en el Cretácico superior de las Cadenas Celtibéricas. *Actas I Symp. sobre el Cretácico de la Cordillera Ibérica (Reunión de Campo sobre el Cretácico de la Serranía de Cuenca.*
- WASTERMANN G. (1957). Investigaciones bioestratigráficas en el Jurásico al Sur de la Sierra de la Demanda. *Not. Comuns. Inst. Gel. Min. Esp.*, 45.
- ZBYSZEWSKI, S. (1954). Note sur l'existence d'un Serridentinus dans le Miocène d'Espagne. *Comm. Servicios Geológicos de Portugal*, 35: 93-97.



Ministerio de Medio Ambiente