



IGME

311

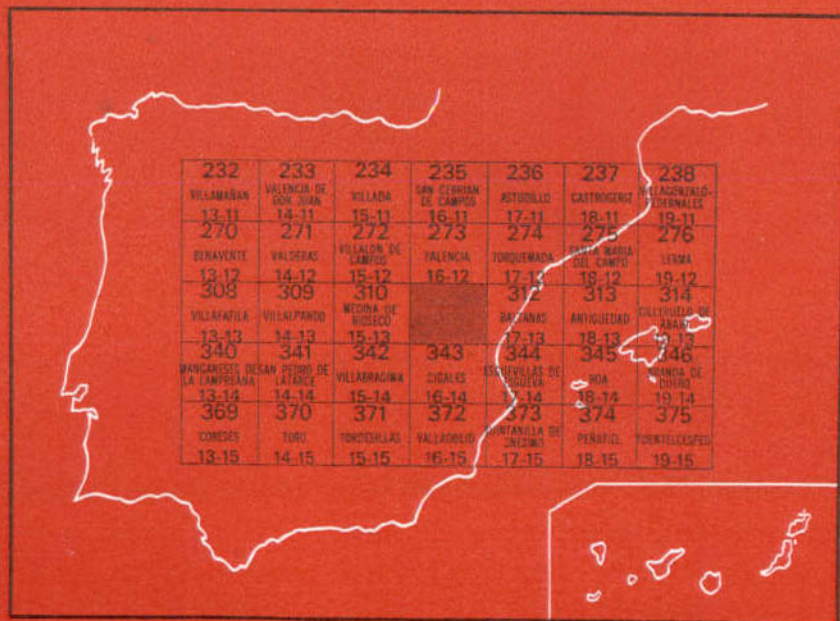
16-13

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

DUEÑAS

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

DUEÑAS

Segunda serie - Primera edición

**SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA**

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por la agrupación temporal de empresas «COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS, S. A.», «INGENIERIA MINERO INDUSTRIAL, S. A.» (C. G. S., S. A. - I. M. I. N. S. A.), bajo normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido los siguientes técnicos superiores:

Geología de campo: P. del Olmo (CGS), y J. M. Portero (CGS).
Geomorfología: M. Gutiérrez Elorza (UNIV. ZARAGOZA) y P. del Olmo.
Cuaternario y Formaciones superficiales: E. Molina (UNIV. SALAMANCA) y P. del Olmo.

Sedimentología de campo: E. Aragonés (CGS).

Micromamíferos: N. López Martínez (CSIC).

Vertebrados: M. Alberdi (CSIC).

Palinología: N. Solé (UNIV. SALAMANCA).

Characeas: G. Gutiérrez (UNIV. VALENCIA).

Gasterópodos: F. Robles (UNIV. VALENCIA).

Foraminíferos y Ostrácodos: J. Ramírez del Pozo (CGS).

Micromorfología de suelos: E. Molina.

Petrografía: M. J. Aguilar (CGS) y M. C. Leal (CGS).

Laboratorios: CGS (Calcimetrías, granulometrías, petrografía).

Departamento Estratigrafía Universidad de Oviedo (Balanza de sedimentación, Minerales pesados, Rayos X) e IGME (Análisis químicos, Sales solubles).

Memoria: P. del Olmo, con la colaboración de M. Gutiérrez Elorza (Geomorfología) y E. Molina (Cuaternario y F. superficiales).

Coordinación y dirección: J. Ramírez del Pozo, J. M. Portero e I. Vargas (IMINSA).

Supervisión: E. Elízaga (IGME) y A. Pérez González (IGME).

Coordinación y dirección por el IGME: A. Pérez González y E. Elízaga.

Asesores especiales: L. Sánchez de la Torre (UNIV. DE OVIEDO), I. Corrales (UNIV. DE SALAMANCA) y C. Puigdefábregas (UNIV. AUT. DE BARCELONA).

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

Depósito Legal: M - 20.155 - 1982

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

1 INTRODUCCION

La Hoja de Dueñas se encuentra situada en la Submeseta septentrional (Castilla la Vieja), algo al Norte del centro geométrico de la Cuenca del Duero. La mayor parte de la Hoja pertenece a la provincia de Palencia, correspondiendo a la de Valladolid el ángulo suroccidental y un pequeño entrante en el tercio más meridional.

Están representadas las comarcas naturales de Tierra de Campos y Montes de Torozos (Páramos) y se caracteriza por un relieve poco accidentado.

Las alturas oscilan entre los 700 m. en el valle del río Pisuerga y los 870 m. en los Montes Torozos, cerca de la localidad de Santa Cecilia de Alcor. Los elementos geográficos más importantes son las altiplanicies o «Páramos», las laderas de los mismos denominadas «Cuestas», los relieves en graderío (aterrazados) de los ríos Pisuerga y Carrión y las zonas alomadas o «Campiñas» de «Tierra de Campos». Los ríos más importantes son el Pisuerga y su afluente el Carrión, que confluyen en el borde oriental de la Hoja en las proximidades de la localidad de Dueñas.

El resto de los cursos fluviales lo constituyen arroyos de escaso caudal que desembocan en los ríos principales, siendo los más importantes: el Arroyo Valdesanjuán, el Arroyo de los Vallejuelos y el Arroyo del Acueducto. Por el ángulo noroccidental de la Hoja discurre el Arroyo Salón, también llamado Arroyo del Valle, tributario de la laguna de la Nava, que se sitúa en la Hoja colindante al N (16-13, Palencia), y que constituye un ejemplo típico del endorreísmo castellano. Los cultivos más extendidos en la región son los cereales y la vid. Son importantes los regadíos en las vegas de los ríos Carrión y Pisuerga (remolacha, alfalfa, etc.). Los núcleos de población más importantes son las localidades de Dueñas y Ampudia, quedando una pequeña parte de la capital de Palencia en el ángulo nororiental de la Hoja.

La región ha sido estudiada por diferentes autores, entre los que destacan: HERNANDEZ PACHECO, E. (1912, 1914, 1915, 1921), con excelentes trabajos sobre la geología y paleontología del Mioceno. MABESOONE (1959, 1961) abarca en su estudio sedimentológico parte del borde oriental de la Hoja de Dueñas, PLANS, P. (1970) estudia la geografía física de la Tierra de Campos.

Por lo que respecta a cartografía geológica, los trabajos más importantes son los de AEROSERVICE (1967) a escala 1:250.000, IGME (1970), Hoja 29 (Valladolid). Síntesis de la cartografía existente a escala 1:200.000. M. O. P. (1973), Estudio previo de terrenos, Corredor del Noroeste, tramo Medina del Campo-Palencia.

En las zonas limítrofes han sido realizadas las Hojas MAGNA de: Torquemada (274) y Santa María del Campo (275) por FINA IBERICA (1974), y por INTECSA y UNIVERSIDAD DE OVIEDO (1973) las de: Astudillo (236) y Castrogeriz (237). Son también de interés los trabajos de HERNANDEZ PACHECO, F. (1930) y GARCIA ABBAD, F., y REY SALGADO, J. (1973) sobre el Mioceno y Cuaternario de Valladolid.

Desde el punto de vista geológico, la Hoja de Dueñas está situada en la Cuenca del Duero, cuyo relleno corresponde a materiales terciarios y cuaternarios depositados en régimen continental. El Paleógeno aflora en los bordes de la Cuenca en forma de manchas aisladas de extensión variable, normalmente adosado a los materiales de los marcos montuosos y discordante sobre ellos, predominando los materiales detríticos, más o menos gruesos, de facies proximales y medias de abanicos y los sedimentos fluviales instalados en las distales de los mismos (C. G. S. - IMINSA, 1978). Es el Neógeno, y sobre todo el Mioceno, el que adquiere mayor extensión y desarrollo en la Cuenca. En la mitad Norte existen abanicos aluviales que pasan lateralmente a ambientes fluviales, con canales instalados en fangos de inundación y de zona distal de abanico.

En los bordes Sur y Oeste de la Cuenca no se reconoce la geometría de abanicos aluviales típicos, depositándose arcosas fangosas y arcosas mediante coladas en las que, esporádicamente, se instala algún canal fluvial en las zonas distales.

Hacia el centro y sureste, y sobre todo en los tramos altos del Mioceno, se pasa a facies de playas y playas salinas a base de arcillas, margas, calizas y yesos, coronados por margas y calizas correspondientes a una mayor expansión de los ambientes de playas y lacustres (Calizas con Gasterópodos del Mioceno Superior-Plioceno Inferior). En el área de Valladolid se detectan diversos procesos erosivos, kársticos y sedimentarios asimilables a los ocurridos en la Submeseta meridional durante el Plioceno Medio (AGUIRRE, E. et al., 1976). Posteriormente, y debido a un rejuvenecimiento del relieve, se instalan los abanicos conglomeráticos de la «Raña», de gran importancia en el tercio Norte de la Cuenca del Duero.

El Cuaternario constituye un recubrimiento generalizado de gran importancia, destacando los depósitos fluviales (aluviones, terrazas, etc.), endorreicos (fondos de charcas, terrazas, etc.), de vertientes y paleovertientes y los residuos de alteración kárstica.

En la Hoja de Dueñas están representados los tres tramos clásicos del Mioceno castellano.

- Fangos y canales arenosos («Facies Tierra de Campos»).
- Arcillas, margas, yesos y calizas («Facies de las Cuestas»).
- Calizas con gasterópodos («Calizas de los Páramos»).

La zona estudiada se sitúa en el borde de las facies centrales en la zona de tránsito de los ambientes fluviales a los de playas.

El Cuaternario de variada génesis y naturaleza recubre más del 80 por 100 de la superficie de la Hoja.

La disposición de los materiales es prácticamente subhorizontal, pudiendo observarse una pendiente del orden del 1 por 1.000 hacia el SSE. Desde el punto de vista morfológico también existen en la Hoja las tres grandes unidades típicas de las mesetas: llanuras alomadas o «Campiñas», «Cuestas» y planicies elevadas o «Páramos».

En la zona central de la Hoja el relieve está constituido por una mesa caliza («Páramo») y sus «Cuestas» asociadas. En la zona oriental destaca el valle del Pisuerga y su afluente el Carrión con un modelado característico de Terrazas encajadas. En la parte noroccidental de la Hoja se desarrolla un modelado a base de superficies ligado al endorreísmo del área de la laguna de la Nava, situada en la Hoja más al Norte (273, Palencia).

Siguiendo el pliego de condiciones técnicas del proyecto y previamente a la realización de las Hojas, se efectuó una síntesis bibliográfica de toda la Cuenca del Duero con objeto de determinar la calidad de los datos existentes, plantear los problemas de la cuenca, establecer la metodología más adecuada para resolverlos y conocer las facies sedimentarias prestando especial atención a aquellas con significado cartográfico.

Aparte de los métodos clásicos utilizados en la confección de Hojas geológicas MAGNA y con el objeto de obtener la mayor información posible para intentar comprender los procesos geológicos ocurridos en el ámbito de la Hoja y datarlos, se han utilizado las siguientes técnicas, siguiendo el citado pliego de condiciones:

- Estudio geomorfológico de campo y en fotografías aéreas.
- Estudio de formaciones superficiales mediante el levantamiento de perfiles de suelos y toma de datos de espesores, alteración de sustrato, etc.
- Estudios sedimentológicos de campo con descripción de la geometría, estructura, textura y secuencias de los cuerpos sedimentarios, bien

- aislados (canales) o en columnas estratigráficas de conjunto. Realización de espectros litológicos y cantometrías. Medida de paleocorrientes.
- Estudios sedimentológicos de laboratorio: granulometrías, balanza de sedimentación, análisis de Rayos X, contenido en sales solubles, análisis químicos, petrografía microscópica y micromorfología de caliches.
 - Estudios paleontológicos especializados:
 - Micromamíferos obtenidos mediante técnicas de lavado-tamizado de grandes masas de sedimentos, que han permitido una biozonación precisa y modernizada del Terciario continental.
 - Macrovertebrados. Con revisión de campo de los yacimientos clásicos y hallazgo de otros nuevos.
 - Microflora: Polen, Characeas.
 - Microfauna: Ostrácodos, Gasterópodos y Foraminíferos.

2 ESTRATIGRAFIA

En la Hoja de Dueñas afloran materiales pertenecientes al Neógeno y Cuaternario que han sido sedimentados en régimen continental. El Mioceno Medio y Superior ocupa la totalidad de la misma, estando muy recubierto por Plioceno («Terra rossa», margas y calizas) y Cuaternario de variada naturaleza.

2.1 MIOCENO Y PLIOCENO

Están representados los tres tramos clásicos del Mioceno castellano (HERNANDEZ PACHECO, E., 1915), que de muro a techo son (fig. 1):

- «*Facies Tierra de Campos*». Formada por fangos ocreos (arcillas limo-arenosas) con paleocanales arenosos intercalados.
- «*Facies de las Cuestas*». Constituida por arcillas y margas, frecuentemente yesíferas con intercalaciones de calizas. Presenta una gran variabilidad litológica lateral.
- «*Calizas de los Páramos*». Incluyen las calizas con gasterópodos, que en muchos puntos representan el último término observable de la sucesión miocena. Para dicho autor también forman parte de esta unidad las alternancias de calizas y margas situadas por debajo.

La «Facies Tierra de Campos» ocupa el tercio noroccidental y el borde oriental de la Hoja. La «Facies de las Cuestas» y las calizas con gasterópodos se sitúan en la parte central.

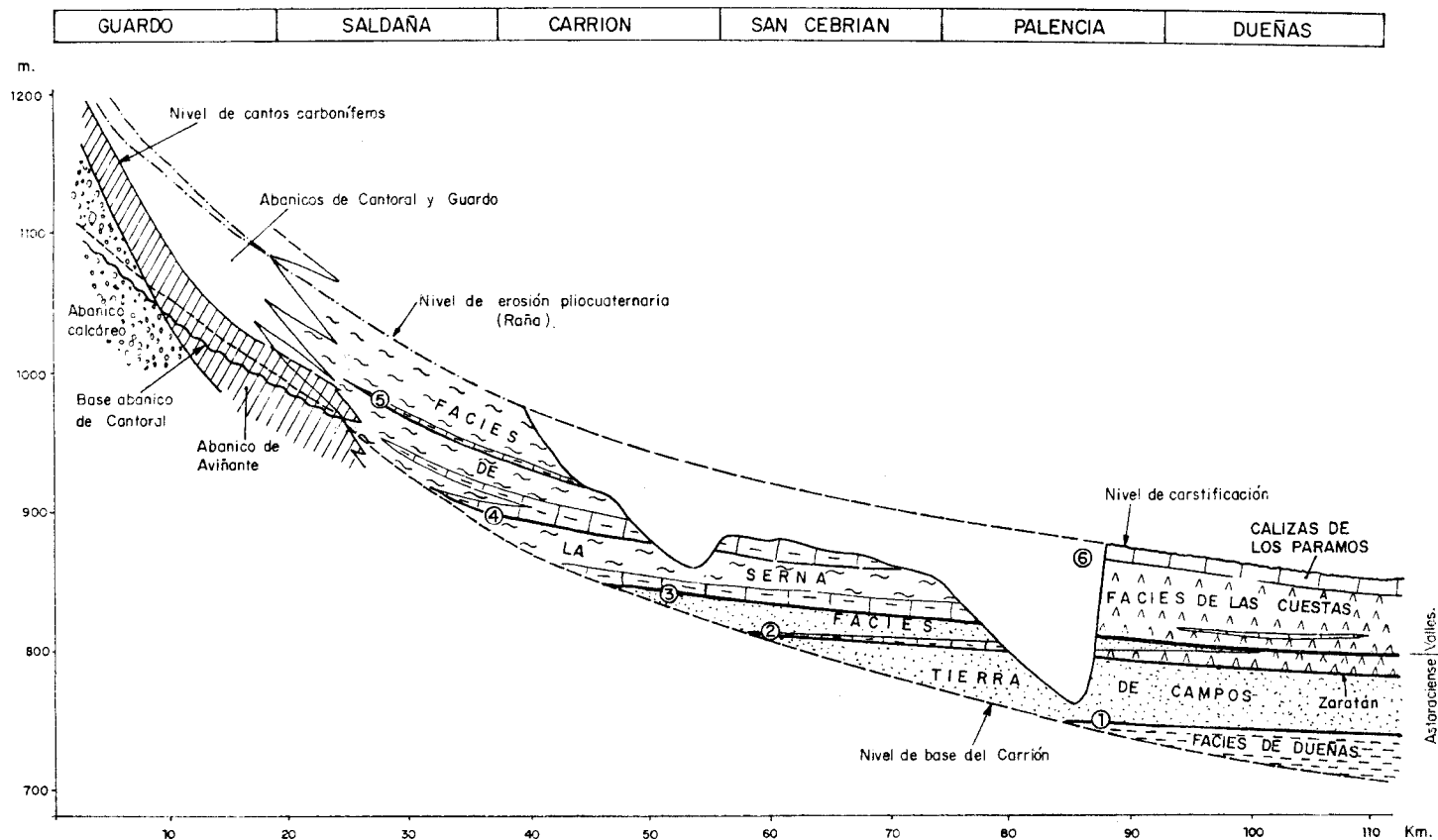


Figura 1.—Esquema estratigráfico.

Núms. 1 a 6. Líneas aproximadamente isócronas, Núm. 3. Base del Vallesiense.

Las dataciones efectuadas mediante el estudio de Micromamíferos fósiles indican una edad Astaraciense (Mioceno Medio) para la «F. Tierra de Campos» y base de la «F. de las Cuestas», y Vallesiense (Mioceno Superior) para el resto de esta última. Las calizas con gasterópodos se datan como Vallesiense Superior y probable Plioceno Inferior.

2.1.1 **Facies Tierra de Campos** (s.l.)

2.1.1.1 *Margas y arcillas grises y blanquecinas, calizas «Facies de Dueñas».* *Astaraciense Inferior* (T_{c11}^{bb1})

Representa la unidad más antigua de las existentes en la zona y aflora en el borde oriental de la Hoja. Se trata de una intercalación en los fangos ocreos de «Tierra de Campos».

La litología dominante es de margas y arcillas más o menos calcáreas. Es frecuente la presencia de cristales de yeso diagenético o de yeso rellenando fisuras. La fracción arcilla viene dada por illita mayoritaria y trazas de caolinita y otras arcillas de neoformación. El contenido en carbonatos puede llegar hasta el 50 por 100.

Son abundantes las intercalaciones de 10 a 30 cm. de calizas con abundantes fragmentos de gasterópodos, ostrácodos y characeas. Suelen presentar cicatrices erosivas y tener una secuencia vertical granodecreciente no muy clara. Son biomicritas o micritas fosilíferas que pueden contener hasta un 15 por 100 de fósiles (fig. 2). El espesor máximo observado, sin que hayamos visto el muro, es del orden de los 20 m.

Se trata de depósitos de «playas» más o menos salinas que pueden tener un carácter efímero y cambiante en el tiempo y en el espacio, como lo revelan las diferentes secuencias observadas y la existencia de episodios erosivos.

2.1.1.2 *Fangos ocreos con paleocanales y suelos calcimorfos esporádicos.* *«Facies Tierra de Campos»* (T_{c11}^{bb}), *Paleocanales* ($T_{s_{c11}}^{bb}$) y *Suelos calcimorfos* ($T_{c_{c11}}^{bb}$)

Esta unidad aflora en el tercio noroccidental y el borde oriental de la Hoja. Se sitúa por encima de la «Facies de Dueñas» y por debajo de la «Facies de las Cuestas».

Viene definida por la presencia de fangos de tonos ocreos como término mayoritario de la serie. Son fundamentalmente fangolitas y argillitas, o limolitas arenosas con zonas de paso a niveles arcillosos (argillitas). El tamaño medio de los fangos se concentra en dos intervalos: alrededor de 0,0313 mm. (limos medios a gruesos) y entre 0,0078 y 0,0020 mm. (limos finos a arcillas) (figs. 3 y 4). La fracción arcillosa ha dado en difracción de Rayos X

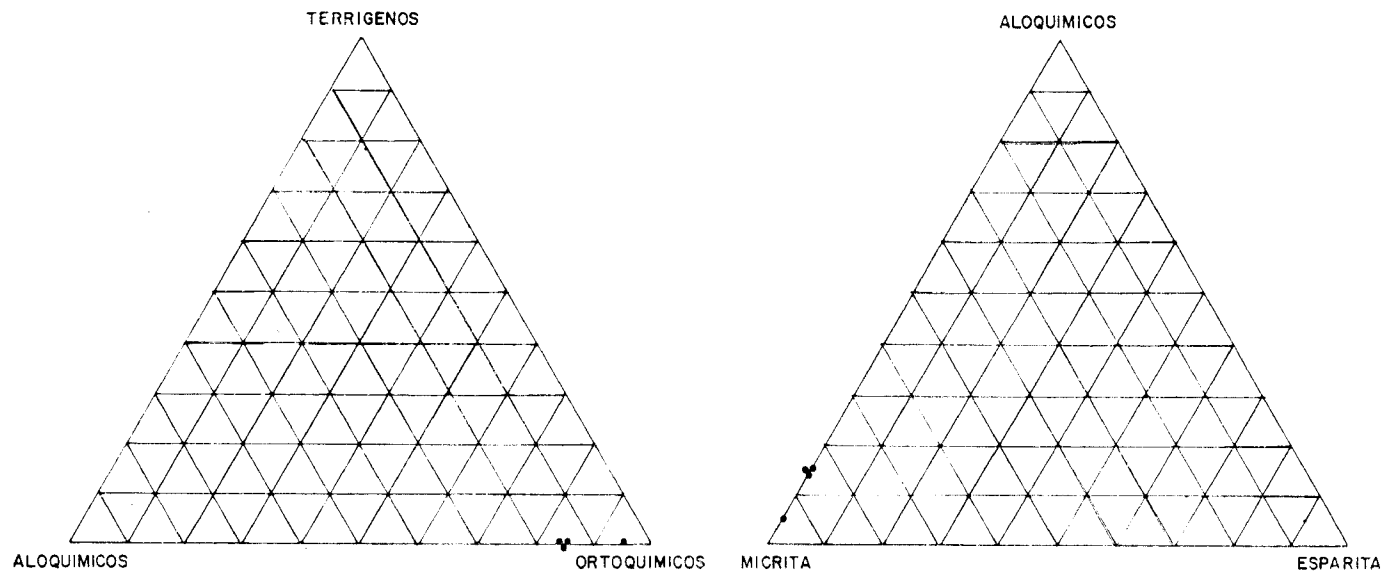


Figura 2.—Composición de los tramos calizas del Astaraciense Inferior
(F. DUEÑAS). Hojas núms. 16-12 y 16-13.

- Calizas con gasterópodos y characeas.

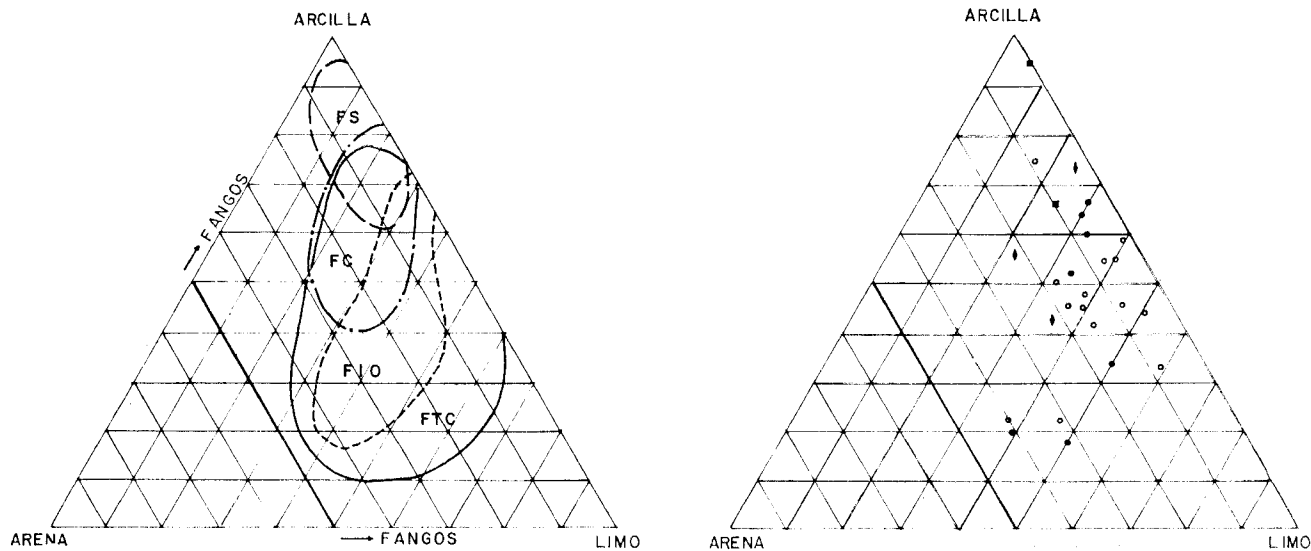


Figura 3.—Composición granulométrica de los fangos. Hojas núms. 16-12 y 16-13.

- Fangos de Tierra de Campos FTC. °
- Fangos de las intercalaciones ocre tipo T de Campos en las Cuestas. FIO. ●
- . — . — . — Fangos grises con intercalaciones de «ciénagas» (Cuestas) FC. ◆
- Fangos grises salinos (Cuestas) FS. ■

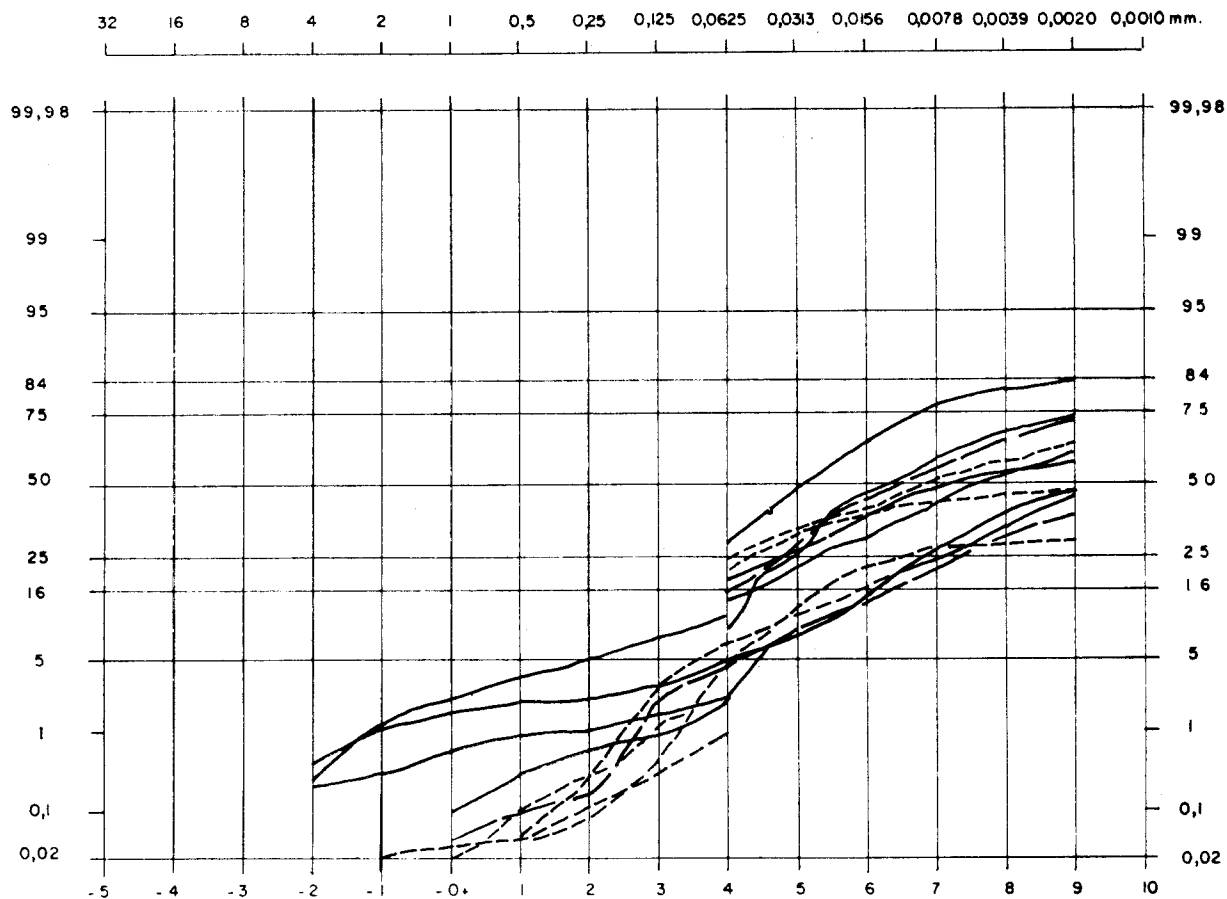


Figura 4.—Granulometría de los fangos.

como componente mayoritario illita, y como componente minoritario caolinita bien cristalizada, apareciendo clorita en algunas muestras en pequeña proporción. Estas arcillas se encuentran normalmente degradadas a interstratificados irregulares de tipo (10-14 M). Suelen aparecer trazas de vermiculita de neoformación. Así, en conjunto las arcillas son heredadas, encontrándose normalmente degradadas y existiendo una tendencia hacia las condiciones de mal drenaje.

En conjunto, los fangos de Tierra de Campos suelen estar carbonatados con un contenido en carbonatos de hasta el 15 por 100 y un PH que oscila alrededor de 8. En algunos puntos se ha reconocido la existencia de cristales de yeso diagenéticos a techo de la formación.

Los minerales pesados más abundantes son los opacos y alteritas, hay escasas turmalinas y andalucitas y raras estauroлитas.

Son frecuentes las apariciones de paleosuelos de potencia decimétrica con tonos de oxidación-reducción y estructura prismática, que en la mayor parte de los casos corresponden a suelos marmorizados de tipo *pseudogley*.

Las intercalaciones de canales de gravillas y arenas existentes en los fangos, son normalmente litarenitas con un contenido medio de 40-70 por 100 de cuarzo, 30-70 por 100 de fragmentos de rocas y 0-5 por 100 de feldespato potásico. Hay que señalar que gran parte de los fragmentos de roca corresponden a cantos blandos arcillosos y gravillas de cortezas calcáreas y ferruginosas procedentes de la propia cuenca. No existen fragmentos de calizas alóctonas. Parte de las muestras se desplazan hacia el 80-90 por 100 de fragmentos de roca, ya que se trata de la base de algunos cuerpos arenosos constituida casi exclusivamente por gravillas de cortezas autóctonas (fig. 5).

En la representación granulométrica triangular se observa el mismo hecho. Tan sólo las bases de gravillas tienen porcentajes superiores al 60 por 100 de fracción mayor de 0,5 mm., siendo esta fracción prácticamente nula en las arenas del canal (fig. 6).

Las gravillas tienen un tamaño medio comprendido entre 1 y 4 mm., y las arenas entre 0,125 y 0,25 mm. (fig. 7).

Los minerales pesados más abundantes son los opacos y alteritas, siendo frecuentes la turmalina y andalucita, y escasos la estauroлитa, circón, granate, rutilo y distena, muy escasos son el corindón y al titanita. Estos minerales dan pocas indicaciones de procedencia, ya que las áreas fuentes son macizos sedimentarios (y algo metamórficos) complejos.

Los cuerpos arenosos pueden dividirse en dos tipos:

- Canales sinuosos con afloramientos cartografiables en fotografía aérea. Tienen anchuras de orden decamétrico y alturas que no suelen sobrepasar los 8 metros. Generalmente un cuerpo arenoso está constituido por varios canales que se cortan. La base suele estar constituida por gravilla de costras calcáreas, cantos blandos o cuarzo. El cuerpo are-

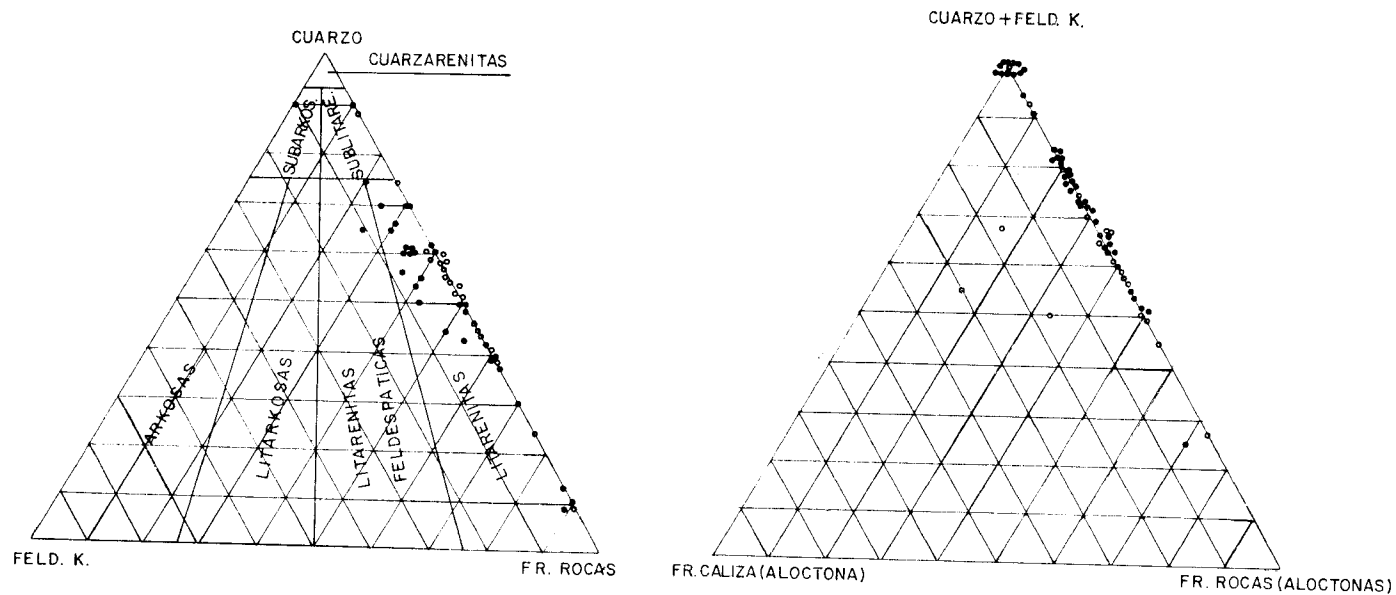


Figura 5.—Composición de las arenas y areniscas.
Hojas núms. 16-10, 16-11, 16-12, 16-13.

- Vallesiense.
- Astaraciense.

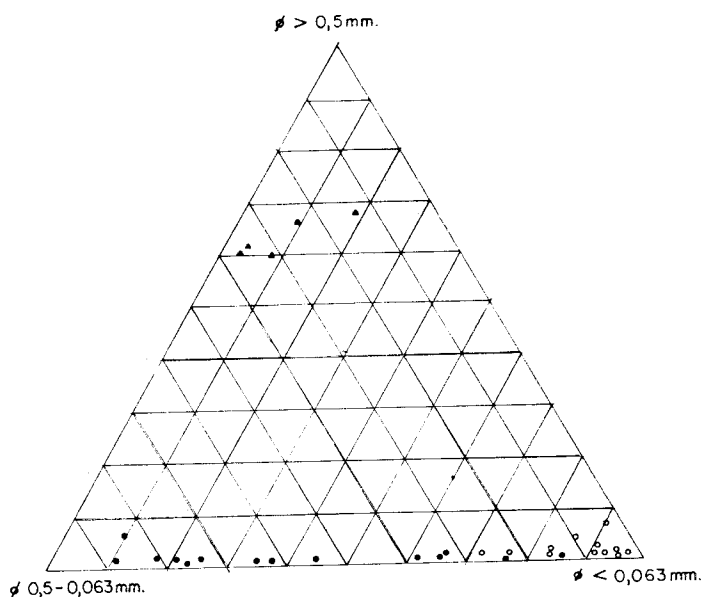


Figura 6.—Composición granulométrica de los términos arenosos.
Hojas núms. 16-12 y 16-13.

- Fangos de Tierra de Campos e intercalación ocre.
- Arenas de Tierra de Campos e intercalación ocre.
- ▲ Gravillas y gravas de Tierra de Campos.

noso es de arena fina a muy fina. Son frecuentes las costras calcáreas tapizando las superficies de acreción de la parte alta. La estructura más frecuente es la estratificación sigmoidal; también existe laminación cruzada de tipo festón hacia la base. El depósito de fondo de canal suele ser poco importante. Pueden existir suelos calcimorfos a techo. Se trata de canales sinuosos de funcionamiento intermitente o por lo menos de régimen irregular con migración discontinua. Parte de estos paleocanales han sido cartografiados en el mapa con la sigla Ts_{c11}^{Bb} (fig. 8).

- Cuerpos arenosos homogéneos, constituidos por arena fina a media, de base plana, espesor menor de 1,5 m. y extensión lateral variable. Las estructuras internas son difícilmente observables y cuando las hay corresponden a *megaripples*. Deben corresponder a facies de desbordamiento.

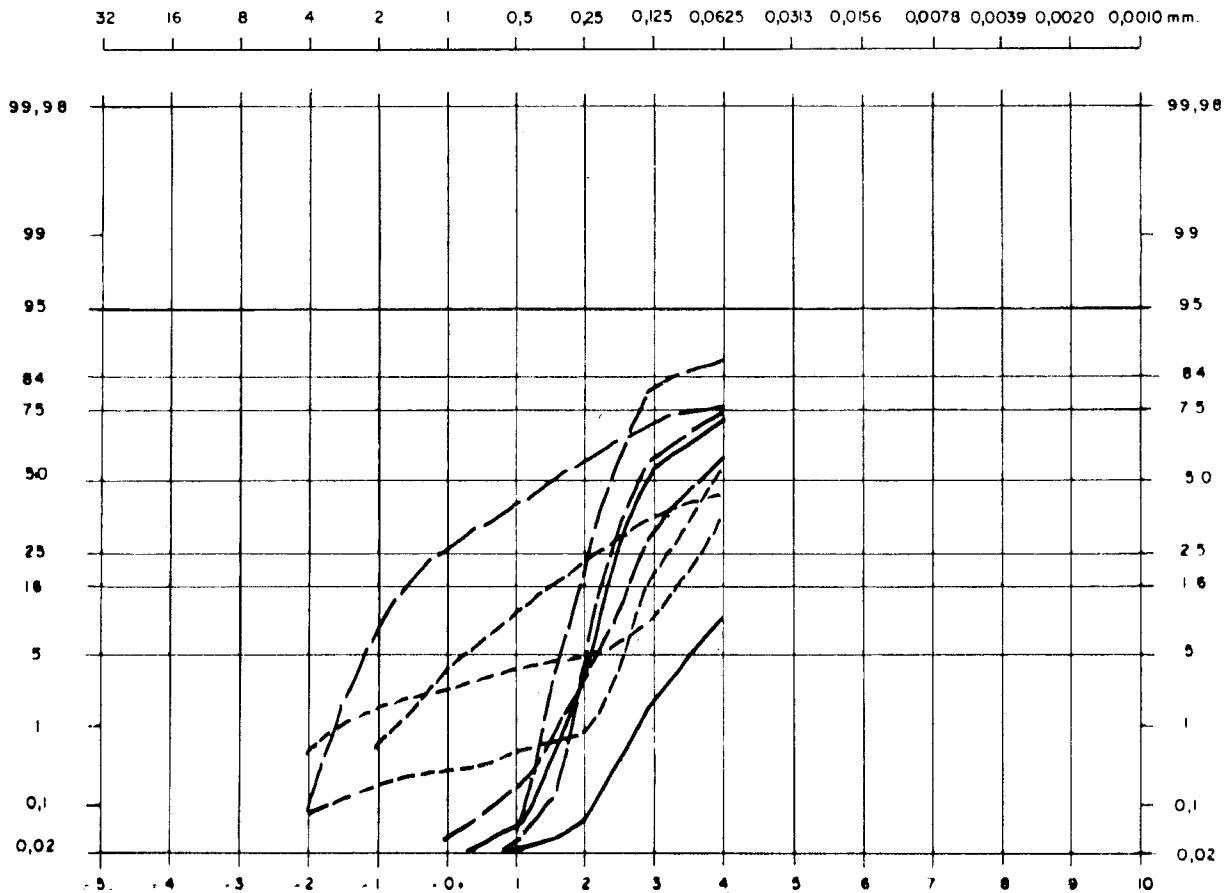


Figura 7.—Granulometría de las arenas.

- Canales arenosos intercalados en los fangos salinos.
- Canales arenosos de la base de los fangos salinos.
- Canales arenosos de la Tierra de Campos.

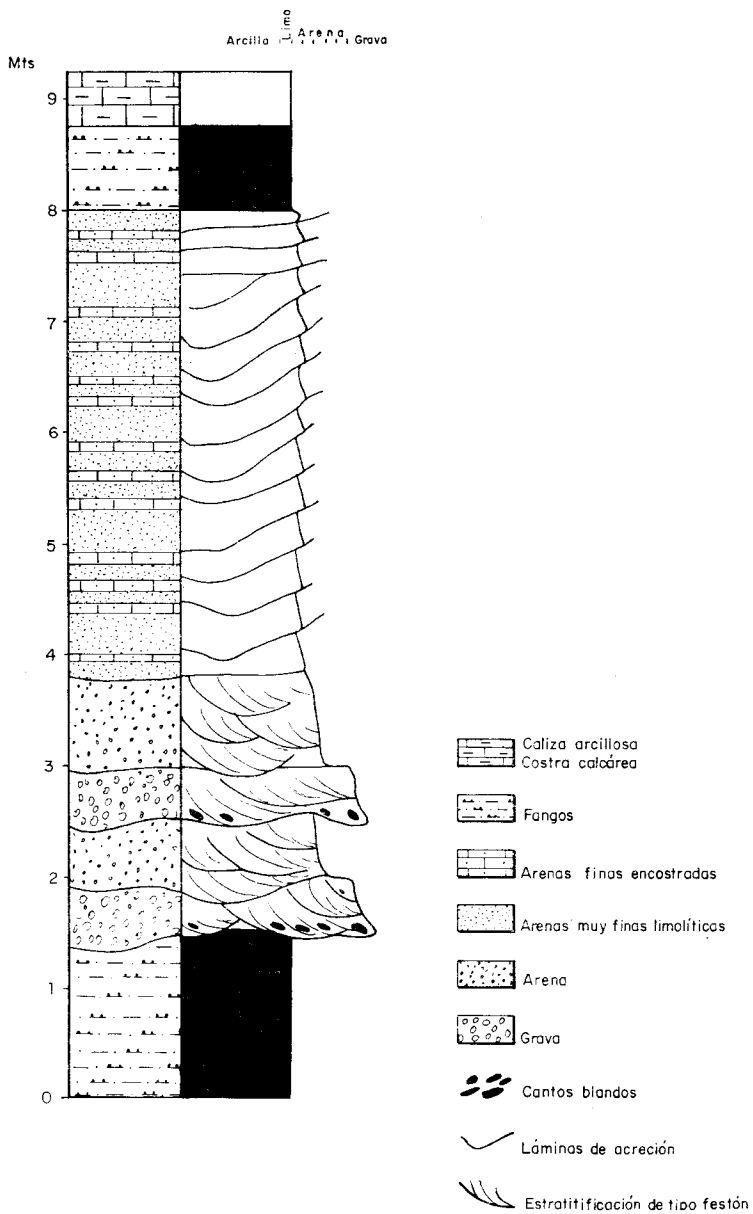


Figura 8.—Secuencia tipo de los canales de la «Facies Tierra de Campos» en las Hojas núms. 16-12 y 16-13.

También se han diferenciado en la cartografía los suelos calcimorfos T_{c11}^{bb} . Al microscopio son micritas arenoso-arcillosas con un 70 por 100 de micrita, 10 por 100 de cuarzo, 10 por 100 de arcilla y 10 por 100 de óxidos de hierro. Se originan probablemente por recristalización de un fango calcáreo por oscilación de aguas cargadas en carbonato en relación con antiguos niveles freáticos (canales infrayacentes?). Posteriormente hay un proceso edáfico de disolución de la caliza y desarrollo de un suelo con cierta iluviación de arcilla. Se usa el término suelo calcimorfo en el sentido de FREYTET (1973).

La unidad en conjunto tiene un espesor medio de 30 m. en la Hoja de Dueñas (el espesor aumenta hacia el Norte a costa del paso lateral a fangos ocreos con canales de la parte inferior de la «Facies de las Cuestas», en la Hoja de Palencia).

El conjunto de la «Facies Tierra de Campos» presenta características de llanura aluvial, con un sistema de canales sinuosos y que no llegan a producir auténticas facies de *point-bar*. Se trata de canales de carga suspendida, que depositan arena y gravilla con laminación cruzada en el fondo del canal, siendo el resto del cuerpo arenoso fango con estratificación oblicua, depositado en los flancos del canal, cuya acreción se efectúa lateral y verticalmente. La relación anchura-profundidad es aproximadamente 6. Las características de los paleocanales recuerdan con bastante aproximación el modelo descrito por G. TAYLOR y K. D. WOODYER (1978) en los ríos del este de Australia.

2.1.1.3 Niveles con proceso de marmorización. Pseudogley.

Astaraciense Superior (T_{c11}^{bb2})

A techo de los fangos ocreos de la «Facies Tierra de Campos» y justo en el paso de esta unidad a la superior de fangos salinos de la «Facies de las Cuestas» ($T_{c11-11}^{bb2-Bc2}$), se ha reconocido la existencia de un suelo marmorizado, en numerosos puntos del cuadrante suroriental de la Hoja. Hay que señalar que en algunas ocasiones es difícil reconocer su presencia debido a recubrimientos o a amortiguación lateral del proceso edáfico, por lo que en el mapa se ha representado frecuentemente a trazos.

El paleosuelo está desarrollado sobre fangos ocreos de «Tierra de Campos» y se caracteriza por una estructura prismática y/o poliédrica de gran tamaño (mayor de 4 cm.). Son frecuentes los colores de oxidación-reducción desde ocreos rojizos a gris verdosos. Su potencia oscila entre 1 y 3 metros.

El análisis por difracción de Rayos X de la fracción arcillosa del fango en que se da el suelo, da como componente mayoritario illita, siendo la caolinita minoritaria. Existen trazas de montmorillonitas o vermiculitas de neoformación, así como de interestratificados del tipo (10-14 M).

La existencia de este suelo indica muy probablemente una interrupción

importante en la sedimentación, con un encharcamiento prolongado y un drenaje deficiente que determine condiciones reductoras para movilizar los óxidos e hidróxidos de hierro y manganeso (PEREZ GONZALEZ y SANCHEZ DE LA TORRE, com. pers.).

2.1.2 «Facies de las Cuestas» (s.l.)

2.1.2.1 Calizas con fragmentos de gasterópodos y characeas. «Facies Zaratán s.l.». Astaraciense Superior (T_{c11}^{Bb2})

Constituye la base de la «Facies de las Cuestas», siendo en algunas ocasiones difícil de reconocer por el recubrimiento que presenta, por lo que en el mapa se representa frecuentemente a trazos o no ha sido representado.

El tramo tiene un espesor que varía entre 2 m. (zona Norte) a 6 m. (zona Sur), y está constituido fundamentalmente por calizas en bancos decimétricos, entre los que se intercalan margas con cristales de yeso diagenético. A techo aparece un nivel de calizas de 50 cm. de potencia de tonos grises y parduzcos, son frecuentes las cicatrices erosivas y las bases de los niveles calizos son onduladas. Son micritas normalmente fosilíferas con fragmentos de gasterópodos, ostrácodos y characeas.

En algunos puntos se intercalan cuerpos arenosos en niveles centimétricos cementados por carbonatos y con un 55 por 100 de cuarzo y 5 por 100 de feldespatos, así como niveles de arenas limosas de las que el 50 por 100 de la muestra está comprendido entre los tamaños 0,125 y 0,062.

La unidad ha sido denominada «Facies Zaratán s.l.» por ser en esta localidad, situada en el ángulo noroeste de la Hoja de Valladolid (16-15) donde se encuentra mejor representada. En esta zona las calizas son más terrígenas, llegando a tener *ripples* a techo, y entre los bancos se intercalan fangos húmicos que representan depósitos de «ciénaga» en el sentido de MELTON (1965).

La sedimentación tendría lugar en el borde de charcas salinas de tipo «playa», alternando los períodos de encharcamiento con períodos de desecación y abarrancamiento con la llegada ocasional de aportes terrígenos.

Este tipo de ambiente transicional representa precisamente el paso de la facies aluvial («Facies Tierra de Campos») a la facies salina («Facies de las Cuestas»).

2.1.2.2 Fangos ocre con cristales de yeso diagenético. Intercalación ocre. Astaraciense Superior (T_{c11}^{Bb2})

Afloran en las laderas de las cuestas en la parte norte de la Hoja. Pasan lateralmente a fangos salinos ($T_{c11-11}^{Bb2-Bc2}$) y a la «Facies de Transición» ($T_{c11-11}^{Bb2-Bc2}$), su potencia oscila entre 2 y 6 m.

Los fangos ocreos son fangolitas y argilitas o limolitas arenosas, con un tamaño medio del orden de 0,03 mm. (fig. 3). Suelen estar poco carbonatados (pH 7,3), y son frecuentes los cristales de yeso diagenético dispersos. La difracción de Rayos X revela que la illita es mayoritaria y la caolinita bien cristalizada minoritaria; hay trazas de vermiculita de neoformación y de interestratificados (10-14 M).

Tienen intercalados algunos cuerpos arenosos de espesor decimétrico y base plana. Son arenas muy finas limolíticas con una fracción menor de 0,062 del orden del 75 por 100. Los minerales pesados más abundantes son los opacos y alteritas, siendo escasos la turmalina y la clorita.

Representa esta facies una etapa de aporte terrígeno en la sedimentación de la «Facies de las Cuestas»; el ambiente sedimentario es transicional entre las «playas» salinas y la llanura aluvial, con características aluviales predominantes.

2.1.2.3 *Arcillas calcáreo limolíticas grises (fangos salinos) con yesos y calizas, con intercalaciones de fangos ocreos, paleocanales de arena y niveles de ciénaga («Facies de Transición»).* Astaraciense Superior-Vallesiense Superior ($Tf_{c11-11}^{Bb2-Bc2}$) (Tc_{c11}^{Bc1}) (Tc_{c11}^{Bc2})

Aflora en el tercio noroccidental de la Hoja, dando lugar a cerros testigos aislados (Las Cárcavas, Las Solanas, Castillo de Mormojón y El Castro).

En esta facies se han realizado las secciones estratigráficas de: Las Cárcavas (X=519.450; Y=822.300; Z=775), Castillo de Mormojón (X=510.100; Y=817.600; Z=790) y Torremormojón Este (X=511.650; Y=817.850; Z=785).

El término mayoritario de la serie son los fangos salinos con mayor o menor contenido en yesos de colores gris verdoso, entre los que se intercalan fangos ocreos con canales arenosos.

Los fangos grises son argilitas o argilitas arenosas y fangolitas bastante calcáreas (fig. 3).

La arcilla dominante es la illita abierta, existiendo también como minoritarias la caolinita y la montmorillonita de neoformación, así como trazas de interestratificado irregular tipo (10-14 M) que indican tendencia hacia las condiciones de mal drenaje.

Los fangos ocreos son fangolitas y argilitas o limolitas arenosas con tamaño medio del orden de 0,03 mm.; son frecuentes los cristales de yeso diagenético, sobre todo en la zona de Las Cárcavas, mientras que en la zona de Torremormojón no han sido observados (fig. 3).

En la serie se intercalan niveles de calizas en bancos de 10 a 30 cm.,

que son micritas fosilíferas y micritas arenosas con un contenido en cuarzo que a veces llega al 30 por 100. Presentan bases onduladas y estratificación difusa, siendo muy abundantes los restos de gasterópodos, characeas, ostrácodos y foraminíferos, que en algunas muestras representan hasta el 35 por 100 (figs. 9 y 10).

Son también abundantes los niveles de ciénagas de tonos oscuros con potencia media de 50 cm., muy ricos en micromamíferos, gasterópodos, characeas y macrovertebrados.

Las difractometrías de las arcillas de estos niveles de ciénagas dan illita dominante, no apareciendo ningún otro tipo de arcilla. El PH es de 8,5.

Entre los fangos ocreos intercalados aparecen cuerpos arenosos con estratificación de canal, que son litarenitas con un contenido de cuarzo entre el 30-70 por 100, 30-60 por 100 de fragmentos de roca y 0-5 por 100 de feldespato potásico. En la base presentan gravillas de costras calcáreas autóctonas.

Aparecen algunos niveles de paleosuelos de hasta 50 cm. de potencia, con tonos de oxidación reducción que en la mayor parte de los casos corresponden a suelos marmorizados de tipo *pseudogley*.

Las arcillas de estos suelos, con un PH de 8,5, son illita mayoritaria y caolinita medianamente cristalizada como minoritaria, con trazas de interestratificados irregulares tipo (10-14 M) que indican ciertas condiciones de deficiencia en el drenaje.

Dentro de esta «Facies de Transición» se han diferenciado en la cartografía dos niveles de calizas que por su posición estratigráfica parecen corresponder uno al Vallesiense Inferior y otro al Vallesiense Superior (Tc_{c11}^{Bc1} y Tc_{c11}^{Bc2}). En ambos casos se trata de una alternancia de niveles de calizas en bancos de 50 cm. de potencia con juntas margosas de 10 a 20 cm.; la potencia media de los tramos representados en la cartografía es de 2,5 m.

Están compuestos por biomicritas y micritas fosilíferas que llegan a tener un porcentaje de cuarzo de hasta el 30 por 100, y un 10 por 100 de fósiles, fundamentalmente ostrácodos y foraminíferos. La estratificación es difusa y presentan bases onduladas con superficies erosivas.

Desde el punto de vista sedimentológico, destaca en esta unidad la rápida sucesión lateral y vertical de distintas facies, indicando el carácter cambiante en el tiempo y en el espacio de los ambientes sedimentarios. La secuencia comprende términos fangosos de llanura de inundación, con paleosuelos; facies húmicas de ciénaga, niveles de caliza y localmente facies yesíferas de «playa».

Se trata, pues, de una unidad compleja, que representa la transición en-

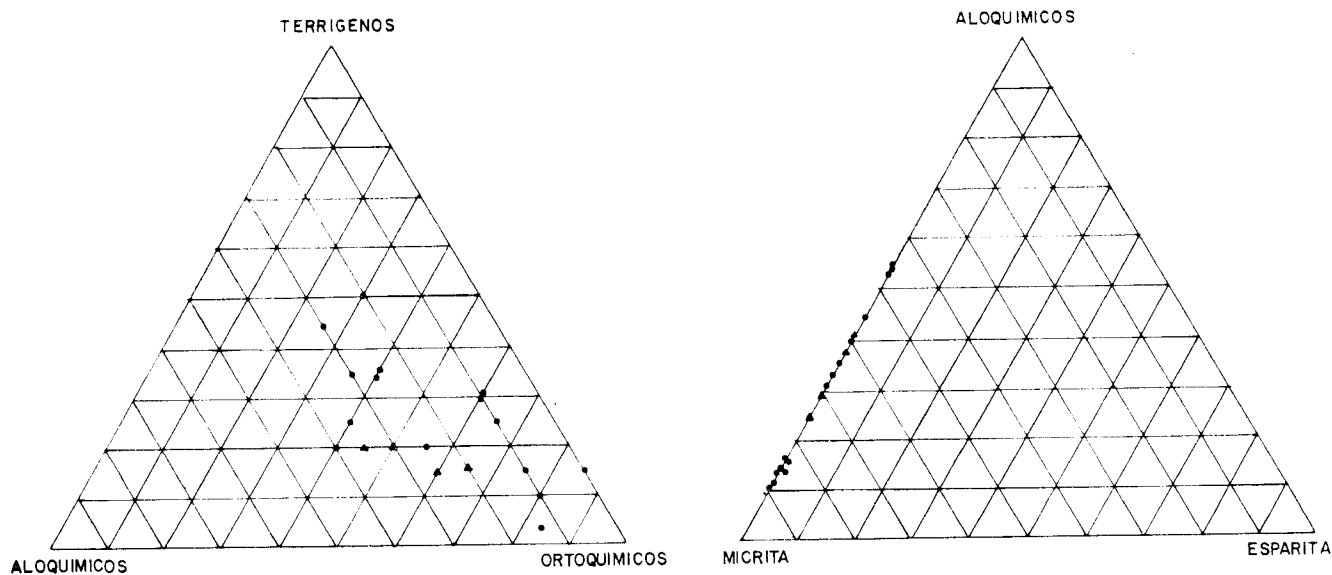


Figura 9.—Composición de los tramos calizos del Astaraciense Superior y Vallesiense. Hojas núms. 16-12 y 16-13.

- Calizas con foraminíferos y ostrácodos (Facies de las Cuestas).
- ▲ Calizas con foraminíferos y ostrácodos (Facies de transición a las calizas de la superficie del páramo).

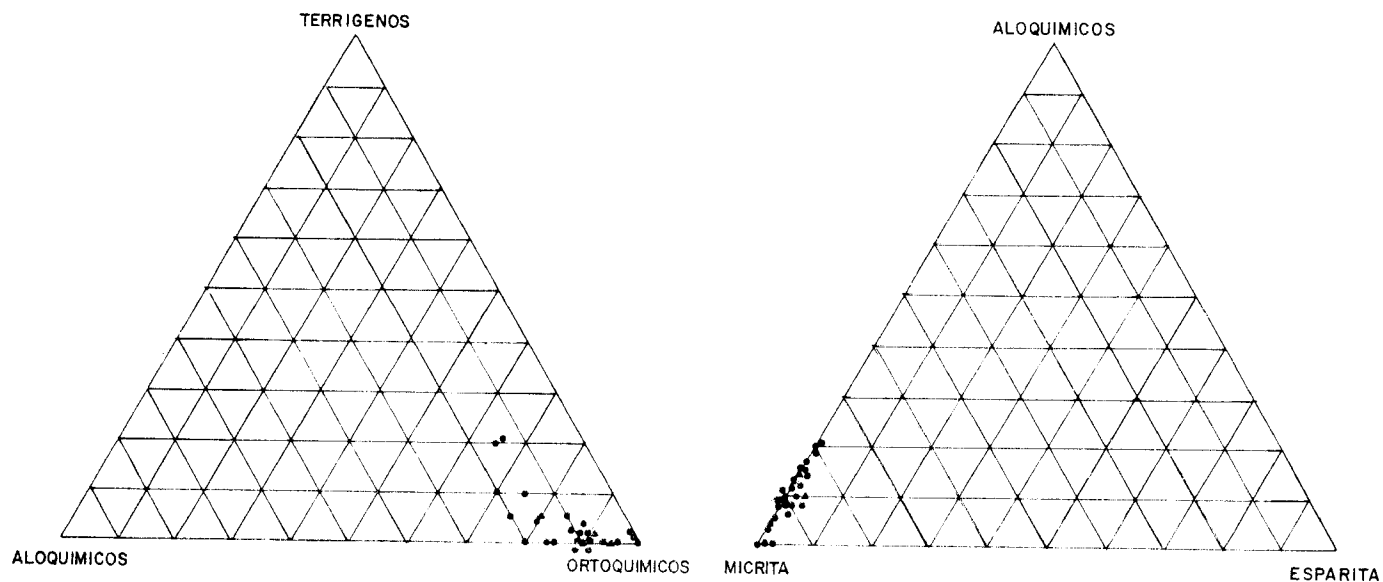


Figura 10.—Composición de los tramos calizos del Astaraciense Superior y Vallesiense, Hojas núms. 16-12 y 16-13.

- Calizas con fragmentos de gasterópodos y characeas (Facies de las Cuestas).
- ▲ Calizas con fragmentos de gasterópodos y characeas (Facies de transición a las calizas de la superficie del páramo).

tre las facies claramente aluviales, al Norte, y las facies salinas de «playas» al Sur.

2.1.2.4 *Arcillas calcáreo limolíticas (fangos grises) con intercalaciones de niveles de ciénagas y de calizas. Astaraciense Superior. Vallesiense Superior* ($T_{c11-11}^{Bb2-Bc2}$)

Aparece en las «cuestas» morfológicas asociadas a la superficie del páramo, entre la localidad de Ampudia y el borde oeste de la Hoja. La potencia media de esta unidad es del orden de los 50 m. y se ha estudiado en la sección estratigráfica de Ampudia ($X=509.750$; $Y=812.700$; $Z=810$).

Está compuesta por arcillas calcáreo-limolíticas y fangos grises y gris verdoso, que son argilitas o argilitas arenosas y fangolitas calcáreas. Las arcillas dominantes son la illita abierta y la caolinita minoritaria, así como interestratificados irregulares tipo (10-14 M) y (14 C-14 M) que indican una cierta tendencia hacia las condiciones de mal drenaje.

Son muy frecuentes las intercalaciones de niveles de ciénagas de 0,5 a 1,30 m. de potencia, con abundantes restos de gasterópodos, characeas, ostrácodos y micromamíferos.

En la serie se intercalan bancos calizos de 0,10 a 0,50 m., que son biomicritas y biomicritas arenosas, que en algunos casos llegan a tener hasta un 20 por 100 de cuarzo y un 20 por 100 de fósiles, fundamentalmente ostrácodos y foraminíferos. La estratificación es difusa y presentan bases onduladas (figs. 9 y 10).

Dentro de esta formación se han distinguido en la cartografía los dos niveles de caliza citados en el apartado anterior (2.1.2.3) y que aparecen con las siglas T_{c11}^{Bc1} y T_{c11}^{Bb2} .

Predominan en esta unidad los depósitos húmicos sedimentados en ciénagas, representando el desbordamiento de los canales fluviales con aporte de limo y arcilla, y la erosión y arrastre de la cobertera vegetal. Lateral y verticalmente se pasa a depósitos calcáreos que representan zonas de aporte terrígeno y orgánico. Cicatrices erosivas, generalmente en la base de las calizas, indican episodios de abarrancamiento o rills.

2.1.2.5 *Arcillas calcáreo limolíticas grises (fangos salinos) con yesos y calizas. «Facies de las Cuestas». Astaraciense Superior-Vallesiense Superior* ($T_{c11-11}^{Bb2-Bc2}$; T_{c11}^{Bc1} y T_{c11}^{Bc1})

Aparecen en el ángulo sureste de la Hoja, en las «Cuestas» morfológicas

asociadas a los «Páramos. La potencia media de la unidad oscila alrededor de los 70 metros.

El término mayoritario de la serie son los fangos salinos con mayor o menor contenido en yeso, de coloraciones grises y gris verdosas, entre los que suelen ser abundantes los cristales de yeso diagenético disperso.

Se trata de argilitas o argilitas arenosas y fangolitas bastante calcáreas (de un 20 a un 38 por 100 de carbonatos) (fig. 3).

El tamaño medio es normalmente menor de 0,002 mm., encontrándose excepcionalmente alguna muestra en el que es de 0,0078 mm. (limo fino). Las arcillas dominantes son illita (ocasionalmente abierta) y caolinita y/o vermiculita e interestratificado (10-14 M) como componentes minoritarios (este último suele presentarse como trazas en las difractometrias). Ocasionalmente, han aparecido trazas de interestratificado (14C-14M), que indica tendencia hacia las condiciones de mal drenaje.

El yeso existente en la serie es de dos tipos:

- Grandes cristales en punta de lanza, asociados para dar grandes rosetas. Estos cristales engloban fangos y son claramente diagenéticos. Reciben el nombre local de «Rabillo».
- Niveles centimétricos de yeso mesocristalino con microdolomía intersticial. Ocasionalmente son visibles en ellos estructuras asimilables a *ripples* y cicatrices de corrientes. Este yeso pudo ser en principio detrítico y haber sufrido recristalización durante la diagénesis. Recibe el nombre local de «Algez».

En las zonas de concentración de yesos son frecuentes las huellas de expulsión de fluidos y a techo los «panes» calcáreo-dolomíticos salinos, formados por capas milimétricas o centimétricas de calizas dolomíticas a dolomías con frecuente pseudomorfosis de yeso. Estos panes suelen tener moldes de grietas de desecación de los nivelitos de fango subyacente. Lateralmente, un nivel de concentración de yesos diagenéticos en fango puede pasar a calizas dolomíticas o dolomías con pseudomorfosis de yeso («carniolas s.l.»). Algunos de estos tramos de concentración de yesos de potencia métrica han sido diferenciados en la cartografía (Ty_{c11}^{Bc1}).

Hay numerosas intercalaciones decimétricas de calizas. Unas de bases onduladas y con cicatrices erosivas internas, que contienen abundantes fragmentos de gasterópodos y characeas, y son muy semejantes a las descritas en el apartado 2.1.2.1 como «Facies Zaratán s.l.». Son también micritas fósiles ocasionalmente arenosas. En la cartografía se ha distinguido alguno de estos bancos cuando alcanza potencia cercana al metro (Tc_{c11}^{Bc1}). Otras son lumaquéllicas con abundantes caparazones de foraminíferos y ostrácodos de

medio mesohalino, bases de aspecto erosivo (?) y cicatrices erosivas internas, que son micritas fosilíferas arenosas (figs. 9 y 10).

Las secuencias observadas en los perfiles estratigráficos corresponden a ciclos sedimentarios en lagos salinos efímeros o «playas», y esencialmente consisten en un tramo inferior de arcillas más o menos carbonatadas; un tramo intermedio de fangos salinos con cristales diagenéticos, y finalmente un nivel de cortezas de yeso. Se trata, por tanto, de una secuencia de salinidad creciente que representa la progresiva evaporación de la charca, y que puede terminar con su desecación total.

2.1.2.6 Calizas y margas. Tránsito a las calizas de la superficie del Páramo. Vallesiense Superior (T_{c11}^{Bc2} y T_{cm}^{Bc2}).

Afloran en los bordes de las «mesas calizas». Se trata de una unidad compleja, de límite inferior poco definido, de unos 10 metros de potencia, caracterizada por la ausencia de yesos concentrados en niveles.

No se representa en la cartografía en el borde oriental por pasar lateralmente a la unidad descrita en el apartado anterior.

El término mayoritario son las margas de tonos grises con un contenido en carbonatos del 40 al 80 por 100. La fracción arcillosa tiene un pH de 8,9 e illita como componente mayoritario, caolinita pobremente cristalizada minoritaria y trazas de vermiculitas y montmorillonitas de neoformación (drenaje deficiente).

A techo se intercalan calizas en capas de 0,20 a 0,30 metros que alternan con las margas. Son micritas fosilíferas con ostrácodos (figs. 9 y 10).

En la base disminuye el contenido en carbonatos de las margas y pueden ser algo salinas (algún cristal de yeso disperso) y abundan los niveles centimétricos de calizas más o menos dolomíticas, con pseudomorfosis de yeso y moldes de *mud cracks* en la base.

En el tercio noroccidental de la Hoja esta serie de tránsito a la superficie del Páramo tiene intercalaciones de niveles de ciénagas, por lo que ha sido separada en la cartografía con la sigla (T_{cn}^{Bb2}).

La sedimentación es fundamentalmente carbonatada, a veces con aporte de arcilla y otras con aporte de fango y materia orgánica. La base de los niveles de calizas registra episodios erosivos. El ambiente sedimentario puede asimilarse a lagos efímeros oligo a mesohalinos.

2.1.3 Serie carbonatada de la superficie del Páramo

2.1.3.1 Calizas de la superficie del Páramo. Vallesiense Superior-Rusciniense (?) (T_{c11-21}^{Bc2-Ba})

Constituyen la superficie del Páramo que ocupa la parte central de la

Hoja. Se encuentran muy recubiertas por depósitos de «Terra rossa» de edad Pliocena (ver apartado 2.2.1). Hay que señalar que la superficie de los páramos no es estructural sino erosiva, por lo que el espesor de las calizas es muy variable de unos puntos a otros (10 m. al norte de Dueñas, 1 m. al sur de Valoria de Alcor).

Son calizas microcristalinas con gasterópodos, ostrácodos y characeas, estratificadas en capas de 0,2 a 0,5 metros con juntas margosas centimétricas.

Las calizas son biomicritas ocasionalmente algo algales, con un 10-20 por 100 de fósiles (fig. 11).

Los tramos superiores se estratifican en bancos del orden del metro, están muy karstificados, y son muy compactos. Son micritas algo recristalizadas con un 15 por 100 de esparita.

El fango carbonatado no presenta aporte detrítico alguno, ni tampoco evidencia de emersión o desecación. Estas características, junto con la fauna dulceacuícola, hacen pensar en un ambiente lacustre generalizado y estable.

2.1.3.2 *Margas, Plioceno (?)* (T_{c21-22}^{Ba-Bb})

Por encima de las calizas antes descritas y dando origen a cerros testigos elevados 9 m. sobre la superficie de erosión de los Páramos recubierta de «Terra rossa», aflora un conjunto de margas amarillentas. Aparecen siempre muy recubiertas y entremezcladas con las «Terras rossas» y cantos de cuarcita por la acción antrópica del arado, por lo que no ha sido posible obtener muestras fiables para su estudio.

2.1.3.3 *Calizas, Plioceno (?)* (T_{c22}^{Bb})

Al noreste de Santa Cecilia de Alcor aparece un nivel de calizas coronando uno de los cerros testigos formados por las margas descritas en el apartado anterior. La potencia de este nivel no sobrepasa los 0,30 metros y no ha sido vista en ningún otro punto de la Hoja.

En una micrita fosilífera con un 10 por 100 de esparita y un 15 por 100 de fósiles, que son fundamentalmente gasterópodos y ostrácodos (fig. 11).

2.2 CUATERNARIO Y FORMACIONES SUPERFICIALES

El Cuaternario y formaciones superficiales constituyen, en la Hoja, un recubrimiento generalizado sobre el substrato mioceno, de gran importancia

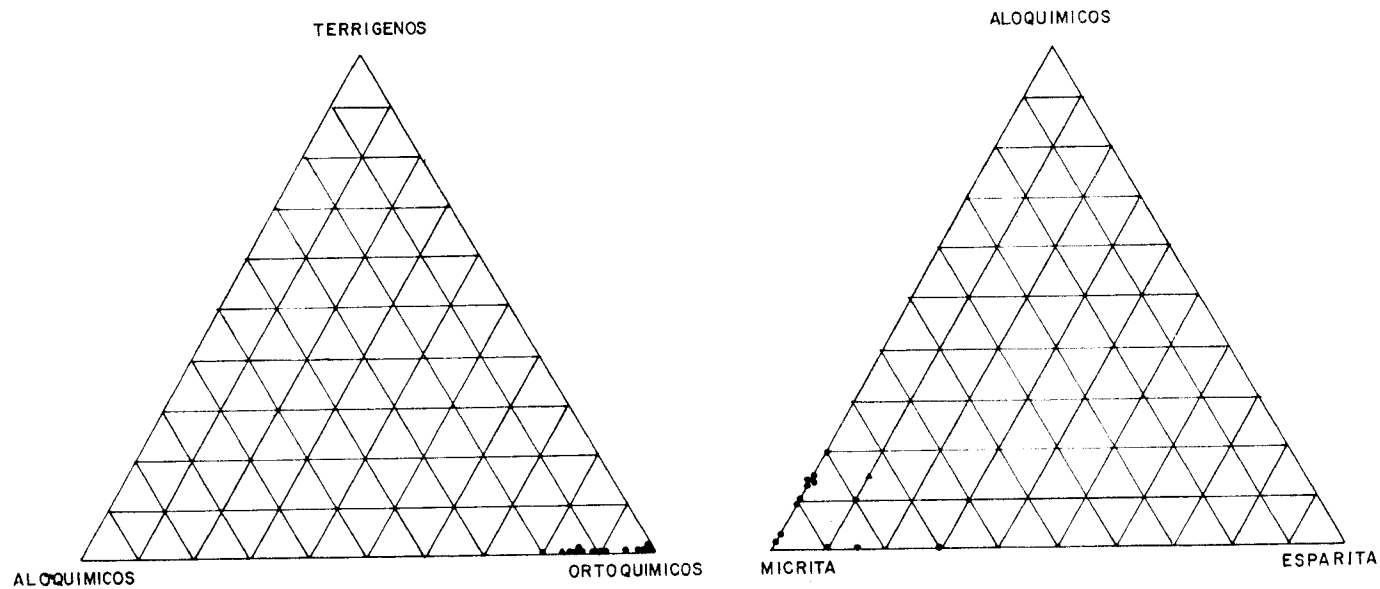


Figura 11.—Composición de los tramos calizos del Vallesiense Superior-Rusciniense. Hojas núms. 16-12 y 16-13.

- Calizas inferiores de la superficie páramo
- ▲ Calizas superiores de la superficie páramo (2.º Páramo)

de cara a una ordenación y explotación racional del territorio. Siguiendo el pliego de condiciones técnicas del proyecto, se ha realizado un mapa de formaciones superficiales, del que se inserta en este capítulo una reducción a escala aproximada de 1:100.000.

Entendemos como formaciones superficiales aquellos materiales no coherentes, que han sufrido o no una consolidación posterior y están ligados directamente con la evolución del relieve y que tienen generalmente poco espesor.

Las formaciones superficiales y los depósitos cuaternarios existentes en la Hoja de Dueñas tienen una edad comprendida entre el Plioceno Medio y el Cuaternario más reciente.

Se consideran Pliocenos los depósitos y formaciones existentes sobre la superficie estructural caliza (Páramo), y Cuaternarios los encajados morfológicamente por debajo de la misma. Aclaremos que la raña, en muchos casos encajada por debajo, es de edad intermedia entre el Plioceno y el Cuaternario más inferior.

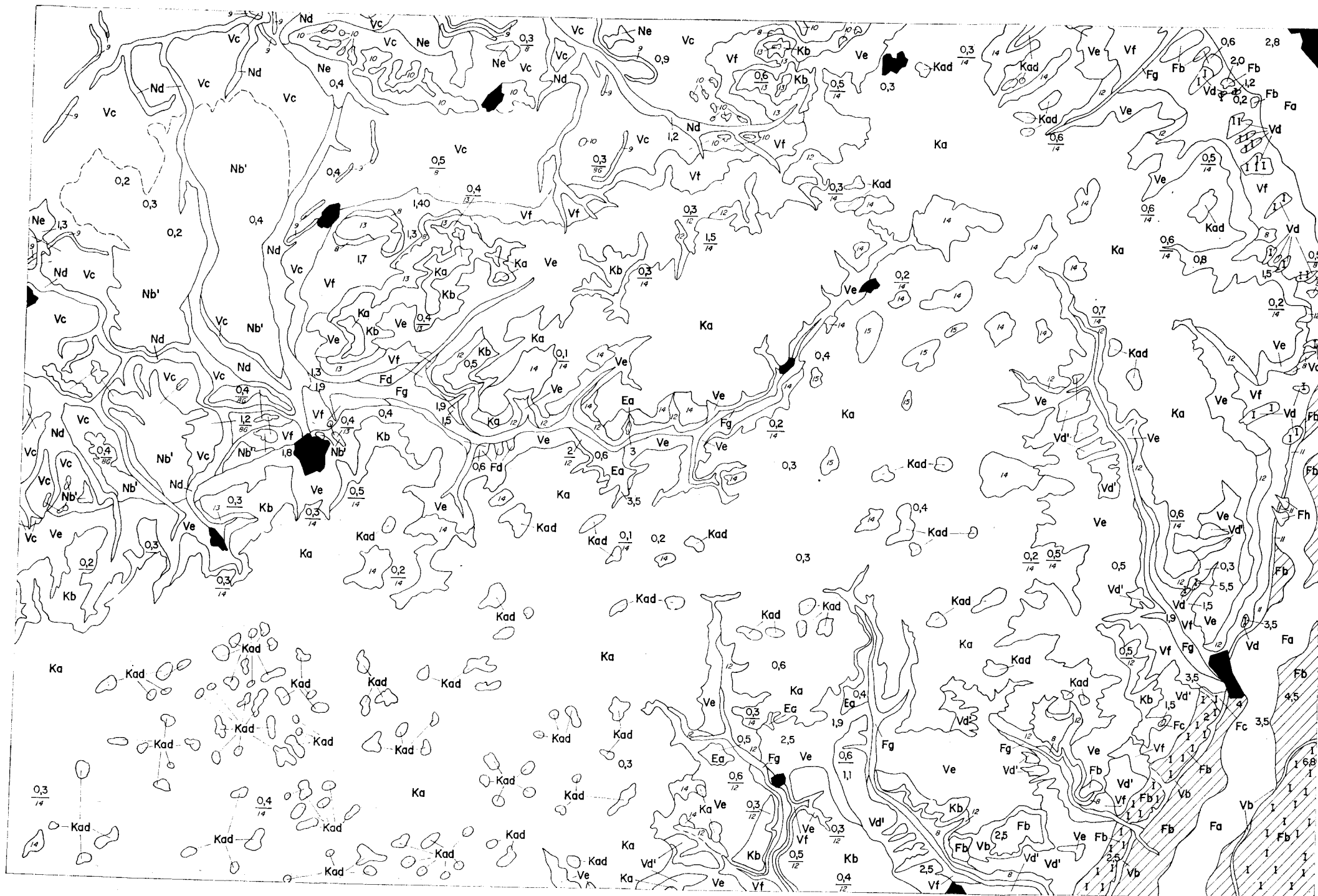
Independientemente de la edad, las formaciones superficiales que se han distinguido pueden asociarse a cinco tipos fundamentales de modelado del relieve:

- Asociadas al modelado kárstico (K). Terra rossa.
- Asociadas al modelado de las vertientes (V). Glacis coluviales, paleovertientes.
- Asociadas al modelado eólico (E). Arenas eolizadas.
- Asociadas al modelado fluvial en zonas endorreicas (N). Superficies, fondos de charcas.
- Asociadas al modelado fluvial (F). Terrazas, aluviales, conos de deyección, etc.

Sobre los recubrimientos y rocas del sustrato terciario, y dependiendo del tiempo, condiciones físico-químicas, pendiente y climatología, se desarrollan distintos tipos de suelos.

De las diferentes clasificaciones de suelos actualmente en uso: Clasificación de la F. A. O.; Séptima Aproximación Americana, Clasificación Francesa, etc., se ha elegido esta última por dos razones:

- Por ser una clasificación esencialmente genética, atendiendo fundamentalmente al grado de evolución del suelo y teniendo en cuenta las condiciones litológicas, climáticas, topográficas y biológicas del mismo.
- Por ser una clasificación que se basa esencialmente en datos observables directamente en campo.



0 500m 1 2 3 4 5 6 7 8 Km.
ESCALA GRAFICA

MAPA DE FORMACIONES SUPERFICIALES

16/13

LEYENDA

AFLORAMIENTO DE ROCAS DEL SUSTRATO

Y/O SUSTRATO (TERCIARIO)

- 8 Fangos con arenas y suelos calcimorfos
- 9 Canales de arena
- 10 Suelos calcimorfos
- 11 Arcillas margas y calizas
- 12 Arcillas y fangos salinos con yesos y calizas
- 13 Arcillas y fangos salinos o no con arenas, niveles hídricos y/o calizas.
- 14 Calizas
- 15 Margas y calizas.

ESPESOR

- 1,1 Espesor visto
- 1,1 Espesor total
- 1,1 Espesor total y sustrato
- 1,1 Espesor total y sustrato alterado (gley o pseudogley)

SIGNOS CONVENCIONALES

- Contacto entre formaciones superficiales
- - - Id. supuesto
- I Cementación por carbonatos (costras, baldosas)
- //// Horizonte Bt rojo
- Nucleos urbanos

FORMACIONES SUPERFICIALES

K.- ASOCIADAS AL MODELADO KARSTICO

Derivadas de calizas (12, 13 y 14)

- Ka.- Terra rossa con cantos angulosos de caliza y redondeados de cuarcita.
- Kad.- Terra rossa en dolinas
- Kb.- Suelos pardo calizos de alteración "in situ" de calizas.

V.- ASOCIADAS AL MODELADO DE VERTIENTES

Derivadas de terrazas (Fb) y en parte de fangos (8 y 11)

- Vb.- Fangos, limos y gravas de cuarcita.

Derivadas de fangos (8) y en parte de otras f. superficiales

- Vc.- Fangos arenosos, cantos esporádicos de caliza. Presencia de horizonte A hídrico y (B). Perfil del suelo destruido por acción antrópica (arado). Suelos pardo calizos.

Derivadas de arcillas y fangos salinos o no, arenas y niveles hídricos (12, 13) y calizas (14)

- Vd.- Brechas calcáreas cementadas
- Vd.- Brechas calcáreas con matriz limoarcillosa y presencia de yeso.
- Ve.- Brechas poligénicas (caliza, yeso ...) con matriz limoarcillosa.

Derivadas de fangos (8) y arcillas, fangos salinos, yeso y calizas (11, 12 y 13)

- Vf.- Fangos arenosos y limos con cantos calizos. Frecuentes afloramientos de 8 y 11.

E.- ASOCIADAS AL MODELADO EOLICO

Derivadas de fangos (8)?

- Ea.- Arenas cuarcíticas bien seleccionadas de grano fino.

N.- ASOCIADAS AL MODELADO FLUVIAL EN ZONAS ENDORREICAS

Derivadas de fangos (8) y en parte de otras f. superficiales

- Nb.- Limos y fangos con abundantes cantos calizos subredondeados cantos blandos de (8) o de (10). Arcillas hinchables (Montmorillonitas). Suelos pardo calizos con horizontes A y (B) y suelos vérticos.

- Nd.- Limos y fangos arenosos con algún canto de caliza y de (10).

- Ne.- Limos y arcillas hinchables (Montmorillonitas). Alto contenido en sales solubles.

F.- ASOCIADAS AL MODELADO FLUVIAL

Derivadas de otras f. superficiales (Fb) y en parte de fangos (8, 12)

- Fa.- Limos y gravas de cuarcita. Suelo aluvial bastante humificado. Horizonte A orgánico bien desarrollado.

- Fb.- Gravas de cuarcita. Horizonte A₂ de lavado frecuente. Presencia de horizonte Bt (rojo) y Bca. Terrazas.

- Fc.- Gravas de cuarcita y de caliza. Terrazas.

Derivadas de otras f. superficiales (Ea) asociadas al modelado eólico y de arcillas, fangos y calizas (12 y 14)

- Fd.- Arenas y limos con hiladas de gravas de calizas.

Derivadas de fangos (8) y de arcillas y fangos (11 y 12)

- Fg.- Limos y arcillas con gravas de calizas. Aluvial

- Fh.- Limos y gravas calcáreas. Conos de deyección.

Los suelos dominantes en el ámbito de la Hoja son:

- Suelos pardo calizos.
- Rendzinas y Xerorendzinas.
- Vertisoles.
- Suelos aluviales.
- Suelos rojos fersialíticos.

2.2.1 «Terra rossa» (Ka, Kad)

Hemos encontrado «Terra rossa» (s.s.) sobre la superficie Pliocena de las mesas calizas (Páramos) a una altura comprendida entre 845 y 860 m. Se ha denominado con las siglas Ka y Kad en el mapa de formaciones superficiales.

Los diferentes autores que han estudiado esta formación la consideran como arcilla de descalcificación originada in situ por disolución de las calizas que coronan las mesas («Páramos»).

Se encuentra rellenando huecos de disolución y según los distintos autores, está formado por arcillas illíticas y caoliníticas, siendo más abundante la caolinita cuanto mayor es la evolución de este tipo de depósitos (DOUCHAU-FOUR, 1970).

Los análisis realizados dan como resultado una mayor abundancia de illita en estado de degradación, existiendo también caolinita pobremente cristalizada.

En el estudio micromorfológico se observa la iluviación de «Terra rossa» que rellena huecos, y aunque no ha sido observado, pudiera ocurrir que en la parte más inferior de los mismos, donde el drenaje ha sido más deficiente, exista un empardecimiento de los óxidos de hierro que están unidos a las arcillas.

Una vez formada la «Terra rossa» existió un proceso mecánico (erosión) que rellena en parte los huecos de las calizas subyacentes con fragmentos de caliza y «Terra rossa». A continuación el aporte de carbonatos dio origen a agujas de lublinita que tienden a cementar el conjunto. Asociadas a las agujas de lublinita aparecen restos vegetales (este proceso es actual).

Desde el punto de vista climático, la «Terra rossa» indica un clima subtropical o un clima mediterráneo húmedo (LAMOUROUX, 1965), que permita el lavado previo del ión Ca^{2+} y la movilización de arcilla, así como una rubefacción intensa.

Por ser un material de edad pliocena (AGUIRRE *et al.*, 1976) ha podido sufrir varios procesos de edafización y erosión, lo que determina que su perfil original no se conserve en la actualidad siendo el depósito, que puede observarse hoy, de naturaleza poligénica debido a la suma de todos los procesos sufridos por el mismo.

La existencia de cantos rodados de cuarcita en la superficie de la «Terra

rossa» indica que sobre esta superficie se han desarrollado procesos de erosión-sedimentación («Rañas»?) que determinan que el perfil original no se conserve actualmente. Posiblemente se tratase de un perfil de tipo A₀, A₁, A₂, Bt, C, pero hoy se encuentra reducido a los horizontes Bt, C, con un límite brusco entre ellos.

El contenido de arena de cuarzo es abundante, siendo constante en la región la presencia de dos poblaciones de granos, unos subredondeados y otros más angulosos. La existencia de depósitos de arenas eolizadas en el ámbito de la Hoja puede explicar en parte el contenido de arenas de la «Terra rossa» que ha sufrido posteriormente una removilización por la mano del hombre.

No obstante lo expuesto hasta aquí, el origen de la «Terra rossa» no está aclarado en su totalidad, pues se plantea un problema fundamental cuando se piensa que la caliza que existe bajo la «Terra rossa» es muy pobre en arcillas, por lo que si se supone a ésta originada *in situ*, es muy difícil concebir el volumen de caliza que debió ser disuelto previamente a su instalación.

Localmente (Hoja 16-12, Palencia) se ha observado la existencia de una costra de tipo multiacintado. Aunque la posición de esta costra es dudosa, parece ser que tiene un desarrollo más constante en zonas próximas (Hoja 15-13. Medina de Rioseco).

Esta costra está constituida por un esqueleto de cuarzo, cuarcita, alguna caliza y alguna turmalina, siendo escasa la proporción del esqueleto. La matriz es micrítica, existiendo zonas con algún contenido en arcillas y materia orgánica. La estructura es grumelar y/o de origen orgánico, aumentando el cemento hacia la parte inferior de la costra y no existe plasma argílico.

En esta costra zonal (*dalle*) formada por repetición de tres niveles: detrítico, micrítico y de cavidades, los procesos de cementación aparecen bien representados en los niveles detríticos, siendo la cementación de tipo vadoso fundamentalmente, aunque existen algunos rasgos de cementación freática.

Su origen es, por tanto, el resultado de procesos sedimento-edáficos en un medio eventualmente encharcado, pero con un nivel freático localizado fundamentalmente por debajo de la costra.

En resumen, podemos indicar que la superficie del «Páramo» y «Terra rossa» con costras y cantos de cuarcita, representa la suma de los procesos erosivos, kársticos, edáficos y sedimentarios acaecidos desde el Plioceno Inferior más alto hasta el Pliocuaternario inclusive («Rañas»), y más recientes.

2.2.2 Terrazas (Q₁T₄, Q₁T₁₁, Q₁T₁₂, Q₁T₁₈, Q₁T₁₉, Q₁T₂₀, Q₁M₁₈, Q₁M₁₉) (Fa. Fb. Fc)

En el sistema del Carrión se han distinguido un total de 20 niveles de terrazas, de los cuales dieciséis tienen valor regional.

En la Hoja de Dueñas solamente afloran algunos de ellos y en el mapa geológico se han cartografiado con las siglas: Q_1T_4 , Q_1T_{12} , Q_1T_{18} , Q_1T_{19} y Q_1T_{20} . En el mapa de formaciones superficiales se designan como Fb y Fc según sean de gravas de cuarcita o de gravas de caliza y de cuarcita, respectivamente.

Dentro de la Hoja (borde oriental) se realiza la desembocadura del río Carrión en el Pisuerga, debido a este hecho y por desconocerse el número de terrazas que el río Pisuerga pueda tener entre este punto y su nacimiento, hemos seguido con la numeración de terrazas correspondientes al Carrión (fig. 12).

Las alturas relativas sobre el Carrión tomadas en el noreste de la Hoja, en las proximidades de la ciudad de Palencia, son:

Q_1T_{12} a + 8-10 m., Q_1T_{18} a + 4-5 m., y Q_1T_{19} a + 2-3 m.

Hay que señalar que esta altura relativa aumenta hacia el Sur por encajamiento de nuevas terrazas y aumento de la pendiente del río en las proximidades de la desembocadura en el Pisuerga. En este punto no aparece la Q_1T_{12} , siendo las alturas relativas sobre el Carrión:

Q_1T_{18} a + 13-14 m., $Q_{11}T_{19}$ a + 8-10 m., apareciendo una nueva terraza Q_1T_{20} a + 4-5 m.

A partir de este punto y en dirección Sur el sistema de terrazas pertenece al río Pisuerga, siendo las alturas relativas sobre el mismo:

Q_1T_4 a + 85-100 m., Q_1T_{11} a + 34-35 m., Q_1T_{12} a + 17-18 m., Q_1T_{18} a + 15-16 m., Q_1T_{19} a + 11-13 m., y Q_1T_{20} a + 3-4 m.

En general están constituidas por gravas de cantos de cuarcita y algunos de areniscas (Fb). En algunos niveles (Q_1T_{11} , Fc) aparecen cantos de caliza más o menos abundantes en relación con la proximidad de la terraza a los arroyos procedentes de la mesa caliza de los páramos. Su espesor oscila entre 1 y 4 m.

Presentan secuencias «fluviales» típicas, a base de canales *braided* de gravas, culminandas por limos y arenas con *ripples* pertenecientes a llanuras de inundación. Frecuentemente esta sucesión está erosionada por coluvionamiento posterior.

El tamaño medio es de gravas medias, dominando el comprendido entre 2 y 4 cm. La fracción menor de 2 cm. es muy abundante, oscilando entre el 60 y 80 por 100. Las medias de los índices de desgaste oscilan entre 275 y 325 siendo, pues, bastante elevadas (herencia de la «Raña»). En los histogramas de desgaste aparecen generalmente dos máximos: uno principal, entre 200-300 mm., y otro secundario, entre 400 y 450 mm. Esto parece indicar un ambiente fluvial con cierta modificación a fluviotorrencial en épocas de deshielo (?) (fig. 13).

Sobre las terrazas se dan normalmente suelos rojos fersialíticos de per-

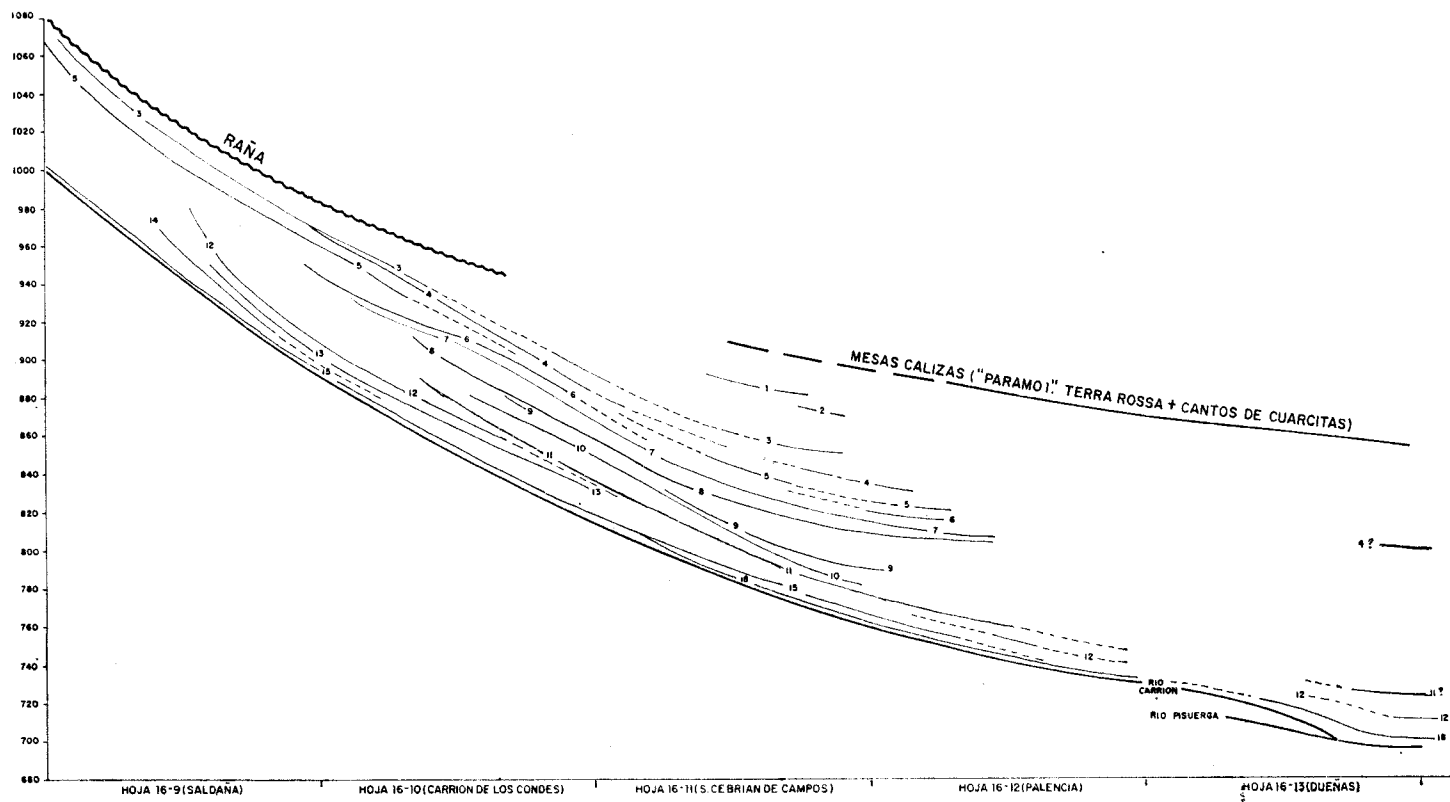


Figura 12.—Perfil longitudinal de las principales terrazas del río Carrión.

fil. A o A₂, Bt, C o Cg, dependiendo el grado de rubefacción de la edad, presencia de Ca²⁺ activo y proximidad del nivel freático.

Es un hecho general de la zona que los ríos con gran aporte de material calizo, en sus terrazas presentan un nulo o muy reducido desarrollo de un horizonte Bt rojo, debido a la abundancia de Ca²⁺ activo (Arroyo Valdesanjuán, y terrazas del Carrión en zonas próximas a las mesas calizas). Por el contrario, en las terrazas constituidas por material silíceo existe un horizonte Bt rojo característico que cuanto más antiguas son las terrazas, es más potente, y penetra a mayor profundidad presentando un horizonte A₂ de lavado.

Por otra parte, la terraza Q₁T₁₈ colgada en la zona de interfluvio Carrión Pisuerga, pasa hacia el Norte a estar conectada con el cauce fluvial actual, funcionando como llanura de inundación por encajamiento progresivo hacia el Sur, de niveles de terrazas. De esta manera, en la zona de llanura conectada con el río, la proximidad del nivel freático origina el ascenso por capilaridad de carbonatos en épocas secas, lo que impide la formación del suelo rojo. Cuando la llanura de inundación queda colgada y desconectada del río, este fenómeno no ocurre, o si ocurre es menos frecuente, originándose suelos rojos. Al mismo tiempo, en las épocas de avenida puede decapitarse el perfil del suelo.

En las terrazas Q₁T₄, Q₁T₁₁, Q₁T₁₂ y Q₁T₁₈ son frecuentes las acumulaciones de carbonatos debidas a procesos edáficos (micelios, amas, nódulos y concentraciones) diagenéticos (encostramientos en zonas vadosas y/o freáticas) y procesos combinados (losas o *dalles*).

Otro hecho importante en la región es que en la base de las terrazas altas (F. Tierra de Campos en paso a la terraza) existen claros rasgos de hidromorfismo con concentraciones de óxidos de hierro y manganeso, que incluso en algunos casos llegan a originar niveles pulverulentos de manganeso que indican un drenaje deficiente debido a la escasa jerarquización de la red fluvial. Esta jerarquización ha sido progresivamente más eficiente hacia la actualidad.

2.2.3 Depósitos eólicos (Q₁Eo, Ea)

En el ámbito de la Hoja y fundamentalmente en la cabecera de los valles que se encajan en la plataforma caliza del páramo, se sitúan depósitos eólicos que en algunos casos sobrepasan los dos metros de potencia.

Estos depósitos se localizan fundamentalmente en las laderas que miran al Este y solamente se han distinguido en la cartografía los afloramientos más claros, aunque es posible que estos depósitos sean más abundantes, pero debido al intenso cultivo que ha sufrido la zona están muy enmascarados.

El alto contenido en la fracción arenosa que presenta la «Terra rossa» en superficie pudiera estar en relación con este tipo de depósitos posteriormente removilizados por la mano del hombre.

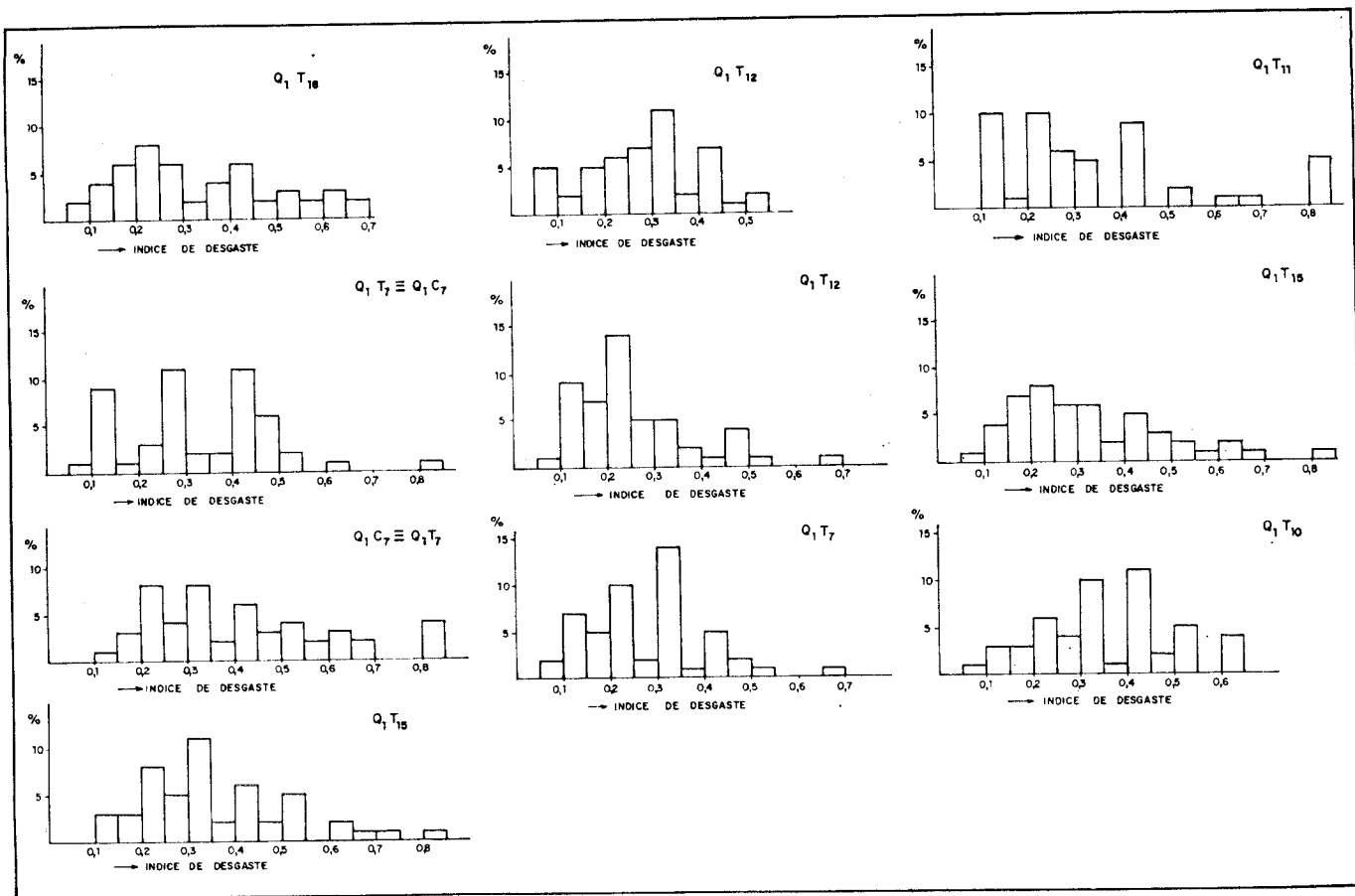


Figura 13.—Histogramas de índices de desgaste (Hojas 16-11, 16-12 y 16-13).

Están constituidos por arenas silíceas finas (tamaño $0,125 > 50$ por 100) redondeadas a subredondeadas, de color pardo amarillento.

Esta deposición eólica está muy desarrollada en áreas más meridionales de la Cuenca del Duero y hasta ahora no habían sido citadas en estas latitudes.

2.2.4 Terrazas y superficies en zonas endorreicas (Q_1Ab_{15} , Nb', Nd, Ne, Fd)

Ligadas al endorreísmo de los paleointerfluvios de los grandes ríos se ha desarrollado regionalmente un sistema de superficies y/o terrazas originadas en condiciones de drenaje deficiente, con fuerte alimentación lateral de glaciares. Dichas superficies y/o terrazas se encuentran escalonadas por cambios de nivel de base en relación con aperturas exorreicas hacia los ríos importantes.

Así, en la depresión cerrada de la Laguna de La Nava, situada en la Hoja colindante al norte (273, Palencia), se han distinguido siete niveles de superficies-terrazas de las que una de ellas está representada en la Hoja de Dueñas. Aunque su relación con las terrazas del Carrión es problemática, teniendo en cuenta cotas absolutas, relativas y perfiles de suelos, se ha llegado a establecer una correspondencia de esta superficie con la terraza Q_1T_{15} del Carrión, si bien pensamos que la edad de las superficies debe ser algo posterior a la de la terraza de Carrión a que corresponden.

En el mapa geológico se ha distinguido con la sigla Q_1Ab_{15} por ser un abanico aluvial cuaternario que se corresponde con la superficie Q_1N_{15} distinguida en la Hoja 273 (Palencia), y que enlace con la terraza Q_1T_{15} del río Carrión. Su naturaleza litológica es mixta y en el mapa de formaciones superficiales se han distinguido dos unidades dentro de este abanico (Nb' y Fd):

a) La superficie Nb' con área madre de las facies de las cuestas y mesas calizas de los páramos, está constituida por limos y fangos con abundantes cantos calizos subredondeados y gran cantidad de arcillas hinchables (montmorillonoides). El espesor de la formación oscila entre 0,30 m. y 1 m. Como ya es sabido, la presencia de Ca^{2+} activo impide el lavado de las arcillas en los suelos y por consiguiente la rubefacción, desarrollándose sobre la formación suelos pardo calizos y vertisoles.

Los suelos pardo calizos tienen un perfil característico A (B) C, todo él carbonatado. En las superficies morfológicas más antiguas presentan un cierto grado de descarbonatación en los horizontes superiores y un mayor desarrollo del horizonte (B), de estructura generalmente poliédrica. Su evolución ha sido detenida por las labores agrícolas.

Los suelos vérticos se caracterizan por la presencia más o menos abundante de arcillas montmorillonoides con poca cantidad de humus muy

polimerizados y unidos a la arcilla. Los colores son oscuros. Indican condiciones de endorreísmo y aportes de sales de disolución de zonas adyacentes.

Este tipo de suelos, cuando están poco evolucionados, presentan perfiles de tipo AC y en el caso de estarlo, el perfil es de tipo A (B) C.

El horizonte A presenta una penetración de la materia orgánica hacia abajo, siendo muy difuso su límite inferior.

El horizonte (B) puede existir, pero no ser observable, y presenta una estructura poliédrica y prismática y/o cúbica, con superficies brillantes debidas a la orientación de las arcillas.

El horizonte C está constituido por la arcilla del fondo de charca. A techo pueden darse suelos pardo-calizos recientes con horizonte A poco definido y (B) y C no definidos.

b) La formación Fd se sitúa en el ápice del abanico aluvial y en ambas márgenes de arroyo Salón. Está constituida por canales de arenas finas, heredadas de las arenas eólicas, con gravas de caliza de la superficie del páramo y de los niveles calizos de las cuestras. Aunque en el mapa geológico esta formación tiene la sigla Q_1Ab_{15} , en el mapa de formaciones superficiales le hemos dado la sigla Fd por estar asociada al modelado fluvial.

El hecho de que las arenas eólicas estén removilizadas y entren a formar parte de esta unidad, nos indican que el modelado eólico es por lo menos anterior a esta superficie, que enlaza con la terraza $Q_{II}T_{15}$ del río Carrión, y que aflora en la Hoja situada más al Norte (273, Palencia).

2.2.5 Depósitos de Paleoverdientes (Vertientes regladas antiguas y glaciales) (Q_1C_{11} , Q_1G_{12}) (Vd, Vd')

Se trata de depósitos asociados a antiguas formas de ladera que pueden tener o no perfil de glacis. Enlazan con terrazas del Carrión y del Pisuega a las que se considera equivalentes en edad. En muchos casos los glaciales son de acumulación.

El área madre de estos depósitos es fundamentalmente la superficie del páramo y las cuestras que enlazan con ella. Están formados por cantos y bloques más o menos angulosos de caliza, inmersos en una abundante matriz limo arcillosa parda. Localmente se encuentran cementados por carbonatos. Su potencia oscila entre 30 cm. y 2 m. Se encuentran en los flancos de las mesas calizas tapizando las «Cuestras» o formas de enlace de aquéllas con las llanuras. Los suelos observados son Xerorendzinas, que pasan a suelos pardo-calizos muy poco evolucionados. El perfil de estas formaciones presenta un horizonte A de 1 a 2 cm., en general de humus muy polimerizado (*mull* cálcico) sobre un horizonte C formado por el canturreal. En el mejor de los casos pasan a suelos pardo-calizos con un horizonte (B) muy poco desarrollado.

2.2.6 Depósitos de vertientes. Coluviones recientes (Q_2C) (Vb, Vc, Ve y Vf)

Aparecen tapizando las vertientes actuales. Teniendo en cuenta los materiales de que derivan y por consiguiente su constitución litológica, podemos distinguir:

- Gravas cuarcíticas con matriz limosa ($Q_2C = Vb$) derivadas fundamentalmente de terrazas y en parte de fangos de «Tierra de Campos». Se desarrollan fundamentalmente en el escarpe situado entre las terrazas Q_1T_{11} y Q_1T_{18} del río Pisuerga en el ángulo suroriental de la Hoja. Tiene un espesor medio de 0,5 metros.
- Limos y arenas con cantos esporádicos de caliza derivados de los fangos de «Tierra de Campos» y en parte de otras formaciones superficiales (Vc). Se localizan en la parte nororiental de la Hoja y constituyen el suelo fundamental de la comarca campesina de «Tierra de Campos», dando origen a las áreas de cultivo de secano fundamentales de la región. El espesor observado es siempre menor de 1 metro. Son suelos pardo-calizos en laderas y zonas planas. Tienen un perfil característico A (B) C, estando todos los horizontes carbonatados. Su evolución ha sido detenida por el laboreo agrícola. En las zonas de mayor pendiente tienen escaso desarrollo por rejuvenecimiento.
- Brechas poligénicas de calizas y yesos con abundante matriz limo-arcillosa (Ve), derivadas de calizas y de fangos salinos con yesos y calizas y situadas en las formas de enlace de «Campiñas» y «Páramos» («Cuestas»). En las zonas más llanas próximas a las «Campiñas» o ya sobre ellas pasan a fangos arenosos y limos con cantos calizos esporádicos (Vf). Se trata de formaciones superficiales de espesor muy variable, pero reducido, que oscila entre 0,3 y 2 metros. Los suelos existentes son Rendzinas con horizonte A centimétrico y C de textura limo-arcillosa con cantos de yeso y/o caliza.

2.2.7 Depósitos aluviales. Terrazas bajas. Aluviones. Fondos de valle (Q_1T_{18} , Q_1T_{19} , Q_1M_{18} , Q_1M_{19} , Q_2Al , Q_{1-2}) (Fa, Fg y Nd)

Las terrazas han sido descritas en otro apartado de este capítulo. En el mapa de formaciones superficiales los aluviones y fondos de valle se han distinguido con las siglas Fa y Fg, según tengan gravas de cuarcita o de caliza, respectivamente.

Se dan suelos aluviales típicos de llanura de inundación. Presentan un perfil sencillo con un horizonte A orgánico centimétrico, de estructura en agregados de tipo grumoso. Localmente puede aparecer un A/(B) también centimétrico de textura limosa y estructura en agregados poliédricos o prismáticos, con presencia de micelios de carbonato frecuentes. El horizonte C

está constituido por limos. Todo el perfil presenta carbonatos que pueden concentrarse en cementaciones bajo condiciones fretáticas (arroyos El Salón y Parada). En las zonas endorreicas estos aluviales pueden tener carácter vértico sobre todo en las proximidades de las antiguas lagunas (Nd). Son suelos poco evolucionados debido a su juventud, presencia de carbonatos y nivel freático muy alto.

2.2.8 Fondos de charca (Q₂L) (Ne)

Se trata de los sedimentos de antiguas charcas y lagunas que hoy en día se encuentran desecadas y saneadas, habiendo sido transformado el terreno en zonas de regadío.

Son limos, arcillas de tipo montmorillonóide (hinchables) y abundantes sales de disolución de las zonas adyacentes. Los suelos son de carácter vértico con perfiles de tipo AC. El horizonte (B) puede existir, pero no ser observable. El horizonte C está constituido por las arcillas de fondo de charca.

2.2.9 Conos de deyección (Q₂Cd) (Fh)

Se sitúan sobre las terrazas bajas del Carrión y, aunque no ha sido observado ningún corte en ellos, de los datos de superficie se puede deducir que su constitución litológica está en función del área fuente, siendo este área los fangos y arenas de Tierra de Campos y las arcillas, calizas y yesos de las «Cuestas» y «Páramos». Su naturaleza es de gravas más o menos angulosas de caliza, inmersas en una importante fracción limo-arcillosa.

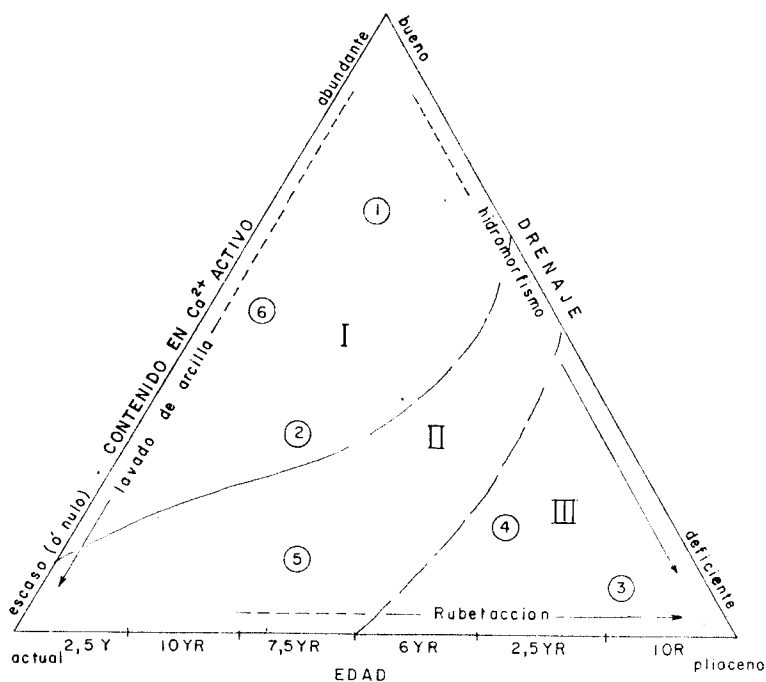
2.2.10 Principales procesos evolutivos dominantes en los suelos de la zona

Estos procesos han sido fundamentalmente los siguientes (fig. 14):

- Proceso de lavado de la arcilla.
- Procesos de *gleyzaciones* (hidromorfismo).
- Acumulaciones de carbonato.
- Rubefacciones.
- Procesos de empardecimiento (brunificación).

El lavado de la arcilla está condicionada fundamentalmente por la textura de la roca madre, el tiempo y la presencia de Ca²⁺ activo.

Los suelos desarrollados sobre gravas cuarcíticas con humus ácido presentan un fuerte lavado en arcillas, tanto mayor cuanto más viejo es el perfil. Con rocas madres de alto contenido en carbonatos (excepción hecha de las calizas microcristalinas masivas), este fenómeno está casi totalmente impedido.



- I No existencia de horizonte Bt
 - II Aparición de horizonte Bt(*)
 - III " " " Bt(*) mas o menos rubefactado
- (*) El Bt puede o no presentar rasgos de pseudogleyización
- 1 Suelos pardos calizos
 - 2 Tierras pardas
 - 3 Planosuelos
 - 4 Suelos rojos
 - 5 Suelos pardos lexiviados
 - 6 Suelos aluviales

Figura 14.—Diagrama esquemático de evolución de suelos en la zona y factores condicionantes (E. MOLINA, 1979).

— Las gleyzaciones son frecuentes en la zona de contacto entre las terrazas y el sustrato de fangos de «Tierra de Campos». Su existencia implica no sólo un encharcamiento más o menos prolongado de los perfiles, sino también un drenaje deficiente que determine condiciones reductoras para movilizar y concentrar los óxidos e hidróxidos de Fe y Mn.

— Las acumulaciones de carbonatos pueden ser debidas a:

- a) Procesos edáficos (micelios, *amas*, nódulos, concreciones típicas de horizontes Bca).
- b) Procesos diagenéticos. Encostramientos en zonas vadosas y/o freáticas.
- c) Procesos combinados. Costras hojosas y losas o *dalles*.

Sobre la superficie del páramo se han encontrado restos de *dalles* que pudiera ser equivalente a la existente en la Cuenca del Tajo.

— La rubefacción se debe a un enrojecimiento de las arcillas por deshidratación progresiva de los hidróxidos de hierro, en alternancias estacionales de humedecimiento y secado. Este proceso se da en climas mediterráneos y tropicales, jugando un papel decisivo el tiempo, en el sentido de una mayor deshidratación y un mayor enrojecimiento con la edad del perfil. Los suelos rojos más recientes presentan colores 5YR, mientras que los más antiguos pasan a 2,5YR e incluso 1OR.

— El empardecimiento se ha observado en algunos perfiles de suelos rojos de terrazas y en la «Terra rossa». Se debe a una hidratación más o menos parcial de los óxidos de hierro, previamente deshidratados en procesos anteriores, y a la combinación de la materia orgánica con la fracción fina mineral del suelo (arcillas y otros coloides); lo que implicaría una tendencia climática reciente hacia la estepización. El empardecimiento ha sido reciente e incluso continúa en la actualidad.

2.3 EDAD

2.3.1 Mioceno y Plioceno

Las edades de los sedimentos terciarios quedan perfectamente definidas de acuerdo con las dataciones obtenidas por micromamíferos y macrovertebrados (3.1 y 3.2), excepción hecha de los términos más altos de la serie, que no han podido ser supradatados. Sin embargo, la edad de las calizas de la superficie del Páramo y margas y calizas superiores (2.1.3) queda justificada por la perfecta correlación de procesos entre las zonas centrales de la Cuenca del Duero (Cigales, Valladolid) y los ocurridos en la del Tajo-Guadiana durante el Plioceno (AGUIRRE *et al.*, 1976) (PEREZ GONZALEZ, com. pers.).

La «Terra rossa», fosilizada por las margas superiores, tiene en principio un origen indudablemente plioceno.

2.3.2 Cuaternario

El Pleistoceno ha sido dividido tentativamente en Inferior, Medio y Superior sin que hayamos encontrado argumentos paleontológicos para ello. Se han tenido en cuenta el grado de evolución de los perfiles de suelos y las alturas relativas sobre el cauce fluvial.

3 PALEONTOLOGIA

Para la realización de la presente Hoja se han aplicado los siguientes estudios paleontológicos especializados: Micromamíferos, Macrovertebrados, Gasterópodos, Palinología, Characeas y Ostrácodos y Foraminíferos.

3.1 MICROMAMIFEROS

Por primera vez se ha aplicado sistemáticamente en el proyecto MAGNA la metodología paleontológica moderna en el Terciario continental. Las técnicas de lavado-tamizado de grandes cantidades de sedimentos, han permitido la recolección de dientes de micromamíferos fósiles (junto con abundantes restos de peces, anfibios y reptiles). El estudio detallado ha hecho posible la biozonación precisa y modernizada de los sedimentos del Terciario continental de la zona.

La mayor parte de los datos se concentran en las áreas de sedimentación de tipo palustre (facies ciénagas) que se sitúan en las zonas de cambio lateral de las «facies de las cuestras».

Los términos más modernos de los sedimentos miocenos que afloran en la Hoja (Términos altos de las facies de las «cuestras» y las calizas de la superficie del páramo) son muy pobres y presentan malas condiciones de preservación de fósiles, por lo que no ha sido posible supradatar estas formaciones.

La escala de biozonas es debida a MEIN (1975), y las edades de mamíferos utilizadas en biocronología continental fueron definidas en el Congreso de Munich de 1974 y aceptadas por el RCMNS en el Congreso de Bratislava en 1975.

En la Hoja de Dueñas se han estudiado 22 yacimientos, de los cuales la mayor parte se han situado en secciones estratigráficas para una mejor datación de los sedimentos. Los resultados han sido los siguientes.

3.1.1 Yacimientos existentes en la «Facies Dueñas» (Tm_{c11}^{b1})

En esta unidad se han estudiado cuatro yacimientos de micromamíferos:

Muestra 5008:

Dueñas V. F.—Situada al NE de la localidad de Dueñas.

Lista fáunica: *Prolagus major* LOPEZ. *Prolagus* sp. A. *Megacricetodon crusafonti* (FREUDENTHAL).

La presencia del enorme *Prolagus major* resulta sorprendente, pues hasta ahora sólo se había encontrado en el Astaraciense Inferior de Calatayud-Daroca en proporciones escasísimas.

Edad: Astaraciense Inferior (Zona MN 6).

Muestra 5009:

Frausilla 1. Situada en el ángulo suroriental de la Hoja, al norte del paraje de Frausilla.

Lista fáunica: *Megacricetodon* cf. *crusafonti* (FREUDENTHAL).

Edad: Astaraciense Inferior (Zona MN 6).

Muestra 5010:

Frausilla 2. Situada muy próxima a Frausilla 1.

Lista fáunica: *Prolagus major* LOPEZ. *Megacricetodon crusafonti* (FREUDENTHAL).

Edad: Astaraciense Inferior (Zona MN 6).

Muestra 5033:

Torremormojón 6b: Situada unos dos kilómetros al este de la localidad de Torremormojón (Tercio noroccidental de la Hoja).

Lista fáunica: *Prolagus major* LOPEZ. *Prolagus* sp. A. *Peridyromys* sp. A. (gran talla). *Megacricetodon* cf. *crusafonti* (FREUDENTHAL).

Edad: Astaraciense Inferior (Zona MN 6).

3.1.2 Yacimientos existentes en las «Facies de las Cuestas» ($T_{C11-11}^{Bb2-Ba2}$);

$T_{C11-11}^{Bb2-Bc2}$; $T_{Cn11-11}^{Bb2-Bc2}$)

La mayor parte de los yacimientos de micromamíferos existentes en estas facies están situados en secciones estratigráficas.

Muestra 5031:

Torremormojón 6a. Situada en la sección de Torremormojón E. (X=511.650; Y=817.850; Z=785).

Lista fáunica: *Prolagus* sp. A. *Peridyromys* aff. *multicrestatus* DE BRUIJN. *Megacricetodon* cf. *minor* (LARTET).

Edad: Astaraciense Superior (Zonas MN 7 y 8).

Muestra 5029:

Torremormojón 4. Situada en la sección de Torremormojón E. unos 30 metros por encima de la anterior.

Lista fáunica: *Prolagus crusafonti* LOPEZ. *Euroxenomys minutus* (MEYER). *Cricetodon (Hispanomys)* gr. *peralensis* VAN DER WEER. Cricetodontinae 1 nov. *Peridyromys* aff. *multicrestatus* DE BRUIJN.

En este punto aparece gran cantidad de restos de grandes mamíferos (*Hipparion*) que se describen en el capítulo de Macrovertebrados.

Edad: Vallesiense Inferior (zona MN 9).

Muestra 5028:

Torremormojón 3. Situada en la misma sección estratigráfica a unos 8 m. por encima de la anterior.

Lista fáunica: *Prolagus crusafonti* LOPEZ. *Euroxenomys minutus* (MEYER). *Rotundomys hartenbergeri* FREUDENTHAL. *Peridyromys* aff. *multicrestatus* DE BRUIJN.

Edad: Vallesiense Inferior (Zona MN 9).

Muestra 5027:

Torremormojón 2. Situada en la misma sección estratigráfica a unos 7 m. por encima de la anterior.

Lista fáunica: *Eliomys truci* MEIN Y MICHAUX.

Edad: Desde el Vallesiense Superior hasta el Plioceno Inferior (Zonas MN 10 a MN 14).

Muestra 5025:

Ampudia 9. Situada en la sección estratigráfica de Ampudia (X=509.750; Y=712.700; Z=710).

Lista fáunica: *Prolagus crusafonti* LOPEZ. *Heteroxerus* sp. *Euroxenomys minutus* (MEYER). *Cricetodon (Hispanomys)* gr. *peralensis* VAN DER WEER. Cricetodontinae 1, nov. *Peridyromys* aff. *multicrestatus* DE BRUIJN.

Es la microfauna más variada y más abundante hallada en este estudio. Las especies *C.* gr. *peralensis* y *P. crusafonti* indican una edad Vallesiense.

La fauna de Ampudia 9 es en todo semejante a la de Torremormojón 4 en composición, nivel evolutivo y edad.

Edad: Vallesiense Inferior (Zona MN 9).

Muestra 5024:

Ampudia 8. Situada en la misma sección estratigráfica unos 4 m. por encima de la anterior.

Lista fáunica: *Rotundomys hartenbergeri* FREUDENTHAL. Cricetodontinae 1, nov. gen. sp. *Peridyromys* cf. *dehmi* DE BRUIJN.

Edad: Vallesiense Inferior (Zona MN 9).

Muestra 5023:

Ampudia 8A. Situada en la misma sección estratigráfica unos 2 m. por encima de la anterior.

Lista fáunica: *Peridyromys* cf. *dehmi* DE BRUIJN.

Edad: Vallesiense (Zonas MN 9 y 10).

Muestra 5020:

Ampudia 6b. Situada en la misma sección estratigráfica unos 8 m. por encima de la anterior.

Lista fáunica: Leporidae indet. *Prolagus crusafonti* LOPEZ. *Progonomys* cf. *hispanicus* MICHAUX. Rodentia indet..

Edad: Vallesiense Superior (Zona MN 10).

Muestra 5019:

Ampudia 6A. Situada en la misma sección estratigráfica 1,5 m. por encima de la anterior.

Lista fáunica: *Prolagus crusafonti* LOPEZ. *Peridyromys* cf. *dehmi* DE BRUIJN. *Progonomys hispanicus* MICHAUX.

Edad: Vallesiense Superior (Zona MN 10).

Muestra 5017:

Ampudia 4. Situada en la misma sección estratigráfica unos 12 m. por encima de la anterior.

Lista fáunica: Gliridae nov. cf. *Glirulus*. *Progonomys hispanicus* MICHAUX.

Edad: Vallesiense Superior (Zona MN 10).

Además de las muestras seriadas descritas anteriormente se han estudiado las siguientes muestras aisladas, situadas todas dentro de los fangos salinos que constituyen las «Facies de las Cuestas».

Muestra 5012:

Cubillas 2. Situada en el borde sur de la Hoja, unos 300 m. al norte de la localidad de Cubillas de Santa Marta.

Esta muestra se encuentra en los términos más inferiores de las «Facies de las Cuestas».

Lista fáunica: *Megacricetodon* cf. *minor* (LARTET). *Peridyromys* aff. *multicristatus* DE BRUIJN.

Edad: Astaraciense Superior (Zonas MN 7 y 8).

Muestra 5006:

Cerrato 2. Situada en la sección estratigráfica de Villamuriel del Cerrato (X=531.000; Y=816.800; Z=750), a unos 8 m. por encima del paso de los fangos de «Tierra de Campos» a los fangos salinos de «las Cuestas».

Lista fáunica: *Megacricetodon* cf. *minor* (LARTET).

Edad: Astaraciense Superior (Zonas MN 7 y 8).

Muestra 5001:

Autilla 1. Situada en el borde norte de la Hoja, unos 200 m. al noroeste de la localidad de Autilla del Pino, en la cota de 810 m. aproximadamente.

Lista fáunica: Cricetodontinae 1. gen. sp. nov. *Peridyromys* aff. *multicrestatus* DE BRUIJN.

Edad: Vallesiense Inferior (Zona MN 9).

Muestra 5002:

Autilla 2. Situada unos 10 m. por encima de la anterior.

Lista fáunica: *Prolagus crusafonti* LOPEZ. Cricetodontinae 1, gen. sp. nov.

Edad: Vallesiense Inferior (Zona MN 9).

3.1.3 Yacimientos situados en las Facies de transición a las calizas de la superficie del Páramo (T_{c11}^{Bc2} y T_{cn11}^{Bc2})

Muestra 5026:

Torremormojón 1. Situada en la sección estratigráfica de Torremormojón en los términos superiores.

Lista fáunica: *Prolagus crusafonti* LOPEZ. *Euroxenomys minutus* (MEYER). Muridae indet.

Edad: Desde Vallesiense Superior en adelante (Zona MN 10 y siguientes).

Muestra 5015:

Ampudia 3a. Situada en la sección estratigráfica de Ampudia en la cota de 845 m. aproximadamente.

Lista fáunica: Gliridae nov. cf. *Glirulus*.

Edad: Post-Vallesiense Inferior (Zona MN 10 en adelante).

Muestra 5014:

Ampudia 2. Situada en la misma sección, unos 2 m. por encima de la anterior.

Lista fáunica: Gliridae nov. cf. *Glirulus*. Muridae indet.

Edad: Post-Vallesiense Inferior (Zona MN 10 en adelante).

Muestra 5013:

Ampudia 1. Es la muestra más alta en la serie, situada bajo la superficie morfológica del páramo, a una cota de unos 850 m.

Lista fáunica: cf. *Glirulus* nov. Muridae indet.

Edad: Post-Vallesiense Inferior (Zona MN 10 en adelante).

El conjunto de faunas de la zona estudiada puede subdividirse en cuatro grupos con asociaciones diferentes, que corresponden a edades diferentes:

— GRUPO 1: Faunas caracterizadas por *Prolagus major* y *Megacricetodon crusafonti* típico. Estas faunas poseen además *Prolagus* sp. A y escasos Glíridos, únicamente un gigantesco *Peridyromys* sp. A. Las especies que caracterizan estas faunas se encuentran asimismo en el Astaraciense Inferior de Calatayud-Daroca (DE BRUIJN y VAN MEURS, 1967; FREUDENTHAL, 1963; LOPEZ MARTINEZ, 1978). Pertenecen a este grupo las muestras de la «Facies de Dueñas» (Dueñas V. F., Frausilla 1 y 2, y Torremormojón 6b).

— GRUPO 2: Faunas caracterizadas por *Prolagus* sp. A y *Megacricetodon* cf./aff. *minor*. Este grupo apenas tiene Glíridos, sólo en las dos localidades de la Hoja de Dueñas, y son de distinta especie que el grupo anterior (*Peridyromys* aff. *multicrestatus*). Posee además un *Megacricetodon* cf. *crusafonti* más evolucionado que el del grupo 1, y un *Cricetodon* tipo *jotae-aguirrei*. Ambos *Megacricetodon* son similares a los del Astaraciense Superior de Escobosa (LOPEZ y col., 1978), y permiten definir la superposición biostratigráfica de los grupos 1 y 2. Pertenecen al grupo 2 tres muestras (Cerrato 2, Torremormojón 6a y Cubillas 2).

— GRUPO 3: Son las faunas más ricas y variadas, caracterizadas por el gran Glírido *Peridyromys* aff. *multicrestatus*, que es el roedor más abundante, los Cricétidos *Rotundomys hartenbergeri* y el pequeño *Cricetodon* tipo 1, y por el Lagomorfo *Prolagus crusafonti*. En este grupo vemos aparecer al pequeño castor *Euroxenomys minutus* (justo cuando acaba de desaparecer del resto de Europa), a un *Hispanomys* del grupo *peralensis* y, hacia el techo, un pequeño Glírido afín a *Peridyromys dehmi* de Pedregueras. *Rotundomys*, *P. crusafonti* y *P. dehmi* son formas comunes con el Vallesiense Inferior europeo.

Pertenecen a este grupo las localidades de Autilla 1 y 2, Ampudia 8, 8a y 9 y Torremormojón 3 y 4.

— GRUPO 4: Este grupo está caracterizado por la presencia constante de Múridos, junto con un Glírido nuevo, probablemente descendiente del *P.* aff. *multicrestatus*, y que denominamos Gliridae nov. cf. *Glirulus* en nomenclatura abierta. El único Múrido clasificado a nivel de especie es el *Progonomys hispanicus* (en Ampudia 4, 6a y 6b), que nos precisa una edad Vallesiense Superior para las muestras que lo contienen. Las demás, que poseen Múridos tan fragmentados que son indeterminables (Torremormojón 1 y 2 y Ampudia 1, 2 y 3a) pueden ser infradatadas, pero no ha sido posible supradatarlas. La fauna acompañante es siempre *P. crusafonti* o *Eliomys truci*, ambos comunes en el Turolense. El castor *Euroxenomys minutus* persiste en este grupo, por lo que adquiere en el Duero una longevidad específica inédita en Europa.

Su edad puede situarse entre el Vallesiense Superior y el Turolense Medio.

3.2 MACROVERTEBRADOS

El yacimiento más importante que aparece en la Hoja se sitúa en la sección estratigráfica de Torremormojón (X=510.100; Y=817.600; Z=790). Se sitúa aproximadamente a la cota de 815 m. y en el mismo han aparecido en superficie restos de *Hipparion Primigenium*, estando completa la serie superior de P² a M³ y la serie superior izquierda de P³ a M³.

También han aparecido restos de placas de tortugas, así como un fragmento rodado de la primera falange de una jirafa.

La edad del yacimiento es Vallesiense, y se sitúa a dos metros por debajo de la muestra núm. 5029. Torremormojón 4, que por datación con restos de micromamíferos es Vallesiense Inferior (Zona MN 9).

3.3 GASTEROPODOS

Paralelamente al estudio de micromamíferos se ha realizado un estudio de los gasterópodos que aparecen asociados. Han aparecido las siguientes especies:

3.3.1 Facies de Dueñas (T_{C11}^{Bb1})

Stagnicola (Stagnicola) sp. (fragmentos), *Planorbarius* sp. (fragmentos), *Anisus* aff. *matheroni* (FISCHER et TOURNOUER), *Ancylus* sp. (fragmentos), *Lymnaeidae* (fragmentos), *Ancylus neumayri* (FONTANNES), Opérculos de *Bithynia*, *Pupillidae* (fragmentos) y *Radix (Radix)* sp. (fragmentos).

3.3.2 Facies de las Cuestas ($T_{C11-11}^{Bb2-Bc2}$; $Tf_{C11-11}^{Bb2-Bc2}$; $Tc_{C11-11}^{Bb2-Bc2}$)

Opérculos de *Bithynia*, *Amnicola pseudoglobulus* (D'ORBIGNY), *Stagnicola (Stagnicola)* sp., *Stagnicola (Omphiscola)* cfr. *gabra* (MULLER), *Planorbarius* sp. (fragmentos), *Anisus* sp., *Ancylus neumayri* FONTANNES, *Hydrobia morasensis* FONTANNES, *Radix (Radix)* sp. (fragmentos), *Anisus* aff. *matheroni* (FISCHER et TOURNOUER), Embriones de *Helicinae*, *Hydrobia* aff. *schlosseri* ROYO.

3.3.3 Facies de transición a la superficie del Páramo (T_{C11}^{Bc2} ; Tc_{C11}^{Bc2})

Hydrobia morasensis FONTANNES, Opérculos de *Bithynia*, *Amnicola* cfr. *pseudoglobulus* (D'ORBIGNY), *Stagnicola (Stagnicola) heriacensis* (FONTANNES), *Stagnicola (Omphiscola)* aff. *glabra* (MULLER), *Planorbarius* cfr. *praecorneus* (FISCHER et TOURNOUER), *Anisus* aff. *matheroni* (FISCHER et

TOURNOUER), *Helicinae* (concha embrionaria), *Radix (Radix)* sp. (fragmentos), *Ancylus neumayri* FONTANNES, *Anisus* sp.

3.3.4 Observaciones sobre las especies determinadas

Solamente una de ellas había sido citada con anterioridad en la Cuenca del Duero. Se trata de *Lymnaea Larteti* NOULET (ROYO, 1922, Mioc. cont. Ibérico y su Fauna Malacológica). El nombre actual de esta especie es, según WENZ (*Fossilium Catalogus*, parte 21), el de *Radix (Radix) socialis dilatata* (NOULET).

Por lo que se refiere a las restantes especies, es conveniente realizar las siguientes observaciones:

Hydrobia morasensis FONTANNES. Es una especie que ha sido frecuentemente citada en el Mioceno español por diversos autores bajo el nombre de *Hydrobia (Belgrandia) deydieri*, y caracteriza el Vallesiense. Las citas de *H. deydieri* en España corresponden al «Pontiense» s.l.

Amnicola pseudoglobulus (D'ORBIGNY). Caracteriza el Tortoniense-«Sarmatiense». Ha sido descrita en el Pontiense español con el nombre de *Bithynia gracilis* SANDBERGER. Las formas más antiguas de esta especie aparecen en el Vallesiense del Ródano. Vive en la actualidad. Sus opérculos, aislados, son muy frecuentes en las muestras estudiadas.

Stagnicola (Stagnicola) heriacensis (FONTANNES). Caracteriza el Vallesiense de la Cuenca del Ródano.

Stagnicola (Omphiscola) glabra (MULLER). Ha sido citada desde el «Pontiense» hasta la actualidad.

En numerosas muestras son abundantes restos de *Stagnicola* (S.) y de *S. (Omphiscola)*. Se trata de fragmentos que no permiten una determinación específica.

Planorbarius aff. *praecorneus* (FISCHER et TOURNOUER). Es una especie vallesiense, que ha sido citada en España en el Turoliense por JODOT.

Ancylus neumayri FONTANNES. Especie clásica del Vallesiense del Ródano, ha sido citada por ROYO (o.c.) en Cuevas de Vinromá (Castellón), en el Pontiense.

3.4 PALINOLOGIA

Se han estudiado las siguientes muestras:

Muestra 4007:

Situada en los términos superiores de la «Facies de las Cuestas» (Cf.^{Bb2-Bc2}₁₁₋₁₁), en la sección estratigráfica de Castillo de Torremormojón (X=510.000; Y=817.600; Z=790).

Se trata de una muestra muy pobre, con la presencia de tres formas de angiospermas: *Quercus* sp., Ericaceae y Cruciferae.

Muestra 4034:

Situada en los términos centrales de los fangos salinos de la «Facies de las Cuestas» ($C_{11-11}^{Bb2-Bc2}$). En la sección estratigráfica de Villamuriel del Cerrato (X=531.000; Y=816.800; Z=750) también es una muestra palinológica muy pobre, con solo la presencia de herbáceas, de las que se han determinado: Gramineae y Angiospermae indet.

Muestra 4080:

Situada en la «Facies de transición a la superficie del páramo» en la sección estratigráfica de Torremormojón E. (X=511.650; Y=817.850; Z=785).

En ella se han determinado: *Lygodium* (*Leiotriletes* sp.), *Populus* sp., Tiliaceae cf. *Tilia*, Umbeliferae y Angiospermae indet. (*Tricolpopollenites* sp.).

La composición de la muestra indica un conjunto muy húmedo, habiéndose depositado en una zona de bosque junto a una corriente de agua dulce, como lo indica la presencia de *Populus* y *Tilia* acompañados de Helechos.

El clima posiblemente sería cálido.

3.5 CHARACEAS

Paralelamente al estudio paleontológico de micromamíferos y gasterópodos se ha realizado un estudio de las characeas asociadas, habiéndose determinado las siguientes especies:

3.5.1 Facies de Dueñas (Tm_{c11}^{Bb1})

Nitellopsis (*Tectochara*) *meriani* (L. et N. GRAMBAST), GRAMBAST et SOULIEMARSCHÉ, *Chara notata* GRAMBAST et PAUL, *Rhabdochara* sp. A., *Grambastichara* sp. A., *Psilochara* sp. A., *Chara molassica* STRAUB, *Nitellopsis* (*Tectochara*) sp.

3.5.2 Facies de las Cuestas ($T_{c11-11}^{Bb2-Bc2}$; $Tf_{c11-11}^{Bb2-Bc2}$; $Tcn_{c11-11}^{Bb2-Bc2}$)

Nitellopsis (*Tectochara*) *meriani* (L. et N. GRAMBAST) GRAMBAST et SOULIEMARSCHÉ, *Chara notata* GRAMBAST et PAUL, *Chara molassica* STRAUB, *Rhabdochara* sp. A., *Psilochara* sp. A., *Grambastichara tornata* (REID et GROVES) HORN AF RANTZIEN.

3.5.3 Facies de transición a la superficie del páramo (T_{c11}^{Bc2} ; $T_{cn_{c11}}^{Bc2}$)

Nitellopsis (Tectochara) meriani (L. et N. GRAMBAST) GRAMBAST et SOULIEMARSCH, *Chara notata* GRAMBAST et PAUL, *Chara molassica* STRAUB, *Rhabdochara* sp. A., *Grambastichara* sp. A., *Grambastichara tornata* (REID et GROVES) HORN AF RANTZIEN.

3.5.4 Observaciones sobre las especies determinadas

Las asociaciones citadas en las tres facies son muy semejantes, por lo que su valor cronoestratigráfico es prácticamente nulo, hasta el punto de que la mayor parte de las formas que han podido determinarse tienen una dispersión vertical que comprende todo el Mioceno y en algunos casos parte del Oligoceno.

En la Facies de las Cuestas se han encontrado algunas formas pertenecientes a niveles del Cretácico terminal, que sin duda alguna están reseedimentadas.

3.6 OSTRACODOS Y FORAMINIFEROS

El estudio realizado ha dado una asociación muy pobre en especies al mismo tiempo que es muy uniforme en las diferentes unidades cartográficas.

Las formas encontradas son:

Foraminíferos: *Ammonia tepida* (CUSHMAN), *Elphidium* cf. *decipiens* (COSTA), *Astrononion* sp.

Ostrácodos: *Candona praecox* (STRAUB), *Ilyocypris gibba* (RAMDOHR), *Cyprinotus salinus* (BRADY), *Limnocythere* aff. *inopinata* (BAIRD) y *Cyprideis torosa* (JONES).

Esta asociación no tiene valor cronoestratigráfico, pero sí nos indica un medio mesohalino, mientras que la asociación de ostrácodos encontrada en Hojas situadas más al Norte (Saldaña, Carrión y S. Cebrián de Campos) puede interpretarse como de un medio de agua más dulce u oligohalino.

4 TECTONICA

La Hoja se caracteriza por la disposición horizontal o subhorizontal de los materiales que en ella afloran. Tan sólo podemos observar una pendiente

deposicional (?) del orden del 1 por 1.000 hacia el SSE. Dicha pendiente aumenta progresivamente al desplazarnos hacia el Norte, llegándose a un 6 por 1.000 en la Hoja de Saldaña y 12 por 1.000 en la de Guardo.

En el borde Norte (Cordillera Cantábrica) la estructura del Paleógeno está íntimamente ligada a la del Cretácico y Paleoceno más inferior, sobre los que se apoya discordantemente. Esta discordancia es de tipo cartográfico, y debe corresponder a las fases Larámicas.

La elevación de la Cordillera Cantábrica se ha producido por un mecanismo de abombamiento del zócalo, seguido de fracturación de su borde Sur, con rejuego de fallas anteriores, que en algunos puntos se comportan como fallas inversas. En los materiales terciarios de los bordes se origina una zona de flexión con estructura sinformal, cuyas capas invertidas o verticalizadas en el contacto Norte pasan a estar subhorizontales a distancias cortas al Sur.

En algunas áreas forma en conjunto una megadiscordancia progresiva, en la que pueden situarse algunos momentos de recrudescimiento de los esfuerzos, probablemente asimilables a las fases Pirenaica y mejor aún a la Neocastellana (1.^a Stafrica) situada en el techo del Mioceno Inferior (AGUIRRE, E., *et al.*, 1976).

De acuerdo con la bibliografía general son las fases Castellana y Neocastellana las generadoras de los relieves fundamentales de los marcos montañosos y las principales responsables del plegamiento de los materiales terciarios (AGUIRRE *et al.*, *op. cit.*).

No tenemos evidencias regionales de nuevas fases tectónicas hasta la Iberomanchega I (1.^a Rodánica) responsable de nuevas elevaciones en los bordes y de la generación de la superficie de erosión del Páramo, situada entre el Plioceno Inferior y Medio. Nuevas pulsaciones preceden la instalación de las «Rañas» en el Plioceno Superior (Iberomanchega II. AGUIRRE *et al.*, *op. cit.*).

La mayor parte de la Cuenca del Duero, sobre todo en sus partes centrales, tiene un marcado carácter atectónico; sin embargo, algunos autores han querido ver en las alineaciones de cambios de facies y rectilinearidad de la red fluvial reflejos de fracturas del zócalo, lo que sólo podía ser comprobado mediante una geofísica detallada. La interpretación fotogeológica a partir de fotografías de satélite permite deducir una serie de lineamientos de significado estructural dudoso que se pueden agrupar en estos sistemas.

- N 30°. Alineaciones del Pisuerga, Valderaduey y falla de Alba-Viloria.
- N 120-130°.
- Sistema conjugado NNO-SSE y N 70-80°.

En este sentido la alineación del río Cueva (Hoja 16-11, S. Cebrán de Campos), que corresponde al segundo sistema, parece haber tenido significado estructural durante el Pleistoceno Medio. En efecto, observando la carto-

grafía de los niveles de terrazas en las Hojas 16-10 (Carrión) y 16-11 (S. Cebrían), así como el perfil de terrazas del Carrión (2.2), se observa que las terrazas Q_1T_{13} y Q_1T_{14} no pasan aguas hacia el sur del Cueva y tanto estos niveles como los Q_1T_{10} , Q_1T_{11} y Q_1T_{12} tienen numerosos escarpes intermedios, que tampoco se observan más al Sur, las terrazas Q_1T_6 , Q_1T_7 y Q_1T_8 tienen bruscos cambios de pendiente. Todo lo expuesto sugiere la existencia de un bloque relativamente levantado al norte del Cueva, que podría representar un accidente activo para esta época.

5 GEOMORFOLOGIA

Siguiendo el pliego de condiciones técnicas se ha realizado un mapa geomorfológico de la Hoja, del que aquí se incluye una reducción a escala aproximada de 1:100.000. Los términos de la leyenda del mapa quedan subrayados en la Memoria.

En la Hoja de Dueñas están representadas las tres unidades morfológicas clásicas del Mioceno castellano: «Campiñas», «Cuestas» y «Páramos» (HERNANDEZ PACHECO, E., 1915).

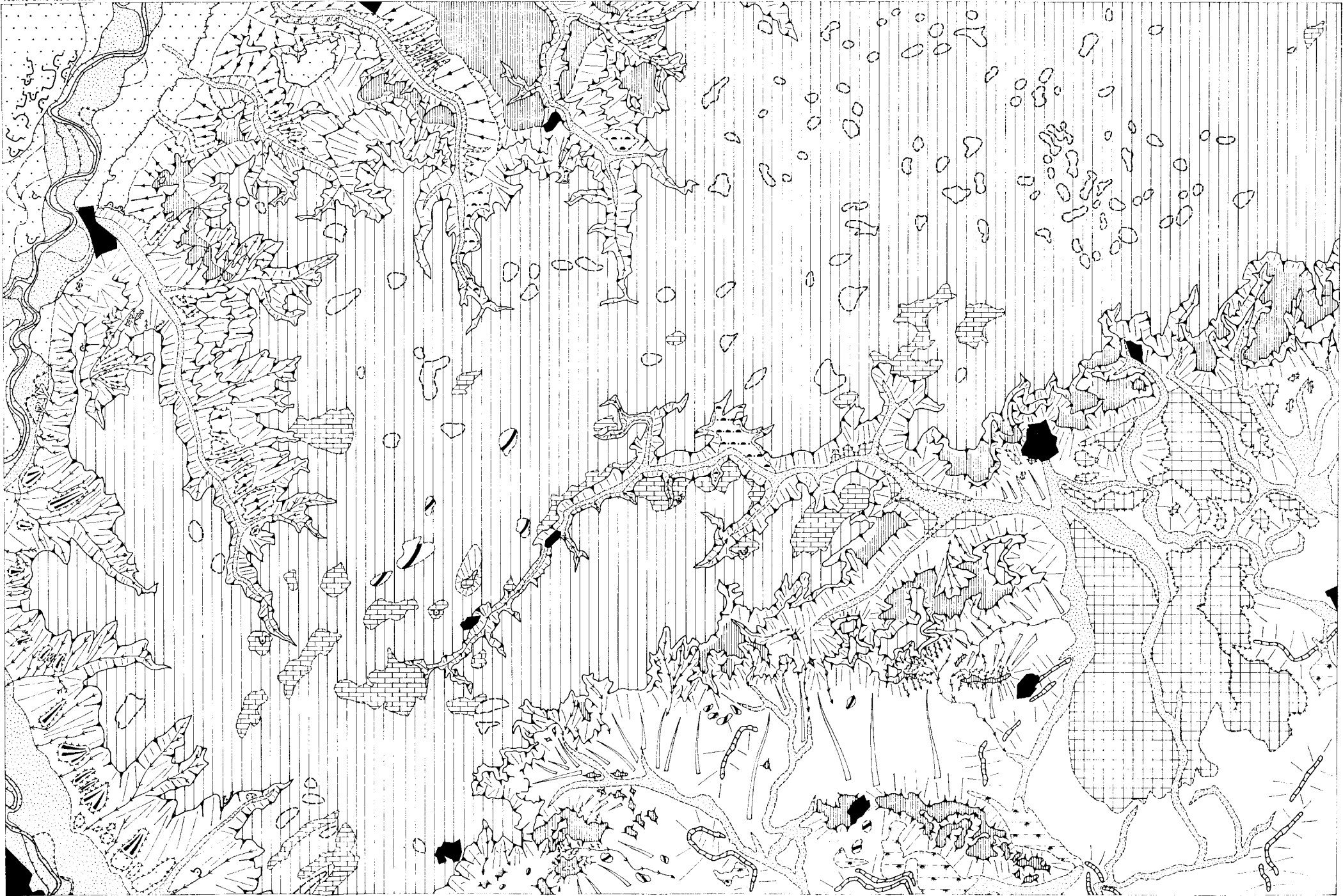
El estudio más detenido permite diferenciar tres dominios morfológicos claramente diferenciados: El primer dominio se sitúa en la parte oriental de la Hoja, y corresponde a un sistema de cuevas y relieves en graderío, sobre el que se desarrolla un conjunto de *glacis* y *terrazas* de los ríos Carrión y Pisuerga.

El segundo dominio constituye el área central que, con una orientación noreste-suroeste, aparece ocupada por una plataforma formada por calizas del Terciario Superior, a las que se superponen sedimentos fundamentalmente arcillosos (*mesas calizas*).

El tercer dominio se sitúa en el ángulo noroccidental, donde desarrollan las «Cuestas» de la plataforma anteriormente citada, que hacia la base pasan a un sistema de *glacis* que enlazan con la *zona endorreica* de la Laguna de La Nava, situada en la Hoja colindante al Norte (273, Palencia).

En el primer dominio citado se diferencian claramente dos unidades con morfología muy distinta, y están definidas por las «Cuestas» propiamente dichas y los sistemas de *glacis* y *terrazas* ligados a los valles principales.







La morfología de las «Cuestas» está condicionada por la existencia de niveles calizos, más o menos resistentes a la erosión, intercalados en la serie de sedimentos terciarios; así, vemos que en la zona meridional los perfiles de las vertientes se disponen en graderío y algunas veces estas gradas se desarrollan como extensos *relieves estructurales*; los sedimentos más blandos entre los que se intercalan los niveles calizos aparecen tapizados por derrubios de ladera. Por el contrario, en la parte nororiental de















MAPA GEOMORFOLOGICO

LEYENDA




MODELADOS ESTRUCTURALES

-  Mesas calizas (Páramos)
-  Relieve estructural en capas horizontales
-  Relieve estructural en paleocanales
-  Relieve residual entre depósitos cuaternarios
-  Escarpe de relieve estructural (mas de 50m.)
-  Escarpe de relieve estructural (menos de 50m.)





MODELADOS DEPOSICIONALES

-  Glacis de sustitución
-  Glacis
-  Superficies con depósito
-  Terrazas fluviales
-  Terrazas bajas y/o llanura de inundación
-  Valles de fondo plano
-  Areas endorreicas (charcas y lagunas desecadas)
-  Conos de deyección
-  Depositos alóicos
-  Escarpe neto (terrazas, glacis, vertientes etc.)
-  Escarpe suavizado
-  Escarpe supuesto



VERTIENTES

-  Paleoverrientes de regularización
-  Vertientes regularizadas
-  Deslizamientos rotacionales

RED FLUVIAL

-  Cauces activos
-  Cauces abandonados
-  Barrancos de incisión lineal
-  Carcavas

FORMAS KARSTICAS

-  Dolinas de bordes indefinidos
-  Zonas de karstificación generalizada (terra rossa)

MODELADO ANTROPICO

-  Nucleos urbanos
-  Canteras

este dominio, dentro de las «Cuestas», no se desarrolla el sistema en graderío debido a la menor resistencia a la erosión de los niveles calcáreos y a veces a la no existencia de los mismos (*paleovertientes de regularización y vertientes regularizadas*).

Llama poderosamente la atención la clara disimetría que presentan todos los valles secundarios afluentes a los ríos principales; las vertientes que miran al Este y Norte son muy tendidas, mientras que las que lo hacen al Oeste y al Sur son abruptas, estando el curso de los arroyos adosados a la base de los mismos. Los depósitos de vertientes están disectados por la incisión lineal de los cursos funcionales, que dejan colgados a los derrumbios de ladera y al erosionar los sedimentos producen solamente un débil acarreamiento debido a la coherencia que presentan los sedimentos miocenos (*barrancos de incisión lineal y cárcavas*).

La segunda unidad morfológica de este primer dominio está constituida por el sistema de *glacis* y *terrazas*, ligados a los valles de los ríos principales que se sitúan en el borde oriental de la Hoja. Al sureste aparece el sistema de *terrazas* colgadas del río Pisuerga; al noreste se presentan dos sistemas de *glacis-terrazas* encajado uno en el otro, quedando el más antiguo como formas aisladas constituidas fundamentalmente por brechas calizas cementadas que se indentan hacia la base con las gravas de la terraza del Carrión. Este sistema, que aflora en la actualidad en retazos aislados, corresponden a *glacis de sustitución* o encajados.

Tanto el curso del río Pisuerga como el de su afluente el Carrión, son fundamentalmente de tipo meandriforme, con abundantes meandros propios de los cursos de elevada sinuosidad. Los cursos secundarios afluentes a los ríos principales son *barrancos de fondo plano*; casi todos ellos al desembocar en el área de *terrazas bajas* y *llanura de inundación* pierden su escasa escorrentía superficial, penetrando las aguas en las gravas y discurriendo subalvealmente.

El segundo dominio ocupa la parte central de la Hoja y corresponde a una plataforma estructural, disecada en sus bordes por la red fluvial secundaria que se encaja en la misma, haciendo retroceder paulatinamente el neto escarpe de separación que presenta con las «Cuestas». La mayor parte de la superficie está cubierta por «Terra rossa», siendo escasos los afloramiento de caliza (*zonas de karstificación generalizada*).

Dentro de esta superficie y en su parte central (al este de Santa Cecilia de Alcor) destacan pequeños cerros testigos, estando coronado uno de ellos por una tabla de caliza modelando en una mesa que se eleva unos diez metros por encima del nivel general de la plataforma; el resto de los cerros testigos están formados por niveles de margas infrayacentes a la pequeña tabla caliza descrita anteriormente. La presencia de estos cerros dentro de la plataforma indica que ha habido un proceso de arrasamiento

generalizado de las facies carbonatadas terminales del Terciario continental.

El resto de la plataforma está tapizado por una «Terra rossa» relativamente potente, entre la que se entremezclan cantos redondeados de cuarcita, este depósito de «Terra rossa» procede en parte de una importante fase de karstificación, que morfológicamente se manifiesta por un importante desarrollo de *dolinas* en taza o de fondo plano, *con bordes muy indefinidos* y producidas por disolución. La profundidad de las dolinas nunca supera los cinco metros, son por lo general de forma subcircular u oval, siendo los tamaños dominantes próximos a los 500 metros; no se aprecia ningún tipo de orientación dominante en el conjunto de dolinas, por lo que no se pueden sacar conclusiones respecto al influjo estructural en la formación de las mismas. Para la cartografía de las dolinas se ha empleado fundamentalmente el estudio de la fotografía aérea debido a la dificultad que presenta su cartografía de campo por su escasa profundidad. El índice de karstificación parece ser más elevado en el área suroccidental de este segundo dominio geomorfológico.

Las formas menores de disolución ligadas a la karstificación dan lugar a un agujereamiento de las calizas en formas tubulares; se trata de un lapiaz oqueroso (*Hohlkarren*) generado bajo un suelo.

El tercer dominio corresponde a la zona noroccidental de la Hoja y en él podemos diferenciar dos tipos de modelado: El correspondiente a las «Cuestas» y el de las zonas inferiores de llanura.

Por lo que se refiere a las «Cuestas» en este dominio, la disección fluvial es mucho más acusada que la existente en el primer dominio descrito en este apartado de la Memoria; si a esto unimos la presencia de varios niveles de calizas en la serie de sedimentos (mucho más patentes en la zona situada al sur de la localidad de Torremormojón) trae como consecuencia el desarrollo de un neto relieve en graderío, quedando algunas mesas aisladas debido a la erosión remontante de la red fluvial. La *incisión lineal* de los arroyos es muy activa, sobre todo en las cabeceras de los valles, y al afectar a facies de materiales incoherentes (arcillas arenosas intercaladas dentro de la serie) produce un acarcavamiento importante que es activo en la actualidad (*barrancos de incisión lineal y cárcavas*).

El arroyo Salón, también llamado arroyo del Valle, penetra profundamente dentro de la plataforma caliza, encajándose en ella en un valle que presenta una clara asimetría, siendo más tendida la vertiente que mira al Norte.

Las zonas inferiores de llanura (Tierra de Campos) desarrollada al pie de las cuestas, presentan una morfología relativamente variada. Destaca en la misma un depósito de pie de monte de poca potencia, que interpretamos como un conjunto de pequeños abanicos aluviales coalescentes que se desarrollan al pie de las cuestas, siendo el de mayor importancia el dejado por el arroyo El Salón (*superficie con depósito*).

Sobre esta superficie se encaja con posterioridad la red fluvial formada fundamentalmente por valles de fondo plano, que desembocan hacia el Norte en áreas de encharcamiento, que a su vez forman parte del conjunto endorreico de La Nava. Hacia el Este de esta *superficie con depósitos* aparece un sistema de *glacis* de poco recorrido, que arranca fundamentalmente del pie de las «Cuestas», y que vierte todo el conjunto hacia la zona endorreica de La Nava, en parte disecados por la red fluvial reciente.

Dentro de la llanura y de las zonas de raíz del glacis, aparece un conjunto de *relieves residuales* y *estructurales* debidos a afloramientos de suelos calcimorfos o presencia de *paleocanales* miocenos.

En el ámbito de la Hoja y fundamentalmente en las cabeceras de los valles que se encajan en la plataforma caliza, se sitúan *depósitos eólicos* que en algunos casos sobrepasan el metro de potencia. Esta deposición eólica está muy desarrollada en áreas más meridionales de la Cuenca del Duero y hasta ahora no eran conocidos en estas latitudes. Su situación siempre constante en las vertientes que miran al Este, parece indicar una componente del Oeste o Suroeste para los vientos que han transportado estas arenas voladoras. En cuanto a la edad es difícil precisarla, pero no hay duda que es reciente, dado que tapizan las vertientes y es anterior a la incisión lineal de la red fluvial, estando en algunos casos redepositadas por la red fluvial, pudiendo observarse en algunas hombreras (arroyo El Salón, Monasterio de Alconada).

Por lo que respecta a los aspectos que pueden influir en la planificación territorial, cabe destacar el fuerte acarcavamiento que han sufrido las cuestas en la mitad norte de la Hoja, en la zona constituida por la «Facies de transición» ($T_{c11-11}^{Bb2-Bc2}$). También hay que tener en cuenta los posibles *deslizamientos* en la «Facies de las Cuestas» debido a la presencia de yeso, así como las posibles inundaciones de las terrazas bajas de los ríos Carrión y Pisuerga.

6 HISTORIA GEOLOGICA

La Cuenca del Duero comienza a formarse a fines del Cretácico y comienzos del Paleoceno como consecuencia de la removilización alpina de fracturas tardihercínicas (Fases Larámicas). Es muy posible que existieran numerosas subcuencas independientes separadas por umbrales, que evolucionaron de forma algo diferente, como la de Ciudad Rodrigo. Durante estos tiempos se desarrollan, al menos en el borde oeste y noroeste, potentes suelos tropicales de alteración ferralítica. Los relieves recién creados por las fases larámicas comienzan a destruirse, rellenándose la cuenca (o subcuencas) mediante un mecanismo de abanicos aluviales durante el Paleoceno y Eoceno Inferior en un clima intertropical húmedo.

Existen dos ciclos sedimentarios durante el Paleógeno y Mioceno Infe-

rior, reconocibles sobre todo en el borde oeste de la cuenca. Al final del primero, el medio va perdiendo energía y se instalan localmente en la cuenca ambientes restringidos de *playa-lake* (lagunas efímeras) en las que se depositan margas y calizas. El clima es subtropical o intertropical húmedo con períodos de aridez (CORROCHANO, A., 1977).

El segundo ciclo sedimentario se inicia con una nueva reactivación del relieve, que fue gradual, no sincrónica, en todos los marcos montañosos. Esta reactivación puede atribuirse con reservas a las fases pirenaicas. Se desarrollan ampliamente los abanicos aluviales con facies muy proximales de gran extensión en el norte y este de la cuenca. Este ciclo sedimentario termina probablemente en el Mioceno Inferior, con desarrollo de ambientes restringidos (lagunas efímeras) y facies de transición a ambientes fluviales en la zona de Zamora-Salamanca. El clima es semejante al del resto del Paleógeno, pero con períodos de aridez muy frecuentes.

A finales del Mioceno Inferior se produce el plegamiento de los bordes de la meseta, ya iniciado durante la fase Sávica. El Paleógeno y Mioceno Inferior se adaptan a las deformaciones del zócalo mediante flexiones (zona occidental), pliegues (borde este) o monoclinamente (borde norte), pudiendo llegar a estar invertido. Se produce un levantamiento general de los relieves circundantes, apareciendo el Sistema Central, con lo que quedan perfectamente individualizadas las dos mesetas. La Cuenca del Duero tiene ya una configuración muy parecida a la actual.

Esta actividad tectónica es atribuible a las Fases Castellana y Neocastellana, como consecuencia de la cual se inicia un nuevo gran ciclo sedimentario que termina con la sedimentación de las calizas de la superficie del páramo (AGUIRRE, E., *et al.*, 1976) (fig. 16).

No disponemos de dataciones precisas de las series del Paleógeno y Mioceno Inferior del borde norte de la cuenca (borde de la Cantábrica). Se depositan facies conglomeráticas proximales de abanicos y resulta imposible identificar los ciclos antes citados. La fase Neocastellana puede asimilarse a algunas de las discordancias angulares internas que resalta dentro del conjunto de la gran discordancia progresiva desarrollada sobre los conglomerados de Cornón-Recueva (Hoja 16-08, Guardo).

Durante todo el Astaraciense continúa en el borde norte el depósito de abanicos conglomeráticos (Cornón-Recueva, de conglomerados calcáreos, y Aviñante, de conglomerados mixtos calcáreo-silíceos).

Sin embargo, en el Astaraciense más inferior de las Hojas 16-12 (Palencia) y 16-13 (Dueñas) hay sedimentos de llanura aluvial con canales sinuosos («Facies Tierra de Campos») y de transición a «playas» («Facies de Dueñas»). El clima debió ser ligeramente árido, con cierta importancia de las precipitaciones, de carácter intermitente, sobre todo en los marcos montañosos. Durante el Astaraciense continúa la sedimentación en llanuras aluviales con canales anastomosados en el sur de la Hoja de Carrión y

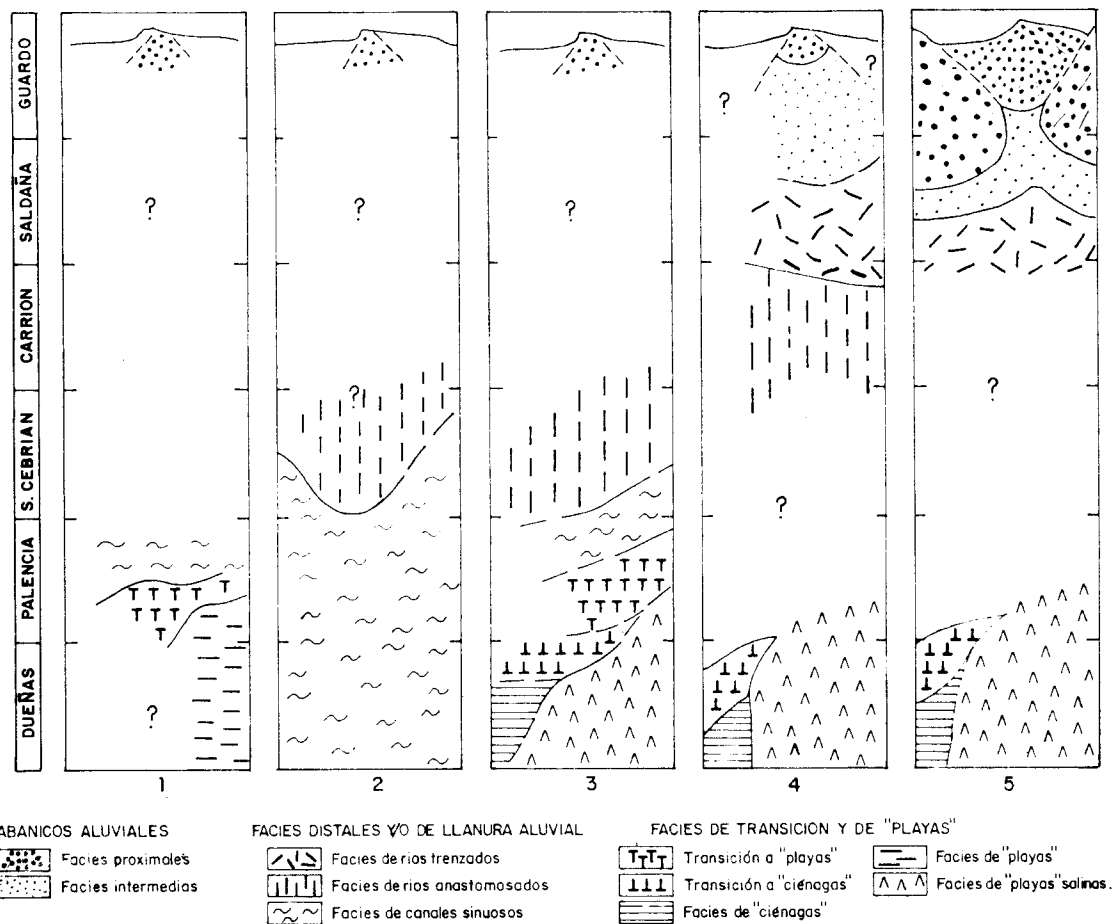


Figura 15.—Esquema paleogeográfico evolutivo.

1. Astaraciense Inferior. 2. Astaraciense Superior. 3. Techo Astaraciense. 4. Vallesiense Inferior.
5. Vallesiense Superior.

parte de la de San Cebrián, pasándose a facies de canales sinuosos hacia el Sur (Palencia-Dueñas). Las llanuras aluviales se instalan en zonas distales de abanicos aluviales.

Posteriormente (Astaraciense Superior) debió producirse una importante interrupción en la sedimentación del centro de la cuenca con zonas encharcadas extensas que dieron origen a la formación de un nivel muy constante de suelos marmorizados (PEREZ GONZALEZ y SANCHEZ DE LA TORRE, com. pers.).

En el Astaraciense más superior se desarrollan de forma general, en el área de Palencia y Dueñas, los ambientes de playas salinas, ciénagas y transicionales a los de llanura aluvial. Este último ambiente tiene facies de canales sinuosos en el norte de la Hoja de Palencia y parte de la de San Cebrián, y de canales anastomosados en esta última y Carrión. El clima tiende a ser más árido que en el resto del Astaraciense.

Al principio del Vallesiense estas condiciones climáticas se acentúan pasándose a un clima semiárido, con fuertes períodos de aridez, más benigno, con precipitaciones apreciables en los bordes.

Durante el Vallesiense más Inferior se depositan en el borde norte abanicos aluviales de conglomerados mixtos silíceo-calcáreos (Aviñante), con importante desarrollo de las facies intermedias en las Hojas de Guardo y Saldaña. Hacia el tercio norte de esta última se pasa a facies distales con ríos trenzados. En la Hoja de Carrión se dan facies de carácter fluvial con ríos anastomosados efímeros, llanuras frecuentemente inundadas, y formación de suelos calcimorfos o niveles calcáreos en ambientes palustres, desde el tercio septentrional de la Hoja de Palencia hasta la de Saldaña. En el área de Palencia-Dueñas continúa la sedimentación de facies salinas en lagos de «playa» y de facies de «ciénagas» intermedias y transicionales a las de llanura aluvial durante todo el Vallesiense.

En el Vallesiense Superior el carácter de los depósitos de los abanicos del norte pasa a ser silíceo (abanicos de Guardo y Cantoral), a la vez que aparecen intercalaciones de arcillas rojas. Las facies proximales penetran más hacia el sur que en etapas anteriores, pasándose a facies intermedias hacia la mitad de la Hoja de Saldaña, al sur de la cual se dan facies distales y de llanuras aluviales con ríos trenzados. Continúan las condiciones de aridez formándose suelos calcimorfos y calizas palustres.

Sin embargo, hacia el techo del Vallesiense, en el centro de la cuenca (Palencia, Dueñas) se dan medios de transición de las playas hacia medios lacustres más generalizados, haciéndose el clima más húmedo.

Las calizas de la superficie del Páramo representan el techo del Vallesiense y probablemente la base del Plioceno, depositándose en ambientes lacustres aún más estables y generalizados, que continúan durante la sedimentación de las margas y calizas superiores. Estos últimos materiales deben ser equivalentes de los existentes en el borde este de la cuenca, en

donde hay reactivación del zócalo y rejuvenecimiento del relieve, originándose un nuevo ciclo de sedimentación que probablemente termine en el Plioceno Medio. Es de idénticas características al ciclo anterior, pero con gran escasez de facies detríticas.

Por los datos obtenidos en las Hojas de Cigales (16-14) y Valladolid (16-15), situadas más al Sur, podemos reconstruir la historia geológica de parte del Plioceno, en base a la perfecta correlación de los procesos ocurridos en esta parte de la Cuenca del Duero con los sucedidos durante el Plioceno en las cuencas del Tajo y Guadiana (PEREZ GONZALEZ com. pers.).

La superficie final del depósito de las calizas con gasterópodos de la superficie del Páramo se ve rota y deformada por una fase tectónica generalizada (Fase Rodánica o Ibero manchega) (AGUIRRE, E., *et al.*, 1976), que da origen a amplios pliegues en las calizas, ocasionalmente acompañados de estructuras menores. A continuación sobreviene una serie de procesos de erosión, sedimentación y edáficos que pueden resumirse como sigue:

- Erosión y formación de «costras clásticas rojas» que fosilizan fundamentalmente las depresiones sinclinales de las calizas.
- Karstificación que perfora las costras, acompañada de formación de «Terra-rossa».
- En el área de Valladolid-Cigales, depósitos de arenas fluviales y limos y arcillas de llanura de inundación (con suelos calcimorfos), que incorporan potentes depósitos de «Terra rossa» transportada.
- Sedimentación de las margas y calizas superiores durante el Plioceno Medio.
- Nueva fase tectónica más suave que la anterior (Iberomanchega 2), que da origen a una superficie de erosión-acumulación y bisela los depósitos anteriores, quedando fosilizada por costras bandeadas o multracintadas y arenas limosas rojizas.
- Instalación de los abanicos conglomeráticos de las «Rañas» durante el Plioceno más superior (y Pleistoceno más inferior?).

Hay que señalar que las llanuras de inundación de los ríos han ido disminuyendo de extensión progresivamente desde el Pleistoceno Inferior hasta la actualidad. Esta circunstancia, unida a los rasgos de hidromorfismo tanto más intensos cuanto más antiguas son las terrazas, que nos indican un drenaje deficiente, nos hablan de una progresiva jerarquización de la red fluvial.

Desde el Pleistoceno Medio y hasta el Holoceno incluido, se han dado localmente, en los paleointerfluvios de los grandes ríos, condiciones de drenaje muy deficiente en depresiones más o menos cerradas, generándose depósitos complejos con importante alimentación lateral de las vertientes en áreas con un drenaje fluvial defectuoso, que culminaban en la formación de charcas o «navas» (Hojas de S. Cebrián, Palencia y Dueñas).

Durante el Pleistoceno se han detectado al menos dos procesos de reglaje de vertientes en condiciones posiblemente periglaciares. En la Hoja de Dueñas existen depósitos de arenas eólicas en las laderas de las cuevas; están removilizadas por la terraza Q_1T_{15} , lo que nos indica una edad de Pleistoceno Medio como máximo.

El desarrollo de suelos rojos fersialíticos en las terrazas nos indica un clima mediterráneo, tanto más frío y húmedo cuanto más al Norte (Saldaña).

Probablemente hayan existido condiciones de tipo periglaciario cuando menos en dos momentos del Pleistoceno Medio. A finales del Pleistoceno Medio (?) se dieron condiciones de aridez (arenas eólicas de Dueñas).

El último proceso de reglaje de vertientes es post-Würm y corresponde a los coluviones actuales.

En todos los perfiles de suelos de las Hojas del sur (S. Cebrián, Palencia, Dueñas) se observa un cierto empardecimiento que nos habla de una tendencia hacia la estepización en tiempos recientes.

Los depósitos antrópicos (Hojas de Palencia y Carrión) están muy afectados por la incisión lineal, indicándonos que el acarcavamiento (y posible estepización) es de época histórica.

7 GEOLOGIA ECONOMICA

7.1 MINERIA Y CANTERAS

La Hoja de Dueñas es pobre en recursos mineros, no existiendo ningún tipo de explotación en la actualidad. Antiguamente se explotaban los niveles de yesos existentes en la «Facies de las Cuestas», estando hoy en día abandonados.

Son frecuentes las canteras en los fangos de la «Facies Tierra de Campos» para la fabricación de ladrillos, así como pequeñas «catas» en los cuerpos arenosos para la extracción de arenas.

En las calizas de la superficie del páramo existen antiguas canteras y pequeñas «catas», fundamentalmente en los alrededores de la localidad de Dueñas.

Las únicas graveras importantes en la zona se localizan en las terrazas del río Pisuerga, fundamentalmente en el ángulo suroccidental de la Hoja, en la terraza Q_1T_{12} , que ha sido intensamente explotada.

7.2 HIDROGEOLOGIA

El acuífero más importante está constituido por la superficie del páramo, pero debido a la poca potencia que presentan las calizas que la constituyen,

el recubrimiento de «Terra rossa» y la unidad yesífera infrayacente, hace que los caudales sean escasos y de mala calidad.

Las áreas más karstificadas son los sitios de mayores posibilidades desde el punto de vista hidrogeológico.

La «Facies Tierra de Campos» con fangos y canales arenosos está condicionada por las conexiones de los canales con el área de recarga, dando lugar en algunos casos a pozos con aguas surgentes.

Las terrazas de los ríos Carrión y Pisuerga son acuíferos importantes cuando están conectadas con los ríos, siendo de poca importancia cuando están colgadas sobre el cauce debido a la pequeña extensión que presentan sus afloramientos dentro de la Hoja.

8 PATRIMONIO NATURAL GEOLOGICO

El yacimiento de macrovertebrados de Torremormojón parece en principio interesante, si bien las excavaciones realizadas durante el año 1979 han proporcionado escaso material. De cualquier forma el área de Torremormojón es potencialmente rica en restos de macro y microvertebrados. Se han recogido restos de Hipparion, jiráfidos y tortugas, así como abundantes huesos y dientes de Roedores y Lagomorfos, entre los microvertebrados. Las «Cuestas» al sur de Ampudia son también ricas en niveles con restos de micromamíferos.

Pueden presentar un cierto interés didáctico para el estudio de las facies de «playas salinas» las canteras y minas de yeso existentes en los alrededores de Dueñas y Villamuriel del Cerrato.

9 BIBLIOGRAFIA

- AERO SERVICE LTD. (1967).—«Mapa Geológico de la Cuenca del Duero. Escala 1:250.000». *Inst. Nacional de Colonización e Inst. Geológico y Minero de España*. Madrid.
- AGUIRRE, E. (1975).—«División estratigráfica del Neógeno continental». *Estudios Geol.*, vol. 31, núm. 5-6, pp. 587-595.
- AGUIRRE, E.; DIAZ MOLINA, E., y PEREZ GONZALEZ, A. (1976).—«Datos paleomastológicos y fases tectónicas en el Neógeno de la Meseta Central Española. *Trab. Neógeno-Cuatern.*, 5, pp. 7-29.
- ALBERDI, M. T. (1972).—«El género Hipparion en España. Nuevas formas de Castilla y Andalucía. Revisión e historia evolutiva». *Tesis doctoral*. Universidad Complutense de Madrid.

- (1974).—«Las "faunas de Hipparion" de los yacimientos españoles». *Estudios Geológicos*, vol. 30, núm. 2-3, pp. 189-212.
- ARRIBAS, A., y JIMENEZ, B. (1970).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:200.000. Hoja 29, Valladolid». *Inst. Geol. Min. Esp.*
- BERGOUNIOUX, F., y CROUZEL, F. (1958).—«Les Mastodontes de l'Espagne». *Estudios Geol.*, vol. 14, pp. 223-365.
- C. G. S. - ADARO (1978).—*Síntesis geológica previa para la prospección de uranio en la Cuenca del Duero*. J. E. N. (inédito).
- C. G. S. - IMINSA (1978).—*Síntesis geológica previa de la Cuenca del Duero* (Proyecto Magna). (Inédito.) I. G. M. E.
- CORROCHANO, A. (1977).—«Estratigrafía y sedimentología del Paleógeno de la provincia de Zamora». *Tesis doctoral*. Dep. Estratigrafía. Salamanca.
- CRUSAFONT PAIRO, M., y TRUYOLS SANTONJA, J. (1960).—«El Mioceno de las cuencas de Castilla y de la Cordillera Ibérica. *Notas y Com. IGME*, número 60, pp. 127-140.
- CRUSAFONT, M., y VILLALTA, J. F. (1945).—«Hallazgo de la *Lycyaena charetis* GAUDRY, en el Mioceno de Saldaña». *Estudios Geológicos*, núm. 2, pp. 113-120.
- (1951).—«Los nuevos Mamíferos del Neógeno de España». *Notas y Com. IGME*, núm. 22, p. 127.
- (1954).—«Ensayo de Síntesis sobre el Mioceno de la Meseta Castellana». *Tomo extr. de la Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, pp. 215-227 (tomado de BERGOUNIOUX y CROUZEL, 1958).
- DANTIN CERECEDA, J. (1912).—«Noticias del descubrimiento de restos del "Mastodon" y otros Mamíferos en el Cerro del Cristo de Otero (Palencia)». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo 12, pp. 78-84.
- DE BRUIJN, H., y VAN MEURS, Ph. (1967).—«A biometrical study of the third premolar of *Lagopsis* and *Prolagus* (Ochotonidae Lagomorpha, Mammalia) from the Neogene of the Calatayud-Teruel basin (Aragon, Spain)». *Proc. Koninkl. Nederl. Akad. Wetensch.*, 70 (2), pp. 113-143.
- DUCHAUFOR, P. (1970).—«*Precis de pedologie*». III Ed. Masson 83 et Cie Paris.
- FINA IBERICA (1974).—«Mapa Geológico de España. 2.ª edición (MAGNA). Hoja y Memoria núm. 274 (17-12), Torquemada». *Inst. Geol. Min. Esp.*
- FREYTET, P. (1973).—«Petrography and paleoenvironment of continental carbonates with particular reference to the U. Cretaceous and L. Eocene of Languedoc». *Sedimentary Geology*, 10, pp. 25-60.
- FREUDENTHAL, M. (1963).—«Entwicklungsstufender Miozänen *Cricetodon tinæ* (Man. Rod) *Mittelspaniensund ihre stratigraphische bedeutung*». *Beaufortia*, 10 (119), pp. 51-157.
- GARCIA ABBAD, F. J., y REY SALGADO, J. (1973).—«Cartografía geológica del Terciario y Cuaternario de Valladolid». *Boletín Geológico y Minero*, tomo 84, fasc. IV, pp. 213-227.

- GARCIA DEL CURA, M. A. (1974).—«Estudio sedimentológico de los materiales terciarios de la zona centro-oriental de la Cuenca del Duero (Aranda del Duero)». *Estudios Geológicos*, vol. 30, núm. 4-5 y 6, pp. 579-597.
- HERNANDEZ-PACHECO, E. (1912).—«Observaciones con motivo del descubrimiento de Mastodontes en el Cerro del Cristo de Otero (Palencia)». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. 12, pp. 68-69.
- (1974).—«Un nuevo grupo de Cervicornios miocenos». *Rev. de la Real Academia de Ciencias Ext. Fisic. y Natur.*
- (1915).—«Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia». *Junta Ampl. Est. e Inv. Cientif. Comunicación de Inv. Paleont. y Prehist.*, núm. 5.
- (1921).—«Descubrimientos paleontológicos en Palencia. Las tortugas fósiles gigantes». *Ibérica*, pp. 328-330. Tortosa.
- (1930).—«Sobre la extensión del Neógeno en el Norte de la altiplanicie de Castilla la Vieja». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo 30.
- (1930).—«Fisiografía e Historia Geológica de la altiplanicie de Castilla la Vieja. *Publ. Univ. Valladolid*, 6 pp.
- HERNANDEZ-PACHECO, F. (1930).—«Fisiografía, geología y paleontología del territorio de Valladolid». *Mem. Com. de Invt. Paleont. y Prehist.*, núm. 37, pp. 38-95.
- (1957).—«Las formaciones de raña de la Península Hispánica. INQUA». *5.º Congr. Intern. Madrid-Barcelona. Resumen des Commun.*, pp. 78-79.
- I. G. M. E. (1952).—«Mapa Geológico de España 1:50 000, Hoja y Memoria número 235 (San Cebrián de Campos)».
- (1956).—«Mapa Geológico de España 1:50.000. Hoja y Memoria núm. 273 (Palencia)».
- (1970).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:200.000. Hoja 19 (León)».
- INTECSA y UNIVERSIDAD DE OVIEDO (1973).—«Mapa Geológico de España. 2.ª edición (MAGNA). Hojas y Memorias núm. 236 (17-11), Astudillo, y núm. 237 (18-11), Castrogeriz». *Inst. Geol. Min. Esp.*
- LAMOROUX, M. (1965).—«Observations sur l'alteration des roches calcaires dans climat méditerranéen humide (Libane)». *Cahiers O. R. S. T. O. M. Pédol.*, núm. 3, 1, pp. 21-41.
- LEGUEY, S., y RODRIGUEZ, J. (1969).—«Estudio mineralógico de los ríos de la Cuenca del Pisuerga I, II y III». *Ann. Edaf. y Agrob.*, tomo 28, números 7-8, pp. 445-541.
- LOPEZ, N. (1978).—«Nuevos Lagomorfos (Mammalia) del Neógeno y Cuaternario Español». *Trab. Neóg. Cuat. ILM*, 8, pp. 7-46.
- LOPEZ, N.; SESE, C., y SANZ, J. L. (1978).—«La Microfauna (Rodentia, Insectívora, Lagomorpha y Reptilia) de las fisuras del Mioceno Medio de Escobosa de Calatañazor (Soria)». *Trab. Neóg. Cuat. ILM*, 8, pp. 47-74.
- MABESOONE, J. M. (1959).—«Tertiary and Quaternary Sedimentation in a part of the Duero Basin (Palencia, Spain)». *Leidse Geol. Meded.*, 24, pp. 31-180.

- (1961).—«La sedimentación terciaria y cuaternaria de una parte de la Cuenca del Duero (provincia de Palencia)». *Estudios Geológicos*, vol. 17, número 2, pp. 101-130 (Resumen tesis doctoral).
- MAZO, A. (1977).—«Revisión de los Mastodontes de España». *Tesis Doct.* Univ. Complutense Madrid, 420 pp.
- MEIN, P. (1975).—«Biozonation du Neogene Méditerranéen a partir des Mammifères». *Rep. Act. RCMNS Working Groups*, pp. 78-81, Bratislava.
- MELTON, M. A. (1965).—«The geomorphic and paleoclimatic significance of alluvial deposits in South., Arizona». *Jour. Geol.*, vol. 73, pp. 1-73.
- MOLINA, E. (1975).—«Estudio del Terciario Superior y del Cuaternario del Campo de Calatrava». *Trab. Neóg. y Cuat.*, Sec. Paleont. y Hum., núm. 3, pp. 1-106
- M. O. P (1973).—«Estudio previo de terrenos, Corredor del Noroeste, Tramo Medina del Campo-Palencia».
- ORDOÑEZ, S.; LOPEZ AGUAYO, F., y GARCIA DEL CURA, A. (1976).—«Estudio Geológico de las "facies rojas" plio-cuaternarias del borde SE de la Cuenca del Duero (provincia de Segovia)». *Estudios Geológicos*, volumen 32 (2), pp. 215-220.
- PLANS, P. (1970).—«La Tierra de Campos». *Inst. Geogr. Apl. Patr. Alonso de Herrera. C. S. I. C.*
- ROYO GOMEZ, J. (1922).—«El Mioceno continental Ibérico y su fauna malacológica». *Museo Nal. de Ciencias Naturales*, 230 pp. *Comis. Inv. Paleont. y Prehist.* Memoria 30.
- SANCHEZ DE LA TORRE, L. (1978).—«Planteamiento provisional de distribución de facies de la Cuenca del Duero (Inédito). (Proyecto Magma). IGME.
- TAYLOR, G., y WODYER, K. O. (1978).—«Bank deposition in suspended-streams. Fluvial Sedimentology». *Canadian Soc. Of Petroleum Geol.*, Mem. 5, pp. 257-275.

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.

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



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA