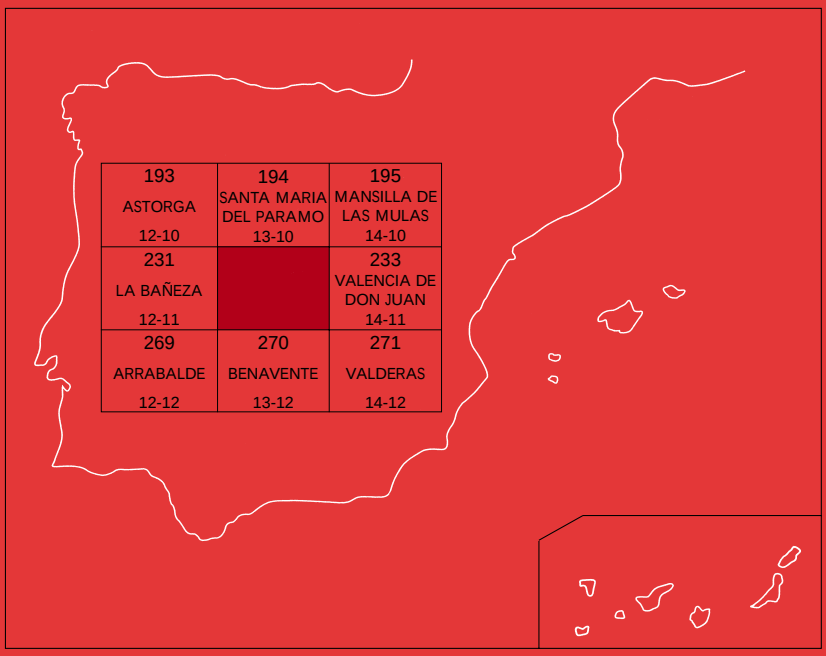
Instituto Geológico y Minero de España

232
13-11

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1 : 50.000

Segunda serie - Prímera edición



VILLAMAÑÁN

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

ESCALA 1:50.000

Primera edición 232 (13-11)

SE INCLUYE MAPA GEOMORFOLÓGICO A LA MISMA ESCALA

VILLAMAÑAN

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

Depósito legal: M. 53663-2004
ISBN: 84-7840-569-0
NIPO: 405-04-013-03

Impresión: Trebol Propuesta Gráfica

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

Mapa y Cortes Geológicos:

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

Mapa y Cortes Geomorfológicos:

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

Memoria:

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

Asimismo, han colaborado en aspectos temáticos parciales:

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

Mineralogía:

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

Dirección del Estudio:

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

*Se pone en conocimiento del lector que en el Centro de Documentación del IGME existe para su consulta una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria constituida por:
— Muestras y sus correspondientes preparaciones.
— Informes paleontológicos y sedimentológicos de dichas muestras.
— Columnas estratigráficas de detalle.
— Fichas bibliográficas, álbum de fotografías y demás información.

ÍNDICE

O. INTRODUCCION.....7

1. ESTRATIGRAFÍA.....12
1.1. PALEOZOICO ZONA ASTUROCCIDENTAL-LEONESA
(Dominio del Manto de Mondoñedo-Peñalba).....12
1.1.1. Cuarcitas, pizarras y areniscas. Serie de los Cabos.
(Cámbrico Medio-Ordovícico Inferior)(1).....12
1.2. TERCIARIO. NEÓGENO.....15
1.2.1 Antecedentes.....15
1.2.2. Introducción.....16
1.2.3. Brechas clastosoportadas, de clastos silíceos rojizos,
microconglomerados de pizarras rojizas y lutitas rojas
(Series Rojas)(Mioceno Inferior) (2).....17
-Edad.....19
1.2.4. Conglomerados polimícticos, arenas, limos con
concrecciones carbonatadas y niveles de calcretas. "Unidad Polimíctica"
(Mioceno: Aragoniense-Vallesiense Inferior) (3).....19
-Interpretacion sedimentológica.....23
-Correlación.....23
-Edad.....23
1.3. CUATERNARIO.....24
1.3.1. Cantos y Gravas silíceas . Terrazas.....25
-Edad.....27
1.3.2. Cantos, arenas y limos. Glacis.....27
1.3.3. Limos, arenas y gravas. Llanuras de inundación.....28
1.3.4. Arenas, limos y gravas. Lecho actual.Fondos de valle y áreas encharcadas.....29
1.3.5.- Arenas con cantos. Coluviones.....29
1.3.6. Cantos, arenas y limos. Conos de deyección y abanicos aluviales.....29

2. TECTÓNICA.....30
2.1.- TECTÓNICA HERCÍNICA.....30
2.2.- TECTÓNICA ALPINA.....31
-Perfiles sísmicos.....32

3. GEOMORFOLOGÍA.....39
3.1. DESCRIPCIÓN FISIOGRÁFICA.....39
3.2. ANTECEDENTES.....40
3.3. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO.....40
3.3.1.- Estudio morfoestructural.....40
3.3.2.- Estudio del modelado y Formaciones superficiales.....40
-Formas de laderas.....42
-Formas fluviales.....42
-Formas poligénicas.....48
-Formas endorreicas/lacustres.....48
-Formas antrópicas.....49
3.4.- EVOLUCIÓN DINÁMICA (HISTORIA GEOMORFOLÓGICA).....49
3.5.- MORFOLOGÍA ACTUAL-SUBACTUAL Y TENDENCIAS FUTURAS.....50

4. HISTORIA GEOLÓGICA.....50

5. GEOLOGÍA ECONOMICA.....52
5.1.- RECURSOS MINERALES. ROCAS INDUSTRIALES.....52
5.2.- HIDROGEOLOGÍA.....54

6. BIBLIOGRAFÍA.....59

0. INTRODUCCION

La Hoja de Villamañan (Nº 232) se encuentra ubicada en el margen noroccidental de la Cuenca del Duero, dentro de la Submeseta Septentrional; al Este de los Montes de León y al Sur de la Cordillera Cantábrica (Figs. 1 y 2) .

Administrativamente pertenece a la Comunidad Autónoma de Castilla y León, dentro de la Provincia de León. Las poblaciónes más importantes son Villamañan, Laguna de Negrillos, Toral de los Guzmanes y Valcavado del Páramo. Además existen numerosas localidades situadas a lo largo de los valles que atraviesan la Hoja, Villademor de la Vega, Cebrones del Río, Villaornate, San Martín de Torres, Algadefe, Villamandos, Castrofuerte, Grajal de la Ribera, etc. Otros nucleos de población estan situados en la comarca del Páramo Leonés, donde existe un sistema consolidado de regadío: como son Pobladura de Pelayo García, Laguna Dalga, Zotes del Páramo, San Pedro de las Dueñas, Valdefuentes del Páramo, etc.

El relieve es suave en general, con altitudes que van desde los 840 m en la esquina SO a los 740-725 m del valle del Río Esla, destacando en la parte suroriental de la Hoja un relieve algo más pronunciado por encima de los 800 m, que presenta una morfología alomada. El resto de la zona está formado por diversas plataformas, correspondientes a los distintos niveles de terrazas que ha desarrollado la red fluvial a su paso. La mayoría de estos niveles forman parte del Páramo Leonés, producto de los depósitos fluviales del río Órbigo, el cuál a primera vista da la impresión de ser una extensa plataforma practicamente plana.

Entre los vértices geodésicos más importantes se encuentran: Pontes (842m), Monte (813m), Cuevas (801m), Pobladura de Pelayo García (802m), San Martín de Torres (800m), Laguna de Negrillos (781m), Quintana del Marco (755m), Villamandos (733m) etc.

La red fluvial se encuentra bien desarrollada, y está constituída principalmente por dos arterias: el Río Órbigo y el Río Esla, además por el Oeste se encuentra el Río Jamúz que confluye en La Nora (esquina SO) con el Órbigo.
El Río Órbigo aparece por el Oeste a la altura de San Martín de Torres y recorre la práctica totalidad de sector occidental de la Hoja.

El Río Esla recorre el sector oriental de la zona estudiada. Este río es el colector principal de la

vertiente sur del Macizo Hespérico; el cuál a su vez aporta sus aguas al río Duero. Como parte de la red secundaria se encuentran el Ayo. Grande-del Rodil del NE al SO, además del Ayo. de los Reguerales, hoy canalizado, en la parte central de la Hoja, Ayo. del Charco-Huerga, Ayo. de Valcavado y el Arroyo del Valle de Royuelos al O.

El régimen climático es continental, propio de la Meseta Septentrional, pero influenciado por la proximidad a los Montes de León. Está compredido entre un clima mediterraneo templado fresco a mediterraneo seco-continentalizado, con un régimen de precipitaciones entre 500 y 350 mm anuales y una temperatura media anual entre 8 y 10º.

La vegetación autóctona está bastante degradada y, se sitúa por lo general en las laderas de los interfluvios, estando constituída, en la parte suroriental-occidental de la Hoja, por matorral con y sin arbolado (robles y encinares). Además existe una superficie importante en las riberas de los ríos Esla y Órbigo repobladas con chopos.

En la vegas de los ríos, así como en la Zona Agroclimática del Páramo existen importantes cultivos de regadío (remolacha, maíz, alubia, lúpulo, trigo, algunas plantaciones de frutales, etc.).
En la parte oriental de la Hoja aparecen algunos cultivos de secano (cebada centeno....), junto con algunos pastizales dispersos en la esquina SO. Estos datos pueden consultarse en el Mapa de Vegetación y en el mapa de Unidades Fisionómicas de Vegetación que presentan PENAS et al. (in litt.) para el Atlas del Medio Natural de la Provincia de León.

Desde el punto de vista geológico en la Hoja de Villamañan parte de los relieves más acusados del sector más occidental estan constituídos por materiales paleozoicos, el resto, se sitúa dentro de la Cuenca del Duero y son afloramientos de materiales pertenecientes al Terciario y al Cuaternario.

En lo que a los materiales paleozoicos se refiere, la Hoja se encuentra enmarcada en el sector suroriental de la Zona Asturoccidental-Leonesa (LOTZE, 1945 a,b; JULIVERT

et al., 1972), formando parte del Dominio del Manto de Mondoñedo-Peñalba (MARCOS, 1973; PEREZ-ESTAUN, 1978; MARTINEZ-CATALAN, 1985), dentro de la Cordillera Herciniana del NO de la Península Ibérica (Fig. 2). Se han realizado muchos trabajos sobre la geología de esta Zona, que junto con la realización de las Hojas del Plan MAGNA, permite un elevado conocimiento de la misma. Entre los diversos estudios, se pueden destacar los de MATTE (1968); MARCOS (1973), PEREZ-ESTAUN (1978), BARBA MARTIN (1981), VARGAS et al., (1984a y b), PEREZ-ESTAUN et al. (1990), PEREZ-ESTAUN et al. (1992), MARTINEZ-CATALAN et al. (1990), MARTINEZ-CATALAN et al. (1992), etc.

El Terciario ocupa menos del 25% de la superficie de la Hoja y el resto son recubrimientos del Cuaternario, que se extienden desde la Cordillera Cantábrica y Montes de León hacia el centro de la Cuenca del Duero.

Durante el Terciario la Cuenca del Duero se configura como una cuenca de antepaís asimétrica (ALONSO et al., 1995), de carácter continental, cuya geometría y relleno está controlado por los relieves alpinos que la circundan. En relación con los frentes montañosos de la Cordillera

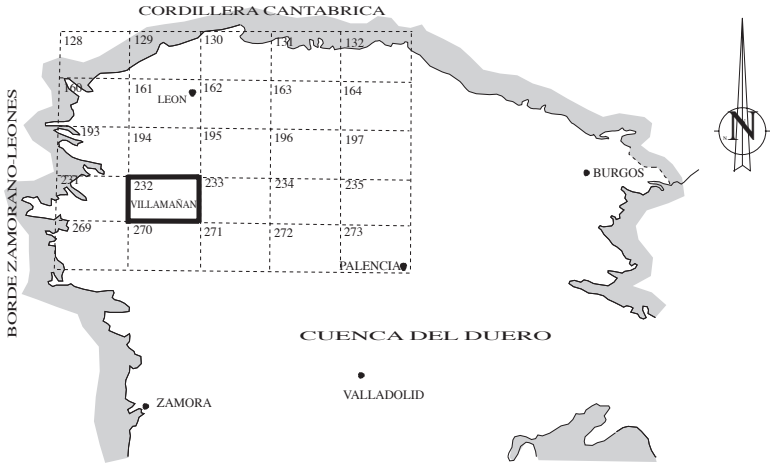


Fig. 1.- Situación de la Hoja Nº 232 (Villamañán) en el ámbito de la Cuenca del Duero.

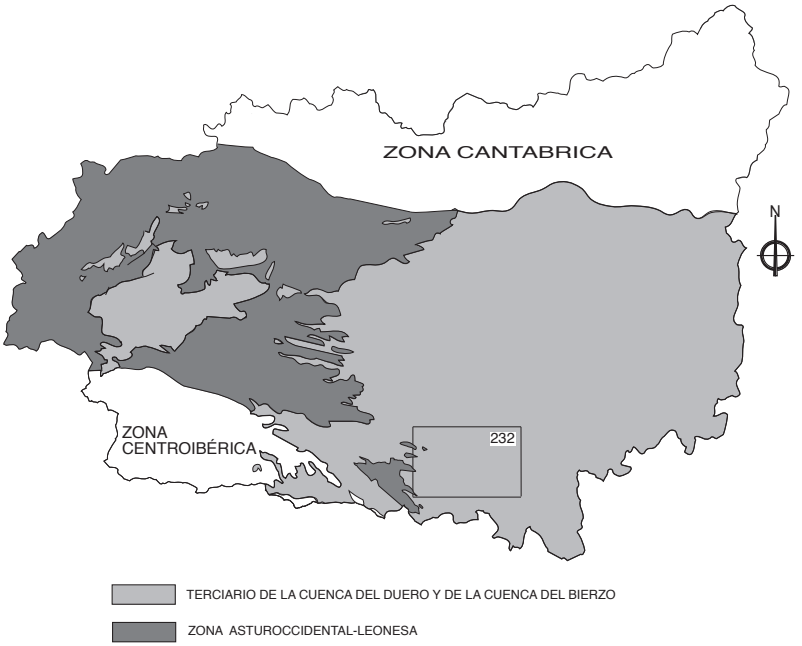


Fig. 2.- Situación de la Hoja Nº 232 (Villamañan) en la Cuenca del Duero con respecto a las zonas del Macizo Hespérico.

Cantábrica (ZC) se desarrollan grandes abanicos aluviales progradantes, que con diferente desarrollo y composición litológica se solapan y superponen desde el Paleógeno inferior al Pleistoceno inferior (COLMENERO et al., 1982a; GARCIA-RAMOS et al., 1982a; MANJON et al., 1982a). Del mismo modo en la parte occidental de la Cuenca se desarrollan asimismo abanicos aluviales miocenos que rellenan y fosilizan un paleorrelieve apalachiano previo (GARCIA ABAD y MARTIN SERRANO,1980; MARTIN SERRANO, 1988a, 1989)

El proceso de sedimentación y relleno de la cuenca de antepaís no es continuo sino que presenta interrupciones de carácter estratigráfico y discordancias sintectónicas (GARCIA-RAMOS et al.,1982a,b,c; ALONSO et al., 1994, 1995), como consecuencia de la actividad diastrófica del borde Sur de la Cordillera Cantábrica. La parte más subsidente y activa de la Cuenca de antepaís se sitúa al N y E donde han llegado a acumularse puntualmente hasta 2.500 m de sedimentos (ALONSO et al., 1995).

Durante el Cuaternario toda la Cuenca del Duero, y por tanto esta Hoja, ha sufrido un proceso de vaciado importante, dando como resultado grandes extensiones de formaciones superficiales de origen fluvial como son las terrazas. Además tambien se producen otros depósitos como son los de fondo de valle, de ladera, etc.

Los materiales comprendidos entre el Terciario y el Cuaternario presentan una naturaleza litológica homogénea y una disposición estructural simple, apareciendo prácticamente indeformados (horizontales), excepto en las cercanías de los afloramientos paleozoicos, donde su estructura tectónica muestra cierta complejidad.

Las publicaciones geológicas generales sobre el área que ocupa ésta Hoja no son muy abundantes. Los trabajos más antiguos hacen referencia unicamente a amplias extensiones de terreno de la parte occidental de la provincia de León; de modo que las primeras referencias concretas se deben a las primeras Hojas del Mapa Geológico de España a E. 1:50.000: Villamañan (232) HERNANDEZ SAMPELAYO et al. (1931), Santa Mº del Páramo (194) por HERNANDEZ SAMPELAYO et al. (1928), la Hoja de Astorga (193) por HERNANDEZ SAMPELAYO y HDEZ. SAMPELAYO (1934) y la Hoja de La Bañeza por HERNANDEZ SAMPELAYO et al. (193?).

Posteriormente la región encuadrada entre la Cordillera Cantábrica y las plataformas calcáreas de los Páramos ha sido objeto de numerosos estudios, basicamente desde el punto de vista sedimentológico. Así podemos citar a HERNANDEZ PACHECO (1915, 1930, 1957), CIRY (1939) y, BATALLER y HERNANDEZ SAMPELAYO (1944) que dan una serie tipo del terciario para la región leonesa. Posteriormente tienen lugar los estudios de MABESOONE (1959), EVERS (1967), AEROSERVICE (1967), PASTOR GOMEZ (1969), LEGUEY y RODRIGUEZ (1970), HOCQUARD (1975) y TORRENT (1976), que sientan las bases del conocimiento estratigráfico y sediementológico en los materiales meso-cenozoicos .

El IGME (1970) realiza la Síntesis escala 1:200.000 de la cartografía existente correspondiente a la Hoja de León (19).

Más recientemente se realizan diversos estudios sedimentológicos, entre los que destacan los de PEREZ GARCIA (1977), SANCHEZ DE LA TORRE (1982), CORRALES et al. (1978,1986), PORTERO

et al. (1982,1983), los cuales realizan un intento de correlación de facies y de las distintas unidades a nivel de la Cuenca en un sentido Norte-Sur. Además de los trabajos de MEDIAVILLA y DABRIO (1986), MARTIN-SERRANO et al.(1980) y MARTIN-SERRANO (1986,1988a, b , 1989), junto con los trabajos de HERAIL (1981, 1984) dedicados al estudio de los materiales del Cuaternario.

Por otro lado a lo largo de los años ochenta se han confeccionado abundantes Hojas geológicas del Plan MAGNA, entre las que citamos por su proximidad y relación con la presente Hoja (Fig. 1): las de Benavente (270) y Valderas (271) por BARBA MARTIN (1981 a,b); Benavides (160), Astorga (193) y La Bañeza (231) por VARGAS et al. (1984a, b, c) y Arrabalde (269) por ARCE y ESTEVEZ (1981), las cuales constituyen aportaciones notables al conocimiento de la zona.

Más recientemente, dentro del Atlas del Medio Natural de la Provincia de León ALONSO HERRERO (in litt.) realiza una síntesis, a escala 1:400.000, de los rasgos geomorfológicos de la provincia.

Se deben mencionar, por último, los trabajos de ALONSO et al. (1994, 1995), que a partir de datos previos y otros nuevos, realizan una novedosa reinterpretación sobre la estructura alpina de la Zona Cantábrica y de los depósitos terciarios sinorogénicos en el borde N de la Cuenca del Duero. Tambien debe citarse el Mapa Geológico a E.1:200.000 de la Provincia de León (SUAREZ RODRIGUEZ et. al., 1994), que incorpora datos de los MAGNAS en realización (SUAREZ RODRIGUEZ et al. (in litt.a,b), NOZAL et al (in litt,a b) y ESPINA et al (in litt.a, b)) y las notas de HERRERO et. al. (1994) y NOZAL y ESPINA (1994), fruto también de dichos trabajos, que constituyen las últimas aportaciones a la zona de estudio.

1. ESTRATIGRAFÍA

Estratigraficamente la Hoja de Villamañan se caracteriza por la presencia de algunos sedimentos del Paleozoico, junto con sedimentos neógenos y cuaternarios, los dos últimos pertenecientes a la Cuenca del Duero.

1.1. PALEOZOICO. ZONA ASTUROCCIDENTAL-LEONESA(DOMINIO DEL MANTO DE MONDOÑEDO-PEÑALBA)

En el Paleozoico solo se han reconocido, en el ámbito de la Hoja, materiales de edad comprendida entre el Cámbrico Medio y el Ordovícico Inferior, pertenecientes a La Serie de los Cabos (LOTZE, 1957) dentro del Dominio de Mondoñedo (de acuerdo con PEREZ-ESTAUN et al., 1990, MARTINEZ CATALAN et al., 1990) o Dominio del Manto de Mondoñedo-Peñalba (HEREDIA et al., 1994) de la ZAOL (Fig. 2).

1.1.1. Cuarcitas, pizarras y areniscas. Serie de los Cabos. (Cámbrico Medio-Ordovícico Inferior) (1)

En el borde occidental de la Hoja de Villamañan se observan varios afloramientos aislados y discontinuos de rocas pertenecientes a la Serie de Los Cabos, que son la prolongación de los existentes al Oeste, en la Hoja de La Bañeza (231). Corresponden a los materiales estratigráficamente

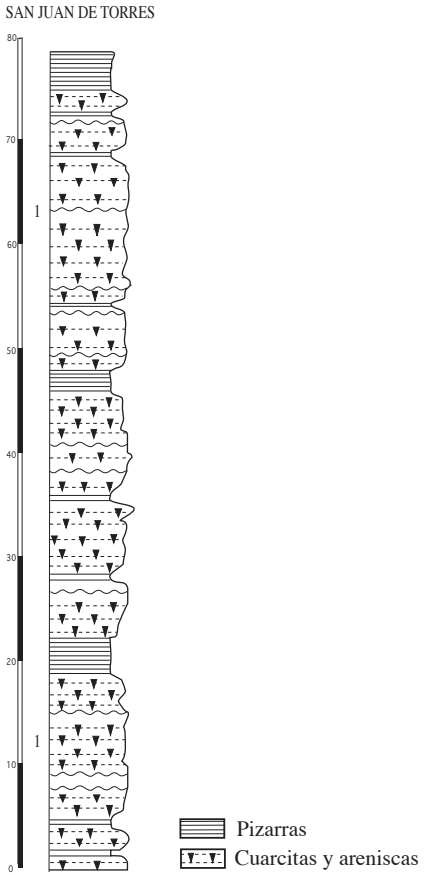


Fig. 3.- Columna sintética de la Serie de los Cabos en las proximidades de la localidad de san Juan de Torres.

más bajos de la Hoja.

En el Mapa Geológico se han representado nuevos afloramientos de esta formación, los cuales no habían sido representados en ningún mapa hasta ahora, dispersos entre los materiales terciarios y cuaternarios de la Hoja. Aunque en general, los afloramientos no son buenos, los mejores cortes se encuentran en las canteras situadas entre las localidades de San Martín de Torres y San Juan de Torres, al N del cual se ha levantado la columna representativa de dicha formación para esta Hoja (Fig. 3).

Además existe otro afloramiento importante situados en la esquina SO, al Oeste de la Nora (Cuesta de Pontes), que se encuentra en parte bastante recubierto por los sedimentos postpaleozoicos. En la prolongación de este afloramiento dentro de la Hoja colindante de La Bañeza, VARGAS et al, (1984 c), reconocen la Serie de Transición (de edad Ordovícico medio), idea que no se ha seguido en esta Hoja, por los malos

afloramientos exsitentes y por no observarse las alternancias típicas de esta Serie de Transición (cuarcitas, areniscas y pizarras), sino más bien un predominio de cuarcitas con alguna intercalación de pizarras, a partir de la cota de 840 m en el Alto de Pontes.

La Serie de los Cabos ha sido estudiada en la parte noroccidental de la ZAOL por MARCOS (1973), BALDWIN (1975) Y PEREZ-ESTAUN (1978) entre otros, dónde alcanza espesores mayores a los 4.000 m (Dominio del Navia-Alto Sil). En el Dominio de Mondoñedo-Peñalba su espesor se encuentra entre los 1.000-2.000 m con elevada proporción de pizarras (PEREZ-ESTAUN et al., 1990), disminuyendo hacia el SO.

Se trata en general de una potente serie detrítica, formada por la alternancia de niveles de pizarras, limolitas, areniscas y cuarcitas.

En la Hoja de La Bañeza, VARGAS et al., (1984c) diferencian dos miembros: el inferior, con una potencia mayor a los 1000m que comienza con alternancias de pizarras verdes y margas en los afloramientos situados más al SO, que pasan a pizarras, areniscas y cuarcitas en la zona que ocupa la Hoja que tratamos. El miembro superior tiene un espesor de más de 200 m. y está constituído por bancos de cuarcitas.

En la Hoja de Villamañan no aflora la parte inferior de la Serie de los Cabos, en general los términos que se observan son capas de cuarcitas con intercalaciones de pizarras con muchas micas blancas y algunas areniscas, como sucede en la columna de San Juan de Torres (Fig. 3), asimilables al miembro superior de VARGAS et al. (1984c). Las estructuras más frecuentes son las estratificaciones cruzadas, "ripples" y "megaripples", laminación paralela y cruzada tabular, etc. Entre las estructuras orgánicas se encuentran pistas fósiles, como Skolithos, Cruzianas, Rusophycus, etc.

El medio sedimentario considerado para esta serie, en trabajos recientes, es el de una plataforma marina somera de baja energía, con esporádicos eventos de alta energía, provocados por tormentas. Los registros de Skolithos, se interpretan como asociados a periodos de baja intensidad en la sedimentación.

Respecto a la edad, existen datos desde antiguo de los niveles pizarrosos inferiores que han librado fauna del Cámbrico Medio (BARROIS, 1882; LOTZE y SDZUY, 1961; WALTER, 1963; MELENDEZ y ASENSIO AMOR, 1964; FARBER y JARITZ, 1964; SDZUY, 1968; MARCOS, 1973). En el techo de la Serie de los Cabos se han encontrado en muchos lugares pistas orgánicas del Ordovícico Inferior (MARCOS, 1973; BALDWIN, 1975; PEREZ-ESTAUN, 1978). Así en base a estos datos de carácter regional se acepta que la edad de esta formación está comprendida entre el Cambrico Medio y el Ordovícico Inferior.

1.2. TERCIARIO. NEÓGENO

1.2.1. Antecedentes

Entre los primeros trabajos que realizan estudios estratigráficos parciales destacan los de HERNANDEZ PACHECO (1915), HERNANDEZ SAMPELAYO et al. (1928, 1931, 1932, 1934),
Más recientemente, destacan por haber sentado las bases litoestratigráficas del Terciario: COLMENERO et al. (1982 a, b, c), GARCÍA RAMOS et al. (1982 a, b), MANJÓN et al. (1982 a, b) y PÉREZ GARCÍA (1977).

Por su parte, VARGAS et al. (1984a, b, c), en las cartografías de las Hojas colindantes del borde oeste, definen entre otros, el sistema de abanico aluvial-fluvial de Carrizo-Benavides. CORRALES et al. (1986) diferencian tambien varios sistemas de abanicos en la esquina NO de la Cuenca del Duero,

Por último BARBA et al. (1994) separan los depósitos del Terciario de la Cuenca del Duero en tres grandes unidades: en la parte basal el Complejo de Vegaquemada (conglomerados Poligénicos), sobre éste el Complejo de Abanicos Poligénicos Intermedios, en la parte superior el Complejo de Abanicos Cuarcíticos Superiores y sobre ellos la "Raña".

A continuación se realiza una breve descripción de los sistemas y facies más representativas en este sector de la Cuenca descritos en los trabajos anteriormente citados:

Sistema de Abanicos de Carrizo-Benavides.

VARGAS et al. 1984 a) para la Hoja de Benavides (160) (Fig.1) definen el sistema de Benavides-Carrizo, que prolongan hacia las Hojas de Astorga y La Bañeza (VARGAS et al.,1984 b,c). Se trata de depósitos aluviales y fluviales trenzados.

En el Abanico de Carrizo-Benavides, en las Hojas de Astorga y La Bañeza, predominan los fangos, limos y arenas, con tonos amarillentos o amarillentos-rojizos y algunos verdosos, junto a la presencia de suelos calcimorfos.

CORRALES et al. (1986) en la esquina NO de la Cuenca del Duero describen entre otros, el Sistema de Benavides (que coincide con el de Carrizo-Benavides de VARGAS et al. op.cit.) como sistema no confinado procedente del norte-noreste respecto a la zona que estudian. Este sistema está constituído, en su área de estudio, exclusivamente por facies distales, por lo que no es posible deducir su geometría ni sus límites, presentando características de un sistema fluvial "braided".

Facies Tierra de Campos

Fue definida por HERNANDEZ PACHECO (1915), siendo una de las unidades más características de la Cuenca del Duero. Se caracteriza por la presencia de lutitas (fangos) ocres con niveles discontinuos de suelos calcimorfos y pequeños canales formados por arenas y gravillas.

Se extiende hacia el sur hasta la parte central de la Cuenca y resultaría equivalente a la "Facies" de Grijalba-Villadiego" de AEROSERVICE (1967). Se corresponde también con parte de la Unidad 1 de MEDIAVILLA y DABRIO (1986).

En esta zona ante la imposibilidad física de poder cartografiar los distintos abanicos, por las dificultades que entraña el separar, en facies distales, las interdigitaciones de varios aparatos distintos con las mismas litologías y escasos afloramientos donde medir paleocorrientes, se ha optado por cartografiar Unidades dentro del Terciario. Estas Unidades pueden identificarse con bastante facilidad en campo, siguiendo la nomenclatura utilizada por HERRERO et al. (1994).

1.2.2. Introducción

El conjunto de materiales detríticos de edad terciaria, constituyen el relleno sedimentario de la Cuenca del Duero, abarcando en esta Hoja, al menos edades comprendidas entre el Mioceno Inferior s.l. al Superior.

En la Hoja de Villamañan se diferencian dos ciclos de relleno, correspondientes ambos a sistemas de abanicos aluviales y fluviales.

El primer ciclo se dispone en las zonas más occidentales discordantemente sobre los relieves del Macizo Hespérico. Aunque según MARTIN SERRANO (1988 a) hacia el interior de la Cuenca se puede apoyar sobre el Paleógeno. A este ciclo, aunque sin dataciones precisas, se le atribuye en esta Hoja, una edad Mioceno inferior, y se ha asignado a Las Series Rojas de MARTIN SERRANO (op.cit.).

El segundo ciclo tiene una edad Aragoniense-Vallesiense inferior.; la naturaleza de los cantos evidencia un área madre mesozoica predominantemente carbonatada coexistiendo con otra paleozoica sobre todo de carácter silíceo.

Los altos relieves de la Cordillera Cantábrica al N y los Montes de León por el O, relativamente próximos al área de estudio, influyen notablemente en la sedimentación. Así la existencia de áreas madres diferentes al Norte (silicea-carbonatada) y al Oeste (silicea) condicionan la composición litológica de los sedimentos de la Cuenca neógena.

Representando al segundo ciclo, para la Hoja de Villamañan, se ha diferenciado una unidad tectosedimentaria que se ha reconocido a escala regional (HERRERO et al., 1994): La Unidad Polimíctica, que está formada por conglomerados, arenas, limos y niveles carbonatados[1] . Los clastos tienen una composición polimíctica.

1.2.3. Brechas clastosoportadas, de clastos silíceos rojizos, microconglomerados de pizarras rojizas y lutitas rojas. (Series Rojas)(Mioceno Inferior) (2).

Los sedimentos que se han atribuído a Las Series Rojas afloran exclusivamente en la esquina SO de la Hoja. Se trata de dos pequeños afloramientos, adosados a un paleorelieve paleozoico, denominado la Cuesta de Pontes.

Estos depósitos presentan caracteristicas sedimentológicas diferentes, por un lado el afloramiento más extenso, situado en la ladera SO del paleorelieve corresponde a un depósito de ladera antiguo, y por otro lado los sedimentos que afloran en la cárcava situada inmediatamente al Oeste de La Nora, corresponden a facies de abanico o cono aluvial proximal.

El afloramiento del SO, se encuentra discordantemente sobre el zócalo paleozoico, y está constituído por cantos angulosos de areniscas, cuarcitas y pizarras procedentes del propio paleorelieve formado por la Serie de los Cabos. La matriz es arenoso-arcillosa, en proporciones variables, con niveles dónde ésta es inexistente. Presenta una estratificación subparalela a la ladera actual, es decir se encuentra en la misma posición en que se depositó, adosado al relieve del paleozoico. Sin embargo, la parte baja del depósito queda colgada con respecto al perfíl de la ladera actual cuaternaria, y en su parte alta aparece recubierto por depósitos, tambien de ladera, pero subactuales.

Sobre dicho deposito de ladera asimilable a las Series Rojas se observa un coluvión de color ocre que podría corresponder a las Series Ocres (MARTIN SERRANO, 1988 a) o a la Unidad Polimíctica. Sobre éste último, en algunos puntos ya existe un coluvión cuaternario, bajo el que se observa ocasionalmente el sustrato paleozoico alterado.

El afloramiento situado al Oeste de La Nora, está rellenando un paleovalle entre dos crestas de cuarcita, incidido y acarcavado por un barranco actual que proporciona una buena sección de los materiales. En la parte inferior se observa un depósito rojizo, y sobre él una serie erosiva de color ocre.(Fig. 4).

En la columna estratigrafica levantada a lo largo del arroyo (Fig. 4) la serie rojiza tiene una potencia mayor a los 30m., y está formada por una serie de secuencias positivas de 2,5m a 1 m de espesor. Estas secuencias se inician, con bases erosivas netas, formadas por dos tramos, el inferior de hasta 1,5 m constituído por brechas angulosas heterométricas, clastosoportadas, de clastos y algunos bloques silíceos rojizos de cuarcitas, pizarras alteradas (rubefactadas), cuarzo y areniscas, a veces con escasa matriz lutítica de color rojo (10R4/6). El centil normalmente es 20-30 cm. llegando los 45 cm. (bloque), siendo la media de 10 cm, aunque en algunas secuencias disminuye hasta los 2-3 cm. Normalmente los clastos se encuentran orientados o imbricados (con direcciones 140º-110º).

Las brechas pasan hacia techo casi exclusivamente a estar formados por microconglomerados de pizarras alteradas de color rojo (10R5/4) con matriz lutítica roja (10R4/6). Lateralmente pasan a sedimentos más fino, hacia el NO.

Los análisis por difracción de RX realizados en esta serie muestran la presencia de feldespatos(2% de plagioclasas, 2-5% feldespato potásico...) en los niveles brechoides y microconglomeráticos y

[1] Con el Término de niveles carbonatados se agrupan aquí los de caliche, horionte de acumulación de carbonato, suelo calcimorfo, horizonte petrocálcico, calcretas, costras, etc...., que implican todos ellos una sustitución del material original por una precipitación de carbonato.

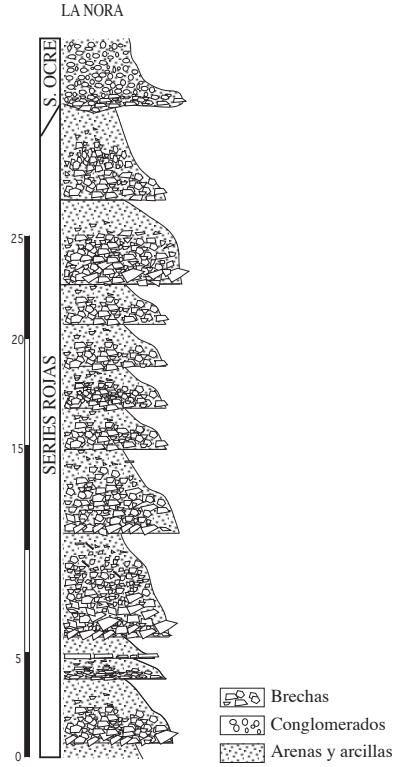


Fig. 4.- Columna sintética del Terciario, incluyendo las series Rojas y Ocres, que aflora en las cercanias de La Nora.

como minerales principales el cuarzo (46-40%), calcita y dentro de la fracción arcilla (44-56%): mica y caolín .

En la fraccion arenosa, destaca la mala calibración, y abundancia de minerales cada vez más alterables: Micas (biotita) y feldespatos, además de fragmentos de roca y minerales opacos.

El enrojecimiento de los sedimentos es herencia directa del area fuente, o más bien de sus alteritas, pues no las considera rubefacciones intrasedimentarias por la distribución que tienen en las secuencias.

Los sedimentos de esta Serie Roja estan estructurados en coladas bien estratificadas, con una cierta inclinación hacia el SE, interpretándose como un depósito de un abanico proximal. Estos depósitos se han correlacionado con las Series Rojas de MARTIN SERRANO (1988 a) que describe en la Región occidental Zamorana.

Sobre el depósito de la Serie Roja aparecen unos materiales conglomeráticos de base erosiva y de color ocre, que presentan una potencia de unos 4 m, formados por cantos cuarcíticos y de areniscas, predominando los redondeados, aunque en la base existen tambien clastos angulosos. Para los cantos redondeados el centil es 8 cm. y la media 3 cm. El centil de los clastos angulosos es 30 cm. y la media 15 cm. La matriz, bastante más abundante que en la serie inferior, es de pizarras alteradas de color ocre. En la parte basal se observan laminaciones, y hacia techo existen niveles alternantes con cantos redondeados y angulosos. Este tramo final de la columna (Fig. 4), correspondería a las "Series Ocres" (MARTIN SERRANO, 1988a) o a la Unidad Polimítica (HERRERO et al, 1994).

Edad

En general Las Series Rojas presentan siempre un carácter azoico. Sin embargo, debido a que aparecen fosilizadas por las Series Ocres (MARTIN SERRANO, 1988a), se les atribuye en general una edad Mioceno Inferior, aunque podrían ser más bajas.

1.2.4. Conglomerados polimícticos, arenas, limos con concrecciones carbonatadas y niveles de calcretas. "Unidad Polimíctica". (Mioceno: Aragoniense-Vallesiense Inferior) (3).

Esta Unidad se encuentra en general por debajo de la cota de 800 m. y representan menos de una cuarta parte de los materiales que afloran en la Hoja.

Los cortes y los mejores puntos de observación de la Unidad Polimíctica se situan en el sector oriental: en el escarpe de la margen izquierda del Río Esla desde Valencia de Don Juan hasta Villaornate, y en los valles secundarios de la red fluvial de éste sector.

En el sector occidental de la Hoja tambien existen buenas secciones estratigráficas en las proximidades el Río Órbigo, así como en algunas canteras en explotación y abandonadas. Las capas se presentan suborizontales, con inclinaciones deposicionales de 3-5° hacia el Sur. Los desniveles producidos por la incisión fluvial sólo permiten la observación de los 30-40 m superiores de esta Unidad, no hallándose ni el límite inferior ni el superior.

Las columnas estratigráficas están ubicadas en estos dos sectores de la Hoja, debido a la gran extensión superficial que alcanzan los horizontes de terrazas de la comarca del Páramo Leonés, las cuales ocultan el sustrato terciario.

De este modo se pueden destacar las secciones estratigráficas de las localidades de Villamañan, Villamandos y Valdefuentes del Páramo; además de las de Valencia de Don Juan, Castrofuerte (Fig. 5). y Villaornate. Debido a la ausencia de buenos cortes en la mayor parte de la Hoja, se ha optado por la inclusión tambien de algunos datos obtenidos en Hojas contiguas.

En términos generales se trata de una Unidad continental formada por sedimentos detríticos, bien calibrados, de color amarillento.

Las principales características de esta Unidad en la Hoja son: 1) los sedimentos finos son muy abundantes: limo y arena fina de color amarillo-ocre. 2) las facies gruesas no son frecuentes y afloran en bancos de escasa extensión lateral y, 3) las costras de carbonato están muy localizadas y no alcanzan gran desarrollo lateral.

Así pues, la Unidad Polimíctica está constituida por arenas, fangos y escasos niveles de conglomerados, con nódulos y concrecciones carbonatadas, resultando columnas cortas y monótonas. Se ordenan en secuencias granodecrecientes, con un tamaño que oscila entre 1 m y 15 m, (Fig.5). Las secuencias suelen comenzar con arenas y finalizan en limos. Estos depósitos se pueden agrupar en un conjunto de facies, que a continuación se describen:

Las facies de gravas son orto y paraconglomerados. En los escasos afloramientos donde aparecen se comprueba que los clastos son menores a 6 cm, con matriz arenosa. Localmente están cementados por carbonato cálcico, si bien, esta cementación se puede haber perdido.

En campo, este tipo de facies presenta un color rojizo, a primera vista, pero suele ser un color sobreimpuesto a otros más ocres u ocre-amarillentos (10YR5/4; 10YR6/6; 1oYR7/4), tendiendo a más blanco, cuanto mayor es la cementación de carbonato.

Los clastos son subangulosos a subredondeados, con un centil que no supera los 14 cm. La composición de los clastos es silícea: cuarcitas, areniscas, liditas y clastos intraformacionales. A veces aparcen imbricados con los ejes dirigidos hacia el centro del canal.

Su ordenamiento interno consta de estratificación cruzada en surco, de mediana escala y granoselección positiva. La geometría particular de estos depósitos es de cuerpos canalizados con la superficie inferior erosiva. El límite superior es gradual con facies de areniscas a techo. Las paleocorrientes medidas marcan direcciones de flujo dirigidas hacia el SE y SO.

Las facies de gravas están relacionadas con el relleno de canales y con la migración de barras de gravas de diversos tipos. Puntualmente se reconocen canales con un porcentaje muy elevado de clastos intraformacionales de caliche.
Las facies de arenas son abundantes, y presentando un color ocre-amarillento, aunque pueden aparecer bandas de color rojo (10R4/6; 10YR5/4).

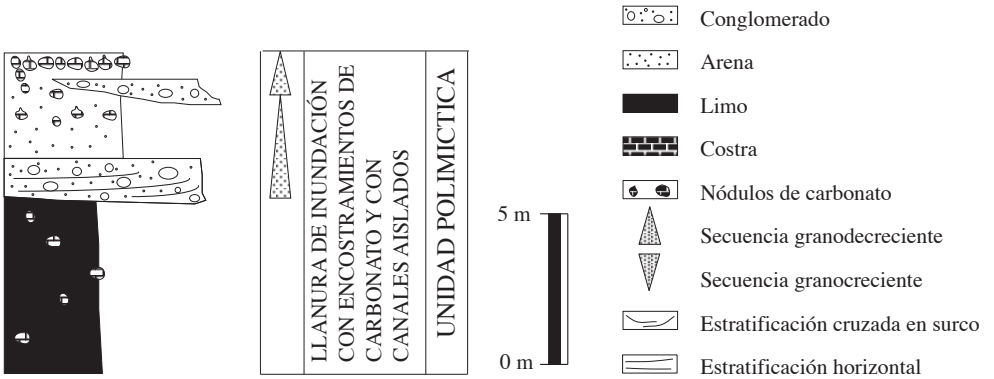


Fig. 5.- Columna estratigráfica de la Unidad Polimíctica (1) en la localidad de Castrofuerte.

Por un lado, aparecen arenas, con tamaño de grano de grueso a medio, asociadas a cuerpos canalizados. La cementación está ausente, o bien, es de de carbonato cálcico, localmente fuerte. El color es ocre y amarillento (10R4/6). El límite inferior suele ser erosivo estando asociadas a facies más gruesas. El límite superior es gradacional hacia facies más finas.

En este tipo de sedimentos se desarrolla estratificación cruzada en surco o bien laminación horizontal. Otras veces, estas arenas presentan laminaciones de ripples. Pueden presentar cantos blandos de arcilla y láminas de hierro, que remarcan las laminaciones. En las paleocorrientes medidas se obtiene una procedencia, general del NE.

Por otro lado, aparecen arenas con un tamaño medio a fino, bastante limosas. Están muy bien clasificadas, y son bastante homogéneas. El límite inferior es neto, o ligeramente erosivo, y el superior es gradacional. La geometría general es de cuerpos tabulares.

En estos sedimentos no suelen aparecer estructuras tractivas, que indiquen el medio de depósito. Aunque son frecuentes los rasgos paleoedáficos, como nódulos de carbonato (a veces septarizados), generalmente diseminados pero tambien concentrados en algunos delgados niveles; rizolitos de tamaño variable, nódulos de oxihidróxidos de hierro y varios tipos de cutanes.

Dentro de las facies arenosas, los análisis realizados por DRX dan como mineral principal el cuarzo (54-73%), calcita (7-4%) y dentro de la fracción arcilla: mica, caolín, clorita y esmectita.

El primer tipo de facies arenosas representan el relleno de canales con la construcción de dunas y megarripples; o bien, por una pérdida de flujo, una etapa de abandono de los canales. Mientras que, las segundas están ligadas a la sedimentación en zonas alejadas de los canales, en una llanura de inundación, con zonas encharcadas, que está afectada por procesos edáficos.

Las facies fangosas son limos y arcillas con un contenido apreciable en arena fina, ocasionalmente alto. El color es también muy variable aunque predominan los colores ocres y amarillento-verdoso (10 YR 6/6; 10 YR 5/4; 5YR5/6; 5GY7/2). El límite inferior es gradacional y el superior está en general erosionado por otras facies de grano más grueso. Estas facies forman cuerpos tabulares de cierta extensión lateral.

Internamente no se aprecia ninguna estructura tractiva, a veces se aprecian límites netos y horizontales. Aparecen algunas bioturbaciones, y destacan como rasgo paleoedáfico, destaca una estructuración del sedimento en prismas y poliedros, de diverso tamaño. También suelen aparecer rizocreciones, nódulos de carbonato, y cutanes de arcillas.

Todos los datos recabados apuntan a que este tipo de facies representa la sedimentación en zonas alejadas de los canales, en una llanura de inundación, con importantes procesos edáficos y removilizaciones de material. Los flujos acuosos estarían poco confinados. Estos flujos y la edafogénesis serían responsables de la ausencia de estructuras en los sedimentos. A veces, ligadas a facies de gravas, aparecen restos de caráceas, gasterópodos de agua dulce y espinas de peces. Responden en este caso, al relleno de canales abandonados.

A partir de los analisis mineralógicos se puede decir que los principales minerales de estas facies son la calcita y el cuarzo, y dentro de la fracción arcilla: mica, clorita, esmectita y caolinita.

Interpretación sedimentológica

La Unidad Polimíctica en la Hoja de Villamañan, por las características que presentan los sedimentos y su forma de organización, se enmarca dentro de una extensa llanura de inundación surcada por canales de gravas procedentes del NE, y canales arenosos procedentes del N y NO, estos canales tendrían gran desplazamiento lateral. Dada la mezcla de aportes induce a pensar en la existencia de una indentación de subambientes sedimentarios en esta Hoja. Ambos sistemas son muy semejantes y hacen muy difícil su separación.

La procedencia Noroeste está condicionada por los crestones paleozoicos, que aparecen en esta Hoja, y que no han sido fosilizados. Estos paleorelieves llevan una dirección NO-SE, que se acopla al sentido de los aportes. VARGAS et al (1984b, c) y CORRALES et al (1986) señalan canales meandriformes de un sistema fluvial trenzado laxo, para el sistema de Carrizo-Benavides y Benavides respectivamente.

Así pues los sedimentos se introducen en la llanura tanto por el NE como por el NO. En esta última procedencia la energía de transporte parece ser más débil, tanto por el tipo de sedimento como por las estructuras sedimentarias. Las facies de arenas con estratificación cruzada indican la existencia, dentro de los canales, de megarripples. No se encuentran sistemas de alta sinuosidad, tal vez por la mala calidad de los afloramientos, que impiden la observación de geometrías con acrección lateral.

Correlación

La Unidad Polimíctica de esta Hoja se correspondería con el Sistema de Carrizo-Benavides (VARGAS et al ,1984b,c) o bién con el Sistema de Benavides de CORRALES et al . (1986).

En las Hojas colindantes de Benavente (270) y Valderas (271), BARBA MARTIN(1981 a, b) se cartografían dos facies dentro del Mioceno, la facies "Tierra de Campos s. l." y la "Facies de margas amarillentas con nódulos calcáreos". El límite N-S que separa ambas facies, en la Hoja de Benavente, es un contacto difuso, limite que no se ha seguido en la Hoja que tratamos.

Así pues, hacia el S la correlación sería directa con la Facies Tierra de Campos sl. (HERNANDEZ PACHECO, 1915) (BARBA MARTIN, 1981 a, b) y al mismo tiempo equivalente a la "Facies de margas amarillentas con nódulos calcáreos de BARBA MARTIN (1981 a).

Además, esta Unidad en parte sería tambien correlacionable con las "Series Ocres" de MARTIN-SERRANO (1988 a,1989), definidas más al SO de la Hoja, en el borde Zamorano-Leonés de la Cuenca del Duero.

Edad

Respecto a la edad de la Unidad Polimíctica, aunque las muestras analizadas para micromamíferos

han resultados estériles, existen datos anteriores de macromamíferos aportados por ROYO GÓMEZ (1930, 1934), BERGOUNIOUX y CROUZEL (1958), BATALLER y HERNÁNDEZ SAMPELAYO (1944), GARCIA SAINZ (1955) y ALBERDI Y AGUIRRE (1970) y recopilados por PORTERO et al., (1982, 1983), obtenidos en yacimientos próximos. De este modo podemos citar los yacimientos de Villaobispo de las Regueras (Hoja 161) (Mastodon angustidens CUV., Trilophodon angustidens CUV., Gomphotherion angustidens CUV.), de Santa María del Páramo (Hoja 194) (Trilophodon angustidens CUV.), de Urdiales del Páramo (Hoja 194) (Dinotherium giganteum KAUP, var. aevius JORDAN, Rhinoceros sp., Palaeoplatyceros hispanicus, Minomeryz ap. e Hyaena sp.) y él de La Bañeza (Hoja 231) (Trilophodon angustidens CUV.), además de los yacimientos de mastodontes de de Mellanzos (Hoja 162) y Mansilla del Páramo (Hoja 194). Todos ellos proporcionan una edad Astaraciense (biozonas MN 6, MN 7 y MN 8) en facies equivalentes a las de la parte alta de esta Unidad.

Por otra parte, en el yacimiento de Relea, situado muy cerca del techo de esta Unidad (Hoja 164), se determinan restos de Hipparion cfr. primigenium melendezi ALBERDI, además de otros restos citados en ARAGONÉS et al (1982), que proporciona para este yacimiento una edad Vallesiense Inferior (biozona MN 9).

PORTERO et al. (1982) sitúan por encima de la base de las Facies Cuestas el límite Astaraciense-Vallesiense Inferior. Con los datos históricos de macromamíferos ya reseñados, la parte superior de la Unidad Polimíctica responde a una edad Aragoniense Superior (Astaraciense Superior) a Vallesiense Inferior.

Dentro de la Hoja de Villamañan se han encontrado restos fosiles de mastodontes en Valencia de Don Juan, en la serie que aflora bajo el Castillo de Coyanza, según datos de GOMEZ SALAZAR (1850).

1.3. CUATERNARIO

Los depósitos cuaternarios en la Hoja de Villamañan alcanzan un excelente desarrollo superficial, ocupando más del 75% de la superficie total de la Hoja, con una edad comprendida entre el Pleistoceno y el Holoceno.

Normalmente se considera que el paso del Plioceno al Pleistoceno se hace a lo largo de un proceso de cambio en régimen fluvial (de endorreico a exorreico) de las Mesetas. Así, todas las terrazas altas de los ríos de la Península Ibérica pueden asignarse al Pleistoceno (AGUIRRE, 1989).

MARTIN SERRANO (1988a,1991), considera sin embargo, que no se puede pensar en un paisaje finineógeno sincrónico, ya que la progresión de la nueva red fluvial no puede alcanzar a todos los lugares al mismo tiempo. La aplicación de esta hipótesis explica el diferente grado de disección de las distintas cuencas terciarias, que habrían sido capturadas en distitas épocas, determinado así el inicio del "Cuaternario", en un límite cronológico arbitrario y propio de cada cuenca e incluso de cada sector de la misma.

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

La mayoría de estos depósitos cuaternarios son de origen fluvial, correspondiendo a terrazas de los ríos Órbigo, Esla, Porma y Bernesga. Otros depósitos frecuentes son los glacis, los de fondo de valle, los de llanura de inundación de los ríos principales -Esla, Órbigo y Jamúz que confluye conel anterior al S de la Hoja-, los conos de deyección y los abanicos aluviales, junto con otros sedimentos recientes como los coluviones y algunos depósitos de zonas de encharcamiento de origen lacustre o fluvial.

Aunque no existe una cronología precisa para los depósitos cuaternarios, por falta de datos paleontológicos, se realizará una cronología relativa de éstos tal y como se expresa en las leyendas de los Mapas Geológico y Geomorfológico. Las terrazas altas a medias se asignan al Pleistoceno y a las bajas Pleistoceno Superior-Holoceno. Al resto de depósitos cuaternarios se les ha asignado una edad correspondiente al Holoceno; apoyándonos en algunas dataciones mínimas que atestiguan la presencia de culturas del Paleolítico Inferior (CASTELLANOS, 1986) en algunos yacimientos de las terrazas de los ríos Órbigo y Bernesga situadas en la Hoja de Santa María del Páramo (194), al N de la que tratamos.

1.3.1. Gravas silíceas y arenas. Terrazas (4, 5-5', 6-6')

En la Hoja aparecen distintos niveles de terrazas, que pertenecen al Río Órbigo en la práctica totalidad de la Hoja y a los ríos Bernesga, Porma y Esla en la parte oriental. Tambien existen terrazas de rango menor pertenecientes al Arroyo Grande- Ayo.del Rodil.

Entre otros autores previos, que han estudiado la cuenca del Río Esla, podemos citar a LEGUEY y RODRIGUEZ (1970), los cuales modifican en su nomenclatura el orden habitual de numeración de las terrazas, considerando tres niveles para esta cuenca, es decir denominan a las terrazas más bajas el "primer nivel de terraza" luego "segunda terraza" y a las más altas " tercer nivel de terraza". TORRENT (1976) indica para la cuenca del Esla 13 niveles de terrazas. SUAREZ RODRIGUEZ et al (1994) realizan una cartografía a escala 1:200.000 de la Provincia de León, donde agrupan las terrazas de la cuenca del Esla en 4 niveles. En el mapa geológico de esta Hoja estan representadas tres de los niveles diferenciados por estos últimos autores: las terrazas altas, medias y bajas.

El Río Esla es el principal curso de agua, el cual atraviesa el sector oriental de esta Hoja, con una dirección practicamente N-S. Este río tiene una buena representación de depósitos de terrazas bajas en este sector, que son la prolongación de las representadas por SUAREZ RODRIGUEZ et al., (in litt. b) en la Hoja de Santa María del Páramo (194) situada al N y las descritas por ESPINA et al (in litt a, b) en las Hojas situadas al NE y Este (Nº 195 y 233).

El Río Esla, en el área estudiada, ha dejado varios niveles de terrazas bajas, con cotas entre + 20 m y +4 m, en relación al "talweg".

El río Bernesga presenta una escasa representación de terrazas, que se situan en la zona NE de la Hoja, son terrazas medias con una cota sobre el cauce actual entre + 65-60m y + 44-42 m.
Del sistema Porma-Bernesga (descrito así porque en esta zona es posible que ambos confluyeran en determinados momentos de su evolución) existe una representación de terrazas altas y medias en la parte SE del mapa, ubicadas de forma dispersa en el interfluvio de materiales terciarios que

existen en este sector. Con cotas entre los +80-77 m para la terraza alta y entre +75-30 m para las terrazas medias.

El río Órbigo, está situado al Oeste de la Hoja y ha dejado importantes terrazas, al menos en extensión superficial, ocupando gran parte del mapa, formando la comarca natural del Páramo Leonés. En la Hoja de Santa María del Páramo (194) situada al N (Fig. 1), afloran 6 niveles de terrazas de este sistema fluvial (SUAREZ RODRIGUEZ et al., in litt., b), la mayoría de las cuales se continuan en esta Hoja, al mismo tiempo que aparecen otras nuevas. Así en la Hoja de Villamañan afloran 8 niveles de terrazas pertenecientes al río Órbigo, algunas de las cuales muestran escarpes intermedios, bien separando dos terrazas con lo cual serían terrazas solapadas, bien dejando aflorar intermitentemente el sustrato terciario. Al ser normalmente estos escarpes menores a 1m de desnivel, no se han diferenciado como terrazas independientes, apareciendo agrupadas tanto en el mapa geológico como en el geomorfológico.

De acuerdo con la tendencia general de la Cuenca del Duero estos depósitos del Órbigo se han considerado como terrazas medias y bajas, que van desde cotas de +49-45 m a + 5m sobre el cauce actual.

La carga fluvial transportada por estos ríos ha sido de gravas y arenas muy gruesas, de la misma manera que ha sucedido en otras partes de la Cuenca (MOLINA y PEREZ GONZALEZ, 1989).
Las cargas transportadas tienen un alto porcentaje (60-70%) de cantos y gravas, con características litológicas bastante comunes en términos generales ya que presentan un alto contenido en clastos de cuarcita, de areniscas ferruginosas, litarenitas y en menor proporción de conglomerados, sedimentos del Terciario, cuarzo, algún clasto de rocas igneas, y de pizarras metamóficas, no apareciendo calizas.

Los tamaños oscilan entre 4 y 25cm de diámetro, los mayores centiles corresponden a las terrazas del Órbigo y Esla. La matriz, si existe, suele ser arenosa y mayoritariamente silícea, con granos de cuarzo y feldespatos; ocasionalmente puede ser microconglomerática.
Estos materiales proceden de los sedimentos terciarios del borde Norte y Oeste de la Cuenca del Duero, del reciclaje de terrazas más antiguas y otra parte importante procede de las rocas paleozoicas de la Zona Cantábrica y de la Zona Asturoccidental-Leonesa, donde se encuentran las cabeceras de estos sistemas fluviales.

La mayoría son terrazas siliciclásticas con un color rojizo predominante, presentando las más antiguas tonos más fuertes, y algunas cementaciones ferruginosas.
Sobre las terrazas altas han tenido lugar procesos de alteración que basicamente han consistido en rubefacción acompañada de illuviación de arcillas, rasgos de hidromorfismos y cantos decolorados, desarrollándose suelos rojos del orden de los Altisoles, con diferente grado de madurez en función de la antiguedad de la terraza.

Destacan en los depósitos de los río Órbigo cantos recubiertos con pátinas de manganeso y algunos cantos fracturados en la terrazas medias.

Aunque la extensión superficial de algunas de la terrazas es grande, su potencia no suele sobrepasar los 4 m, siendo normalmente menor a 3 m. Su espesor no siempre es facil de observar ya

que no suele aflorar su base y se encuentran muy modificadas por la acción antrópica.

El nivel más alto de terrazas, que se registra en esta Hoja, es del sistema Porma-Bernesga, situado a +80-77m al SSE, instalado sobre los materiales terciarios de la Unidad Polimíctica, de la misma forma que lo hacen el resto de las agrupaciones de terrazas que existen en la zona; aunque para las terrazas medias y bajas del Órbigo y las que se encuentran dentro de la llanura de inundación del Esla, se sitúan sobre terrazas previas, pudiendo hablar de "terrazas solapadas", ya que no se observa el sustrato entre ellas.

Además se observan dos depósitos terrazas en el Arroyo Grande-Rodil, la más alta tiene una amplia representación en la Hoja , yendo desde la parte NE hacia el SO, con cotas entre los +40 m y +20 m. La más baja tiene menor extensión, observándose solo en la parte más centromeridional de la Hoja.

Las terrazas son depósitos de carácter fluvial, en los que se pueden observar estructuras internas tales como estratificaciones cruzadas a gran escala, estratificación cruzada planar, bases erosivas, cicatrices internas de relleno de canal, laminaciones cruzadas y paralelas, barras longitudinales, transversales y de acrección lateral e imbricaciones de cantos. Predominan las facies de gravas (conglomeráticas) sobre las facies de arenas, existiendo una escasa representación de facies lutíticas de acuerdo con (HERRERO, 1994), todo ello indicando un modelo de canales de tipo "braided".

Por último se debe indicar que la división en terrazas alta, medias y bajas no implica una cronología clara, respecto a las divisiones del Pleistoceno y del Holoceno.

Edad

La edad de estos depósitos es problemática, por la práctica ausencia de flora y fauna datable. Aunque se pueden realizar algunas precisiones, partiendo del hecho de que la red fluvial se encaja a partir de la Raña o aluvial fini-neógeno, produciendose la jerarquización de dicha red. Así con las debidas reservas, si para la Raña se admite, de forma general, una edad Villafranquiense, todas o la mayoría de las terrazas altas de los ríos principales se pueden asignar al Pleistoceno. Por otra parte, existen datos arqueológicos relacionados con las terrazas medias y altas, que son los únicos que nos dan información cronológica relativa de estos depósitos cuaternarios.

CASTELLANOS (1986) realiza un estudio del Paleolítico inferior en la Submeseta Norte, trabajando basicamente en la Hoja de León (161) y otras el Sur como la Hoja de Santa María del Páramo (194). Este autor encuentra, entre otras, industria lítica del Paleolítico Inferior sobre las terrazas medias de la margen derecha del río Bernesga, clasificandola como Achelense Medio (Pleistoceno Medio). Estos hallazgos se situan en las terrazas medias del Bernesga y Órbigo equivalentes a las terrazas Bc, y Oe del Mapa Geomorfológico de la Hoja de Villamañan. Los restos aparecen de forma secundaria, es decir no in situ, debido a lo cual, dichas terrazas serían contemporaneas o anteriores al periodo considerado, entre los 400.000 y 128.000 años a.A.

1.3.2. Cantos, arenas y limos. Glacis (7, 8)

En el mapa geológico de Villamañan se observan este tipo de depósitos en el sector suroriental, en zonas de vertiente. Se han diferenciado dos generaciones de glacis con distintas posiciones

morfológicas.

El más antiguo arranca de las terrazas más altas situadas en la Hoja de Valencia de D. Juan (233) colindante al E (ESPINA et al, in litt.,b) llegando a cotas de 760 m. dónde enlazan con la segunda generación de glacis. Estos depósitos representarían la degradación de las superficies aterrazadas más altas.

El otro tipo de glacis arranca por una parte del anterior desde una cota próxima a los 770 m y enlazan con las terrazas bajas del Río Esla (750-730 m) a lo largo de todo el borde oriental de la Hoja.

Además se ha diferenciado este segundo tipo de glacis hacia el Oeste del anterior, dónde enlaza relieves miocenos (desde cotas de 790-780 m) con terrazas del Arroyo Grande-Rodil a cotas de 770-760 m.

Litologicamente estan formados por gravas silíceas, tanto cuarcíticas como de areniscas ferruginosas, de tamaños variables (menor a 1cm-mayor a 10 cm.), con matriz arenoso-arcillosa muy abundante. En algunos puntos, al SO, se observa una alteración rojiza importante en los cms superiores, presentando los cantos una tonalidad rojiza oscura. Su espesor no se conoce con exactitud pero suele ser menor a 2m.

Se les ha asignado una edad amplia Pleistoceno Superior-Holoceno, exclusivamente basado en su relación con otros sedimentos terciarios y cuaternarios, al no disponer de dataciones.

1.3.3. Limos, arenas y gravas. Llanura de inundación (9) .

En este apartado se incluyen los depósitos fluviales recientes, relacionados directamente con la red principal. En esta zona constituyen las riberas del Órbigo y del Jamúz en la zona Oeste, alcanzando en su confluencia, a la altura de Quintana del Marco, anchuras mayores a dos kilómetros. Al Este se encuentra la ribera del Esla, la cual presenta anchuras de más 2-3 Km a la altura de Algadefe-Castrofuerte. En la llanura de inundación del Esla se han representado diversos escarpes, ninguno de los cuales supera el metro de desnivel, considerandose como "terrazas solapádas".

La litologia de estos depósitos es similar a los que presentan los niveles de terraza, aunque texturalmente suelen presentar un mayor contenido de finos. A techo aparecen los limos y arcillas de inundación, sobre los que se desarrollan los fértiles suelos pardos de vega (Entisoles).

Tanto en la ribera del Río Esla como en la del río Órbigo se detectan meandros y cauces abandonados, aunque a primera vista no se observen por la repoblación forestal (chopo), o bien por los cultivos de regadío desarrollados en la llanura.

Debido a la regulación mediante presas en zonas de cabecera, de algunos de los caudales de los principales ríos de la Cuenca del Duero, (entre los que se encuentran los ríos Órbigo y Esla), estos depósitos han dejado de ser funcionales en la actualidad, pero se deben considerar en la evaluación de riesgos por avenida, en casos de lluvias excepcionales.

La edad de la llanura de inundación del Río Esla en Villarrrabines, según TORRENT & ROQUERO (1974), datada a partir de Carbono 14, es del Neolítico : 3.300 años a A. (datada en "graneros y hogares", a 3 m sobre el lecho del cauce), lo que indica que esta llanura de inundación no es reciente.

1.3.4. Arenas, limos y gravas. Lecho actual. Fondos de valle y áreas encharcadas (10).

Son depósitos actuales y subactuales. El lecho actual corresponde a los depósitos estrictamente fluviales asociados a los cursos permanentes, en este caso el Órbigo y Jamúz al O y Esla al E. En ellos son frecuentes los meandros y cauces abandonados con depósitos formados por barras de gravas y arenas.

El lecho actual se encuentra ligeramente encajado (1-2m) sobre la llanura de inundación siendo totalmente funcional este sector del cauce durante la estación más lluviosa, quedando notablemente restringida (canal de estiaje), en las épocas de menor escorrentía.
Se consideran fondos de valle todos aquellos depósitos asociados a pequeños valles de fondo plano y barrancos de funcionamiento estacional formados por materiales de carácter fluvial, o por la combinación de estos con los aportes de las laderas (aluvial-coluvial); destacando en esta Hoja los de los Arroyos Grande-Rodil, de los Reguerales, de Valcavado y del Charco, entre otros. Dentro de este apartado, se han incluido en el Mapa Geológico zonas de encharcamiento estacional, no así en el Mapa Geomorfológico donde se han diferenciado del resto de los depósitos superficiales, formadas basicamente por limos muy finos de colores pardo-verdosos.

1.3.5. Arenas y cantos. Coluviones (11).

Los coluviones son depósitos frecuentes en toda la Hoja, fundamentalmente a lo largo de las laderas y escarpes regularizados, entre los materiales terciario y los fondos de valle, entre las terrazas y fondos de valle o entre terrazas. Tan solo se han representado algunos de estos depósitos en la parte meridional, con el fin de no ocultar cartográficamente el sustrato terciario donde se asientan.

Están constituídos por elementos litológicos derivados tanto del terciario como de las terrazas, predominado los cantos cuando se desarollan a partir de estos últimos depósitos.

1.3.6. Cantos, limos y arenas. Conos de deyección y abanicos aluviales (12).

Estos depósitos responden a una misma génesis, diferenciándose en la morfología que presentan. Los conos de deyección son de dimensiones pequeñas y generalmente con bastante pendiente, aparecen localizados preferentemente en la salida de pequeños barrancos a un valle de fondo plano de orden superior; buenos ejemplos se presentan en la márgen derecha del Río Esla, en la margen izquierda del Órbigo y varios arroyos, como el Ayo. Grande-Rodil.

Los abanicos aluviales, más amplios, aplanados y con una pendiente más baja que los conos, se desarrollan sobre las llanuras de inundación y las terrazas bajas sobre los que prograda; como los que aparecen en la ribera del Esla y margen derecha del Órbigo.

El espesor de estos depósitos es variable, siendo por lo general de orden métrico. La composición litológica es muy heterogénea, con gran porcentaje de finos y cantos de naturaleza muy diversa, aunque basicamente silícea.

2. TECTÓNICA

2.1. TECTONICA HERCINICA

La Hoja de Villamañan se sitúa en la parte más suroriental de la Zona Asturoccidental-Leonesa y al NE del límite de la anterior con la Zona Centroibérica (LOTZE, 1945 a, b)(Fig. 2).

En esta Hoja los afloramientos del paleozoico son de mala calidad y escasos, ya que se encuentran practicamente recubiertos por los sedimentos terciarios y cuaternarios de la Cuenca del Duero. Por esta razón, para hacer una breve descripción de la estructura hercínica de los mismos, nos referiremos y basaremos en datos de zonas colindantes situadas al Oeste.

La Zona Asturoccidental-Leonesa se encuentra divida en dos grandes dominios o unidades con características geológicas diferentes: Dominio del Manto de Mondoñedo-Peñalba y Dominio del Navia-Alto Sil, ambos separados por una fractura mayor del orógeno como es el Cabalgamiento basal del Manto de Mondoñedo. Como ya se ha comentado en el apartado de Estratigrafía, esta Hoja se encuentra en el Dominio del Manto de Mondoñedo.

En general la estructura de la ZAOL se caracteriza por la presencia de numerosos cabalgamientos y pliegues de gran tamaño, interpretados como el resultado de la superposición de tres fases principales (MARCOS, 1973) de la deformación varisca.

La primera (D1) dió lugar a pliegues apretados o isoclinales (MATTE, 1968), vergentes hacia las zonas externas del orógeno (E-NE) y tienen siempre asociada una foliación primaria (S1) ; Las caracteristicas de los pliegues como de la S1 varía desde el E hacia al O de la ZAOL (MARTINEZ CATALAN et al, 1990).

La segunda fase de deformación (D2) dió lugar a cabalgamientos vergentes tambien hacia las partes más externas de la cordillera, con zonas de cizallas subhorizontales asociadas a ellos, iniciadas durante la primera fase, con presencia de una foliación (S2) (MARCOS, 1973; PEREZ-ESTAUN, 1978; BASTIDA y PULGAR, 1978; MARTINEZ CATALAN, 1985).

La tercera fase de deformación (D3) produjo pliegues suaves de plano axial subvertical y aproximadamente homoaxiales con los primeros, junto con pliegues menores, que llevan asociado un clivaje de crenulación asociado (S3) desarrollado localmente.

Con posterioridad, se desarrollan estructuras tardías como son fallas, sistemas de diaclasas radiales, junto con fallas normales longitudinales, "kink bands" y pliegues. (PEREZ-ESTAUN, 1978; BASTIDA et al., 1986, MARTINEZ CATALAN et al., 1990, 1992 y PEREZ-ESTAUN et al., 1991).

En la la Hoja que tratamos solo se observa un pliegue a escala cartográfica, situado en la esquina SO, se trata de un sinclinal de orden hectométrico que forma parte de una estructura mayor

llamada Anticlinorio de Casa Viejas (VARGAS et al, 1984 c), cuya prolongación hacia el Noroeste se encuentra en la Sierra de Casas Viejas, en la Hoja de La Bañeza (231). Está formado por materiales de la Serie de los Cabos, y en él se observa una esquistosidad relacionada con el pliegue, éste tiene una forma bastante apretada, con un plano axial subvertical y un eje próximo a la horizontal. Dicho pliegue sinclinal correspondería a lo que regionalmente se denomina primera fase de deformación hercínica.

En el resto de los afloramientos de la Hoja de Villamañan no se detecta ninguna otra estructura mayor. En algunos cortes, al NO, las capas de la Serie de los Cabos se encuentran afectados por pliegues de escala decamétrica, con características similares al sinclinal anteriormente descrito, y estarián formando parte de otra gran estructura como es el Anticlinorio de Somoza cuya estructura han descrito estos mismos autores, en la Hoja colindante (La Bañeza).

Inicialmente estos pliegues menores (Corte geológico) observados en el campo, corresponderían asimismo a la primera fase de deformación, aunque se encuentran modificados de su posición original, como el resto de las estructuras de la Hoja por deformaciones posteriores, ya que se encuentran muy verticalizados, lo que para (VARGAS et al, 1984 c) indica la existencia de una estructura mayor de gran radio de curvatura, perteneciente a la tercera fase de deformación hercínica.

En esta Hoja no se observan cabalgamientos pertenecientes a la segunda fase de deformación varisca, lo que no quiere decir que no existan, ya que los depositos terciarios y cuaternarios cubren la mayor parte de la zona, ocultando posiblemente cabalgamientos que existen al oeste de la Hoja y que razonablemente tendrían su prolongación hacia el SE, en esta zona .
Como estructura tardía solo se ha reconocido una falla que corta al flanco N del sinclinal situado al SO, esta falla de pequeñas dimensiones, tiene una dirección NO-SE, asimilable a las fallas tardías descritas en la Hoja de la Bañeza con direcciones N-S.

2.2. TECTÓNICA ALPINA

La Hoja de Villamañan se sitúa en la Cuenca del Duero, cerca del borde oriental de la Zona Asturoccidental-Leonesa y algo más lejos del borde meridional de la Zona Cantábrica (Figs. 1, 2).

La estructura alpina de la Zona Cantábrica está constituída por un bloque del basamento paleozoico elevado (PULGAR y ALONSO 1993). Según ALONSO et. al (1994, 1995) consiste en una gran flexión monoclinal regional, que puede explicarse con un modelo de pliegue de flexión de falla modificado, originado por el despegue solidario del basamento y cobertera, situado aproximadamente a una profundidad de unos 15 Km. y con un desplazamiento de unos 25 km (a lo largo de una larga rampa que alcanza la superficie en el sector central del frente sur de la Cordillera). Este cabalgamiento alcanza la superficie ùnicamente en el sector central del frente sur de la Zona Cantábrica, mientras que en los sectores oriental y occidental el cabalgamiento acomoda su desplazamiento mediante un pliegue de propagación de falla (ALONSO et. al 1994). Dicho pliegue ocasionó la inversión de la cobertera mesozoica en el flanco Sur del mismo, al tiempo que generó discordancias en los materiales terciarios (GARCIA-RAMOS et al. 1982) situados por delante.

Las variaciones estructurales que se presentan a lo largo de este frente de cabalgamiento alpino, pueden explicarse en función de la disposición previa de las estructuras variscas (ALONSO et. al., 1994, 1995).

En la última etapa de la inversión se desarrollan numerosas fallas inversas directamente relacionadas con la deformación alpina, algunas de las cuales habrían actuado previamente como distensivas durante el Mesozoico. Todo ello puede observarse en los perfiles sísmicos del sector septentrional de la Cuenca del Duero, en donde la deformación alpina fué escasa.

Hacia la parte occidental el frente N de la Cuenca del Duero se ramifica, dando lugar a pequeñas cuencas de antepaís terciarias como las de la zona de El Bierzo (Fig. 2). Estas cuencas terminan hacia el O contra fallas con importante componente de desgarre (sinestral) y dirección NE-SO, que se prolongan varios kilómetros por el Macizo Hespérico.

La flexión cortical provocada al emplazarse el cabalgamiento alpino originó la típica cuenca de antepaís por delante del frente orogénico cantábrico: la Cuenca del Duero. Esta cuenca ha ido rellenándose con materiales detríticos procedentes de la erosión de los relieves creados al Norte, borde tectónicamente activo y los existentes en la parte occidental que la circundan. Hacia el Sur, y suficientemente alejados de la influencia de este borde, la Cuenca adquiere un carácter atectónico en sentido amplio.

Así en general el carácter atectónico que presentan los materiales terciarios y cuaternarios se muestra en esta Hoja y en los cortes geológicos, por la disposición horizontal o subhorizontal de los materiales terciarios que en ella afloran, con una ligera pendiente deposicional (0,5%) hacia el Sur (Fig. 7- Perfil 85-04V).

Sin embargo, VARGAS et al. (1984 c) en la Hoja de la Bañeza (231) (Fig 1) citan la existencia de pequeñas fallas normales que afectan a materiales miocenos en el valle del Jamúz, al Oeste de la zona que tratamos, deduciendo al mismo tiempo movimientos tectónicos cuaternarios por los efectos producidos sobre la red fluvial. Estos últimos son basicamente basculamientos de bloques, y fracturas que limitan dichos bloques (PEREZ GARCIA, 1977) y confinan algunos ríos.

Perfiles Sísmicos

Dentro del Marco de este Proyecto MAGNA se ha realizado un Estudio de la Geología del Subsuelo por REDONDO et al. (1995). Este trabajo complementa los datos geológicos obtenidos en los trabajos de campo, para llegar a realizar una descripción de la estructura y morfología del subsuelo en la zona noroeste de la Cuenca del Duero.

Este estudio se basa en secciones sísmicas no migradas (facilitadas por REPSOL S.A.), a partir de las cuales se obtuvieron mapas de isocronas y por medio de un programa informático (2DI de SIERRA), aplicando una conversión tiempo-profundidad, se construyen posteriormente mapas de isobatas de los distintos niveles litológicos.

Los datos sísmicos confirman que en el borde oeste de la Hoja, a diferencia de otros puntos de la cuenca, no aparecen las calizas cretácicas ni el resto de las formaciones cretácicas, lo cual confirma

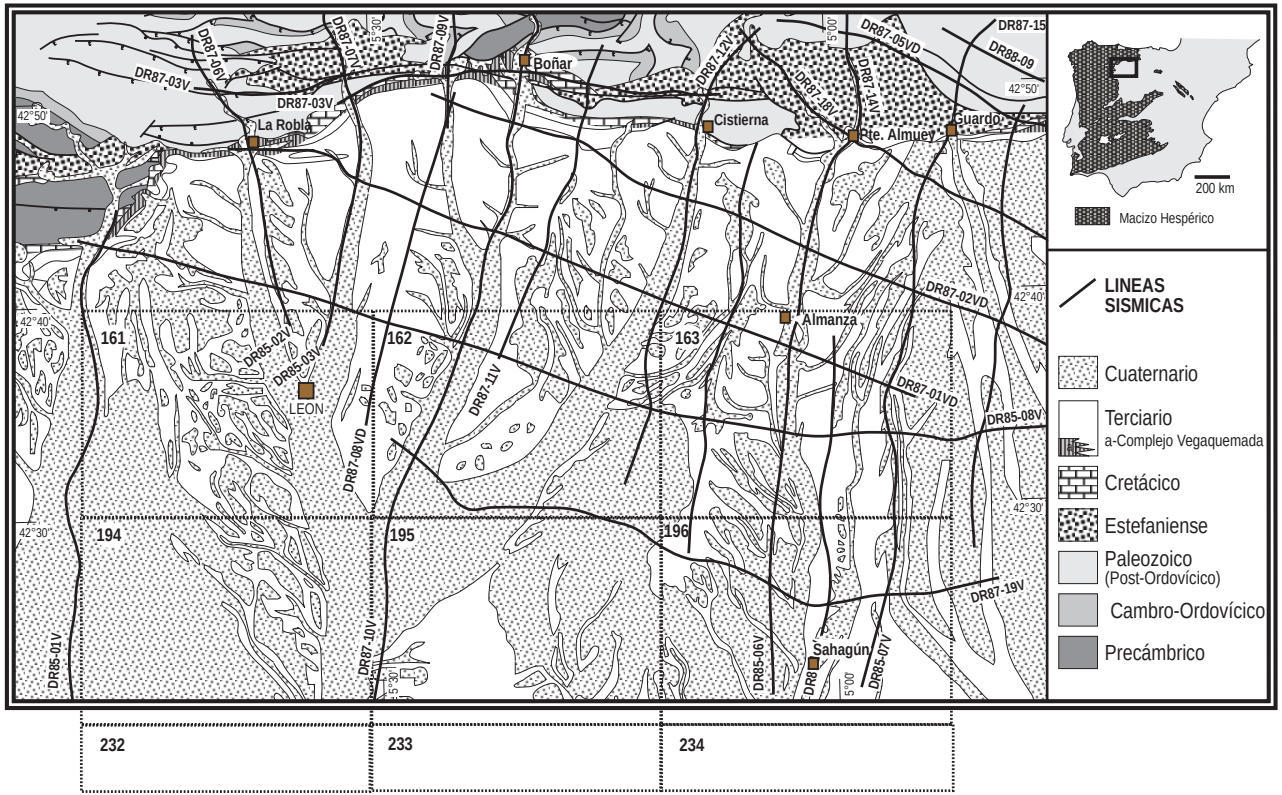


Fig. 6.- Situación de la líneas sísmicas realizadas por REPSOL en el borde noroccidental de la Cuenca del Duero.

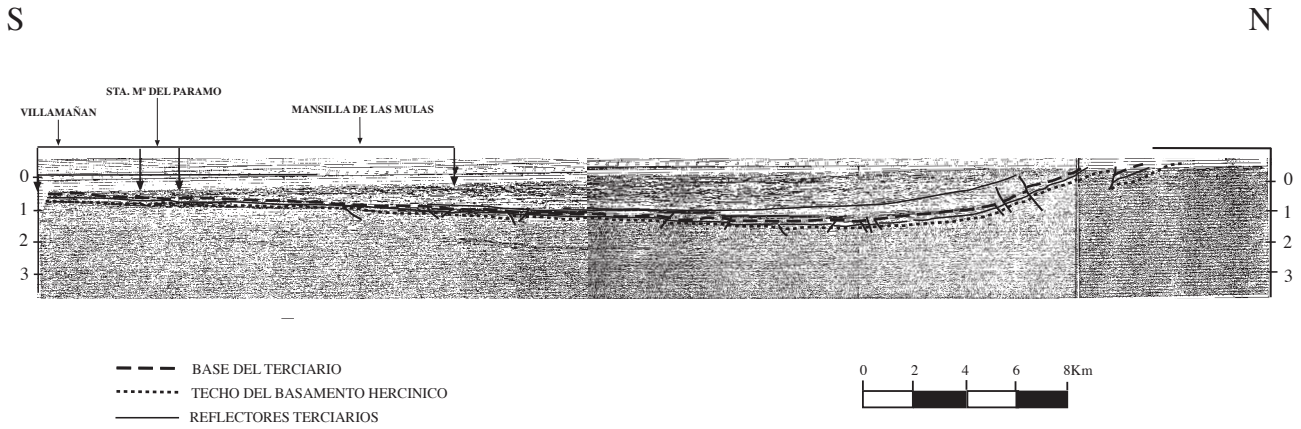


Fig. 7.- Interpretación geológica de los perfiles sísmicos DR85-04V y DR 87-10V. Situación en la Fig.6. Según Redondo et al. (1995), ligeramente modificada.

lo que se sabe por otros estudios geológicos, que el Cretácico se acuña hacia el O. Debido a esto el Terciario, se sitúa en esta zona discordantemente sobre el zócalo o basamento paleozoico.

Dentro de la Hoja de Villamañan solo se encuentra un pérfil sísmico, el DR85-04V (Fig.6). Es un perfil N-S, situado en el extremo nororiental de la Hoja (nº de CDP: 2015- final), en él aparecen el Terciario, las Calizas Cretácicas sobre la Fm. Utrillas y ésta sobre el basamento hercínico (situado en este sector a una profundidad de unos 0,7 sg.), dado que aunque nos encontramos al O de la Cuenca, existen las formaciones cretácicas.

En este perfil se aprecia como las calizas cretácicas y los sedimentos terciarios adquieren mayor potencia hacia el N. Tambien se observan fallas inversas al N de la Hoja, que afectan a los materiales del basamento y a la parte baja del Terciario, las cuales podrían tratarse de reactivaciones de estructuras hercínicas (e incluso algunas podrían ser fallas directas mesozoicas que han sufrido una inversión posterior).

En general, en el perfil se puede ver como los materiales terciarios presentan algunos reflectores sísmicos con cierta continuidad, que permiten observar las características morfológicas de la cuenca y su evolución hacia el sur dónde presenta un menor espesor.

En este pérfil (DR85-04V) se observa como la profundidad de la cuenca disminuye hasta la altura de León capital. En esta Hoja de Villamañan a la altura de Valencia de Don Juan, el zócalo o techo del Paleozoico se sitúa a unos 525 m. (dato del sondeo de petroleo León-1). De dónde se deduce la existencia de un umbral en esta zona.

Por otro lado se observa que se trata de una cuenca asimétrica, con el depocentro en su parte norte, cerca del borde activo que se está levantando, disminuyendo su potencia progresivamente hacia las partes distales (hacia el sur), como se muestra en los mapas de isobatas (Figs. 8, 9). El Terciario está discordante sobre el Cretácico, con mayor ángulo de discordancia en la parte N que en la S, donde puede llegar a situarse en "onlap" casi concordantemente. Por otro lado los reflectores intra-terciarios permiten observar como los depocentros de la cuenca (meso-terciaria) han sufrido una migración temporal hacia el S.

Los mapas de isocronas e isobatas muestran una morfología típica de cuenca de antepaís ("foreland"), con una zona más profunda hacia las coordenadas 4730000-330000 de los mapas (Figs. 8, 9), perdiendo profundidad bruscamente hacia el borde N, y más suavemente hacia las zonas distales del S y lateralmente hacia el E.

Existen irregularidades debido a que los diferentes horizontes se ven afectados por fallas, que pueden ser rejuegos que afecten al basamento.

Las zonas en blanco, en estos mapas, representan al Norte el límite de la cuenca con los sedimentos paleozoicos de la Cordillera Cantábrica, al Este la falta de información sísmica o de sondeos y al Oeste un acuñamiento o cambio lateral de facies. Así la Caliza cretácica desaparece al O, ya que en esta zona se situaba una zona elevada sobre la que se sucede un cambio de facies desde marinas a continentales.

Dentro del Mapa de Isobatas "Techo de la Fm. Utrillas" (Fig. 8), parte de la Hoja de Villamañan se sitúa en el extremo suroccidental del mismo. El mapa de isobatas nos indicaría, "a grosso modo", que la base del Terciario, se sitúa en el entorno de dicha Hoja, entre los 900-500 en la parte NE, disminuyendo considerablemente hacia la mitad S y O de la Hoja (hasta unos 300 m). Estos datos junto con los del Mapa de isobatas del Techo del Basamento-Base del Mesozoico (Fig. 9), más o menos coinciden con los datos que existen de sondeos realizados para aguas (Archivo de Sondeos Hidrogeológicos del ITGE). Así a la altura de la localidad de Laguna de Negrillos (situada en la parte central de la Hoja) el zócalo se encuentra a unos 394m. de profundidad. Por otro lado en Villamañan (al NE) el zócalo se encuentra a 425 m. de profundidad, en Pobladura de Pelayo García (al N) se sitúa a 398 m de profundidad y en las proximidades de la localidad de Valcabado del Páramo (al SO) el basamento hercínico se encuentra a 100-70 m de profundidad, dato que es confirmado por la geología superficial , pues en las cercanìas aflora el paleozoico como se puede observar en el Mapa geológico.

En general se puede concluir que en el borde norte y oeste las capas presentan un aumento progresivo del buzamiento, disponiendose en abanico, mientras que el Terciario "onlapa" hacia el sur, donde la cuenca parece elevarse ("Forebulge").

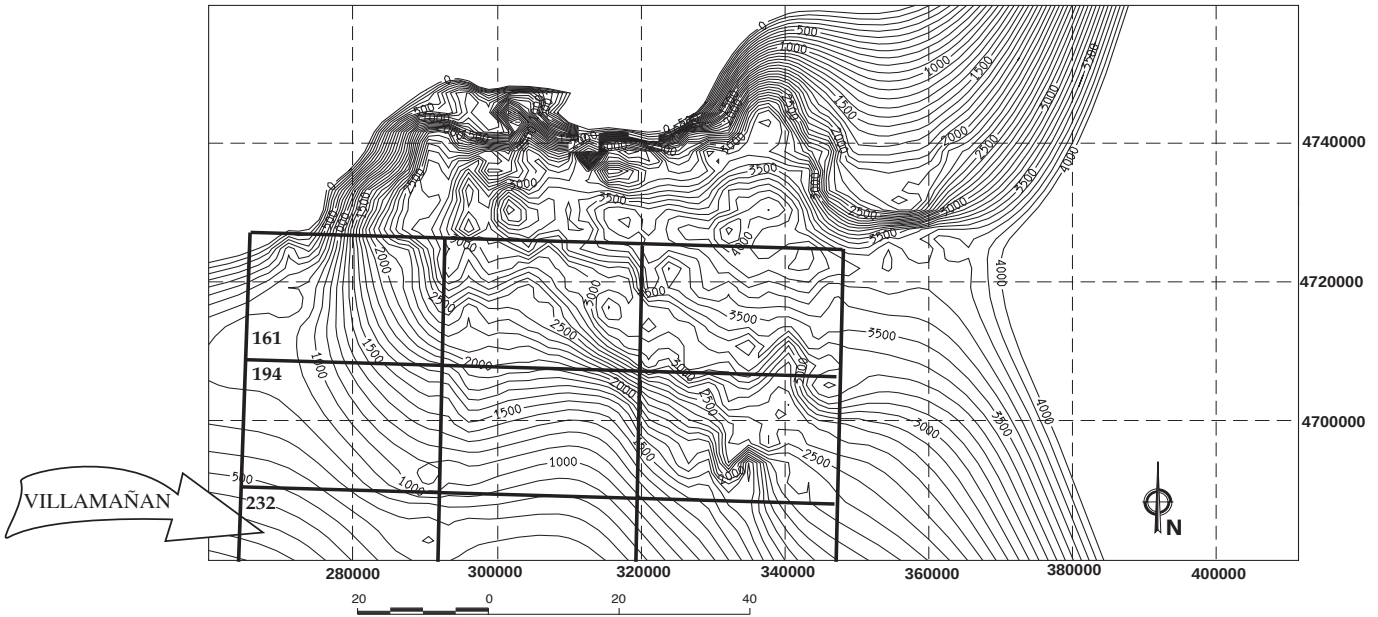


Fig. 8.- Mapa de Isobatas del Techo de la Formació Utrillas. Intervalo de contornos: 100m. Según Redondo et al. (1995).

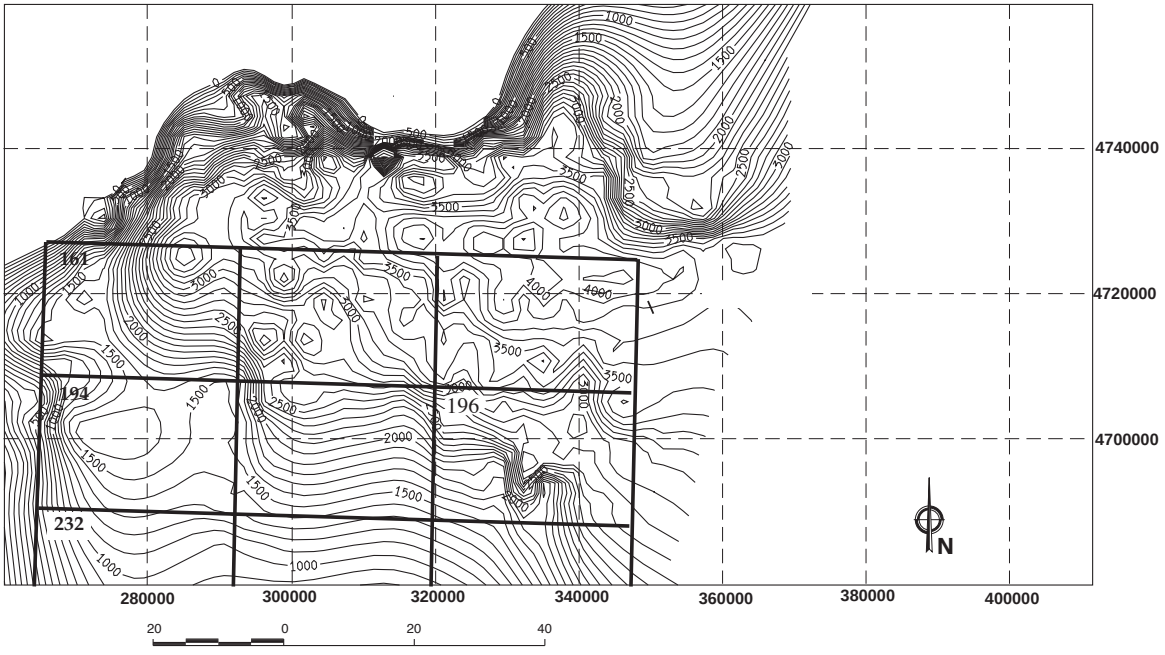


Fig. 9.- Mapa de Isobatas del Techo del Basamento-Base del Mesozoico. Intervalo de contornos: 100m. Según Redondo et al. (1995).

3. GEOMORFOLOGÍA

3.1. DESCRIPCIÓN FISIOGRÁFICA.

La Hoja de Villamañan se sitúa en el sector noroccidental de la depresión del Duero, próxima a su límite con a los Montes de León y algo más alejada de la Cordillera Cantábrica(Fig. 2).

Como ya se ha mencionado en la introducción, el relieve en general es suave, construído a partir de las altas plataformas del piedemonte finineógeno sobre las que se encaja la red fluvial, dejando a su paso a lo largo del tiempo, importantes sistemas de terrazas. Esto da como resultado un modelado con amplias superficies escalonadas y valles amplios de fondo plano, con laderas algo más verticalizadas en la red secundaria, de las esquinas SE y SO. En toda la Hoja se observa una morfología de plataformas, destacando en ella un sector importante del Páramo Leonés, producto de los depósitos fluviales que ha dejado el río Órbigo.

La altura media se sitúa entre los 800-770 m, encontrándose las cotas más altas (840-842 m en la esquina SO y 813m en el vértice de Monte, al E del Ayo. de Rodil) en los interfluvios que existen en los sectores SO y SE, bajando hacia los valles fluviales más importantes, dónde se encuentran las cotas más bajas (740-725 m en la llanura aluvial del Esla).

El modelado fluvial es una de las características de este paisaje meseteño. El Órbigo y el Esla son los principales cursos de agua que atraviesan la Hoja, además de otros cursos de rango menor, como son los Arroyos Grande-del Rodil, de los Reguerales y Valcabado entre otros, con direcciones más o menos N-S.

El clima es Mediterráneo Templado fresco a mediterraneo seco o continentalizado, ya que aunque corta, tiene sequía estival. Al mismo tiempo por su lejanía de la influencia marina tambien tiene inviernos rigurosos y veranos cortos, con moderados y fuertes contrastes entre el día y la noche. PENAS et al (in litt.) la incluyen dentro del Piso Bioclimático Supramediterraneo Inferior . La temperatura media anual se sitúa entre los 8-10°, siendo el mes más frío enero y el más cálido julio.

Las precipitaciones medias anuales oscilan entre los 550 y 350 mm, registrándose los valores más altos en el borde Oeste debido a su proximidad a los primeros relieves de los Montes de León; las mayores precipitaciones se producen en los meses de octubre a febrero. En el Mapa de Ombroclimas de PENAS et al (in liit.), para el Atlas del Medio Natural de la Provincia de León, presenta para la Hoja de Villamañan dos sectores, al NE y E Seco Medio (436-515 mm) y ocupando más del 50% de la Hoja hacia el O y al SO Seco Inferior (350-435 mm).

El régimen de vientos es mayoritariamente de componente oeste, aunque tambien existen, con carácter subordinado, otras componentes como noreste, norte y suroeste, siendo el valor medio de rachas máximas unos 87 km/h.

La vegetación es escasa, en las zonas más altas a veces se observa "matorral con arbolado" y algún robledal. En la vegas del valle del Órbigo y del Esla además de la característica vegetación de ribera y prados naturales, destacan las repoblaciones de chopos, olmedas y saucedas.

Entre los cultivos que se desarrollan en la parte oriental predominan los de secano y viñedos, en la mitad occidental, los de regadío (Páramo Leonés), con algunos pastizales en la esquina SO. En las márgenes de los Ríos Esla y Órbigo destacan las praderas y cultivos en regadío con productos hortícolas para consumo local.

Dentro de los núcleos urbanos destaca Villamañan, así como Laguna de Negrillos, Toral de los Guzmanes, Valcabado del Páramo, etc.

Las comunicaciones entre las distintas poblaciones son buenas, existiendo además una densa red de caminos y pistas, pudiéndose acceder sin dificultad a cualquier punto de la Hoja.

En esta Hoja se encuentran varias lagunas casi todas de carácter estacional, aunque se puede destacar la de El Val situada por debajo de los 790 m, la de Zotes del Páramo y la de Zuares del Páramo, todas ellas situadas sobre las terrazas del Órbigo. En la mayoría se encuentra vegetación palustre, además de acoger a diversas aves acuáticas, y especies migratorias en invierno.

3.2. ANTECEDENTES

La bibliografía que existe sobre la zona, relativa a aspectos geomorfológicos concretos, es escasa, estando siempre referida a aspectos regionales. Los primeros trabajos corresponden a BIROT y SOLE SABARIS (1954), HERNANDEZ PACHECO (1957) y MABESOONE (1961). A continuación destacan los de PLANS (1970), LEGUEY y RODRIGUEZ (1970), ESPEJO et. al. (1973), OLIVE et. al. (1982), BERTRAND y BERTRAND (1984) HERAIL (1984); y más recientemente PEREZ GARCIA (1977), PEREZ GONZALEZ (1989), PEREZ GONZALEZ et.al. (1994), MARTIN SERRANO (1988, 1994), y NOZAL (1994).

3.3. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO.

3.3.1. Estudio morfoestructural

La Hoja de Villamañan se enmarca dentro de dos grandes unidades morfoestructurales de la Peninsula Ibérica. Los afloramientos paleozoicos del sector suroccidental se encuentran dentro del Macizo Hespérico Septentrional y el resto de la Hoja pertenece a la Depresión del Duero (GUTIERREZ ELORZA, 1989).

Así la mayoría de la Hoja, dominada por sediemntos terciarios y cuaternarios pertenece al gran dominio morfoestructural de la Cuenca del Duero, encuadrada dentro de la Región Noroccidental de PEREZ GONZALEZ et al. (1994) constituyendo el piedemonte de la Cordillera Cantábrica y los Montes de León, de donde proceden los sistemas fluviales más importantes, como son el Bernesga, el Órbigo y el Esla.

Por otra parte el Paleozoico situado en el Borde Occidental de la Cuenca del Duero pertenece al Relieve diferencial Zamorano-leonés (MARTIN SERRANO, 1988, 1994). Según este autor, en él destaca un sistema paralelo de alineaciones montañosas de rocas duras, basicamente de cuarcitas con direcciónes hercínicas. Este relieve diferencial es en general un relieve apalachiano, con dirección ONO-ESE, fosilizado o semicubierto por el Terciario en proceso de exhumación. Estos

materiales terciarios, en el Borde Occidental de la Cuenca, se han adentrado en el zócalo, dando lugar a un contacto lobulado. Todos estos golfos separados por crestas de rocas paleozoicas tienen un drenaje actual, que vierte sus aguas al Órbigo y Esla. Como es el caso del Río Jamúz el cual se une al Órbigo en La Nora (Sur de la Hoja).

La actuación de la red fluvial durante el Cuaternario, mediante importantes procesos erosivos, ha proporcionado la morfología actual de la zona estudiada. Más de 95% de la Hoja se trata de una región de altiplanicies aluviales determinada por la morfogénesis fluvial, la cual ha actuado sobre rocas detríticas terciarias subhorizontales mas o menos homogéneas y deleznales, constituídas fundamentalmente por limos con intercalaciones discontiuas de conglomerados, areniscas y caliches.

Las formas planas son los elementos que conforman el modelado de la mayoría de la superficie de la Hoja. Estas formas son las terrazas fluviales que con distribución y desarrollo variable, se escalonan hasta el cauce actual.

La destruccción de estas plataformas conglomeráticas de escaso espesor (menor a 4 m.) por la red de drenaje secundaria da lugar a un paisaje de relieve invertido, donde los retazos de terrazas ocupan altiplanicies flanqueadas por desniveles escarpados, descubriendo entre terraza y terraza el sustrato neógeno. Además existen "terrazas solapadas" dónde no se observa el sustrato terciario.

Las arterias principales de drenaje corresponden al Río Jamúz y Río Órbigo, en la parte occidental, que transcurre por un amplio valle, con mayor desarrollo de terrazas en su margen izquierdo, aunque actualmente el río tiende a erosionar, en algunos puntos, dicho margen. En el sector oriental discurre el Esla, este río deja sus terrazas en los dos márgenes, con importante extensión superficial, aunque con una clara tendencia a erosionar su margen izquierda.

La distribución y morfología de la red secundaria de drenaje puede considerarse a grandes rasgos como un drenaje dendrítico, aunque en detalle o por sectores podría considerarse un drenaje paralelo, ya que hay zonas donde los interfluvios se encuentran con una dirección predominante N-S y bastante alejados entre sí. Este último tipo de red es típica de regiones con litologías uniformes y ausencia de controles estructurales, discurriendo por superfices de pendientes uniformes, (Fig. 10).

3.3.2. Estudio del modelado y Formaciones superficiales

Como se ha comentado anteriormente, el encajamiento y jerarquización de los ríos, situados al Este de los Montes de León y al Sur de la Cordillera Cantábrica sucede desde hace millones de años y prosigue en la actualidad. Se produce basicamente sobre materiales terciarios provocando una pérdida de volumen en la Cuenca, además del reciclaje de los materiales cuaternarios previamente depositados. En esta cuenca se han producido asimismo capturas fluviales por la migración lateral de los cauces principales (NOZAL y ESPINA, 1994; HERRERO, 1994), dando como resultado que las terrazas se situen a veces, transversales y asimétricas a la alineación del cauce actual, como se puede observar en las cartografías geomorfológicas.

Asi pues, conocidas las caracteristicas litoestructurales: por una parte los materiales paleozoicos muy deformados, formados basicamente por rocas duras como cuarcitas, por otro lado los sedimentos terciarios detríticos, subhorizontales y bastante homogeneos, junto con el agente principal que ha condicionado el modelado de la Hoja, la dinámica fluvial, se describen a continuación las diferentes morfologías (formas), bajo el plano de los agentes externos, tanto de acumulación como de erosión.

En este sentido y como ya se ha mencionado, son las formas fluviales las que tienen mayor significado y desarrollo. Otras formas son las estructurales, las poligénicas, y las de laderas, que junto con las formas ligadas a la actividad lagunar y las antrópicas completan el conjunto de formas exógenas presentes en la Hoja, que se describirán a continuación agrupadas según el proceso generador.

Formas estructurales (1, 2)

Las formas estructurales son escasas dentro de la Hoja, se observan exclusivamente en los materiales que pertenecen al dominio del Paleozoico, en el sector occidental de la misma.

Se tratan de crestas producidas por erosión diferencial entre las capas más duras y resistentes, como son las cuarcitas, y las areniscas y pizarras de La Serie de Los Cabos más deleznables y menos resistentes a los agentes externos erosivos.

Se observan basicamente en la esquina SO, en La Cuesta de Pontes y al N de Quintana del Marco, dando en general una morfología de crestas cuarcíticas.

Formas de laderas (3)

Se han separado dentro de este tipo de formas exogenas los coluviones, originados por la acción conjunta de la gravedad, solifluxión y arroyada laminar en las laderas. Cartográficamente se ha limitado su representación pues gran parte de las vertientes de la Hoja se encuentran regularizadas, estando recubiertas de cantos y material fino que enmascara el sustrato terciario, de ahí que solo se encuentren representados algunos de ellos en el sector meridional.

Formas fluviales (4 a 16)

Dentro de las formas fluviales, como se puede observar en el Mapa Geomorfológico destacan las terrazas y sus escarpes, los escarpes de terrazas solapados, los escarpes degradados y regularizados, la llanura de inundación (meandros abandonados), lecho actual, cauce activo, fondos de valles, abanicos aluviales, conos de deyección, barras de acrección lateral, erosión lateral del cauce y la incisión lineal.

Las terrazas (junto con sus escarpes), representan los distintos momentos de estabilidad entre las sucesivas etapas de encajamiento del sistema fluvial. La llanura aluvial o llanura de inundación y el lecho actual representan los depósitos más recientes de los cursos fluviales mayores.
La numeración y ordenación de estas terrazas corresponde a la correlación que se ha hecho en el Mapa Geomorfológico de los diferentes sistemas de terrazas de los ríos principales, de acuerdo con

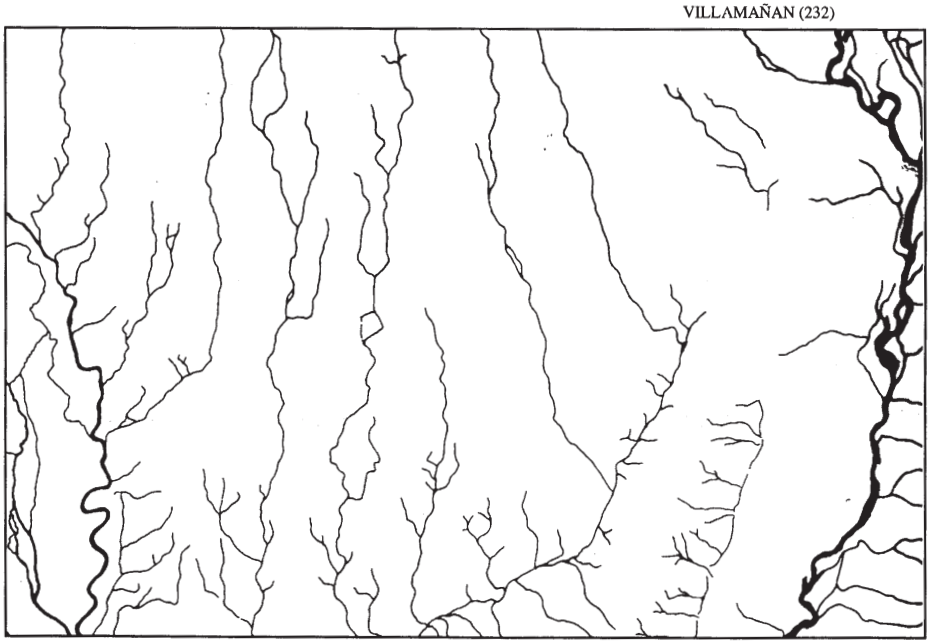


Fig. 10.- Esquema de la red de drenaje de la Hoja de Villamañán.

sus cotas respecto al cauce actual (Tabla I). Se han considerado todas las terrazas de cada sistema, aunque no afloren en la Hoja y siguiendo la nomenclatura utilizada por SUAREZ RODRIGUEZ et al. (in litt.b) en el Mapa Geomorfológico de Santa María del Páramo (Hoja 194) y de acuerdo con ESPINA et al (in litt) en la Hoja 233 (Valencia de Don Juan).

Tabla I.- División y correlación de las terrazas fluviales en la Hoja Nº 232 (Villamañan)

ORBIGO	BERNESGA	PORMA-BERNESGA	ESLA
T. ALTA			
		+ 80-77 b	
T. MEDIAS			
	+ 65-60 c	+ 75-70 c	
+ 49-45 d			
+ 42-41 e	+ 44-42 e	+ 40 e	
+ 35-32 f		+ 35-30 f	
T. BAJAS			
+ 30-18 g			+ 20g
+ 14-12 h			
+ 10 i			+ 10 i
+ 8-7 j			
+ 5 k			+ 7-4 k

Para el río Órbigo aparecen 8 niveles de terrazas escalonadas (como se observa en los Cortes geomorfológicos), situadas a +49-45m, +42-41m, +35-32m, +30-18m, +14-12m, +10m, +8-7m y +5m. Desarrolla una amplia llanura aluvial, situada entre 3-2 m sobre el lecho actual. Los niveles de terrazas medias del río Órbigo (Od, Oe y Of) las dos primeras tienen amplio desarrollo superficial, y la Of que es algo más estrecha. Las terrazas bajas (Og, Oh, Oi, Oj y Ok) destacan por su amplio desarrollo, todas ellas formando parte de la región fisiográfica del Páramo Leonés.

Para las terrazas del Órbigo se ha representado diferentes tipos de escarpes, así los escarpes de terrazas solapadas se observan en la terrazas Od, Oe, Og y Oh, ya que se tratan de niveles complejos. Por su parte los escarpes de terrazas degradados y regularizados, se refieren a los escarpes que existen entre terrazas de este mismo sistema, pero que como su nombre indica, se encuentran totalmente modificados por la acción del hombre, no apreciándose siempre bien en el campo.

Al NE de la Hoja, el río Bernesga presenta dos niveles de terrazas, sobre el cauce actual. Son terrazas medias y se sitúan a +65-60m (Bc), y a +44-42m (Be).

Para el sistema Porma-Bernesga se han diferenciado cuatro niveles de terrazas, situadas en la parte suroriental de la Hoja. La terraza alta está situada a +80-77m (Pb) y las medias a +75-70m (Pc), +40m (Pe) y a +35-30 la Pf.

Aunque aparentemente estos niveles de terrazas podrían asignarse al río Esla, por su situación

geográfica y geomorfológica, se han asignado al sistema Porma-Bernesga, puesto que las terrazas coetáneas de aquel ha sido identificadas más al Este, en las vecinas Hojas de Valencia de Don Juan (233) y Mansilla de las Mulas (195) (ESPINA et al. in litt, a, b). La situación anómala de las terrazas del Esla respecto a su cauce implica un trazado diferente del actual, que fue modificado posteriormente mediante un proceso de captura por un arroyo del Porma (NOZAL y ESPINA, 1994 y ESPINA et al. in litt,a).

Estas terrazas se pueden correlacionar con terrazas del Porma situadas en las Hojas colindantes, al NE , dónde se observa bien su relación con dicho cauce. Pero al mismo tiempo podrían corresponder al Río Bernesga, por ser una zona dónde en ese momento, podrían haber confluído ambos ríos.

El Río Esla presenta tres niveles escalonados de terrazas bajas en esta Hoja, a +20m (Eg), +10m (Ei) y +7-4m (Ek) y una llanura de inundación bien desarrollada, que se encuentra entre los 3-2 m sobre el cauce actual del río.

A veces el espesor de las terrazas de estos ríos no es facil de deducir, pues no se observa su base o bien se encuentran sobre facies conglomeráticas miocenas, lo que enmascara su límite basal. Esto explica que su separación debe realizarse atendiendo al grado de alteración que presentan los depósitos de éstas, en mayor o menor grado rubefactados, o bien por las características de los sedimentos terciarios. De este modo los sedimentos terciarios suelen presentar "sets" de estratificación cruzada a media escala, mientras que los materiales de terrazas en general son más masivos, con groseras granoclasificaciones de los clastos, etc (BARBA, 1991).

Respecto a las terrazas y llanuras de inundación como formaciones superficiales, a continuación se expresaran los datos de que se disponen respecto a su litología, textura consolidación y ordenamiento.

Los depósitos de las terrazas de los diferentes sistemas, tienen una litología bastante parecida. En general se trata de gravas, arenas y limos; diferenciándose en los porcentajes de cada uno de ellos, tipos de cantos predominantes, y estructuración interna más o menos acusada.

Todas las terrazas presentan ordenamientos internos: estratificaciones cruzadas, imbricaciones de cantos, barras laterales discontinuas, a veces con moderada clasificación de cantos. Otras veces, su aspecto es masivo sin clasificación de cantos y sin gradaciones. En general el grado de cementación es bajo a medio en las terrazas más bajas y más alto en las terrazas superiores.

Para el río Órbigo, se podría decir que la mayoría de las terrazas representadas en este mapa geomorfológico, presentan gravas siliceas, con cantos de cuarcitas, areniscas, areniscas ferruginosas, cuarzos y alguno de conglomerados. El grado de redondeamiento varía entre subangulosos a muy redondeado; presentandose algunos de ellos fracturados y muchas veces con una patina de oxidación, que les confiere una coloración rojizo-marronacea. Los tamaños de los cantos varían en general entre los 15 cm a 2 cm, predominando en algunas terrazas lo menores a 8 cms. El porcentaje de arenas y limos varía igualmente, con colores entre pardo-amarillentos y rojizos.

Tambien se han observado de forma puntual entre de Zuares del Páramo y Pobladura de Pelayo García, concrecciones o costras carbonatadas entre los cantos de una terraza media del Órbigo

(Oe), zona dónde parece existir una removilización de los cantos que forman el depósito, y dónde no existe una morfología de escarpe como parece suceder dónde TORRENT (1976) ya cita costras carbonatadas en las terrazas de la Cuenca del Esla.

Según LEGUEY y RODRIGUEZ (1970), en un estudio de la distribución estadística de los depósitos de la cuenca del Esla (menores a dos milímetros), el río Órbigo en "su segunda terraza" equivalente a las terrazas medias del presente trabajo, destaca por la abundancia de las fracciones superiores a la de la arena (arenas gruesas y medias) asi como las de arcilla (17-20%). Para estos autores en el cauce o lecho actual de la Hoja, predominan en la matríz las fracciones de arena muy fina, finísima y limo. Los depósitos de vega o de llanura de inundación presentan similares características que el cauce, pero con una heterometría menos marcada, dando muestras mal clasificadas en la cabecera y normalmente clasificadas en el resto del curso.

A estos depósitos de llanura de inundación del Órbigo a partir de La Piedra Blanca se une la llanura de inundación del Río Jamúz, que presenta parecidas características, aunque ésta ocupa menor extensión superficial que la del Órbigo, al ser el Jamúz un río con una capacidad de erosión y transporte menor. Por su parte el lecho actual del Jamúz es relativamente poco maduro, y presenta formas muy sinuosas, aunque en la mayor parte de su trazado, dentro de esta Hoja se encuentra encauzado.

Los niveles más bajos de las terrazas del río Esla para LEGUEY y RODRIGUEZ (1970) estan formados por sedimentos uniformes bien clasificados, aumentando la proporción de arena media y fina respecto a los niveles más antiguos.

En cuanto al grado de cementación que presentan las terrazas del Esla, se observa mayor grado de cementación en las terrazas superiores o altas respecto a las más bajas, donde pueden llegar a encontrarse practicamente sin consolidar.

La llanura de inundación del Río Esla, se desarrolla basicamente en el margen derecho con una dirección N-S, presenta escarpes internos, "solapados", y se encuentra muy modificada por la acción del hombre. En el lecho del río y en sus márgenes los sedimentos son mayoritariamente gravas con matriz arenoso-limosa, pasando hacia techo a arcillas arenosas con abundante materia orgánica.

Practicamente las llanuras aluviales no son funcionales hoy en día, al menos en toda su extensión, ya que aún en las épocas de mayores escorrentías, son los lechos actuales de cada río los que recogen la totalidad del caudal, desbordándose e inundando solo en determinados puntos. Sobre el lecho actual o "lecho aparente" de los cauces mayores (Órbigo y Esla) discurre de forma divagante el cauce activo, yendo de una orilla a otra dejando barras, tanto longitudinales como laterales, de gravas y arenas. Son comunes asimismo las cicatrices de acrección y las huellas de antiguas zonas de circulación de agua, cauces o meandros abandonados, a menudo conservadas como zonas encharcadas, que se pueden observar en el sector oriental (Río Esla). Todo ello típico de ríos trenzados o "braided" simples.

Además de las terrazas descritas tambien existen terrazas de redes secundarias, como son las del Arroyo Grande- El Rodil, a las cuales se le ha asignado una letra (g y k), correspondientes a la

terraza del curso principal con la que enlazan. Así la terraza g enlaza con la terraza Og del sistema del Órbigo al Sur de esta Hoja.

La terraza secundaria g (ver Mapa Geomorfológico) se encuentra siempre encajada sobre las terrazas medias del Órbigo (Od, Oe y Of) y presenta un desarrollo superficial importante a lo largo de las dos márgenes del Arroyo Grande y parte del Ayo. del Rodil, prolongándose hacia el NE hasta las cercanias de la localidad de Villamañan, con una dirección en general NE-SO. Esto nos ha llevado a pensar que esta terraza enlazaría al N (Hoja de Santa María del Páramo -194-) con la terraza secundaria representada por SUAREZ RODRIGUEZ et al., (in litt, b) a lo largo del Arroyo de Fontecha.

Esto implica que inicialmente el arroyo que ha dejado el depósito de esta terraza recorrería lo que hoy es el Ayo. de Fontecha y seguiría aguas abajo encajandose en las terrazas medias del Órbigo, hasta lo que hoy se denomina Ayo. Grande desembocando en el Río Órbigo. Posteriormente a este depósito fluvial, el arroyo ha sido capturado por el Río Esla, como se puede observar en la actualidad en la zona de Villamañan. Por lo que la terraza secundaria g pertenece a un paleoarroyo del Órbigo.

Esta idea nos lleva a pensar que el sistema del Esla, en ese momento, ya se encontraba más encajado que el sistema del Órbigo. Este encajamiento se manifiesta tambien en las Hojas colindantes situadas al E y NE, originando la captura del Río Esla por el sistema Porma-Bernesga (NOZAL y ESPINA, 1994 y ESPINA et al. in litt,a,b).

Actualmente el encajamiento del Esla sigue siendo mayor que el del Órbigo, manifestandose por el desfase de cotas en sus llanuras aluviales, 30-40 m en la latitud de esta Hoja.

Los fondos de valle son aquellos depósitos que ocupan y tapizan las partes bajas de los valles y barrancos de la red secundaria. Su génesis puede ser puramente fluvial y más frecuentemente mixta, con aportes generados en las vertientes (solifluxión). Los depósitos más representativos se encuentran en la red secundaria repartidos por la Hoja.

Sobre las llanuras de inundación, las terrazas y los fondos de valle, en la desembocadura de cursos de orden menor, aparecen otras formas de acumulación como son los abanicos aluviales y los conos de deyección. Estas formas tienen un mismo origen, diferenciándose por la mayor dimensión de los primeros, su menor pendiente longitudinal y un perfíl convexo más suave.

Las formas denudativas son poco importantes en la Hoja. Entre ellas se encuentra la erosión lateral del cauce, que se produce en algunos puntos de los cursos del Esla y del Órbigo; siendo quizás el más representativo el situado al Sur de Castrofuerte, donde el Río Esla se acerca a su margen izquierda formando un escarpe erosivo de más de 4 m sobre el cauce actual.

Otra forma denudativa es la incisión lineal, la cual es patente en las vertientes de los arroyos de la red secundaria, como los que inciden sobre los sedimentos terciarios en la zona meridional de la Hoja y tambien en los materiales paleozoicos del sector occidental. Sobre estas laderas, a veces con fuerte pendiente, se desarrolla un conjunto de regueros cortos, juntos y paralelos entre sí, conformando con el colector principal un drenaje cercano al pinnado.

Formas poligénicas (17,18)

Pertenecen a este grupo todas aquellas formas en cuya génesis han intevenido más de un proceso. En esta Hoja, estas formas estan representadas por los glacis y las alteraciones. Para los primeros intervienen procesos de arroyada difusa, junto con los asociados a la evolución de vertientes.

Se han diferenciado dos generaciones de glacis con distinta posición morfológica. El más antiguo arranca de las terrazas más altas situadas en la Hoja de Valencia de Don Juan (233) al Este de la que tratamos, a cotas superiores a los 830 m (según ESPINA et al., in litt, b) hasta los 780 m, dónde enlaza con la segunda generación de glacis. Este glacis se podría interpretar como un estadio de degradación de las superficies aterrazadas más altas.

El otro tipo de glacis, por una parte, arranca del anterior desde una cota próxima a los 770 m y enlaza con las terrazas bajas del Esla (750-730 m), como se observa el borde oriental de la Hoja. Por otro lado, esta segunda generación de glacis tambien se encuentra hacia el Oeste del anterior, dónde arranca de relieves terciarios desde cotas de 790-780 m hasta enlazar con las terrazas del Arroyo Grande- del Rodil a cotas de 770-760 m.

Estos depósitos tienen espesores variables que en general no superan el metro y tienen una litología similar a la de las terrazas, pero con una matriz arenoso-arcillosa más abundante. Sobre ellos se desarrollan suelos, cuyas características dependen del grado de evolución de los mismos, variando de pardos rojizos a rojos fersialíticos.

Se les ha asignado una edad amplia Pleistoceno Superior-Holoceno, basada exclusivamente en su relación con otros sedimentos terciarios y cuaternarios, al no disponer de dataciones precisas. Además en la esquina SO se observan alteraciones tanto sobre los materiales paleozoicos de la Serie de Los Cabos, como en los materiales del Terciario (Serie Roja y Unidad Polimíctica o Serie Ocre). La alteración del sustrato paleozoico, que presenta una coloración rojiza bastante marcada, podría corresponder a la alteración mesozoica. (MARTIN SERRANO, 1988 a). Tambien se presenta una alteración rojiza sobre el depósito de color ocre (Unidad Polimíctica).

A la vez y según MARTIN SERRANO (1988 a) el enrojecimiento de los sedimentos de la Serie Roja es herencia directa del area fuente, o más bien de sus alteritas, por lo tanto se trata de una rubefacción heredada, tal y como lo demuestra su distribución en las secuencias sediementarias.

Formas endorreicas/lacustres (19, 20)

Dentro de este grupo de formas se incluyen todas aquellas zonas con un drenaje deficiente; habiéndose diferenciado las lagunas estacionales y las áreas de encharcamiento, que aparecen sobre superficies de poca pendiente, como son las terrazas de los diversos sistemas fluviales. Corresponden a pequeñas lagunas o encharcamientos de poca profundidad (menor de 1m) y que con formas redondeadas u ovaladas son funcionales estacionalmente, desapareciendo del agua en la época seca, mostrando un fondo de limos grises.

La mayoría de estas lagunas han sido desecadas o estan en proceso de desecación. Esto es debido fundamentalmente a la acción del hombre; que ha propiciado el descenso del nivel piezométrico al sobreexplotar de los acuíferos, incorporándolas al suelo agrícola.

Dentro de las zonas endorreicas tambien se observan, en la zona del Páramo Leonés, algunas ligadas a fondos de valle actuales. Son zonas de encharcamiento temporales, en focos semiendorreicos condicionados por la escasa pendiente de los arroyos y ríos, que suelen estar relacionadas con periodos de crecidas o con alimentación pluvial (PEREZ GONZALEZ et al., 1994) en periodos de fuertes lluvias.

Formas antrópicas (21 a 24)

Las formas que se han diferenciado en este apartado pertenecen a los asentamientos y actividades humanas más destacadas: Canteras, rellenos artificiales, nucleos urbanos y canales de regadío. Las canteras se encuentran en las riberas o llanuras de inundación de los grandes ríos y en el entorno del valle del Ayo. Grande, donde se extrae materiales para áridos, otras, aunque generalmente abandonadas, explotan arcillas miocenas, que comentaremos en el apartado de Geología Económica.

Los rellenos artificiales son actuales o bien responden a asentamientos humanos más antiguos como es el caso del antiguo castro, que más tarde fue asentamiento romano de San Martín de Torres.

En la carretera de Azares del Páramo a Cebrones del Río existe un socavón excavado en una de las terrazas del Órbigo, que aparece relleno con arcillas blancas. El relleno es producto de los desechos de las Azucareras, y se encuentra bien estratificado.

Por último indicar que los canales representados responden a los importantes canales de riego del Páramo Leonés.

3.4. EVOLUCIÓN DINÁMICA (HISTORIA GEOMORFOLÓGICA).

Si se considera la ubicación de la Hoja, la evolución dinámica se caracteriza por una morfogénesis de disección fluvial.

Esta evolución se iniciaría a partir de un paisaje finineógeno dominado por la sedimentación, en un contexto de abanicos aluviales húmedos de alta eficacia de transporte.

Posteriormente al depósito finineógeno (no visible en esta Hoja) se produce la disección y jerarquización de la red fluvial, en la que la disposición de los principales cursos de agua es practicamente la misma que la de los abanicos neógenos, dando lugar a la red de sistemas fluviales que se observan hoy en día.

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

Así pues en esta Hoja, tendría lugar el encajamiento de los ríos Órbigo y Esla progresando el encajamiento precisamente en ese orden, es decir hacia el E. A lo largo de este proceso se produce la erosión y vaciado del relleno neógeno y se desarrollan numerosos niveles de acrección

lateral que constituyen las terrazas, conformando una serie de plataformas escalonadas, encajadas a partir del techo del piedemonte.

La morfología disimétrica de los valles y de las terrazas, reflejan en el Órbigo una migración hacia el Oeste. En el Río Esla la migración de las terrazas más modernas (ESPINA et al , in litt a,b) sería hacia el O-SO.

Ligeramente retardada en el tiempo se originaría y encajaría la red secundaria constituída por arroyos y barrancos. Algunos de estos arroyos, de los cuales se han preservado terrazas, se podrían correlaccionar temporalmente con algunas terrazas de los grandes ríos.

3.5. LA MORFOLOGÍA ACTUAL-SUBACTUAL Y TENDENCIAS FUTURAS.

En la Hoja de Villamañan la estabilidad neotectónica de la zona, la disposición y naturaleza de los materiales que aparecen en ella y por último el clima imperante en la misma, son los factores principales de la práctica inexistencia de procesos geológicos recientes, tanto denudativos como sedimentarios de importancia.

De cara a un futuro próximo, no se preven cambios sustanciales en los procesos actuales ni desequilibrios morfológicos.

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

La erosión lateral tanto del Órbigo como del Esla existe actualmente, a nivel local, por migración lateral del cauce en las zonas de meandro, produciendo socavamiento en los márgenes cóncavos.

Los procesos sedimentarios actuales se pueden reconocer en los fondos de valle con formación de pequeños conos de deyección, los cuales pueden ser activos estacionalmente, y en zonas activas de los cauces mayores, con formación de barras.

4. HISTORIA GEOLÓGICA

La historia geológica de la Hoja de Villamañan comienza con el Ciclo Hercínico en la Zona Asturoccidental-Leonesa (ZAOL).

Los materiales paleozoicos presentes en la Hoja pertenecen al Cámbrico Inferior-Ordovícico Inferior y pertenecen a una sola formación. Todos estos sedimentos (Serie de Los Cabos) se depositaron en una plataforma marina somera de baja energía (BARBA et al. 1994).

Estos materiales sufrieron posteriormente (Devónico Superior-Carbonífero) una deformación hercínica polifásica, acompañada de un metamorfismo regional de bajo grado, que junto con algunas estructuras tardías, forman la estructura de esta región.

Durante el Mesozoico, a pesar de no existir registro sedimentario aflorante en el marco de la presente Hoja, sí que existen materiales de esta edad en el subsuelo, tal y como se desprende de los

perfiles sísmicos. Estos sedimentos del Cretácico Superior se encuadran en las postrimerías de los procesos extensionales que originaron la Cuenca Vasco-Cantábrica y la apertura del Golfo de Vizcaya.

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

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

Por lo que respecta al Terciario, no existe en la Hoja registro sedimentario completo como para poder establecer una cronología clara y detallada de los sucesos acaecidos durante la evolución de la Cuenca del Duero. Sin embargo puede establecerse una evolución tectonoestratigráfica general para el Terciario, en base a lo sucedido en el borde Norte de la Cuenca, que presenta una serie más completa en tiempos Oligoceno-Miocenos.

Así, la flexión cortical provocada al emplazarse el cabalgamiento alpino de la Zona Cantábrica (ALONSO, et al., 1995) originó la típica cuenca de antepaís por delante del frente orogénico: la Cuenca del Duero. El periodo orogénico tiene su máxima expresion, para esta zona, en tiempos Oligo-miocenos.

El frente norte de la Cuenca del Duero se ramifica hacia el oeste dando lugar a fallas cabalgantes siniestras de dirección NE-SO, a las que se encuentran asociadas pequeñas cuencas de antepaís terciarias como son las de El Bierzo (Fig. 2).

Los procesos erosivos que actuan continuamente sobre el relieve creado en la Zona Cantábrica, da lugar a potentes formaciones sinorogénicas que rellenan, en esta parte occidental, la Cuenca del Duero ("Foreland basin"). La geométria de la Cuenca es asimétrica, con el depocentro en su parte norte, cerca del borde activo, adelgazándose el espesor de los sedimentos terciarios hacia el sur de la cuenca, dónde se encuentran las facies distales. En la parte suroeste de la Cuenca es dónde está situada la Hoja de Villamañan.(Fig. 7).

Los abanicos aluviales son de caracter polimíctico, los cuales muestran una sucesión globalmente progradante y claramente sinorogénica con las discordancias sintectónicas en sus partes más proximales(ALONSO et al, 1995). A partir de los rasgos sedimentarios y de los restos de fauna asociados, se deduce un clima semiárido, con estacionalidad marcada, en un ambiente parecido a las "sabanas" actuales.

Una relentización de la sedimentación, con probable interrupción de la misma, marcaría un nuevo ciclo en el Mioceno superior, con la implantación de abanicos siliceos esencialmente postectónicos, en condiciones más húmedas que las precedentes (HERRERO et al., 1994).

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

Con el comienzo de la gliptogénesis fluvial, queda concluída la etapa endorreica de la Cuenca, y comienza su exorreismo hacia el Atlántico. Este proceso se verifica al progresar la red fluvial neógena desde el Atlántico sobre el zócalo hercínico, llegando a alcanzar las cuencas endorreicas de la Meseta Castellana (MARTIN SERRANO, 1988a, b). El proceso de erosión y vaciado de la Cuenca, de acuerdo con este autor, no es sincrónico en toda ella (progresa hacia el Este), lo que determina el heterocronismo de las rañas y de las terrazas altas de los grandes ríos del oeste hacia el este.

Tradicionalmente el inicio del encajamiento fluvial se atribuye al transito Neógeno-Cuaternario (AGUIRRE, 1989), aunque como ya se ha mencionado, debe de tratarse de un proceso progresivo a nivel cuencal, y por tanto heterocrono. De todo ello, se deduce lo problemáticas que resultan en la actualidad las dataciones de los últimos episodios neógenos y las correspondientes al nuevo ciclo fluvial cuaternario, convencionalmente fijado en el Pleistoceno inferior.

Durante el Pleistoceno se ha ido definiendo la red fluvial actual, que además de desmantelar los depósitos terciarios, construye y abandona mediante sucesivos encajamientos del cauce, extensas plataformas de cantos cuarcíticos correspondientes a las terrazas.

En esta Hoja no se ha detectado ningún accidente tectónico cuaternario, aunque debemos hacer mención que en la Hoja de La Bañeza (231), situada al Oeste de la que tratamos, VARGAS et al. (1984c) citan la existencia de movimientos tectónicos durante el Cuaternario, detectados por la presencia de capturas en diferentes puntos, como consecuencia del basculamiento de bloques en distintos sentidos. Estos datos podrían indicar cierta actividad tectónica cuaternaria en las proximidades del borde occidental.

En el Holoceno la morfogénesis fluvial continúa, reflejándose en los depósitos más recientes de la red fluvial, y que junto con otros procesos morfodinámicos tienden a rebajar los interfluvios.

5. GEOLOGÍA ECONÓMICA

5.1. RECURSOS MINERALES. ROCAS INDUSTRIALES.

En la Hoja de Villamañan el aprovechamiento de los materiales que afloran en ella se restringe a las denominadas "rocas industriales", debido a su naturaleza litológica.

En general, no existen explotaciones permanentes o de tipo industrial para el aprovechamiento de los materiales terciarios y cuaternarios. Las extracciones tienen carácter local y temporal en función de necesidades concretas. Las sustancias que se extraen de forma permanente, en forma de áridos naturales, son arenas y gravas. En el Mapa a E. 1:200.000 de Rocas y Minerales Industriales nº 19 (León) y en el Mapa de Rocas y Minerales Industriales de la Provincia de León a escala 1:200.000, estan inventariadas varias explotaciones localizadas dentro de esa Hoja, las cuales pueden consultarse en la Figura 11:

-Arcillas- limos arcillosos: Se utilizan estos materiales, pertenecientes a la Unidad polimíctica, para cerámica estructural, ya que su calidad no permite otros usos. Las explotaciones se localizan basicamente en la zona del Páramo.

Listado de explotaciones más importantes dento de la Hoja de Villamañan

ARCILLA (Cuenca del Duero).

NUMERO	HOJA	COORDENAX	COORDENAY	MUNICIPIO	EST.	ENSAYOS
364	232	266.750	4.688.350	VALDEFUENTES PARAMO	EA	NO
373	232	284.000	4.678.300	LAGUNA NEGRILLO	EA	NO
380	232	273.100	4.671.150	POZUELO DEL PARAMO	EA	NO
381	232	272.900	4.671.000	POZUELO DEL PARAMO	EA	NO

ARENA- GRAVA (Materiales Cuatenarios)

NUMERO	HOJA	COORDENAX	COORDENAY	MUNICIPIO	EST.	ENSAYOS
365	232	289.950	4.687.920	VALENCIA DE D. JUAN	EA	SI
374	232	290.800	4.676.900	VILLAORNATE	EB	SI
375	232	267.500	4.675.800	ROPERUELO	EB	SI
376	232	266.500	4.673.500	ALIJA DEL INFANTADO	EB	SI
377	232	266.850	4.673.100	ALIJA DEL INFANTADO	EB	SI

CLAVE: **EA=Explotación Activa; EB=Explotación Abandonada.**

Fig. 11.- Listado de las explotaciones más importantes de la Hoja de Villamañán.Tomado del Mapa de Rocas y Minerales Industriales E. 1:200.000 de la Provincia de León (IGME)

-Arenas y Gravas: Se usan como áridos naturales para la construcción y obras públicas. La procedencia de las sustancias explotadas está basicamente centrada en los materiales cuaternarios, sobre todo en las riberas de los grandes ríos (Órbigo y Esla). Los principales puntos se encuentran en la ribera del Esla, en la que existe una explotación activa (Fig.11).

5.2. HIDROGEOLOGÍA

La Hoja de Villamañan de acuerdo con la distribución de los Sistemas Acuíferos en la Península (NAVARRO et. al. 1989), formaría parte desde el punto de vista hidrogeológico del Sistema Acuífero nº 8-Región Norte o del Esla-Valderaduey (Fig. 12), dentro de la Cuenca del Duero. En función del conjunto de materiales descritos en la Hoja se pueden diferenciar dos tipos de acuíferos: superficiales (libres) y profundos (confinados o semiconfinados).

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

Los páramos detríticos incluyen las terrazas, que están desconectadas hidráulicamente por ser niveles topográficamente colgados. Los espesores de estos depósitos son variables, oscilando normalmente entre 1,5 y 4 m; se apoyan sobre los materiales detríticos miocenos con los que se conectan hidráulicamente mediante percolación.

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

Los acuíferos aluviales de los ríos incluyen, además de los depósitos aluviales en sentido estricto (fondos de valle y llanura de inundación) a las terrazas más bajas, con las cuales pueden estar conectados. Localmente se obtienen caudales interesantes en la llanura del Esla, presentando el inconveniente de la alta vulnerabilidad frente a la contaminación.

Actualmente la mayoría de las captaciones se encuentran en desuso como consecuencia de la puesta en marcha de los planes de regadío del Órbigo. Este plan utiliza las aguas del embalse de Los Barrios de Luna, las cuales riegan la zona de la ribera del Órbigo y la parte alta del Páramo Leonés.

En esta Hoja y en la de Santa Mº del Páramo (194), se estan realizando las obras del "canal del Páramo Bajo", el cual consolidará los regadios de esta zona del Páramo Leonés. Traerá agua desde el embalse de Riaño, utilizando para ello el Canal de los Payuelos hasta la parte baja del Páramo. Desde ese punto y mediante un canal de 27 Km. de recorrido se regaran 24.000 hectáreas pertenecientes a unos 13.000 habitantes de 49 pueblos.

-Acuíferos profundos: Están formados por los materiales del terciario detrítico que rellena la fosa del Duero, con potencias que superan los 2.000m. Son los más interesantes desde el punto de vista de captaciones de agua subterráneas.

Litológicamente están constituídos por niveles discontinuos de potencia métrica de conglomerados

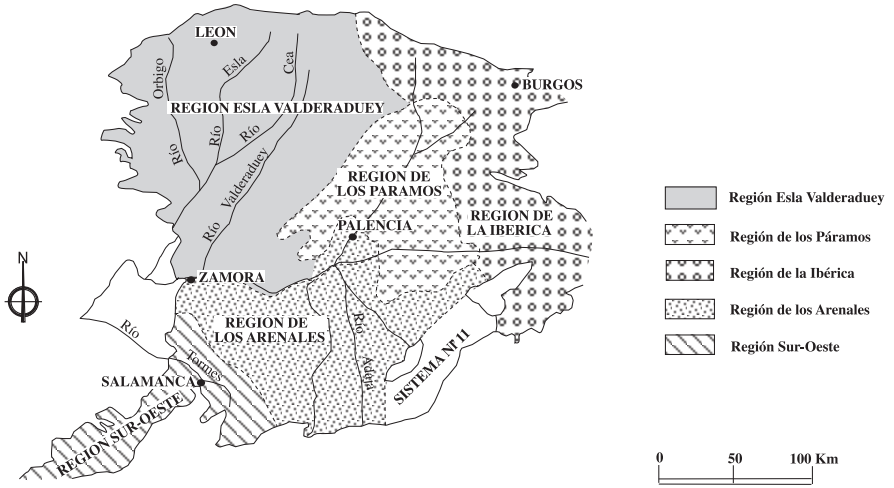


Fig. 12.- División del Terciario detrítico de la Cuenca del Duero en Regiones Hidrogeológicas. Tomado de Navarro et al. (1993).

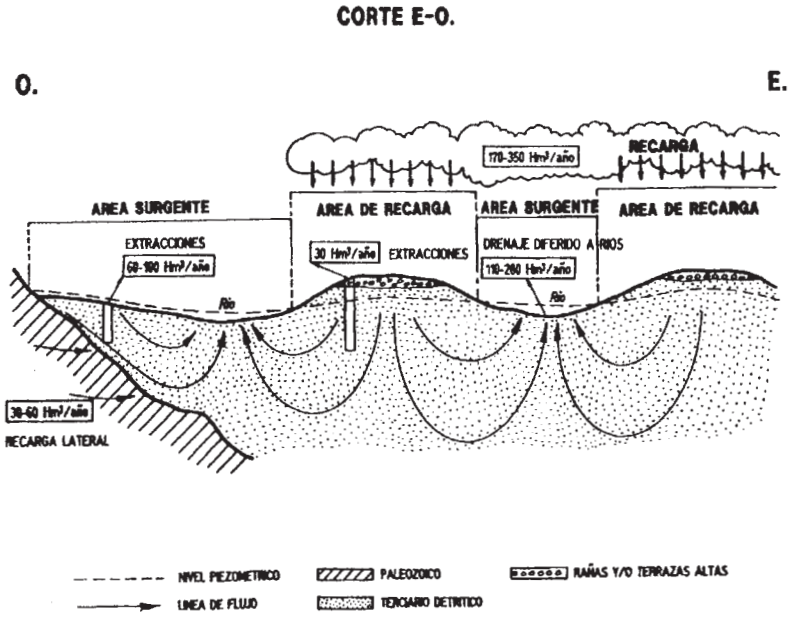


Fig. 13.- Esquema de flujo en la Región del Esla-Valderaduey. Tomado de Navarro et al. (1993).

y arenas intercalados en una matriz semipermeable de limos arenosos y arcillas, que funcionan en conjunto, como un acuífero único heterogéneo y anisótropo, confinado o semiconfinado según las zonas. El nivel piezométrico es variable en la vertical de un punto en función de la profundidad. La circulación del agua subterránea se establece desde los interfluvios hacia los ríos Órbigo y Esla, en cuyos valles son frecuentes las captaciones surgentes (Fig. 13).

Los caudales específicos obtenidos son muy variables (0,77-28 l/seg.), dependiendo del número de niveles de gravas atravesadas (frecuentemente en relación directa con la profundidad) y el espesor de los mismos, influyendo también muy directamente, la técnica de perforación efectuada y el posterior "desarrollo" del pozo.

Del inventario de puntos de agua existente en el ITGE, se han extraído dentro de la Hoja, algunos datos ilustrativos, que muestran la variabilidad de los distintos parámetros (Tabla II).

Tabla II.

Localización	Nª Niveles	Prof. Total	Esp. Niveles	Emplaz. Niv.	Caudal
Azares del Páramo1-001		80			Surgente 0,08 l/s
Pobladura de Pelayo García 1-018		82º			10 l/s
Laguna Dalga 2-023		440			5 l/s
Pobladura de Pelayo García 3-001	3	398	6/6/3	38/262/273	Surgente 10 l/s
Villamañan 3-011		453			28 l/s
San Millan de los Caballeros 4-002	3	275	2/3/5	110/220/270	Surgente 8 l/s
Villamañan 4-011		6			11,11 l/s
Villademor 4-026		5			22 l/s
Toral de los Guzmanes 4-035		5			22 l/s
Valencia de Don Juan 4-041		5,50			27 l/s
Roperuelos del Páramo 5-002		14			3,33l/s
Laguna Zotes Villaestrigo 6-004		20			1,67 l/s
Laguna de Negrillos 7-001	2	345	4/2	280/343	Surgente 3,33l/s
Laguna de Negrillos 7-005		328			7,5 l/s
Villarrabines 8-001		135			Surgente 0,3 l/s
Castrofuerte 8-002	2	306	3/4	230/302	Surgente 0,77 l/s
Toral de los Guzmanes 8-006		5			22 l/s
Algadefe 8-013		5			22 l/s

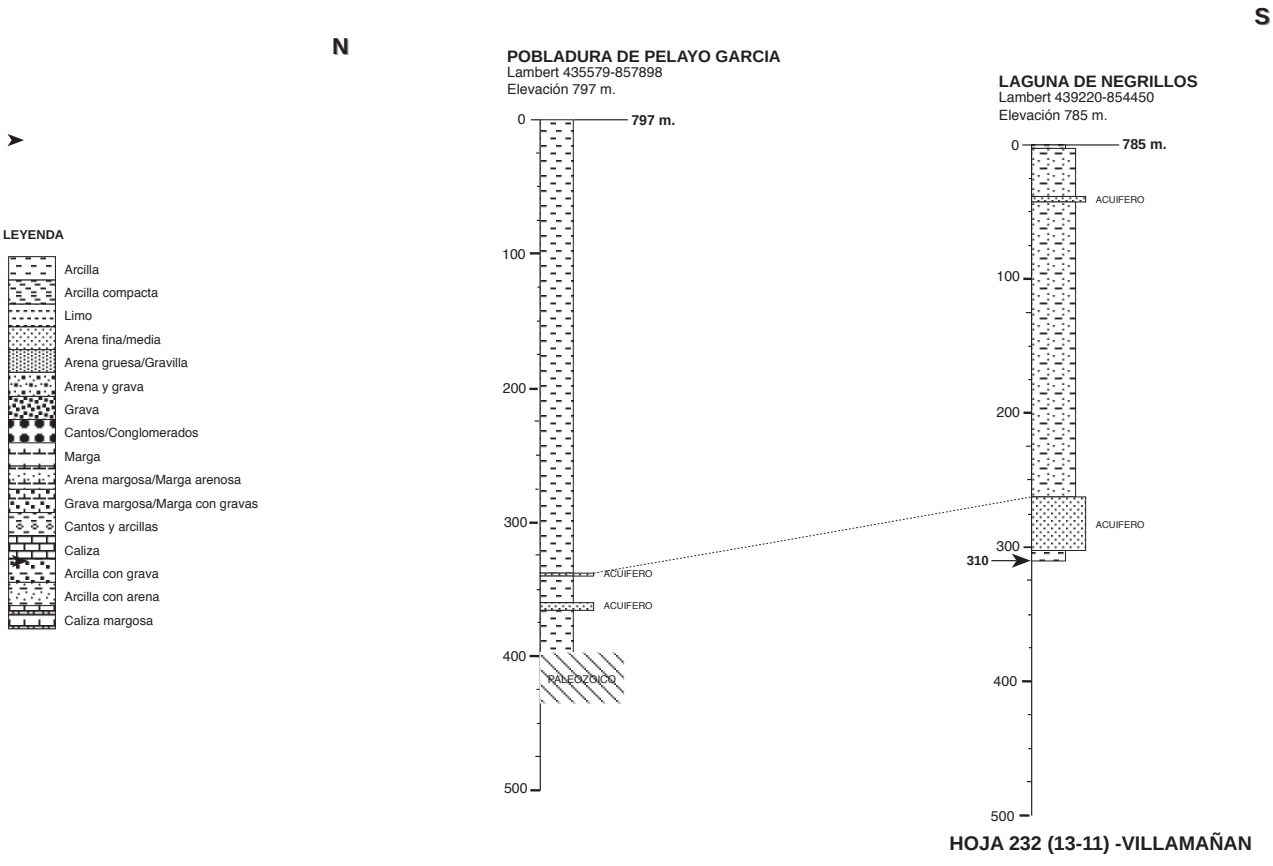


Fig. 14.- Propuesta de correlación entre los distintos acuiferos del subsuelo de la Hoja de Villamañán. Segun Redondo et al. (1995).

Los nucleos urbanos de la zona de la ribera del Órbigo y la mayor parte de los del Páramo Leonés enmarcados en esta Hoja, se abastecen normalmente de aguas superficiales (embalse de Los Barrios de Luna), el resto suele hacerlo con aguas subterraneas procedentes de sondeos profundos.

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

REDONDO et al. (1995) en el informe que realizan para este estudio, a partir de 94 sondeos hidrológicos proporcionados por el ITGE, (los cuales constan de columna litológica y registro de acuíferos), hacen un intento de correlación de los acuíferos en el subsuelo de la zona. Así en la Hoja de Villamañan representan las columnas de las localidades de Pobladura de Pelayo García - dónde se encuentra el basamento paleozoico a 398m de profundidad del sondeo- y Laguna de Negrillos (Fig. 14), en las cuales detectan acuíferos correlacionables. Estos acuíferos se encuentran a distintas profundidades, asociados a niveles de gravas y arenas.

Esta correlación se debe tomar con las debidas precauciones ya que, se trata de una aproximación, y por lo tanto no todos los niveles acuíferos no tienen porque estar conectados. Esto es debido a que no siempre se pueden correlaccionar niveles tan distanciados en el espacio, dado el carácter discontinuo que suelen presentar los canales de gravas y arenas de la serie terciaria, que pertenece a zonas medias-distales de abanicos aluviales-fluviales.

6. BIBLIOGRAFÍA

AEROSERVICE LTD. (1967).- Mapa Geológico de la Cuenca del Duero, E. 1:250.000. *Inst. Nacional de Colonización - IGME*. Madrid.

AGUIRRE, E. (1989).- El límite inferior del Pleistoceno. En: *Mapa del Cuaternario de España*. ITGE, 87-94.

ALBERDI, M.T. y AGUIRRE, E. (1970).- Adiciones a los Mastodontes del Terciario español. *Estudios Geol*. 26, 401-405.

ALONSO HERRERO, E. (in litt.).- Mapa de Síntesis de Rasgos Geomorfológicos a Escala 1:400.000. En: *Atlas del Medio Natural de la Provincia de León*. ITGE-Diputación de León.

ALONSO, J.L; PULGAR, J.A.; GARCIA-RAMOS, J.C. y BARBA, P. (1995).- Tertiary Basins and Alpine tectonics in the Cantabrian Mountains (NW Spain). En: *Tertiary Basins of Spain*. (P.F. Friend & C.J.Dabrio, Eds.) Cambridge University Press.

ALONSO, J.L; PULGAR,J.A. y GARCIA-RAMOS, J.C. (1994).- Las discordancias sintectónicas del Borde Norte de la Cuenca del Duero: El papel de las variaciones laterales en la Estructura. En: *Comunicaciones II Congreso del G.E.T*. (Jaca), 19-22.

ARAGONES, E.; GUTIERREZ ELORZA, M. y MOLINA, E. (1982).- Memoria y *Mapa Geológico de España* a E.1:50.000 Hoja nº 164 (Saldaña). 2ª Serie-MAGNA. IGME. Madrid. 34 pp.

ARCE DUARTE, J. M. y ESTEVEZ GONZALEZ, C. (1981).- Memoria y *Mapa Geológico de España* a E.1:50.000 Hoja nº 269 (Arrabalde). 2ª Serie-MAGNA. IGME. Madrid. 36 pp.

BALDWIN, C.T. (1975).- The stratigraphy of the Cabos Series in the section between Cadavedo and Luarca, province of Oviedo, north-west Spain. *Brev. Geol. Astúrica*, 19, 4-9.

BARBA MARTIN, A. (1981 a).- Memoria y *Mapa Geológico de España* a E.1:50.000 Nº 270 (Benavente) 2º Serie-MAGNA. IGME. Madrid. 32 pp.

BARBA MARTIN, A. (1981 b).- Memoria y *Mapa Geológico de España* a E.1:50.000 Nº 271 (Valderas) .2º Serie-MAGNA. IGME. Madrid. 19 pp.

BARBA, P. (1991).- *Estudio Geológico del Area Metropolitana de León*. Informe. Fondo documental I.T.G.E. (Inédito).

BARBA, P.; HEREDIA, N.; RODRIGUEZ FERNANDEZ, L.R. y SUAREZ RODRIGUEZ, A. (1994).- Estratigrafía. En: *Mapa Geológico de la Provincia de León*, a E. 1:200.000.. ITGE- Diputación Provincial de León. Madrid. 13-41

BARROIS, CH. (1882).- Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice. *Mem. Soc. Geol. du Nord*, t.II, nº 1, 1-630.

BASTIDA, F. y PULGAR, J.A. (1978).- La estructura del Manto de Mondoñedo entre Burela y Tapia de Casariego (Costa Cantábrica, NW de España). *Trab. Geol. Univ. Oviedo*, 10, 75-159.

BASTIDA, F.; MARTINEZ CATALAN, J. R. y PULGAR, J. A. (1986).- Structural, metamorphic and magmatic history of the Mondoñedo Nappe (Hercynian Belt, NW Spain). J*our. Struct. Geol*., 8, 415-430.

BATALLER, J. R. y HERNANDEZ SAMPELAYO, P. (1944).- Contribución al estudio del Mioceno de la Cuenca del Duero en la zona leonesa. *Notas y Com*. IGME, 13, 21-35.

BERGOUNIOUX, F. y CROUZEL, F. (1958).- Les Mastodontes de l´Espagene. *Estudios Geol*., 14, 223-365.

BERTRAND, C. y BERTRAND, G. (1984).- Des rañas aux rasa: remarques sur le systeme montagne-piémont de la Cordillère Cantabrique Central, Espagne du nord-ouest. En: *Montagnes et piémonts. Revue. Geographique des Pyrènèes et du Sud-Ouest*. 247-260. Toulouse.

BIROT y SOLÉ SABARIS, L. (1954).- Recherches morphologiques dans le Nord- Ouest de la Peninsule Iberique. *Men. et Doc. du C. N. R. S*., 4, 9-61. París.

CASTELLANOS, P. (1986).- *El Paleolítico Inferior en la Submeseta Norte* (León). Instituto Fray Bernardino de Sahagún. Diputación de León-CSIC. 241 pp.

CERRATO MOSQUEDA, M.; RUIZ GARCIA, M.T. y MERLOS CARCELES, A. (1992).- *Mapa de Rocas y Minerales Industriales* a Escala 1: 200.000. nº 19 (León). ITGE. Madrid.

CIRY, R. (1939).- Etude geologique d'une partie des provinces de Burgos, Palencia, León et Santander. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 74, 504 pp.

COLMENERO, J.R.; GARCIA-RAMOS, J.C.; MANJON, M. y VARGAS, I. (1982 a).- Evolución de la sedimentación terciaria en el borde N. de la Cuenca del Duero entre los valles del Torio y Pisuerga (León-Palencia). *I Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero*. Salamanca, 1979, *Temas Geol. Min., I.G.M.E.*, VI (I), 171-181

COLMENERO, J.R.; MANJON, M.; GARCIA-RAMOS, J.C. y VARGAS, I. (1982 b).- Depósitos aluviales cíclicos en el Paleogeno del borde N. de la Cuenca del Duero (León-Palencia). *I Reunión sobre la Geología de la cuenca del Duero*. Salamanca.*Temas Geol. Min. I.G.M.E.*, 6, 171-196

.

COLMENERO, J.R.; VARGAS ALONSO, I.; GARCIA-RAMOS, J.C.; MANJON RUBIO, M.; GUTIERREZ ELORZA M. Y MOLINA, E. (1982 c).- Memoria del *Mapa Geológico de España* a Escala 1:50.000, Nº 131 (Cistierna). 2º Serie-MAGNA. IGME. Madrid. 95 pp.

CORRALES, I.; CARBALLEIRA, J.; CORROCHANO, A; POL. C Y ARMENTEROS, J. (1978).- Las facies miocenas del sector sur de la Cuenca del Duero. *Publ. Dpto. Estratigrafía. Universidad de Salamanca*., 9 pp.

CORRALES, I.; CARBALLEIRA., J; FLOR, G.; POL, C. Y CORROCHANO, A.- (1986).- Alluvial systems in the northwestern part of the Duero Basin (Spain). *Sedim. Geol*., 47, 149-166.

ESPEJO, R.; TORRENTE, J., y ROQUERO, C. (1973).- Contribución a la caracterización de niveles superiores de terrazas fluviales en ríos españoles. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. (Geol.)*, T. 71, 231-236.

ESPINA, R.G.; NOZAL, F. y SUAREZ RODRIGUEZ, A. (in litt,a).- Mapa y Memoria explicativa del *Mapa Geológico de España* a E.1:50.000 Nº 195 (Mansilla de las Mulas). 2ª Serie-MAGNA. ITGE. Madrid.

ESPINA, R.G.; SUAREZ RODRIGUEZ, A. y NOZAL, F. (in litt,b).- Mapa y Memoria explicativa del *Mapa Geológico de España* a E.1:50.000, Nº 233 (Valencia de Don Juan). 2ª Serie-MAGNA. ITGE. Madrid.

EVERS, H. J. (1967).- Geology of the Leonides between the Bernesga and Porma rivers, Cantabrian Mountains, NW Spain. *Leidse Geol. Meded*., 41,. 83-151.

FARBER, A. y JARITZ, M. (1964).- Die geologie des westasturichen Kustengebientes zwischen San Esteban de Pravia and Ribadeo (NW Spanien). *Geol. Jb*., 81, 679-738.

GARCIA ABAD, F. J. y MARTIN SERRANO, A. (1980).- Precisiones sobre la génesis y cronología de los relieves apalachianos del Macizo Hespérico (Meseta Central Española). *Estudios Geol*., 36, 391-401.

GARCIA-RAMOS, J.C.; COLMENERO, J.R. y MANJON, M. (1982a).- Modelo de sedimentación en los abanicos aluviales de clastos carbonatados del borde N de la Cuenca del Duero. *I Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero*. Salamanca, 1979, *Temas Geol. Min*. I.G.M.E., VI, 275-289.

GARCIA-RAMOS, J.C.; MANJON, M. y COLMENERO, J.R. (1982b).- Utilización de minerales pesados y de espectros litológicos como ayuda en la identificación del área madre y en la separación de los diferentes sistemas de abanicos aluviales. Terciario del borde N de la Cuenca del Duero. *I Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero*. Salamanca, 1979, *Temas Geol. Min*. I.G.M.E., VI, 293-201.

GARCIA RAMOS, J.C; VARGAS, I.; MANJON, J.R.; COLMENERO, J.R.; GUTIERREZ ELORZA, M.; MOLINA, E. (1982 c).- Memoria explicativa y memoria del *Mapa Geológico de España* E. 1:50.000, Nº 132 (Guardo). 2º Serie-MAGNA, IGME. Madrid. 75pp.

GARCIA SAINZ, L. (1955).- Los restos de Mastodon angustidens en las formaciones terciarias de la provincia de León. *Estudios Geol*., 27-28, Lám. LXV-LXVI, 397-400.

GONZALEZ, J.C.; MONTESERIN, V. y ARCE, J.M. (1981).- *Mapa Geológico de España* a E. 1: 50.000 Nº 268 (Molezuelas de la Carballeda). IGME. Madrid.

GOUDIE, A.S. (1983).- Calcrete. En: *Chemical sediments and geomorphology. Precipitates and residua in the near surfac environments*. (A. S. Goudie y P. Kenneth, Eds.). Academic Press. 93-131. London.

GOMEZ SALAZAR, I. (1850).- Restos de un Mastodonte en Castilla. *Rev. Minera*, 1, 402-409.

HERAIL, G. (1981).- El Bierzo: Géomorphogénese fini-tertiaire d'un bassin intramontagneux (Espagne). *Rev. Geographique des Pyrennés et du Sud-Ouest*, 52, fase 2, 217-232.

HERAIL, G. (1984).- *Geomorphologie et gitologie de l'or detritique. Piedmonts et bassins intramontagneux du Nord-Ouest de l'Espagne*. These Univ. de Toulouse, Publs. C.N.R.S., 506 pp.

HEREDIA, N.; RODRIGUEZ FERNANDEZ, L.R. y SUAREZ RODRIGUEZ, A. (1994).- Tectónica. En: *Mapa Geológico de la Provincia de León*, a E. 1:200.000..ITGE-Diputación Provincial de León. Madrid. 95-106.

HERNANDEZ SAMPELAYO, P.; LACASA, F.; COMBA, A. y LACASA, A. (1928).- Memoria explicativa del *Mapa Geológico Nacional* a E. 1:50.000., Nº 194 (Sta. Mª del Páramo). IGME. Madrid. 39 pp.

HERNANDEZ SAMPELAYO, P.; LACASA, F.y COMBA, A. (1931).- Memoria explicativa del *Mapa Geológico Nacional* a E. 1:50.000., Nº 232 (Villamañán). IGME. Madrid. 23 pp.

HERNANDEZ SAMPELAYO, P. y HERNANDEZ SAMPELAYO, A. (1934).- Memoria explicativa del *Mapa Geológico Nacional* a Escala 1:50.000., Nº 193 (Astorga). IGME. Madrid. 36 pp.

HERNANDEZ SAMPELAYO, P.; LACASA, F. y COMBA, A. (193?).-Mapa y Memoria explicativa del *Mapa Geológico Nacional* a Escala 1:50.000., Nº 231(La Bañeza) . IGME.

HERNANDEZ-PACHECO, F. (1915).- Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia. *Com. Inv. Paleont. y Prehist*., 5, 1-295 .

HERNANDEZ-PACHECO, F. (1930).- Fisiografía, Geología y Paleontología del territorio de Valladolid. *Com. Inv. Paleont. y Prehist*., 37, 1-205 .

HERNANDEZ-PACHECO, F. (1957).- Las formaciones de raña de la Península Hispánica. *Resumés des Comun V Congreso Internacional*. INQUA. Madrid-Barcelona., 78-79 .

HERRERO, A. (1994).- Sedimentación fluvial en la terraza media del Río Esla entre Vega de Infanzones y Villaquejida (León). *Rev. Soc. Geol. España*., 7, 3-4 .

HERRERO, A.; NOZAL, F.; SUÁREZ RODRÍGUEZ A. y HEREDIA, N. (1994).- Aportación al Neógeno de la Provincia de León. En: *Comunicaciones:II Congreso del G.E.T.* (JACA), 133-136.

HOCQUARD, (1975).- *Estude sedimentologique des formations rouges miocens du Nord-Ouest de l´Espagne. Applications a la prospection des placers auriferes associes*. Thesis Univ. de Nancy. Inst. Nat. Polit. de Lorraine Ecole Nat. Sup. de Geologie Appliquée.

IGME. (1970).- *Mapa Geológico de España* a Escala 1: 200.000, nº 19 (León). Sintesis de la cartografía existente. 1ª edición. IGME. Madrid.

JULIVERT, M.; FONTBOTE, J. Mº; RIBEIRO, A. y NABAIS CONDE, L.E. (1972).- , *Memoria explicativa del Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares* Escala 1:1.000.000. IGME. 1-113.

LEGUEY, S. y RODRIGUEZ, J. (1970).- Estudio de las terrazas y sedimentos de los ríos de la cuenca del Esla. *Bol. R.Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, 68, 41-56.

LOTZE, F. (1945 a).- Einige probleme der Iberischen Meseta. *Geotekt. Forsch*., 6, 1-12. (trad. por J.M. Rios: Algunos problemas de la Meseta Ibérica. *Publ. Extr. Geol. España*, V, 43-58)

LOTZE, F. (1945 b).- Zur gliederung der Varisziden der Iberischen Meseta. *Geotekt. Forsch*., 6, 78-92.(Trad. por J.M. Rios, 1950. Observaciones respecto a la divisiòn de los varíscides de la Meseta Ibérica. *Publ. Extr. Geol. España*, V, 149-166).

LOTZE, F. (1957).- Zum Alter nordwestspanischer Quartzit-Sandstein-Folgen. *Neues Jb. Geol. Paläont. Mh.*, 10, 464-471.

LOTZE, F. y SDZUY, H. (1961).- El Cámbrico de España. *Mem. Inst. Geol. Min. Esp*., t. 75, 256 pp.

MABESOONE, J.M. (1959).- Tertiary and Quaternary Sedimentation in a part of the Duero Basin (Palencia, Spain). *Leidse Geol. Meded*., 24, 31-180.

MANJON, M.; COLMENERO, J.R.; GARCIA-RAMOS, J.C. Y VARGAS, I. (1982 a).- Génesis y distribución espacial de los abanicos siliciclásticos del Terciario superior en el borde N de la Cuenca del Duero (León-Palencia). *I Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero*. Salamanca, 1979, *Temas Geol. Min*. I.G.M.E.,VI (I), 357-370.

MANJON, M.; GARCIA-RAMOS, J.C.; COLMENERO, J.R. Y VARGAS, I. (1982 b).- Procedencia, significado y distribución de diversos sistemas de abanicos aluviales con clastos poligénicos en el Neogeno del borde N. de la Cuenca del Duero. *I Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero*. Salamanca, 1979, *Temas Geol. Min*. I.G.M.E.,VI (I), 373-388.

MARCOS, A., (1973).- Las series del Paleozoico inferior y la estructura herciniana del occidente de Asturias (NW de España). *Trab. Geol. Univ. Oviedo*, 6, 1-113.

MARTIN-SERRANO, A. (1988 a).- *El relieve de la región occidental zamorana. La evolución geomorfológica de un borde del Macizo Hespérico*. Tesis Doctoral. Univ. Complutense de Madrid (inédita).

MARTIN-SERRANO, A. et al (1980) ?

MARTIN-SERRANO, A. (1988 a).- *El relieve de la región occidental zamorana. La evolución geomorfológica de un borde del Macizo Hespérico*. Instituto de Estudios Zamoranos Florián de Ocampo. Diputación de Zamora-CSIC. 306 pp.

MARTIN-SERRANO, A. (1988 b).- Sobre la posición de la raña en el contexto morfodinámico de la Meseta. Planteamientos antiguos y tendencias actuales. *Bol. Geol. Min*., XCIX-VI, 855-870.

MARTIN-SERRANO, A. (1989).- Características, rango, significado y correlación de las series ocres del borde occidental de la Cuenca del Duero. *Studia Geol. Salmant. Univ. de Salamanca*., 5, 239-252.

MARTIN-SERRANO, A. (1991).- La definición y el encajamiento de la red fluvial actual sobre el Macizo Hespérico en el marco de su geodinámica Alpina. *Rev. Soc. Geol. España*, 4 (3-4), 337-351.

MARTIN-SERRANO, A. (1994).- Macizo Hespérico Septentrional. En:*Geomorfología de España. Ed. Rueda*. 25-62 .

MARTINEZ CATALAN, J.R. (1985).- Estratigrafía y estructura del Domo de Lugo (Sector Oeste de

la Zona Asturoccidental-leonesa). *Corpus Geol. Gallacieae*, 2ª Serie, 291 pp.

MARTINEZ CATALAN, J.R., PEREZ-ESTAUN, A., BASTIDA, F., PULGAR, J.A. y MARCOS, A. (1990).- Wets Asturian-Leonese Zone Stucture. En: *Pre-Mesozoic Geology of Iberia* (Dallmeyer, R.D. y Martinez- García, E. Eds.), Springer Verlag, 103-114.

MARTINEZ CATALAN, J.R., HACAR, M., VILLAR, P., PEREZ-ESTAUN, A. y GONZALEZ LODEIRO, F. (1992).- Lower Paleozoic extensional tectonics in the limit between the West Asturian-Leonese and Central Iberian Zones of the Variscan Fold-Belt in NW Spain. *Geol. Rundschau*, 81/2, 545-560.

MATTE, P, (1968).- La structure de la virgation hercynienne de Galice (Espagne). *Rev. Gèol. Alpine*, 44, 1-128.

MEDIAVILLA, R. y DABRIO, J.C. (1986).- La sedimentación continental del Neógeno en el sector Centro-Septentrional de la Depresión del Duero (Provincia de Palencia). *Studia Geologica Salmant. Univ. de Salamanca*, 22, 111-132 .

MELENDEZ, B. y ASENSIO AMOR, I. (1964).- El yacimiento de Trilobites del Cámbrico medio de Presa (Monte Pruida, Castropol, Asturias). *Brev. Geol. Ast*., VIII, 1-4, 28-36.

MOLINA, E. y PEREZ GONZALEZ, A. (1989).- Depresión del Duero. En: *Mapa del Cuaternario de España* a Escala 1: 1.000.000.. I.T.G.E. Madrid. 153-163.

NAVARRO, A.; FERNANDEZ, A. y DOBLAS, J.G. (1989).- Las aguas subterráneas en España. Estudio de síntesis, *Tomo I: Memoria, 591 pp., Tomo II: Cartografía.*

NOZAL, F. (1994).- Cuaternario y Geomorfología. En: *Mapa Geológico de la Provincia de León* a Escala 1: 200.000. ITGE. Diputación Provincial de León. Madrid. 79-90.

NOZAL, F. y ESPINA, R.G. (1994).- Evolución morfológica del Esla: un ejemplo de captura. *Resúmenes. XVI Reunión de Xeoloxia e Mineria do NO Peninsular. Laboratorio Xeoloxico de Laxe*. 43-44 .

NOZAL, F. y SUAREZ RODRIGUEZ, A. (in litt a).- Memoria explicativa del *Mapa Geológico de España* a E. 1:50.000, Nº 163 (Almanza). 2ª Serie-MAGNA, ITGE. Madrid.

NOZAL, F.; SUAREZ RODRIGUEZ, A. y ESPINA, R.G. (in litt b).- Memoria explicativa del *Mapa Geológico de España* a E. 1: 50.000, Nº 162 (Gradefes). 2ª Serie-MAGN), ITGE. Madrid.

OLIVE DAVO, A.; PORTERO GARCIA, J.M.; Del OLMO ZAMORA, P.; ARAGONES VALLS, E.; CARRERAS SUAREZ, F; MOLINA, E.; GUTIERREZ ELORZA. (1982).- El Sistema De Terrazas Del Río Carrión. *I Reunión sobre La Geología de La Cuenca del Duero* , Salamanca, 1979. *Temas Geol. Min*.. IGME, 6, 451-463 .

PASTOR GOMEZ, V. (1969).- *Mapa Geológico de España* E. 1:50.000, Nº 160 (Benavides de

Órbigo). Primera Serie IGME.

PENAS MERINO,A.; GARCIA GONZALEZ y HERRERO CEMBRANOS, L. (in litt.).- Mapa de Vegetación, Escala 1:200.000. En: *Atlas del Medio Natural de la Provincia de León*. . ITGE-Diputación de León.

PENAS MERINO,A.; GARCIA GONZALEZ; HERRERO CEMBRANOS, L. ; PUENTE GARCIA, E. y DE GODOS DE FRANCISCO, M. (in litt.).- Mapa de Pisos Bioclimáticos a Escala 1:400.000. En: *Atlas del Medio Natural de la Provincia de León*.. ITGE-Diputación de León.

PENAS MERINO,A.; GARCIA GONZALEZ; HERRERO CEMBRANOS, L. y PUENTE GARCIA, E. (in litt.).- Mapa de Ombroclimas a Escala 1:400.000. En: *Atlas del Medio Natural de la Provincia de León*.. ITGE-Diputación de León.

PENAS MERINO,A.; HERRERO CEMBRANOS, L. y GARCIA GONZALEZ, M.E. (in litt.).- Mapa de Unidades Fisionómicas de Vegetación a Escala 1:400.000. En: *Atlas del Medio Natural de la Provincia de León*.. ITGE-Diputación de León.

PEREZ-ESTAUN, A. (1978).- Estratigrafía y estructura de la rama S de la Zona Asturoccidental-leonesa. *Mem. Inst. Geol. Min. España*, 92, 1-151.

PEREZ-ESTAUN, A., BASTIDA, F, MARTINEZ CATALAN, J. R., MARCOS, A. y PULGAR, J.A. (1990).- West Asturian-Leonese Zone: Stratigraphy. En: *Pre-Mesozoic Geology of Iberia*. (Dallmeyer, R.D. y Martinez-García, E. Eds.). *Springer-Verlag*, 92-102.

PEREZ-ESTAUN, A., MARCOS, A., MARTINEZ CATALAN, J. R., BASTIDA, F. y PULGAR, J.A. (1992).- Estratigrafía de la Zona Asturoccidental-leonesa. En: *Paleozoico Inferior de Ibero-América* (Gutierrez Marco, J.G., Saavedra, J. y Rabano, I. Eds.), Univ. de Extremadura, 453-461.

PEREZ GARCIA, L. C. (1977).- *Los sedimentos auríferos del N.O. de la Cuenca del Duero (Provincia de León, España) y su prospección*. Tesis Doctoral. Univ. de Oviedo. (Inédita).

PEREZ GONZALEZ, A. (1989).- Submeseta Meridional. En: *Territorio y Sociedad en España, I. Geografia física*. (Bielza, V. Coord.). 176-187.

PEREZ GONZALEZ. A.; MARTIN-SERRANO GARCIA. A. y POL MENDEZ. C. (1994).- *Depresión del Duero. En: Geomorfología de España. Ed. rueda*. 351-388.

PLANS, P. (1970).- *La tierra de Campos*. Inst. Geogr. Apl. "Alonso de Herrera"-CSIC, 289 pp.

PORTERO, J. M.; DEL OLMO, P.; RAMIREZ, J. y VARGAS, I. (1982).- Síntesis del Terciario continental de la Cuenca del Duero. *Temas Geol. Min*. I.G.M.E., 6, 11-37.

PORTERO, J. M.; DEL OLMO, P. y OLIVE, A. (1983).- El Neógeno de la transversal Norte-sur de la Cuenca del Duero. En: *Libro Jubilar J.M. Ríos. Geología de España*. IGME, T. II., 492-502.

PULGAR, J.A. y ALONSO, J. L (1993).- La estructura alpina de la Cordillera Cantábrica. Resumes. *XV Reunión de Xeoloxia e Minería do NO Peninsular. Laboratorio Xeoloxico de Laxe*, 68-69.

REDONDO LOPEZ, T; GALLASTEGUI SUAREZ, J. y ALVAREZ PULGAR, J. (1995).- *Estudio de la Geología del Subsuelo en el NW de la Cuenca del Duero (Provincia de León)* . Informe Complementario. Fondo Documental del ITGE. (Inédito).

ROYO GOMEZ, J. (1930).- Descubrimientos de restos de mastodón en las cercanías de León. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat*., 30, 395-396.

ROYO GOMEZ, J. (1934).- Algunos vertebrados fósiles de la Cuenca del Duero. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat*., 30, 501-511.

SANCHEZ DE LA TORRE, L. (1982).- Características de la sedimentación miocena en la zona norte de la Cuenca del Duero. *Temas Geol. Min*. IGME , 6, 701-705.

SDZUY, K. (1968).- Bioestratigrafía de la griotte cámbrica de Los Barrios de Luna (León) y otras sucesiones comparables. T*rab. Geol. Univ. de Oviedo*, 2, 45-67.

SUAREZ RODRIGUEZ, A.; BARBA, P.; HEREDIA, N.; RODRIGUEZ FERNANDEZ, L. R.; FERNANDEZ L.P. y HERRERO, A. (1994).- *Mapa Geológico de la Provincia de León* a Escala 1:200.000 . ITGE-Diputación Provincia de León Madrid.

SUAREZ RODRIGUEZ, A. y NOZAL, F. (in litt a).- Memoria explicativa y Mapa Geomorfológico del *Mapa Geológico de España* a E. 1: 50.000, Nº161 (León). 2ª Serie-MAGNA, ITGE. Madrid.

SUAREZ RODRIGUEZ, A.; HEREDIA, N. y NOZAL, F. (in litt a).- Hoja del *Mapa Geológico de España* a E. 1:50.000, Nº 161 (León).2ª Serie-MAGNA, ITGE. Madrid.

SUAREZ RODRIGUEZ, A.; NOZAL, F y ESPINA, R. G. (in litt b).- Mapa y Memoria explicativa del *Mapa Geológico de España* a E. 1:50.000, Nº 194 (Santa María del Páramo), 2º Serie (MAGNA), ITGE. Madrid.

SUAREZ RODRIGUEZ, A.; NOZAL, F y ESPINA, R. G.(in litt b).- *Mapa Geomorfológico del Mapa* Geológico de España a E. 1:50.000, Nº 194 (Santa María del Páramo), 2ª Serie-MAGNA, ITGE. Madrid.

TORRENT, J. (1976).- Soil development in a sequence of thr river terraces in Northen Spain. *Catena,* 3, 137-151

TORRENT, J. Y ROQUERO, C. (1974).- The occurrence of an argilic horizon in a late neolithic settlement of northern spain. *Abstracts X International Congress of Soil Science*. Moscow, 1994. 354-360.

VARGAS, I.; CARBALLEIRA, J.; CORRALES, I.; CORROCHANO, A.; FLOR, G.; MANJON, M.; POL, C.; DIAZ GARCIA, F.; FERNANDEZ RUIZ, J. Y PEREZ ESTAUN, A. (1984a).- Memoria del *Mapa Geológico de España* a E. 1:50.000. Nº 160 (Benavides) 2ª Serie-MAGNA, IGME. Madrid, 77 pp.

VARGAS, I.; FLOR, G.; CORROCHANO, A.; CORRALES, I.; CARBALLEIRA, J.; POL, C.; MANJON, M.; DIAZ GARCIA, F.; FERNANDEZ RUIZ, J. Y PEREZ ESTAUN, A. (1984b).- Memoria del *Mapa Geológico de España* a E.1:50.000. Nº 193 (Astorga) 2ª Serie-MAGNA. IGME. Madrid, 77pp.

VARGAS, I.; POL, C.; CORROCHANO, A.; CARBALLEIRA, J.; CORRALES, I.; FLOR, G.; MANJON, M.; DIAZ GARCIA, F.; FERNANDEZ RUIZ, J. Y PEREZ ESTAUN, A. (1984c).- Memoria del *Mapa Geológico de España* a E.1:50.000. Nº 231 (La Bañeza) 2ª Serie-MAGNA. IGME. Madrid. 73 pp.

WALTER, R. (1963).- Breitag zur stratigraphie das Kambrium in Galicien (Nordwest-Spanien). *Neues Jb. Geol. Palaont. Abh.*, 360-371.

MINISTERIO
DE EDUCACIÓN
Y CIENCIA

ISBN 84-7840-569-0