



IGME

340

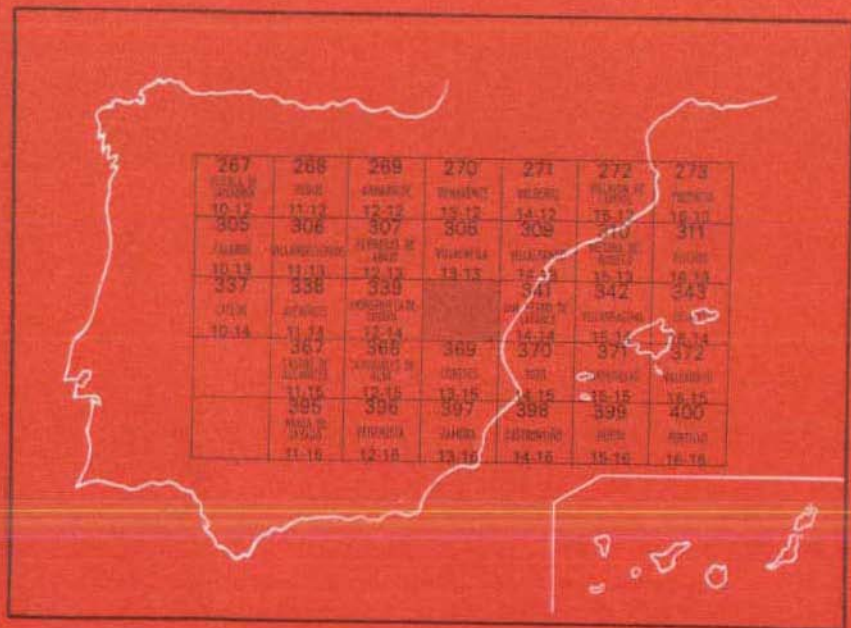
13-14

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

MANGANESES DE LA LAMPREANA

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

MANGANESES
DE LA LAMPREANA

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por IBERGESA en colaboración con el Departamento de Cristalografía y Mineralogía de la Universidad de Salamanca, bajo normas, dirección y supervisión del IGME, con la siguiente distribución de cometidos:

Por IBERGESA: MARTIN SERRANO, A., y BARBA MARTIN, A., en la confección de la cartografía y Memoria. CABRA GIL, P., y ALCALDE OÑATE, A., del Departamento de Petrología. La Geología Económica fue realizada por MENA INGLES, J. M., y MAURA, C.

Por la Universidad de Salamanca: GARCIA SANCHEZ, A., en el estudio analítico de arcillas.

Micropaleontología: GRANADOS, L.

INFORMACION COMPLEMENTARIA

Se pone en conocimiento del lector que en el Instituto Geológico y Minero de España existe para su consulta una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria constituida fundamentalmente por:

- Muestras y sus correspondientes preparaciones.
- Informes petrográficos, paleontológicos, etc., de dichas muestras.
- Columnas estratigráficas de detalle con estudios sedimentológicos.
- Fichas bibliográficas, fotografías y demás información varia.

Servicio de Publicaciones - Doctor Fleming, 7 - Madrid-16

Depósito Legal: M - 13.031 - 1981

Imprenta IDEAL - Chile, 27 - Teléf. 259 57 55 - Madrid-16

INTRODUCCION

La Hoja de Manganeses de la Lampreana (13-14) se encuentra situada en la parte occidental de la cuenca del Duero, en el límite con los macizos hercínicos que por este lado la enmarcan. Corresponde al área donde las últimas alineaciones de éstos se sumergen bajo la cobertera terciaria, algunas de las cuales quedan representadas en esta Hoja.

El área de la Hoja está cruzada por los ríos Esla, Salado y Valderaduey, El primero proveniente de la Cordillera Cantábrica, mientras los otros dos nacen en el Terciario de la cuenca del Duero. Han dejado depósitos dispuestos en terrazas de considerable extensión, que junto con los aluviones de sus valles actuales constituyen los principales depósitos cuaternarios.

Algunos de estos cursos fluviales, como Salado y Valderaduey, son de trazados generalmente rectilíneos por relación directa con una tectónica del zócalo, como en su momento se expondrá.

Algunas áreas lacustres o palustres de considerable extensión, directamente relacionadas con la estratigrafía del Terciario, completan los rasgos hidrográficos más importantes de la comarca. Son de carácter temporal sólo ante condiciones climáticas muy extremas.

La bibliografía existente sobre esta parte occidental de la cuenca es, en líneas generales, antigua y escasa. Los primeros trabajos fueron realizados por I. VILANOVA (1873) y A. GIL y MAESTRE (1880) en las provincias de Zamora y Salamanca, respectivamente. En ellos se habla ya de un

Eoceno y Oligoceno basándose exclusivamente en criterios litoestratigráficos.

En los trabajos de M. MIQUEL (1906) en Salamanca, y de F. ROMAN y J. ROYO GOMEZ (1922) en esta provincia y en la de Zamora, aparecen ya los primeros datos paleontológicos sobre estas series.

Además de éstos están los clásicos estudios regionales de G. PUIG y LARRAZ (1883), E. HERNANDEZ PACHECO y J. DANTIN CERECEDA (1915) y F. HERNANDEZ PACHECO (1930) sobre las provincias de Zamora, Palencia y Valladolid, respectivamente.

Pero las principales aportaciones para la confección de la Hoja han sido los estudios de Ph. MATTE (1968) y E. MARTINEZ GARCIA (1973) en el Hercínico y los de J. M. MABESOONE (1961) y E. JIMENEZ (1970) sobre el Mioceno de Palencia y el Paleógeno de entre los ríos Tormes y Duero, respectivamente.

Ha sido en la datación cronológica donde la aportación bibliográfica ha constituido nuestra única fuente de información. En el Hercínico se ha seguido a los dos autores ya citados.

Para el Neógeno nos hemos basado en los datos de F. BERGOUNIOUX y F. CROUZEL (1958) y M. T. ALBERDI y E. AGUIRRE (1970) y para el Paleógeno en E. JIMENEZ (1970-1977). Para ambos períodos han sido especialmente valiosas las dataciones de E. JIMENEZ y J. M. GARCIA MARCOS (Hoja 14-15, Toro, MAGNA), así como sus consideraciones sobre las relaciones entre las distintas facies.

Hasta el presente no existen trabajos publicados sobre datos locales de la Hoja de Manganeses, correspondiendo los más próximos a los de Coreses (369) y Toro (370), realizadas por P. y A. HERNANDEZ SAMPELAYO en 1954 y 1951, respectivamente. También los de E. MARTINEZ GARCIA (1973), ya citados.

1 ESTRATIGRAFIA

Los materiales de edades Terciaria y Cuaternaria son los principales representados en el ámbito de esta Hoja y cubren discordantemente a otros paleozoicos que forman el basamento de la cuenca. Estos últimos emergen paulatinamente hacia el O, formando largas y escarpadas sierras que comienzan por pequeños asomos.

Este Paleozoico pertenece al dominio del «Ollo de Sapo» correspondiente a la zona IV de MATTE, Ph. (1968), y la serie representada pertenece en su totalidad al Ordovícico.

Las series terciarias pertenecientes al Paleógeno y Neógeno son de carácter continental. En ellas están representados, para el primero, desde el

Paleoceno al Luteciense, correspondiendo la serie neógena al Mioceno (Vindoboniense) y cuyas relaciones con la anterior son de discordancia.

En la serie paleógena se han distinguido dos facies, separadas por una superficie erosiva, mientras en el Mioceno se han separado tres: una basal conglomerática, roja y discordante, sobre las anteriores, sobre la que descansan otras dos relacionadas entre sí por un cambio lateral e insensible de facies. La más occidental corresponde a la facies de borde propia de esta región.

De los depósitos cuaternarios, son los fluviales los de más amplio desarrollo, tanto por su extensión como por la importancia de los aterrazamientos.

La datación cronológica ante el carácter azoico de las series se ha realizado por citas bibliográficas.

1.1 DOMINIO DEL «OLLO DE SAPO»

1.1.1 ORDOVICICO INFERIOR

Está representado por tres series concordantes, de las que la más inferior es esencialmente filítica con algunas delgadas intercalaciones de cuarcitas, especialmente abundantes a techo.

La intermedia la forman cuarcitas en bancos, mientras la superior la constituye una alternancia de cuarcitas micáceas y filitas.

1.1.1.1 Filitas negras (O₁₂f)

El principal afloramiento de esta serie se encuentra en el ángulo SO de la Hoja, en las márgenes del embalse de Ricobayo o del Esla, donde queda muy cubierta por las extensas terrazas de este río. Aflora en los taludes o en las vaguadas que se instalan sobre ellas.

Otros afloramientos menores aparecen merced a los núcleos de algunos anticlinales en la banda de cuarcitas intensamente plegadas que se desarrolla inmediatamente al N.

No podemos estimar su potencia por no aflorar en su totalidad en la presente Hoja, pero MARTINEZ GARCIA, E. (1973) la considera del orden de los 500 m para la totalidad de la serie.

El tramo aflorante está formado esencialmente por filitas negras, gris aceradas por alteración y algo mosqueadas en algunos puntos. A techo alternan con cuarcitas micáceas; tramo que debe representar el tránsito a las cuarcitas en bancos suprayacentes.

El metamorfismo que pueden presentar debe estar relacionado con apófisis granítica que únicamente afloran más al O en el área de Losacio (Hoja 12-14) y que se manifiestan en pequeños asomos de granito leucocrático que provocan un mosqueado de andalucita en las filitas encajantes,

MARTINEZ GARCIA, E. (1973) y FERNANDEZ MARTINEZ, F.; NUÑO ORTEA, C. (in litt), Hoja 12-14. MAGNA.

La serie está generalmente atravesada por diquecillos de cuarzo con impregnaciones ferruginosas.

Estas filitas que presentan textura lepidoblástica, tienen como minerales esenciales: moscovita, clorita, biotita y cuarzo, y como accesorios, además de opacos se encuentran grafito y circón.

Esta serie ha sido denominada «formación Puebla» por MARTINEZ GARCIA, E. (1971).

1.1.1.2 Cuarcitas en bancos (O₁₂T)

Sobre la anterior se sitúa otra serie formada por cuarcitas en bancos, no aflorando en ningún punto el contacto entre ambas al quedar cubierto por los coluviones aun cuando éstos, por su escaso desarrollo, se hayan despreciado en la cartografía. No obstante y según la bibliografía regional, las relaciones entre ambas son de concordancia.

Su potencia es difícil de estimar al estar muy plegada, pero debe oscilar alrededor de los 160 m. Presenta buenas exposiciones en las escarpadas márgenes del embalse del Esla, pero ya fuera de los límites de esta Hoja.

Sus principales afloramientos se encuentran en el área suroriental de la Hoja, donde la serie muy plegada origina un conjunto de alineaciones muy próximas y paralelas, que provenientes de la vecina Hoja de Moreuela de Tábara (12-14) se sumergen hacia el E bajo los depósitos terciarios. No vuelve a encontrárselas hasta el borde septentrional, donde forman una alineación al N de Granja de Moreruela.

La serie es muy monótona, de cuarcitas bien estratificadas, en algunos tramos tableadas, pero generalmente en niveles de 0,50 a 3 m., aunque hay intercalados algunos bancos de mayor potencia. Entre ellos presentan delgadas intercalaciones de filitas y de cuarcitas micáceas.

Las cuarcitas son generalmente grises y de grano fino, más raramente blancas, siendo muy frecuente en ellas la microlaminación paralela. Menos presente está la estratificación cruzada.

Su textura es granoblástica, presentándose como minerales accesorios: moscovita, opacos, clorita y circón.

Esta serie, que puede asimilarse a la cuarcita armoricana, es la «formación Culebra» de MARTINEZ GARCIA, E. (1971), habiéndose observado en varios puntos las *Cruzianas* que la caracterizan.

1.1.1.3 Alternancia de cuarcitas micáceas y filitas (O₁₂)

Concordantemente sobre la anterior se superpone otra serie rítmica de cuarcitas micáceas y filitas que generalmente presentan buenas expo-

siciones en los escarpes de las márgenes del Esla. Uno de los puntos de mejor observación son también las trincheras de la carretera de Zamora a Puebla de Sanabria existentes en ambos extremos del puente sobre el Esla.

Sus afloramientos vienen a coincidir con la zona de meandros encajados del Esla.

La serie es de gran monotonía, estando las cuarcitas grises y de grano fino provistas de microlaminación paralela, en cuyos planos es especialmente abundante la mica blanca, lo que las hace más fácilmente alterables. Su textura es granoblástica o granolepidoblástica y figura en su composición entre los minerales esenciales, además del cuarzo, la moscovita, y entre los accesorios: opacos, circón, cloritas, turmalina y leucóxeno. El cuarzo es de grano fino, poco heterométrico y de bordes indentados. La moscovita si es intersticial se presenta en pequeñísimas láminas carentes de orientación, si no son de mayor tamaño y bien orientadas.

La potencia de esta serie es difícil de estimar al estar muy plegada, pero posiblemente alcance los 700 m.

En las cuarcitas son especialmente abundantes las *Cruzianas*, tanto en los planos inferiores de estratificación como en los superiores. En este último caso aparece la pista en positivo. Uno de los mejores puntos de observación se encuentran en la margen derecha del Esla a la entrada de la primera lazada que describe su curso según el sentido de la corriente. Allí el trazado del río viene condicionado por la orientación estructural y los planos de estratificación afloran ampliamente.

Menos frecuentes son las pistas de gusanos.

Entre las estructuras sedimentarias son especialmente abundantes los ripples de oscilación y sólo en algunos puntos aparecen «tool marks».

1.1.1.4 Cuarcitas en bancos (T)

Intercalado en la serie anterior y a unos 250 m. aproximadamente de su base aparece un tramo de cuarcitas en bancos de facies similar al (O_{12}^1T) anteriormente descrito. Su potencia oscila entre los 60 y 100 m. y presenta buenas exposiciones en las márgenes del Esla en el tramo de los meandros encajados.

Estas cuarcitas son grises y de grano fino. Pueden presentar microlaminación paralela, y contienen delgadas intercalaciones de filitas.

Su textura es granoblástica y entre los minerales accesorios figuran: moscovita, opacos, clorita, circón, turmalina chert y leucóxeno.

El cuarzo, de grano fino y con bordes indentados, puede estar o no ligeramente orientado. En las pequeñas micas intersticiales puede esbozarse también cierta orientación.

Las únicas estructuras halladas son ripples de oscilación.

1.1.2 ORDOVICICO MEDIO-SUPERIOR

1.1.2.1 Filitas negras piritosas (O₂₋₃) y cuarcitas micáceas (T)

Sobre la serie alternante de cuarcitas micáceas y filitas (O₁₂) y en tránsito gradual rápido se encuentra otra de filitas negras de gran monotonía, que se tornan gris aceradas o rojo granate por alteración. Una de sus principales características es el ser piritosas, con cubos que excepcionalmente pueden alcanzar el centímetro de lado.

Su textura es lepidoblástica y presentan como minerales esenciales: mica blanca y cloritas. Entre los accesorios: cuarzo, opacos y circón. Son de grano muy fino, presentando orientación neta de micas y cloritas asociadas. Estas últimas se presentan también en agregados orientados oblicuamente a la esquistosidad.

La serie presenta intercalaciones de cuarcitas (T) que se acuñan lateralmente, bien como bancos aislados o en tramos de alternancia con las filitas. Son micáceas, grises, de grano fino y con microlaminación paralela. Su textura es granoblástica o granolepidoblástica. Presentan como minerales esenciales, bien solamente cuarzo o además moscovita o biotita (cloritizada). Entre los accesorios puede figurar la moscovita y además opacos, circón, turmalina, cloritas y leucoxeno. El cuarzo es de grano fino, de bordes indentados, poco heterométrico y algo alargado. La biotita, totalmente cloritizada, se presenta en forma de pequeños lechos dispuestos según la orientación general. En cambio las láminas aisladas están peor orientadas. La moscovita en pequeñas láminas carece de orientación, en cambio las de mayor tamaño están bien orientadas. Los granos de circón pueden llegar a ser muy numerosos.

La potencia de esta serie es muy difícil de estimar a causa del plegamiento. Se encuentra muy cubierta por los depósitos terciarios y las terrazas del Esla, aflorando únicamente en las vaguadas o en los escarpes de éstas. Sus afloramientos se distribuyen desde el borde N de la Hoja hasta el primer codo del curso del Esla y forman el zócalo de la extensa planicie de Morerueta de Tábara, hacia el O, y ya fuera de los límites de esta Hoja. Otros afloramientos se encuentran en la zona de los meandros encajados hasta el límite O de la Hoja muy cubiertos por el Terciario, en las vaguadas, y correspondiendo con sinclinorios.

Esta serie podría hacerse corresponder con la «formación San Pedro de las Herrerías» de MARTINEZ GARCIA, E. (1971).

1.2 DATACIONES

Nos hemos basado en las atribuciones de MARTINEZ GARCIA, E. (1971 y 1973), el cual considera perfectamente datadas de edad Ordovícico Infe-

rior (Skidawiense) a las formaciones «Puebla y Culebra» por la presencia de *Vexillum halli* y *Cruzianas* en las intercalaciones de cuarcita de la primera. Y por la existencia de estas últimas junto a *Scolithus* y *Vexillum* en la segunda.

A este respecto hemos de decir que nuestro tramo inferior de cuarcitas en bancos (O₁₂) podría corresponderse con la «formación Culebra».

MATTE, Ph. (1968) cita también la presencia de *Cruziana furcifera* D'Orb, y *Cruziana rugosa* D'Orb., en el equivalente de la «formación Puebla» en las sierras de la Culebra y de la Cabrera Baja. Y solamente la última especie en la cuarcita armoricana.

Por nuestra parte y ante la abundancia de *Cruzianas* en la serie alterna de cuarcitas micáceas y filitas (O₁₂) la incluimos también en el Ordovícico Inferior.

La serie de filitas negras piritosas (O_{2,3}) con intercalaciones cuarcíticas la consideramos, ante la ausencia de fauna, como de edad Ordovícico Medio-Superior siguiendo a MARTINEZ GARCIA, E. (1971 y 1973), que es la posible datación de este autor para la «formación de San Pedro de las Herrerías».

1.3 PALEOGENO

Incluimos aquí una serie de afloramientos no muy abundantes y que corresponden a dos grupos claramente diferentes: unos, formados por elementos detríticos, incluidos en el cuadrante NO y otros, limos amarillentos compactos, en el SE de la Hoja.

La conexión entre unos y otros no se ha podido determinar teniendo ambos la constante de aparecer bajo los sedimentos del Mioceno Inferior. Parece, sin embargo, que los limos amarillentos compactos están depositados discordantemente sobre las facies detríticas silíceas de Montamarta, como se deduce de un sondeo realizado en las cercanías de Arquillinos, donde después de atravesar unos 35 metros de limos se encontró arena silícea muy grosera.

1.3.1 CONGLOMERADOS Y ARENISCAS SILICEAS DE MONTAMARTA (T_{1,2}^{A-Aa})

Están muy bien definidos en la localidad de Montamarta, en la vecina Hoja 15-13, Coreses. Se encuentra muy bien representado en los alrededores de Granja de Morerueta y en afloramientos dispersos, sobre todo en la mitad occidental de la Hoja.

Se apoyan, allí donde se ha podido observar Montamarta (Hoja 15-13, Coreses; y en un pequeño afloramiento en Bretó, Hoja 13-13, Villafáfila) sobre unos materiales de claro origen edáfico (ferralítico) desarrollado sobre

paleozoico y de edad indeterminada, aunque probablemente Cretácico Superior-Paleoceno.

El conjunto litológico es muy homogéneo, pues está formado por conglomerados de cuarcita y cuarzo de tamaños que rara vez exceden los 7 cm. de diámetro, subangulosos y con abundante matriz arenosa. A veces estos tramos no son sino capas areniscosas con cantos aislados de la misma naturaleza anterior. Se encuentran dispuestos en pasadas delgadas de hasta un metro de espesor con escasa continuidad lateral, intercalados con arenas gruesas. Todo ello dispuesto en estratificaciones cruzadas.

Hacia techo van predominando cada vez más las areniscas, notándose ya una disminución energética clara.

También son frecuentes, aunque en mucha menor proporción, niveles de limos en los que se observan laminaciones paralelas.

El conjunto es una serie positiva que se presenta en ritmos a veces truncados y al parecer de escasa continuidad lateral.

En general presenta un aspecto compacto en la que es característica la ausencia de carbonatos y el predominio del cemento silíceo, aunque son frecuentes también las cementaciones ferruginosas. Predominan los tonos rosáceos, rojizos o blancos, éste fundamentalmente en los tramos más inferiores (caolín).

Estos depósitos, que constituyen claramente una facies siderolítica, podrían corresponder a grandes abanicos aluviales, procedentes del macizo hercínico Zamorano, que desaguaban sobre la recién formada depresión de Castilla la Vieja.

1.3.2 LIMOS AMARILIENTOS CARBONATADOS COMPACTOS (T₂₋₃^{Ab-A})

Afloran en el SE de la Hoja, en los escarpes de los ríos Salado y Valderaduey.

Litológicamente, son unos limos arenosos de colores amarillentos y verdosos con numerosas manchas muy blancas de carbonatos. Son muy compactos, presentando una cierta laminación horizontal así como una disyunción poliédrica.

Su relación con las rocas infrayacentes se desconocen, pues aunque existen afloramientos, éstos no son lo suficientemente profundos, nunca más allá de los 5 m, como para alcanzar a ver el muro. De todas formas, y como indicamos anteriormente, parecen descansar en discordancia sobre la anterior facies paleocena.

El límite superior se encuentra erosionado y sobre él se apoyan discordantes, en contacto muy neto, las facies conglomeráticas del Vindoboniense Inferior.

Aunque a priori estas facies parecen de origen lacustre, no se debe

desestimar la posibilidad de que constituyen amplias llanuras de inundación de cursos fluviales, por lo menos en ciertos sectores.

1.3.3 DATACIONES

En ninguna de las dos facies se han encontrado pruebas paleontológicas que puedan aclarar su situación cronoestratigráfica.

En cuanto a la primera de ellas, la facies silíceo de Montamarta podría situarse a techo de los bancos conglomeráticos y areniscos silíceos de la ciudad de Zamora, que al igual que otras formaciones basales paleógenas no han podido ser datadas, pero por su posición con respecto a los niveles fosilíferos de Corrales (Zamora) se consideran pre-lutecienses (JIMENEZ, 1970). Esta determinación es demasiado ambigua, por lo que es mejor concretarla considerando estos sedimentos como Paleógenos (comunicación personal del mismo autor).

Respecto a la segunda, por afinidad litológica y correspondencia estratigráfica manifestada en Hojas próximas (Toro, 14-15; Castronuño, 14-16; Zamora, 13-16, etc.) se ha podido determinar que estos materiales son inmediatamente superiores o incluso sincrónicos a los niveles eocénicos definidos en Corrales, Teso de la Flecha y Cabrerizos (JIMENEZ, 1970), por lo que se define como Luteciense Medio o Superior.

De todas formas el problema no es tan simple ni queda resuelto aquí, pues su conexión con otros depósitos suprayacentes en Hojas limítrofes arrancan serias dificultades que se exponen en el apartado referente a dataciones del Mioceno, por lo que su datación definitiva podría quedar como Eoceno Medio Superior-Oligoceno.

1.4 MIOCENO

Son los afloramientos más extendidos en toda la Hoja haciéndose casi exclusivos en la mitad occidental de la misma, quedando tan solo parcialmente interrumpidos por el sistema de aluvionamientos cuaternarios del río Valderaduey.

Se han diferenciado tres facies más o menos superponibles en el tiempo, manteniendo entre sí un carácter transitivo gradual tanto en sentido lateral como vertical, por lo que sus contactos pueden ser modificados según criterios.

1.4.1 FACIES DE ASPARIEGOS (T_{c1}^{Ba})

Le hemos llamado así por ser en esta localidad donde se encuentra mejor representada. Está distribuida a lo largo de toda la Hoja formando extensos afloramientos en el centro y la parte suroriental, que es precisamente donde se encuentra la localidad de Aspariegos.

Es la más basal de las facies diferenciadas, por lo que la encontramos siempre a las cotas más inferiores allí donde el sistema erosivo actual ha desmantelado gran parte de los depósitos suprayacentes.

Se apoya en disconformidad sobre los materiales infrayacentes, siendo éstos cualquiera de las dos formaciones paleógenas separadas, pudiendo igualmente superponerse en discordancia angular sobre el zócalo hercínico.

En realidad esta formación fosiliza una superficie morfológica premiocena desarrollada sobre los rellenos paleógenos, produciéndose sobre ellos una intensa alteración. Esta alteración es claramente manifiesta sobre los materiales de la facies Montamarta, quedando la formación Aspariegos reducida en muchos sectores a unos centímetros de arcillas muy rojas que fosilizan el paleorelieve premioceno, y que por su significación se ha señalado en la cartografía dentro del conjunto. La disconformidad sobre las arcillas amarillas paleógenas es muy neta, estando estos materiales desprovistos de la alteración anterior.

Es una serie fundamentalmente detrítica, constituida por conglomerados, arenas, areniscas, arcillas y margas de tonos abigarrados, generalmente de un color rojo muy intenso.

La serie comienza generalmente con un conglomerado de cantos y bloques que pueden alcanzar hasta los 50 ó 60 cm. de diámetro. Estos bloques y cantos, de escasa redondez aunque con aristas gastadas, presentan numerosas huellas de percusión. Están dispuestos de una manera más bien caótica y son en su mayoría de cuarcita, aunque pueden existir de cuarzo, granito, corazas ferralíticas, de materiales paleógenos e incluso cristales de feldespatos. Todo ello queda englobado en una matriz roja de arenas, limos y arcillas, frecuentemente cementada por carbonatos.

La zona basal de la parte más occidental, apoyada sobre materiales paleógenos detríticos gruesos, está más desprovista de estos bloques basales, pudiendo aparecer de forma esporádica. Estas serían zonas elevadas, normalmente subáreas, en donde se desarrolla una intensa alteración, quedando como testigo de la misma estas arcillas rojas producto de alteración «in situ» sobre el substrato paleógeno.

En los alrededores de Aspariegos, verdadero surco de la sedimentación durante esta primera fase Miocena, es donde mejor está definida. Las pasadas de bloques alternan con niveles detríticos más finos. Hacia techo los bloques se van haciendo cada vez más esporádicos, siendo más frecuentes las arenas, areniscas y arcillas con cantos. Hacia los 20 m. de serie desaparecen los grandes bloques, pasando a series que paulatinamente se van haciendo más finas. Estos niveles basales, en los que predominan las areniscas de tono rojizo o amarillentas con cantos cuarcíticos dispersos, se encuentran fuertemente cementados con carbonatos, lo que da un aspecto general bastante compacto.

Desde aquí la serie se hace más fina, siendo la litología más dominante

las intercalaciones de arenas más o menos gruesas, alguna pasada de conglomerados cuarcíticos y arcillas abigarradas generalmente rojizas, localmente con cantos cuarcíticos dispersos.

A partir de aquí la serie adquiere un cierto carácter secuencial, en la que se suceden las siguientes litologías:

— Arenas gruesas, a veces conglomerados con cantos cuarcíticos, de cuarzo, trozos de concreciones, trozos de coraza y cantos blandos, que se apoyan en disconformidad con los depósitos infrayacentes.

Hacia techo se suceden arenas más finas o limos. Estos niveles suelen presentar estratificaciones cruzadas.

— Los niveles superiores de la secuencia son arcillosos de tonos rojos, que paulatinamente van siendo más verdosos o grisáceos con frecuentes manchas calcáreas que se hacen más numerosas hacia el techo.

Estos últimos niveles suelen estar truncados por algún nivel arenoso, con el que comienza un nuevo ciclo.

Estos niveles, de tonos abigarrados, en los que predominan el rojo intenso, van paulatinamente perdiendo coloración y haciéndose litológicamente más finos evolucionando hacia las otras facies miocenas.

Hay que señalar que en la facies de Aspariegos son muy frecuentes los niveles con concreciones y costras calcáreas, así como niveles arenosos o conglomeráticos cementados por óxidos de Fe y Mn.

La potencia de esta formación es muy variable, pudiendo llegar en el surco de Aspariegos hasta los 50 m., estando limitada en los bordes a una simple zona alterada de unos pocos centímetros.

1.4.2 FACIES «TIERRA DE CAMPOS» MARGINAL (T_{cl-cll}^{2a-3c})

Esta facies está repartida a lo largo de toda la Hoja, desapareciendo hacia el límite oriental de la misma.

Constituye un paso gradual de la anterior en el tiempo, que se manifiesta claramente en el surco de Aspariegos. Hacia occidente, esta facies se apoya bruscamente sobre las facies paleógenas de Montamarta y sobre el substrato hercínico, lo que indica un carácter claramente expansivo de la misma. El tránsito de esta facies a la más fina de la Tierra de Campos se realiza asimismo gradualmente, tanto en sentido lateral como vertical, la desaparición de estas facies se producen hacia Oriente.

Está compuesta fundamentalmente por arcillas, limos y arenas, de colores ocres o rojizos, siendo muy característica la aparición de numerosos niveles detríticos gruesos. Esta característica se manifiesta muy acusadamente en el límite occidental, donde son muy frecuentes los conglomerados y brechas cuarcíticas (de hasta 20 cm. de diámetro) y que constituirían la parte basal del Mioceno, equivalente en cierto modo a la facies

de Aspariegos, que ya empieza a manifestarse en esta zona a modo de costras de tonos rojizos.

En general, abundan las arenas microconglomeráticas y niveles de cantos alternando con algunos niveles arcillosos, que son más frecuentes hacia techo.

Estos niveles presentan una cierta disposición secuencial, que parecen señalar un régimen fluvial.

Los niveles más gruesos están localizados en el límite occidental de la Hoja. Son brechas y conglomerados cuarcíticos intercalados con niveles arcillosos. El tamaño de los clastos puede llegar a los 20 cm de diámetro, no llegando nunca a alcanzar las dimensiones de los bloques de las facies de Aspariegos y en los que tampoco se aprecian huellas de percusión. Las aristas están algo gastadas, lo que evidencia al menos un cierto transporte desde su lugar de origen. Es muy frecuente que, aunque con escasa matriz (arenosas), se encuentren aumentadas por Fe o Mn. Ya hemos comentado que inmediatamente a estos niveles se manifiestan algunas costras de carbonatos, que sugieren ya una estrecha relación con las facies de Aspariegos.

Hacia el Este los niveles detríticos más gruesos son conglomerados de cuarcita y cuarzo bastante subangulosos, formando pequeñas hiladas y lentejones en laminación cruzada.

Se ven con frecuencia costras ferruginosas empastando diversos niveles detríticos, con frecuencia allí donde ha existido una interrupción sedimentaria.

En realidad el significado de esta facies es el tránsito entre la facies de borde, que correspondería prácticamente el límite occidental, y la «facies de la Tierra de Campos» hacia el Este, realizándose también este cambio en la vertical, lo que pone de manifiesto una clara disminución de la energía en el proceso evolutivo de la cuenca. Exceptuando la mayor proliferación de niveles detríticos más gruesos y el menor desarrollo de las concreciones sobre todo calcáreas, el resto de las características son muy similares a las «facies de Tierra de Campos s. I.».

La potencia es muy difícil de estimar, aunque en la Hoja no excede de 50 m.

En cuanto a flora y fauna sólo hay que señalar la inexistencia de restos clasificables, aunque se encuentran trozos de huesos y restos carbonosos que muy bien pudieran identificarse con materia vegetal.

1.4.3 FACIES «TIERRA DE CAMPOS» s. I. (T_{cl-cll}^{Pa-Bc} C)

Estas facies están representadas sólo en la parte nororiental de la Hoja.

El informe geológico de Aeroservice (1967) incluye estos materiales dentro de lo que llama facies de Villalpando, Sahagún, que considera como

tránsito de la de Montamarta (ésta es claramente paleógena) o de borde a la de Tierra de Campos, aunque se inclina por incluirla dentro de la segunda. De acuerdo con esta última puntualización, no hemos creído oportuno su separación por estimar la analogía entre ambas facies.

En el conjunto abundan las arcillas arenosas de colores ocres característicos, aunque también son muy frecuentes los niveles arenosos e incluso de microconglomerados, aunque con mucha menor proporción que en la facies anterior.

Aunque se presentan muy semejantes a la facies anterior, existen algunas diferencias que han motivado su separación. Estas diferencias son esencialmente de la disminución de los niveles detríticos y la aparición de niveles carbonatados y concreciones.

Estos tramos detríticos se repiten con cierta periodicidad, por lo que se pueden comparar a una secuencia más o menos completa que podríamos asimilar a una serie fluvial.

El significado genético de estos niveles detríticos sería el de avenidas más o menos canalizadas con aportes detríticos más groseras, que arrancarían y removilizarían parte de los sedimentos depositados anteriormente bajo un régimen lagunar (?).

Una de las características más notables es la aparición de interrupciones sedimentarias, en los que son fácilmente observables muchos de colores oscuros, así como concreciones y pequeñas costras ferruginosas. Precisamente una característica generalizada en todas estas facies es la abundancia de material limonítico, que da a la región un color ocre-amarillento típico.

Otra circunstancia, que es precisamente una de las que han motivado la diferenciación entre estas facies y la facies anterior, es la aparición de carbonatos.

Estas concentraciones calcáreas se presentan en formas irregulares formando concreciones y cementando niveles de los tramos arenosos indicados anteriormente. Las concentraciones carbonatadas de formas pseudoestratiformes es probable que se deban a procesos de encalichamiento. Existen otras en forma de raíces, que es probable que sean el resultado de concentraciones en torno a las raíces de los arbustos bajo el influjo de la transpiración de la planta sobre los cercanos niveles freáticos. Otras son de forma redondeadas o irregulares, en cualquier caso ligadas a procesos edáficos.

La potencia estimada para esta facies dentro de la Hoja no creemos que sobrepase los 70 m.

Entre los materiales arcillosos se encuentran restos orgánicos inclassificados, posiblemente vegetales, aunque lo que sí son más frecuentes son trozos de huesos de vertebrados, generalmente en esas áreas de removilización mencionadas anteriormente.

1.4.4 DATACIONES

La datación de la facies detrítica inferior de color rojo es muy problemática. A la inexistencia de datos paleontológicos que la clasifiquen hay que añadir las dificultades que acarrea el establecer relaciones de situación con respecto a facies superiores e infrayacentes. En nuestra Hoja se apoyan en neta disconformidad sobre los materiales infrayacentes. Su paso a las facies de la «Tierra de Campos», aunque algunas veces se hace de una manera neta en clara discordancia, otras parece gradual, poco definido. En relación a su proximidad con estas últimas facies se atribuye al Mioceno Inferior.

En nuestro caso su datación no acarrea más dificultades de las ya expuestas. Existe relación en cuanto a proximidad con las facies de la «Tierra de Campos» y una desconexión neta con respecto a los materiales inferiores, de probables edades paleógenas, que puede evidenciar una laguna estratigráfica entre una y otra. En relación a estos hechos no existe problema al considerarla como Mioceno Inferior.

Ahora bien, en otros lugares el paso entre ésta y las demás facies adyacentes (Villalpando, 14-13) no es neta y el paso de una a otras es en cierto modo gradual, quedando ambos límites, superior e inferior, poco precisos. Si consideramos los inferiores como lutecienses y la «facies Campos» Vindoboniense, nos queda para estas facies un amplio margen de edad comprendido entre el Eoceno Medio (Luteciense) y el Mioceno Medio, faltando todo el Oligoceno. Aunque se estima posible la existencia de una serie comprensiva, dadas las características de la sedimentación, no queda más solución que abarcar dentro del conjunto y global de estas facies, tanto inferiores como superiores, todo este espacio cronológico.

Las dos facies diferenciadas dentro del Terciario Superior, tanto la más detrítica como la de «Tierra de Campos», propiamente dichas son isócronas, aunque la segunda parece tener un cierto carácter expansivo sobre la primera.

En los estudios micropaleontológicos realizados no se observan restos claros, aunque aparecen tubos formados por aglutinación de granos de cuarzo con cemento (matriz) arcillosa y que podrían corresponder a tallos de algas.

Dada la imposibilidad de datación por este medio y ante la inexistencia de microfauna o macroflora clasificable, debemos recurrir a correlaciones con otros autores que realizaron estudios similares en otros sectores de la cuenca del Duero.

F. BERGOUNIOUX y F. COUZEL (1958) estudian varios yacimientos de mastodontes en la cuenca del Duero, los más cercanos son los de Santa

María del Páramo, el de Castroverde de Campos y el de Benavente. En el primero de ellos encontraron *Trilophodon angustidns* CUVIER y *Trilophodon olisiponensis* ZBYSXEWISKY y en el tercero *Zygodon pyrnaicus*. El primer yacimiento lo atribuye a un Vindoboniense Superior y el segundo a un Vindoboniense Medio probable.

En el último yacimiento (Benavente, M. T. ALBERDI y E. AGUIRRE, 1970) encuentran *Tetralophodon longirostris* CUVIER. Además de mastodonte contiene un Jiráfido (*Decennatherium pachecoi*, CRUSAFONT) y restos de Rhinocerotidae (indeterminable). Estos autores atribuyen una posible correspondencia con capas altas del Mioceno (Vallesiense).

Ante tales hechos nos vemos forzados a optar para dichas facies una cronología que oscilaría entre Mioceno Inferior y Pontiense (Vallesiense). De todas formas hemos excluido el Pontiense por considerar que gran parte del techo de esta facies está erosionado.

1.5 CUATERNARIO

Los materiales cuaternarios son de gran importancia regional no sólo por su extensión sino por el significado genético que tienen en la reciente evolución de la cuenca del Duero.

Aunque existen depósitos de génesis diversa, como conos de deyección, coluviales, glaciares, etc., la importancia de la sedimentación cuaternaria radica en los depósitos de origen fluvial, existiendo en la región un sistema de terrazas ampliamente desarrollado.

1.5.1 TERRAZAS FLUVIALES (Q₁T₄, Q₁T₅, Q₁T₆, Q₁T₇, Q₁T_{7as}, Q₁T₈, Q₁T_{8s}, Q₁T_{8as}, Q₁T_a, Q₁T_{9s}, Q₁T₁₀, Q₁T_{10s})

Ya nos hemos referido a la importancia de los depósitos fluviales de la región. La particularidad de cada uno de los principales ríos que atraviesan la Hoja, definidos por sus áreas de procedencia y recorrido, motivaría sistemáticamente de su análisis haciendo un estudio por separado sin olvidar sus analogías y diferencias entre ellos. Los principales cursos fluviales son los del Esla, Salado y Valderaduey, que son los que analizaremos.

Hay que precisar que la aparente anarquía en la numeración de los subíndices de las siglas de los niveles de terraza viene motivada por los procesos de reajuste en la unificación de la totalidad de las terrazas de las Hojas que abarcan esta zona (Hojas 13-12, 14-12, 13-13, 14-13, 14-14, siendo el nivel más ambiguo en esta zona el Q₁T₄). También se señalarán las dificultades derivadas del encaje entre los diversos aterrazamientos, pues su semejanza litológica y la inconstancia de los desniveles, tanto absolutos como relativos, plantea muchos problemas y aunque la asimilación

entre niveles se ha hecho con la mayor precisión posible dentro de los medios disponibles, estimamos que es susceptible de modificación.

Río Esla: Este río, que da nombre a toda la cuenca hidrográfica de este sector de la meseta castellana septentrional, tiene su origen en la Cantábrica, alimentado en el nudo que forman los ríos Bernesga, Torio, Porma y el propio Esla. Más adelante y en la vecina Hoja de Villafáfila se unen el Tera, procedente del macizo de Sanabria por el Oeste, y el Cea, procedente de la Cantábrica por el Este.

Los niveles separados están bien definidos a su paso por la Hoja. Sus cotas relativas son difíciles de determinar debido al pantano de Ricobayo, que ha modificado el nivel de las aguas del río. De todas formas pueden corresponder a: 8-15, 15-25, 25-35, 35-45, 50-55, 60-70, 75-80 metros sobre el nivel del Esla, aproximadamente. Su correspondencia con la Hoja superior por las causas anteriormente apuntadas están muy dificultadas, aunque nos hemos atrevido a hacer una correspondencia que podría ser correlativamente, y manteniendo el orden indicado, la siguiente: Q_1T_{10} , Q_1T_9 , Q_1T_8 , Q_1T_7 , Q_1T_6 , Q_1T_5 y Q_1T_4 .

Estos niveles están compuestos fundamentalmente de conglomerados con poca proporción de elementos finos. Los conglomerados son casi exclusivamente de cuarcitas bien rodadas, cuyos tamaños medios oscilan alrededor de los 7 cm. A diferencia de otros tramos las terrazas superiores no parecen ser las de cantos con mayor tamaño, al contrario, pueden presentar tamaños menores con buena clasificación. También es frecuente encontrar grandes bloques cuarcíticos de hasta medio metro cúbico.

La matriz, escasa generalmente, está formada por arenas y limos de colores pardo rojizos, sin que se observen cambios claros en la coloración al variar el nivel de terraza.

La fracción arcillosa está fundamentalmente formada por illita, caolinita y pequeñas proporciones de goethita. La relación illita-caolinita, al igual que ocurría en la Hoja 13-13, Villafáfila, ha aumentado notablemente en relación con los ríos Tera y Orbijo. Este hecho es probablemente heredado del Neógeno, ya que los ríos que forman el conjunto del Esla han tenido que discurrir largo trecho por la planicie terciaria.

Las potencias se mantienen entre los 1 y 5 m., sin exceder casi nunca, en los casos más excepcionales, de 10 m.

En el ángulo NO de la Hoja unos pequeños aterrazamientos secundarios, ubicados en un amplio valle entre estructuras hercínicas, por donde discurre hoy un arroyo de régimen irregular. Dichos aterrazamientos se disponen en pequeños afloramientos, que los hemos asimilado a los niveles Q_1T_7 as, Q_1T_7 as, aproximadamente a 35-40 y 30-35 metros sobre el nivel del Esla.

Litológicamente están compuestos por conglomerados de cantos de cuarcita, arenas y limos. Los conglomerados son, como ya hemos indicado, fundamentalmente de cuarcita, aunque existen también de cuarzo y pizarra

(muchos de ellos heredados del Mioceno). No tienen apenas redondeamiento, salvo algunos heredados de otras terrazas, y se presentan en hiladas aisladas entre materiales arenosos y microconglomerados que forman laminaciones cruzadas. Existen también sectores limo-arcillosos, aunque estos son menos frecuentes. La coloración de todos estos depósitos es grisáceo amarillenta.

Su potencia no excede en ningún caso el par de metros.

La significación de estos depósitos parecen ser la de ríos o arroyos de escaso recorrido que drenaban los relieves paleozoicos cercanos.

Poco antes de entrar en la Hoja el río Esla se encaja, a partir del tercer nivel de terraza, en los antiguos relieves preneógenos, una vez exhumados los depósitos terciarios que lo fosilizaban. Se produce una superposición con la que se desarrollan meandros encajados aunque la mayoría de las veces se adapta al paleorrelieve existente con anterioridad o a direcciones estructurales.

Los aluvionamientos actuales de características similares a los demás se incluyen en la parte correspondiente al Holoceno.

Río Valderaduey: A su paso por la Hoja se han podido apreciar varios niveles de terrazas. Están dispuestos a ambos lados del cauce actual y situados en el ángulo SO de la misma. Están a 1-5, 3-10, 8-15, 13-20, 18-23 y 24-26 m., que corresponden a los niveles Q_1T_{10} , Q_1T_9 , Q_1T_8 , Q_1T_7 , Q_1T_6 y Q_1T_5 , respectivamente.

Sus caracteres litoestratigráficos se confunden en los del substrato, pues de él se nutren. Por esta causa y porque a veces son simples removilizaciones para su identificación, se han empleado en muchos casos exclusivamente criterios geomorfológicos.

En la mayoría de las veces son conglomerados de cuarcita y de caliza con gran proporción de arenas y limos. La cuarcita, con tamaños que oscilan entre cantos centimétricos y bloques, no es representativa, pues procede de las facies Aspariegos y de Bellver de los Montes en la mayoría de los casos. La caliza, mucho menos numerosa y con tamaños entre los 3 y 15 cm., presenta escaso desgaste, estando su origen en la desmantelación de los niveles calcáreos de los Páramos de Valladolid, siendo transportada hasta el Valderaduey por el río Sequillo.

Un hecho característico de la mayoría de los niveles es la presencia de potentes encostramientos calcáreos. La potencia, difícil de apreciar por la escasa visibilidad de los afloramientos, es escasa, no excediendo en la mayoría de los casos de 2 m.

Río Salado. En este cauce, de menor importancia que los anteriores, los más escasos aterrazamientos que presentan corresponden a los niveles más recientes, señalan la modernidad del río Salado.

Su particularidad más notable es la de ser el desagüe de las lagunas de Villafáfila, de ahí la raíz de su denominación.

1.5.2 GLACIS (Q₁G)

Con esta denominación hemos incluido una serie de retazos de afloramientos y superficies «colgadas», en las que muchas veces es difícil apreciar si existe o no depósitos y que quedan, como se vio en la Hoja 13-13, Villafáfila, una cierta relación con el nivel de terraza Q₁T₈. De todas formas en nuestro caso no se puede precisar que sea un único nivel morfológico. Su lejanía a posibles aterrazamientos que nos sirvieran de referencia hace difícil su correlación.

Todas estas superficies se encuentran en el centro de la zona septentrional de la Hoja, entre las localidades de Villarrin de Campos y Granja de Moreruela. Forman glacis de cobertera o cubiertos, que a veces pueden ser simplemente erosivos. Sus espesores, cuando hay depósitos, no alcanzan nunca el metro, estando reducidos la mayor parte de los casos a removilizaciones del material infrayacente con cantos arenas, limos y arenas originarias de terrazas y del mismo Terciario.

Se encuentran muy diseminados, quedando, como ya se dijo, sólo algunos retazos «colgados».

1.5.3 ALUVIAL (Q₂Al₁, Q₂Al₂, Q₂Al₃, Q₂Al_{2n})

Dentro de los aluviales de los ríos de la Hoja, se han separado tres tipos distintos:

Los primeros, Q₂Al₁, que son fundamentalmente limos, arcillas y arenas, quedan generalmente restringidos a todos los cauces y arroyos de poca importancia, de carácter intermitente y originarios todos ellos en los materiales terciarios.

La similitud de caracteres de estos aluvionamientos con los de los depósitos infrayacentes hace a veces difícil su identificación habiéndose utilizado para su cartografía criterios geomorfológicos, lo que no descarta la posibilidad de su inexistencia en algunos sectores.

La actividad de estos cauces es casi inexistente, pues sólo hay arrastres de cierta consideración durante las lluvias intensas, generalmente tormentosas.

Especial atención merecen los aluviones de los ríos Valderaduey y Salado, pues aunque son ríos originarios en Terciario su importancia es ya mucho mayor. Ambos incorporan a sus depósitos materiales detríticos más gruesos, como son cantos y bloques. Los cantos, a veces, como es el caso del Valderaduey de la desmantelación del Neógeno (caliza de los Páramos). Generalmente tantos cantos como bloques son heredados de materiales terciarios infrayacentes.

Otra particularidad es la de presentar, a causa de su régimen, surco

principal poco definido, lo que va a originar frecuentes encharcamientos donde a veces pueden depositarse limos con alto contenido salino.

Q_2Al_2 representan la llanura aluvial de los grandes ríos de montaña, que en este caso están representados por el Esla. A causa del embalse no se ha podido separar el cauce actual y la llanura de inundación, ésta en sectores muy restringidos.

En el Valderaduey se han denominado con las siglas Q_2Al_3 , a parte de los aluvionamientos que generalmente no son cubiertos por las avenidas, aunque en estos casos la diferenciación antes apuntada es difusa por las características de estos ríos.

Cuando el nivel del embalse alcanza sus cotas máximas, se produce en los últimos aterrazamientos una sedimentación de limos semejantes a los que se producirían durante las grandes crecidas en las llanuras de inundación. Esta sedimentación, de Influencia austrópica, se ha separado con la sigla Q_2Al_{an} .

1.5.4 COLUVIONES (Q_2C)

Están representados en el tercio occidental de la Hoja, constituyendo extensos derrubios que se acumulan en derredor de los relieves paleozoicos.

Son acumulaciones de cantos y bloques de cuarcita con trozos de pizarras, desprendidos de los relieves hercínicos aflorantes. Suelen estar más o menos empastados en una matriz arcillo-arenosa procedente de los mismos materiales antiguos y de los más recientes de la covertera neógena y cuaternaria.

Cronológicamente los consideramos paraactuales, aunque muchos de ellos se empezaran a establecer mediada la evolución fluvial de la región,

1.5.5 CONOS DE DEYECCION (Q_2d)

Están distribuidos fundamentalmente en los arroyos y barrancos jalados a lo largo de los ríos Salado y Valderaduey.

Están constituidos por arenas finas, arcillas y, algunas veces, por cantos de cuarcita cuando se encuentran en las proximidades de afloramientos terciarios de las facies de Aspariegos o aterrazamientos importantes.

La mayoría de los conos no presentan grandes acumulaciones, aunque por su extensión lo parezcan, sino que son delgadas películas, deposiciones detríticas finas arrancadas de los materiales terciarios fácilmente delezna- bles, que se esparcen durante épocas de fuertes lluvias a lo largo de los valles de Valderaduey y Salado, fundamentalmente.

1.5.6 LIMOS ARENOSOS CON PRECIPITACIONES SALINAS (Q_2Li)

Estas zonas, con altas proporciones de sales, se localizan en el ángu-

lo NE de la Hoja, en las proximidades de Villamarín de Campos. Constituyen un área deprimida que se prolonga hacia el NO en la Hoja de Villafáfila (13-13). En esta reglón la salida de aguas hacia ríos importantes se hace difícil, razón por la que se producen animalaciones endorreicas con precipitaciones de sales, por procesos de evaporación durante los meses de estiaje. En relación con este fenómeno no hay que olvidar la importancia que el contacto facies Aspariegos-facies Tierra de Campos tiene en el proceso.

De todas formas estos materiales, heredados del Terciario Infrayacente (conglomerados, arenas, limos, etc.), es posible que contengan ya alto porcentaje de sales procedentes de algún nivel salino en la sedimentación neógena.

Según datos proporcionados por el IGME, la mayor proporción la tienen los cloruros y los sulfuros. He aquí los resultados de análisis realizados en aguas de la laguna Salina Grande.

	<u>Mgr./l</u>	<u>Meg/l</u>
Cl ⁻	6.736,0	190,00
SO ₄ ⁼	2.136,5	44,00
CO ₃ H ⁻	207,4	3,39
CO ₃ ⁼	—	—
NO ₃		trazas
NA ⁺	3.941,2	171,39
Mg ⁺⁺	291,8	24,90
Ca ⁺⁺	521,0	26,00
K ⁺	111,3	2,89
Li ⁺	7,0	1,00

Cronológicamente este proceso pudo establecerse contemporáneo a la acumulación de los tres últimos niveles de terrazas.

1.5.7 DATACIONES

Ante la imposibilidad de dataciones cronológicas precisas, se incluirán dentro del Pleistoceno, aunque apuntando que no excluimos la posibilidad de que algún nivel de aterramiento alto pueda incluirse dentro de un Villafranquiense s.l., todos aquellos depósitos de terraza fluvial o no, que se encuentran actuales. Estos últimos han quedado englobados dentro del Holoceno, aunque con toda posibilidad algunos de ellos comenzaron a desarrollarse ya en el Pleistoceno.

2 TECTONICA

Ya que en esta Hoja están representados materiales Paleozoicos y Terciarios hemos de admitir que han sufrido los efectos de dos grandes ciclos orogénicos, el Hercínico y el Alpino.

Los primeros, muy cubiertos por los depósitos terciarios y cuaternarios, abarcan una pequeña extensión y además es muy problemático el que alcancen el Ordovícico Superior, o si es así posiblemente esté escasamente representado. Por tanto, la visión del proceso orogénico ha de ser por fuerza muy parcial.

Se han observado una serie de elementos estructurales que no podían encuadrarse en el contexto tectónico regional sin recurrir a los datos bibliográficos.

Como ya se apuntó en el capítulo de estratigrafía relativo al Paleozoico el dominio de la Hoja pertenece a la zona IV de MATTE Ph. (1968).

La atribución de los diferentes elementos estructurales, con las correspondientes fases de deformación, se ha hecho siguiendo a MARTINEZ GARGIA, E. (1973). Así, tenemos en las deformaciones hercínicas:

FASE I

No disponemos de elementos de juicio para detectar su presencia, pero según este autor provocó grandes estructuras de plegamiento tumbados o mantos de corrimiento hacia el E o SE. Según él son los criterios microscópicos los mejores argumentos en favor de la existencia de esta fase de deformación.

FASE II

Origina un plegamiento isoclinal vergente al NE y una esquistosidad de flujo que es la más importante que actualmente se observa en todos los materiales de la zona. Esta tiene una dirección NO-SE y buzamiento al SO. Antes de las deformaciones posteriores y según el autor citado se encontraba casi horizontal o ligeramente inclinada al SO. Por tanto, los pliegues, de gran envergadura, debían encontrarse originalmente tumbados hacia el NE.

Los pliegues isoclinales son los que actualmente forman los repliegamientos en los afloramientos de cuarcitas y son difíciles de cartografiar.

FASE III

Da lugar a las estructuras cartográficas y que se observan en las escarpadas márgenes del Esla. El plegamiento es concéntrico y similar a la vez.

siendo los pliegues subverticales vergentes al NE y de dirección NO-SE pero no tan apretados como los de la fase anterior, que son plegados por éstos.

También da lugar a pliegues falla sintectónicos.

Se puede decir de esta fase que es la que configura en gran parte la estructura del Paleozoico de esta zona.

FASE IV

Da lugar a la formación de amplios pliegues orientados NO-SE, que se traducirían en abombamientos de amplio radio que afectan a todas las estructuras creadas en fases anteriores.

FASES TARDIAS

Dan lugar a deformaciones de pequeña intensidad, que solamente afectarían a los materiales pelíticos. A ella podrían pertenecer los «kink-bands» que se observan en las filitas negras piritosas (O₂₋₃) del Ordovícico Medio-Superior.

En cuanto a la fracturación hay alguna falla orientada según la estructura de plegamiento y relacionada con el flanco N de algún pliegue que podría corresponder a la Fase III. Pero generalmente son de poca importancia y responden a un sistema orientado NE-SO, que provoca pequeños desplazamientos de los ejes de los pliegues. Según MARTINEZ GARCIA, E. (1973), corresponden a una etapa de distensión, posiblemente al final de las compresiones hercínicas.

Respecto a la edad de estas deformaciones nos remitimos también a los datos de este autor, ya que con los datos de este área resulta imposible cualquier atribución.

La fase I sería de edad Wenlock, ya que los materiales de edad Wenlock Superior no están afectados en otras regiones por ella y contienen conglomerados con cantos de rocas metamórficas producidas por el metamorfismo asociado a esta fase.

A la fase II se le atribuye una edad Fameniense, mientras la III la considera de edad anterior al Westfaliense.

La fase IV la hace corresponder con la Leónica o la Astúrica, y las tardías podrían corresponder según él con la Saálica y la Pfálica.

Respecto a las series terciarias es general en toda la Hoja su aparente carácter atectónico, aunque no se descarta la posibilidad de que existan movimientos de bloques del zócalo que hayan motivado modificaciones dentro de este conjunto sedimentario más reciente. Concretamente algunos afloramientos paleocenos se hallan muy fracturados, lo que hace suponer la posibilidad de movimientos de más magnitud.

Aunque no hay modificaciones notables en los sedimentos, están representados en sendas disconformidades alguna de las fases larámicas, otra neolárcimica o prepirenaica, la sávica o staírica y, por último, la rodánica.

Las probables modificaciones estructurales de la sedimentación terciaria no es fácil de apreciar y sólo un estudio regional puede esclarecer este hecho. Así y aunque no se observan ni saltos ni escalonamientos, ni ningún dato tectónico directo en los materiales aflorantes, sí se pueden intuir mediante análisis morfológicos ciertas influencias estructurales del zócalo sobre los materiales suprayacentes.

Aunque la observación morfológica es preciso realizarla a escala regional, ya en la reducida extensión de la Hoja se observa el trazado rectilíneo de gran parte de los cursos fluviales y el paralelismo entre unos y otros dispuestos según unos sistemas de orientaciones que nos hacen pensar en su relación con sistemas de fracturación del zócalo hercínico.

Las direcciones más significativas que se aprecian son un sistema NO-O y NE aproximadamente a las que se adaptan los tributarios del río Salado. Esta disposición es probablemente un reflejo de la fracturación del zócalo y más concretamente de las formaciones terciarias prelutecienses que se encuentran ya claramente afectadas por la tectónica alpina.

3 HISTORIA GEOLOGICA

Los primeros depósitos en nuestra área pertenecen al Ordovícico Inferior y corresponden a una etapa en la que domina la sedimentación pelítica de un medio marino alejado de las líneas de costa. En él va paulatinamente dominando una sedimentación detrítica más gruesa, con alternancias de cuarcitas y pelitas que van indicándonos la tendencia a un ciclo regresivo. Este culmina con el depósito de cuarcitas en facies similar a la armoricana, en el que abundan determinadas pistas (Cruzianas) que evidencian un medio marino de aguas poco profundas, litorales o sublitorales.

A partir de ellas vuelve a iniciarse un nuevo ciclo transgresivo que comienza con el depósito de series rítmicas de cuarcitas y pelitas de facies someras, en las que también son extraordinariamente abundantes las pistas anteriormente citadas. El paso de estas facies a las más predominantemente marinas de las pelitas del Ordovícico Medio y posiblemente Superior no se hacen sin que posiblemente se produzca alguna importante recurrencia marina que determinen etapas regresivas intermedias con la vuelta a condiciones de sedimentación primitiva (segundo tramo de cuarcitas).

Los ciclos Caledónico y Hercínico afectan posteriormente a estas series, configurando su compleja estructura actual.

Durante el transcurso de un largo período de tiempo no existe sedi-

mentación en la región zamorana. Entre el Silúrico, o como mucho Devónico, y el Paleoceno no existen depósitos. Por tanto, el funcionamiento de la región como arca emergida abarcó todo el Mesozoico. La estabilidad tectónica, que con posterioridad al arrasamiento pre-triásico manifiesta la zona, es la causante de que junto a la existencia de una climatología adecuada (cálida y húmeda) se desarrollan durante el Mesozoico potentes formaciones de suelos lateríticos. En el Cretácico Inferior estos suelos son arrastrados y destruidos, iniciándose a continuación la gran sedimentación calcárea del Cretácico Superior en gran parte de la Península. Contemporánea a esta sedimentación es probablemente cuando se desarrollan sobre el cratón zamorano potentes suelos tropicales, cuyos vestigios se pueden apreciar claramente en diversos lugares de la región (Hoja 13-13, Villafáfila, y 13-15, Coreses).

La dismantelación del macizo zamorano se inicia durante el Paleoceno (facies pre-lutecienses de Montamarta y Zamora).

Las fases larámicas parecen ser las responsables de los primeros hundimientos, al menos en estos sectores de la cuenca del Duero.

El carácter sedimentario del Paleoceno es fuertemente detrítico y con deposiciones en amplios abanicos fluviales que se forman al pie de los recién originados bordes montañosos de la depresión castellana.

El área fuente la constituyen el cratón zamorano, fuertemente alterado, que liberaba materiales producto de esa alteración. De ahí la gran proporción entre la fracción arcillosa de caolín y el predominio grande del cuarzo entre los materiales más gruesos (cuarzo filoniano inalterado). Nuevamente se aprecia una discontinuidad sedimentaria entre estos últimos y los materiales del Luteciense (?). La culpa de esta disconformidad se puede achacar a algún movimiento larámico tardío o incluso a una fase prepirenaica.

La sedimentación durante el Luteciense es claramente lacustre, con episodios de génesis fluvial hacia el E (Hoja 14-14, San Pedro de Latarce) que en el tiempo se manifiestan cada vez más acusados. La mitad occidental de la Hoja durante este período permanece emergida.

Las características climatológicas parecen ser de tipo subtropical (el paleoceno algo más húmedo) con variaciones oscilantes de humedad y tendencia lenta hacia la aridez con el transcurso del tiempo (JIMENEZ, 1974). Aridez que se manifiesta más acusada durante el Vindobonense, como se verá con posterioridad.

Poco a poco (Hojas 14-13, Villalpando, y 14-14, San Pedro de Latarce) existe un aumento de energía en el medio de sedimentación. En esta Hoja se manifiesta de modo neto, siendo esta fase de gran energía y cuyos resultados no sólo quedan grabados en la sedimentación sino en lugares emergidos, sujetos éstos a una gran alteración. El tamaño de los bloques desplazados con huellas de percusión, la fuerte coloración roja, la disposición estratigráfica y sedimentología, la inmadurez o (algunos de sus elementos

son micas, feldespatos, etc.) el desarrollo de costras calcáreas y ferruginosas, etc., llevan a la conclusión de que este proceso se puede desglosar en dos: uno de carácter tectónico, que ocasiona un aumento de la desnivelación entre las depresiones zamoranas y sus bordes, y que puede estar relacionado con las fases sálica o stálica, que son en definitiva las principales culpables de la formación de los bordes montañosos con hundimiento de la depresión de Castilla la Vieja, para SOLE SABARIS (1952, 1954 y 1958). El segundo es de carácter climático. Se desarrollan épocas de lluvias intensas separadas por amplios espacios de gran aridez bajo un clima subtropical.

Bajo estas condiciones se desarrollan violentas y rápidas avenidas procedentes generalmente del SO, que se esparcen en grandes abanicos aluviales en los bordes de la depresión; al mismo tiempo se desarrolla una gran alteración sobre las zonas emergidas, que entre avenida y avenida eran mayoría, con desarrollo de costras carbonatadas y ferruginosas.

En definitiva, estas circunstancias denotan un régimen altamente oxidante de gran energía, que podría ser de medio fluvio-torrencial muy poco regularizado, rápido e intermitente.

A partir de este punto se inicia la sedimentación neógena que fosiliza el relieve anterior, hasta la culminación del ciclo con las facies de los Páramos.

MABESOONE (1961) cree que la fase pirenaica produce una serie de depósitos de borde generalmente calcáreas de donde derivan los depósitos de lo que llama facies de las Cuevas (Oligoceno Medio o Inferior).

Durante la fase Sálica se produce el plegamiento de estos depósitos y es a continuación cuando se produce la sedimentación de la facies de «Vega de Riacos» de tonos rojizos, lo que hace pensar en un clima relativamente húmedo. Por similitud litológica y posición estratigráfica podría correlacionarse con nuestras facies rojas.

En este momento es cuando cree que la erosión de los bordes montañosos y de los depósitos terciarios ya formados produce la «superficie de erosión fundamental de la meseta, que tiene lugar al mismo tiempo que la sedimentación de las facies de la "Tierra de Campos" y de los depósitos terciarios más recientes».

En el centro de la cubeta (NUÑEZ, COLODRON y otros, 1975), se encuentran bajo los materiales detríticos de las facies de «Tierra de Campos» unos sedimentos carbonatados con yesos del mismo tipo de la que antecede a la facies de «Los Páramos» en el centro de la cuenca y que indicará según estos mismos autores, «unas condiciones de aguas muy someras bajo un clima árido, que permitió la génesis de suelos con costras calcáreas y yesos».

En la zona no hemos encontrado tales niveles y consideramos que dichas facies quedaron restringidas a las zonas centrales de la depresión,

aunque pudieran correlacionarse con estos primeros estadios de la sedimentación neógena.

De todas formas el paso entre estas facies y la posterior en el tiempo, la de la Tierra de Campos, es difícil de determinar. En algunos sectores se observa una clara discontinuidad que en otros lugares se manifiesta como un paso gradual o incluso un cambio lateral de facies. Parece lógico pensar que estas condiciones se atenúan con el tiempo, pasando de un modo brusco allí donde se hubiese producido una cierta interrupción sedimentaria, hecho normal en sedimentaciones continentales.

Las circunstancias apuntadas con antelación se van atenuando, carácter que incide en la sedimentación, como se ve reflejado en las facies de la «Tierra de Campos». El carácter más detrítico de su borde occidental está marcado por su proximidad al límite de cuenca.

Estas últimas acumulaciones claramente transgresivas se encuentran fosilizando un relieve anterior, resultado fundamentalmente del largo período de alteración tropical de edad probablemente Cretácico Superior y de la desmantelación posterior durante el Paleógeno. En este relieve se pueden apreciar formas típicas de climas tropicales húmedos y paleorrelieves sobre materiales paleógenos, como ocurre en los alrededores de Manganeses de la Lampreana.

Volviendo a la sedimentación neógena hay que decir que tienen un marcado carácter fluvioaguar (más fluvial en esta zona), y expuesto en épocas a un régimen subaéreo como lo corroboran la aparición de paleosuelos, concreciones y costras ferruginosas y calcáreas.

El área fuente, en nuestro caso, habría que buscarla en el macizo de Sanabria y, en un grado menor, en la Cordillera Cantábrica.

De acuerdo con otros autores que han trabajado en otros sectores de la cuenca (MABESOONE, 1958, y NUÑEZ COLODRON y otros, 1972) consideramos este tipo de facies fluviales y en un grado menor de régimen lagunar. El carácter masivo de los sedimentos finos en muchas mayores proporciones con relación a otros detríticos más gruesos poseedores de estructuras propiamente fluviales nos hace suponer la existencia de amplias llanuras inundadas temporalmente, en las que cauces irregulares socavarían sus canales más que los de un régimen fluvial regularizado (también existirían), serán canales irregulares que se perderían al adentrarse en la llanura, provocando removilizaciones, que arrancarían y volverían a resedimentar más adelante.

La existencia en los sedimentos de restos de sílex y algunas costras calcáreas y ferruginosas, a la vez indicadoras de períodos emergidos, nos llevan a un clima cálido caracterizado por una cierta aridez. (MABESOONE encuentra en facies similares fracción loésica.)

La aparición de paleosuelos, concreciones calcáreas, muchas de ellas edafológicas, formadas algunas por la transpiración de las plantas y con-

centradas en torno a las raíces de arbustos, restos vegetales, huesos de vertebrados (en la localidad de Benavente existe un yacimiento de mamíferos en el que ALBERDI y AGUIRRE en 1970 han determinado mastodontes, un jiráfido y restos de rinocerotídeos), así como la existencia de fracciones loésicas anteriormente mencionadas y encontradas por MABESOONE en otro sector de la cuenca, junto con otras circunstancias anteriormente expuestas, llevan a considerar este ambiente de particularidades muy semejantes a las de zonas peridesérticas de tipo sabana dentro de un régimen hidrográfico endorreico. Aunque ya no aflora otro tipo de materiales neógenos, con posterioridad (ver Hoja 14-13, Villalpando, u otras ubicadas más al centro de la cuenca) se inicia en el centro de la cubeta una sedimentación carbonatada y yesífera correspondiente a un clima más árido y a continuación se produce la evolución durante el Ponticense a un régimen típicamente lacustre, produciéndose la deposición de la facies de «Los Páramos».

Con este proceso finaliza el ciclo sedimentario neógeno, iniciándose seguidamente un nuevo ciclo fundamentalmente erosivo que aún continúa en la actualidad. El comienzo de esta nueva etapa morfogenética parece ser que fue ocasionado por el levantamiento de los macizos circundantes durante la fase Rodánica, al mismo tiempo que fue basculada hacia el Oeste, proceso éste aún no acabado (MABESOONE, 1961).

Se inicia un arrasamiento, estableciéndose los primeros depósitos en relación con el nuevo ciclo morfogenético. Estos procesos iniciales parecen estar marcados por su acentuación energética y por su irregularidad. Probablemente no tendrían cursos definidos y se extenderían en mantos en derredor de los relieves de procedencia, alcanzando rara vez lugares muy alejados.

La evolución de estos procesos es de una clara tendencia hacia la estabilización del régimen, que tiende a ser fluvial más regularizado.

Las características que más diferencian globalmente las terrazas superiores de las inferiores son su coloración más roja, su mayor cantidad de arcillas y las mayores dimensiones de sus cantos. Ante estos hechos se deduce inmediatamente un claro decrecimiento energético.

En cuanto a la cantidad de arcillas y la relación caolinita-ilita (Hoja 13-13, Villafáfila), una posible explicación puede estribar en la deforestación de regiones periféricas con el consiguiente arrastre de arcillas de neoformación de suelos relacionados con antiguos climas más cálidos y húmedos que los actuales. De todas formas estas dos últimas circunstancias se manifiestan muy abundantemente en esta Hoja.

Durante la formación de las últimas terrazas los cauces ya están totalmente regularizados, alimentados por un régimen pluvionival, tónica que se mantiene hasta la actualidad.

El desarrollo de glaciares, bien representados en la Hoja, puede indicar la existencia de algún período interpluvial de una cierta aridez.

4 PETROLOGIA

El metamorfismo que afecta a todas las series paleozoicas de la Hoja es de grado muy bajo, según la terminología empleada por WINKLER, H. G. P. (1970). Las rocas encajan en unas condiciones genéticas que como mucho se sitúan en los comienzos de la isograda de la biotita.

5 GEOLOGIA ECONOMICA

5.1 CANTERAS

La importancia económica de la zona se limita a aplicaciones relacionadas directa o indirectamente con la construcción: canteras de arenas y gravas, fundamentalmente del Terciario y Cuaternario, y alguna de cuarcitas del Paleozoico.

La mayoría de las canteras existentes en la Hoja tan sólo funcionan esporádicamente, estando casi siempre en inactividad.

5.2 HIDROGEOLOGIA

La División de Aguas del Instituto Geológico y Minero de España, dentro del Programa Nacional de Investigación de Aguas Subterráneas, que actualmente se desarrolla en el país, comenzó en el año 1972 el estudio de las características hidrogeológicas de la cuenca artesiana terciaria del Duero, aunque anteriormente había llevado a cabo una serie de estudios parciales en colaboración con diversas Diputaciones provinciales.

Como hemos dicho anteriormente, la presente Hoja está situada en el borde occidental de la cuenca terciaria del Duero (Sistema acuífero número 8 del P. I. A. S.).

Fundamentalmente, se pueden distinguir dos acuíferos bien definidos, uno de ellos Montamarta-Aspariegos, constituido por niveles detríticos gruesos, medios y finos, con algunas hiladas de margas, principalmente, hacia el techo de la formación; intercalado entre la formación Montamarta y la Aspariegos, existe un nivel de limos amarillentos, no continuo y de aparente poco espesor. Este acuífero presenta unas características hidrogeológicas excelentes para el alumbramiento de aguas subterráneas. No conocemos datos de transmisibilidad, pero deben de ser altos, del orden de los 700-800 m²/día o quizá mayores.

El acuífero superior, formado por la facies Tierra de Campos, tiene unas características hidrogeológicas más pobres que el anterior, decreciendo éstas desde los bordes hacia las zonas más orientales.

Perforaciones realizadas en el acuífero Montamarta-Aspariegos, pueden alumbrar caudales del orden de varias decenas de l/seg. En algunas zonas se presentan fenómenos de surgencias, siendo frecuentes en la mitad septentrional de la Hoja. Por ello es frecuente encontrar sondeos realizados por el procedimiento de la «machina», que suministran caudales surgentes del orden de 2-3 l/seg., con profundidad de unos 40 m.

El acuífero Tierra de Campos, como hemos comentado anteriormente, tiene unos valores de transmisibilidad más bajos, del orden de 100 m²/día o menores. Los caudales que se pueden aflorar son más bajos, de algunas decenas de l/segundo, y no parece que en esta zona haya fenómenos de surgencias.

El Paleozoico presenta muy poco interés, y únicamente las cuarcitas pudieran tener alguna importancia. Probablemente éstas pueden estar recargando lateralmente a los acuíferos terciarios, principalmente al Montamarta-Aspariegos.

Los cuaternarios tienen también poca importancia; los aluviales se encuentran poco desarrollados y su espesor es escaso. Sus terrazas pudieran resolver problemas muy locales de abastecimiento, dando caudales de algunos l/m., aunque juegan un factor importante, que es la de regular la infiltración de la lluvia, en los acuíferos terciarios.

6 BIBLIOGRAFIA

- AEROSERVICE LTD. (1967).—«Mapa geológico de la cuenca del Duero. Escala 1/250.000». *Inst. Nac. de Coloniz. 8 IGME*, Madrid.
- ALBERDI, M. T., y AGUIRRE, E. (1970).—«Adiciones a los Mastodontes del Terciario español». *Est. Geol.*, vol. XXVI, núm. 4, pp. 401-405. Inst. Lucas Mallada, CSIC, Madrid.
- BARBA MARTIN, A. (1977) (in litt.).—«Hoja geológica 1:50.000, núm. 14-14 (San Pedro de Latarce)». IGME.
- BERGOUNIOUX, F., y CROUZEL, F. (1958).—«Les mastodontes de l'Espagne». *Est. Geol.*, vol. XIV, pp. 223-365. Inst. Lucas Mallada, CSIC, Madrid.
- GIL Y MAESTRE, A. (1880).—«Descripción física, geológica y minera de la provincia de Salamanca». *Mem. Com. Mapa Geol. de Esp.* Madrid.
- HERNANDEZ PACHECO, E., y DANTIN CERECEDA, J. (1915).—«Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia». *Mem. Com. de Inv. Pal. y Prehist.*, 5, pp. 1-295, Madrid.
- HERNANDEZ PACHECO, F. (1930).—«Fisiografía, geología y paleontología del

- territorio de Valladolid». *Mem. Com. de Inv. Pal. y Prehist.*, 37, pp. 1-206, Madrid.
- HERNANDEZ SAMPELAYO, P., y HERNANDEZ SAMPELAYO, A. (1951).—«Hoja y Memoria 370 (Toro)». *Mapa Geológico de España 1/50.000*, IGME, Madrid.
- (1954).—«Hoja y Memoria 369 (Coreses)». *Mapa Geológico de España 1/50.000*, IGME, Madrid.
- IGME (1970).—«Hoja núm. 29 - Valladolid. Escala 1/200.000».
- JIMENEZ, E. (1970).—«Estratigrafía y paleontología del borde suroccidental de la cuenca del Duero». *Tesis Doctoral Univ. de Salamanca*, 325 pp. (Resumen publicado en «*Tesis Ciencias*», 1969-70, pp. 41-52, Salamanca.)
- «Iniciación al estudio de la climatología del Paleógeno de la Cuenca del Duero y su posible relación con el resto de la península ibérica». *Boletín Geológico y Minero*, t. LXXXV-V año.
- «Sinopsis sobre los yacimientos fosilíferos paleógenos de la provincia de Zamora». *Boletín Geológico y Minero*, t. LXXXVIII, V, pp. 1-8, Madrid, 1977.
- JIMENEZ, J. M. (1961).—«La sedimentación terciaria y cuaternaria de una parte de la cuenca del Duero (provincia de Palencia)». *Estudios Geológicos*, vol. XVII, núm. 2, pp. 101-130, Inst. Lucas Mallada, CSIC, Madrid.
- MARTIN SERRANO, A. (1976) (in litt.).—«Hoja Geológica 1:50.000, núm. 14-13 (Villalpando)». IGME.
- MARTIN SERRANO, A., y PILES, E. (1976) (in litt.).—«Hoja Geológica 1:50.000, núm. 13-13 (Villalpando)». IGME.
- MARTINEZ GARCIA, E. (1971).—«Esquema geológico del Noroeste de la provincia de Zamora». *I Congr. Hisp. Luso Amer. Geol. Con.*, sec. I, t. I, pp. 273-286, Madrid.
- (1963).—«Deformación y metamorfismo en la zona de Sanabria (provincias de Zamora, León y Orense, Noroeste de España)». *Studia Geológica*, vol. V, pp. 7-106.
- MATTE, Ph. (1968).—«La structure de la virgation hercynienne de Galice (Espagne)». *Trav. Lab. Geol. Univ. Grenoble*, t. 44, pp. 153-281.
- MIQUEL, M. (1906).—«Restos fósiles de vertebrados encontrados en San Morales (Salamanca)». *Bol. de la Real Soc. Esp. de Hist. Nat.*, t. IV, pp. 352-357, Madrid.
- MOLINA, E.; PEREZ GONZALEZ, A., y AGUIRRE, E. (1972).—«Observaciones geológicas en el campo de Calatrava». *Est. Geol.*, vol. XXVIII, pp. 3-11. Inst. Lucas Mallada, CSIC, Madrid.
- PUIG Y LARRAZ, G. (1883).—«Descripción física, geológica y minera de la provincia de Zamora». *Mem. Com. Mapa Geol. Esp.*, 1 vol., 488 pp.; 2 láminas, 1 mapa, Madrid.
- ROMAN, F., y ROYO GOMEZ, J. (1922).—«Sur l'existence de mammifères lu-

teciens dans le Bassin du Douro (Espagne)». *C. R. Ac. Sci.*, 175, pp. 1221-1223, Paris.

ROMAN, F. (1923).—«Algunos dientes de Lofiodóntidos descubiertos en España». *Mem. Com. Inv. Paleont. y Prehist.*, 33, pp. 1-22, Madrid.

ROYO GOMEZ, J. (1922).—«El Mioceno Continental Ibérico y su fauna malacológica». *Mem. Com. Invest. Pal. y Prehist.*, 30, pp. 11-230, Madrid.

VILANOVA, J. (1873).—«Noticias de vertebrados hallados en Sazoles (Zamora)». *Act. R. Soc. Española Hist. Nat.*, 2, pp. 42-52, Madrid.

WINKLER, H. G. F. (1970).—«Abolition of metamorphic facies. Introduction of the four Divisions of Metamorphic Stage and of Classification based on Isograds in Common Rocks». *N. Jb. M. Miner. Mh. Jg.*, H. 5, pp. 189-248.

INSTITUTO GEOLOGICO
Y MINERO DE ESPAÑA
RIOS ROSAS, 23 · MADRID-3



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA