



IGME

273

16-12

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

PALENCIA

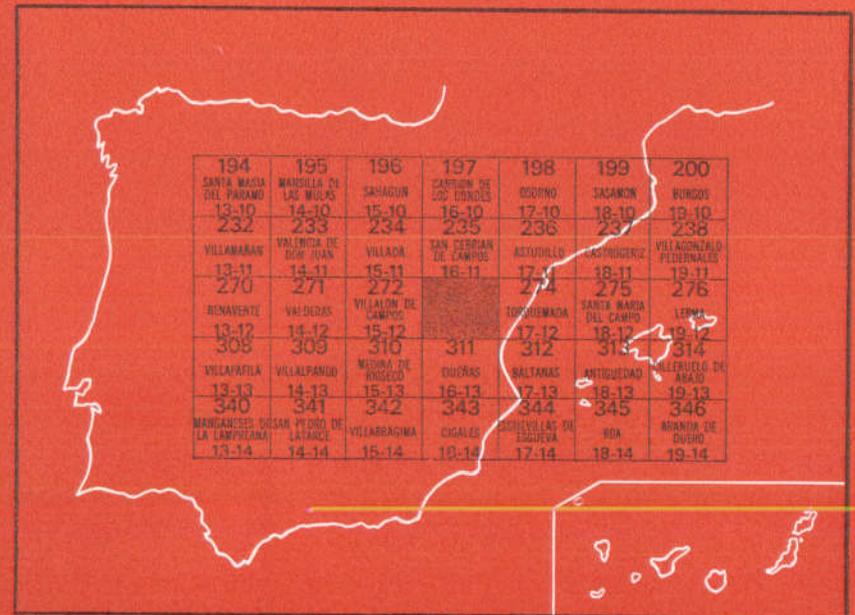
Segunda serie - Primera edición

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

I.S.S.N. 0378-2096

 SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

434



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

PALENCIA

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 «COMPANÍA GENERAL DE SONDEOS, S. A.», «INGENIERÍA 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:* J. M. Portero (CGS) y P. del Olmo (CGS).
Geomorfología: M. Gutiérrez Elorza (UNIV. ZARAGOZA) y J. M. Portero.
Cuaternario y Formaciones superficiales: E. Molina (UNIV. SALAMANCA) y J. M. Portero.
Sedimentología de campo: E. Aragonés (CGS).
Micromamíferos: N. López Martínez (CSIC).
Vertebrados: M. Alberdi (CSIC).
Macroflora: M. T. Fernández Marrón (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: J. M. Portero, 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. Elizaga (IGME) y A. Pérez González (IGME).
Coordinación y dirección por el IGME: A. Pérez González y E. Elizaga.
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 - 20.154 - 1982

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

1 INTRODUCCION

La Hoja de Palencia se encuentra situada en la Submeseta septentrional (Castilla la Vieja), algo al Norte del centro geométrico de la Cuenca del Duero. Pertenece en su totalidad a la provincia de Palencia.

Están representadas las comarcas naturales de Tierra de Campos y Valles del Cerrato (Páramos) y se caracteriza por un relieve escasamente accidentado.

Las alturas oscilan entre 732 metros, en la laguna de La Nava, y 877 metros, en el Pico de Ruiz (Páramo Llano). Los elementos geográficos más importantes son las altiplanicies o «Páramos», las laderas de los mismos denominadas «Cuestas», los relieves en graderío (aterrazados) del Carrión, las zonas alomadas o «Campiñas» y la depresión endorreica de la laguna de La Nava. El río más importante es el Carrión, que atraviesa la Hoja de Norte a Sur en su borde oriental; el Valdeginete y Retortillo son tributarios de La Nava y constituyen, junto con la laguna (hoy en día desecada y saneada), un ejemplo típico del endorreísmo castellano. Los cultivos más extendidos en la región son los cereales y la vid. Son muy importantes los regadíos en el valle de Carrión y en La Nava (remolacha, alfalfa, etc.). Los núcleos de población más importantes son Palencia, situada en el ángulo sureste de la Hoja, y Paredes de Nava, en el norte de la misma.

El área ocupada por la Hoja 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 de los alrededores de Palencia. MABESOONE, J. M. (1959, 1961) abarca en su estudio sedimentológico el borde oriental de la Hoja de Palencia. PLANS, P. (1970) estudia la geografía física de la Tierra de Campos. Por lo que respecta a la cartografía geológica, los trabajos más importantes son los de AEROSERVICE (1967), a escala 1:250.000, IGME (1956), Hoja 273 (Palencia), mapa geológico y memoria (primera serie), a escala 1:50.000, IGME (1970), Hoja 19 (León) Síntesis de la cartografía existente a escala 1:200.000.

En 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). También son 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 Palencia 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 (CGS-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 Palencia 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 suroriental el relieve está constituido por dos mesas calizas («Páramos») y sus «Cuestas» asociadas. En la zona oriental destaca el valle de Carrión, con un modelado característico de terrazas encajadas. En el resto de la Hoja se desarrolla un modelado a base de «superficies» ligado al endorreísmo del área de la Laguna y de La Nava.

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 de Palencia.
 - Macrovertebrados. Con revisión de campo de los yacimientos clásicos y hallazgo de otros nuevos.

- Macroflora.
- Microflora: Polen, Characeas.
- Microfauna: Ostrácodos, Gasterópodos y Foraminíferos.

2 ESTRATIGRAFIA

En la Hoja de Palencia 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» y margas) 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.
Hacia el Sur y en sus términos más bajos pasan lateralmente a facies de margas grises y blancas.
- «*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*» es la que ocupa la mayor parte de la Hoja. Las «*Facies de las Cuestas*» y calizas de gasterópodos se sitúan en el sector de Palencia, borde sureste de la Hoja, en los Páramos Llano y de Autilla y laderas de los mismos.

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* (Tm_{c11}^{bb1})

Aparecen exclusivamente en el cuadrante suroriental de la Hoja, en los

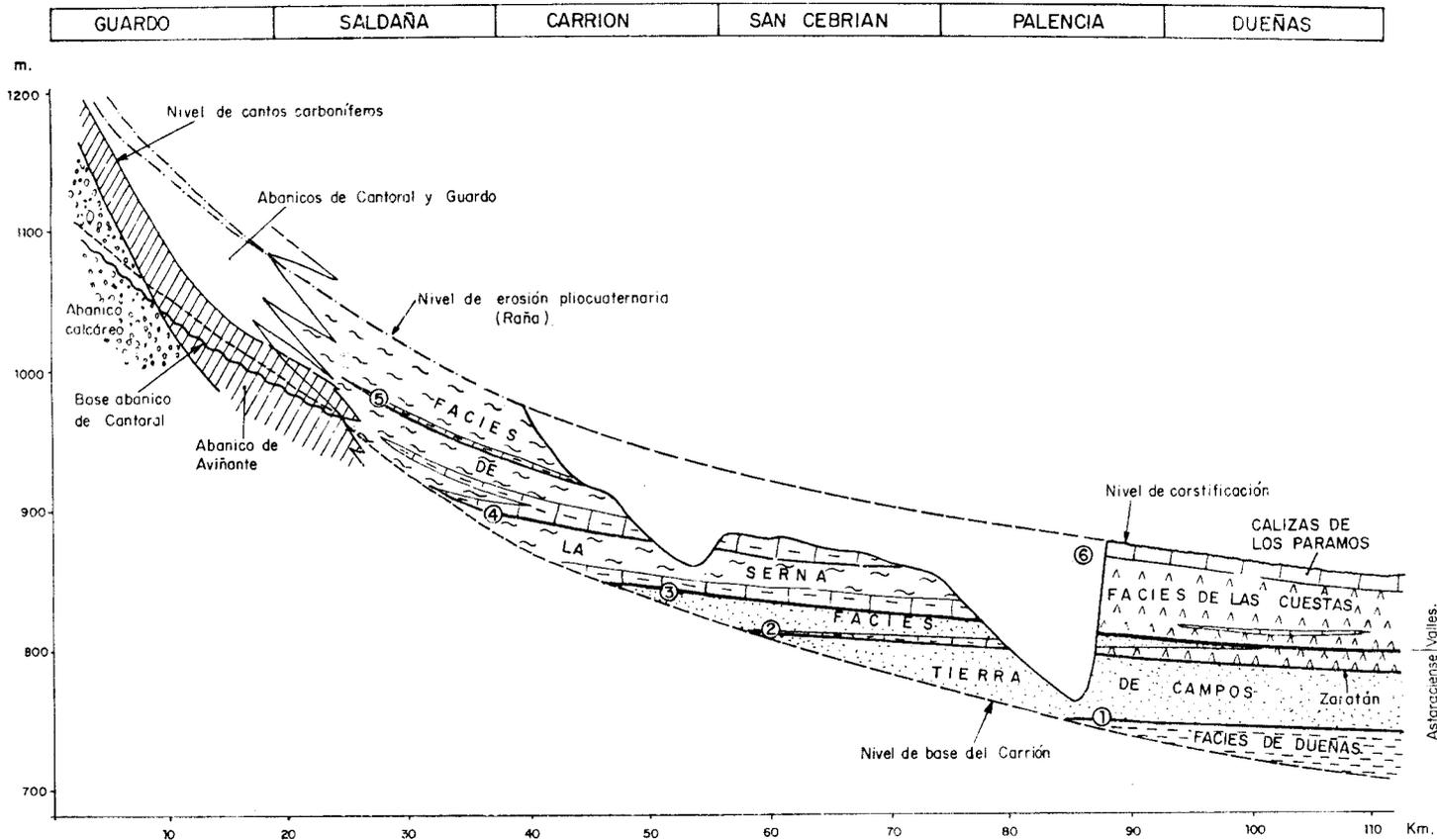


Figura 1.—Esquema estratigráfico.

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

alrededores de Palencia. Representan la unidad más antigua de las existentes en la zona. Se trata de una intercalación en los fangos ocres de «Tierra de Campos» (2.1.1.3), como lo revelan los sondeos perforados para aguas. Lateralmente, hacia el Norte, se intercalan niveles de fangos ocres y pasa a constituir la unidad T_{c11}^{Bb1} (2.1.1.2).

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 arcillosa viene dada por illita abierta mayoritaria y caolinita pobremente cristalizada minoritaria, ambas heredadas.

La illita se encuentra parcialmente degradada y hay trazas de arcillas de neoformación de tipo vermiculita. El contenido en carbonatos puede llegar hasta el 40-50 por 100.

También se ha observado la presencia de niveles más o menos carbonosos en juntas de aspecto erosivo entre las arcillas y margas.

Son abundantes las intercalaciones de 10 a 30 cm. de calizas, con numerosos fragmentos de gasterópodos, ostrácodos y characeas. Suelen presentar cicatrices erosivas y tener una secuencia vertical grandemente no muy clara. Son biomicrofitas o microfitas 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 metros.

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 ocres con intercalaciones de arcillas grises. Astaraciense Inferior* (T_{c11}^{Bb1})

Esta unidad se encuentra muy recubierta, habiendo sido controlada tan sólo en algunos puntos de la Hoja.

Aflora en la mitad meridional. Representa el tránsito lateral hacia el Norte entre la «Facies de Dueñas» (2.1.1.1) y los fangos ocres de «Tierra de Campos» (2.1.1.3).

Está constituido por una alternancia de fangos ocres, mayoritarios en la serie (fangolitas, limolitas arenosas y argilitas arenosas) y arcillas grises más o menos calcáreas, que hacia el Norte están finamente laminadas (varvas) y contienen restos vegetales inclasificables.

Se trata de depósitos de llanura aluvial en zonas muy distales de abanicos aluviales, entre los que se intercalan episodios de «playas» poco o nada salinas.

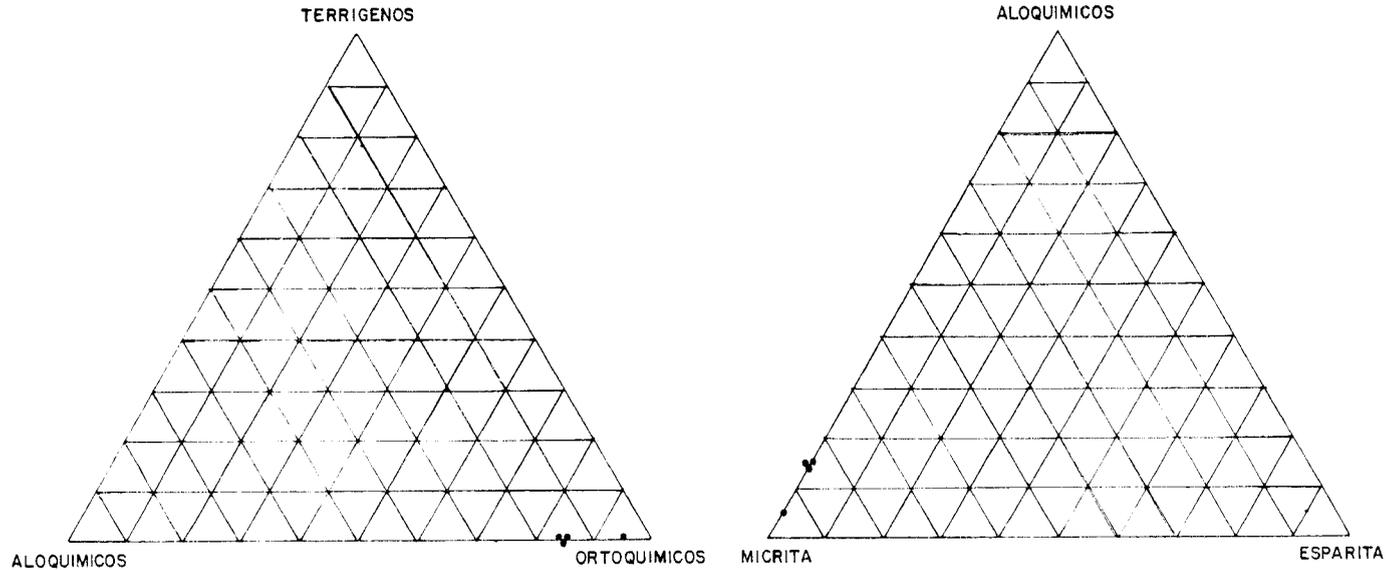


Figura 2.—Composición de los tramos calizas del *Astaraciense Inferior* (F. DUEÑAS). Hojas núms. 16-12 y 16-13.

- Calizas con gasterópodos y characeas.

2.1.1.3 Fangos ocreos con paleocanales y suelos calcimorfos esporádicos.

«Facies Tierra de Campos» (T_{c11}^{bb}), Paleocanales (T_{sc11}^{bb}) y Suelos calcimorfos (T_{c11}^{bb}). Astaraciense

Es la unidad más ampliamente representada en todo el ámbito de la Hoja. Se sitúa por encima de la «Facies de Dueñas» y por debajo de la «Facies de las Cuestas», siendo en parte equivalente lateral de ambas.

Esta unidad viene definida por la presencia de fangos de tonos ocreos como término mayoritario de la serie (figs. 3 y 4).

Son fundamentalmente fangolitas y argilitas o limolitas arenosas con zonas de paso a niveles arcillosos (argilitas). 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). La fracción arcillosa ha dado en difracción de Rayos X como componente mayoritario illita (ocasionalmente abierta) y como componente minoritario caolinita en diferentes grados de cristalización, en algunas muestras también ha aparecido clorita en pequeña proporción. Estas arcillas se encuentran normalmente degradadas a interestratificadas irregulares de tipo (10-14 M) y (10-14 C).

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 entre 8 y 8,7.

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

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, 30-60 por 100 de fragmentos de rocas y 0-8 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).

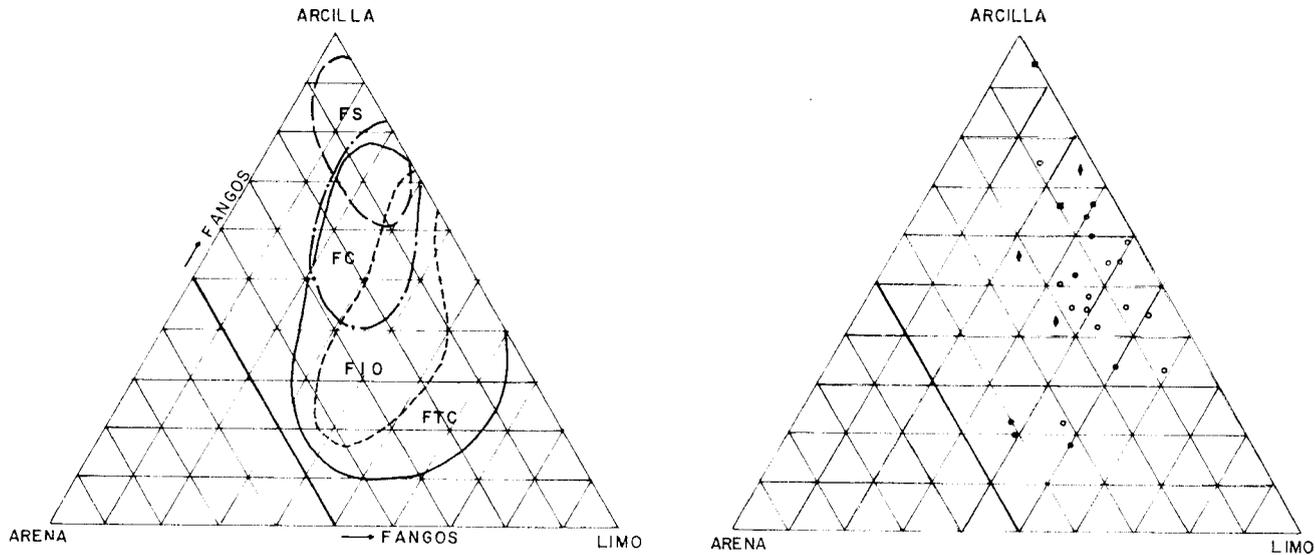


Figura 3.—Composición granulométrica de los fangos. Hojas núms. 16-12 y 16-13.

- 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. ■

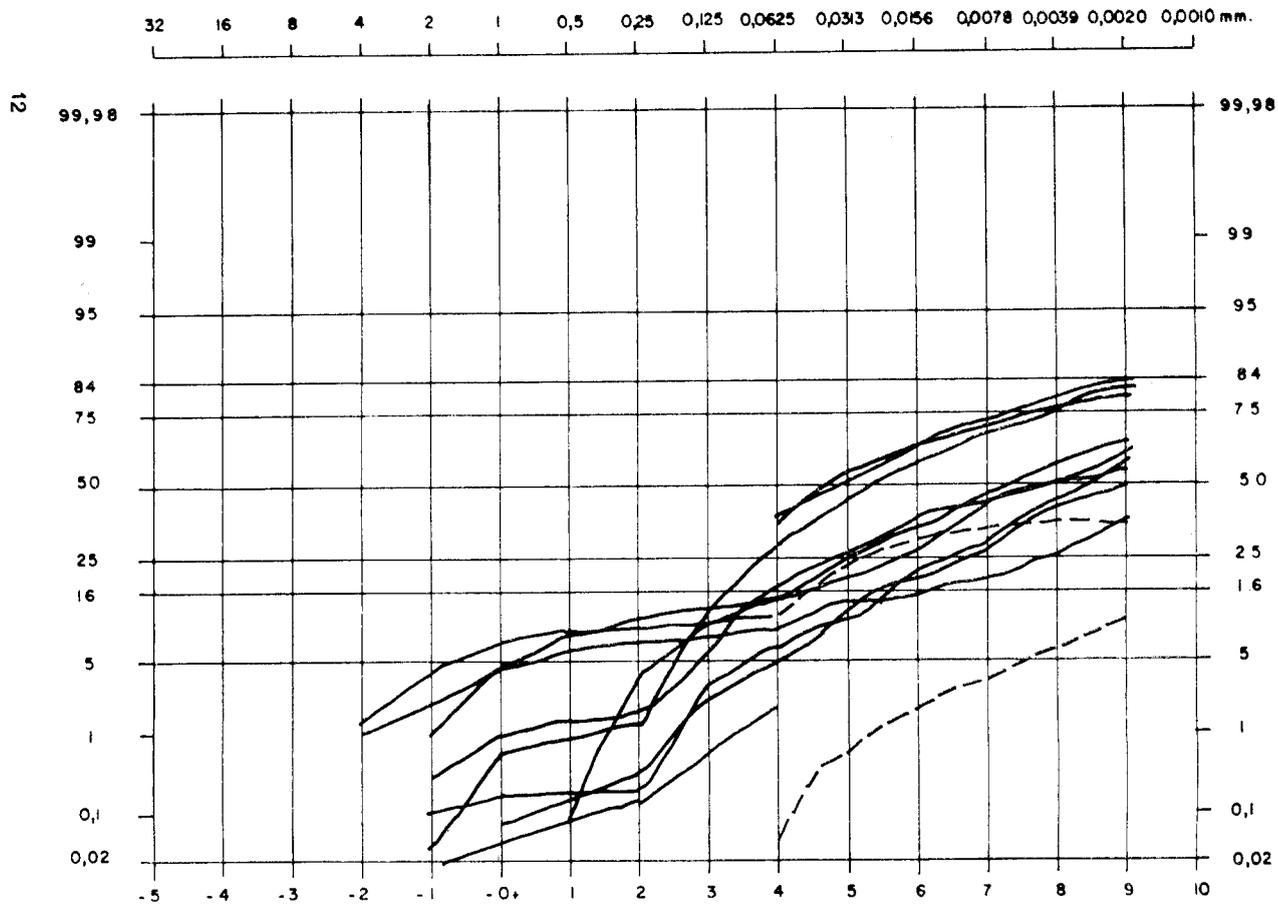


Figura 4.—Granulometría de los fangos. Hoja núm. 16-12.

————— Fangos Tierra de Campos.

- - - - - Fangos salinos (Cuestas).

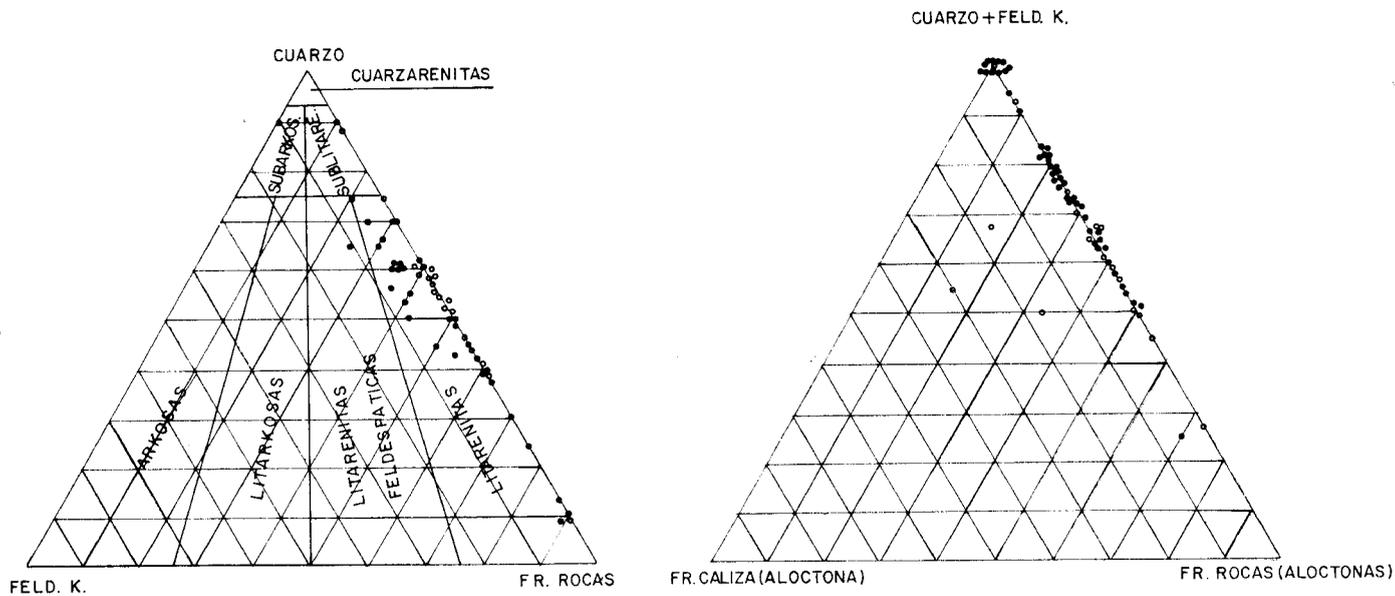


Figura 5.—Composición de las arenas y areniscas.
Hojas núms. 16-10, 16-11, 16-12, 16-13.

- Vallesiense.
- Astaraciense.

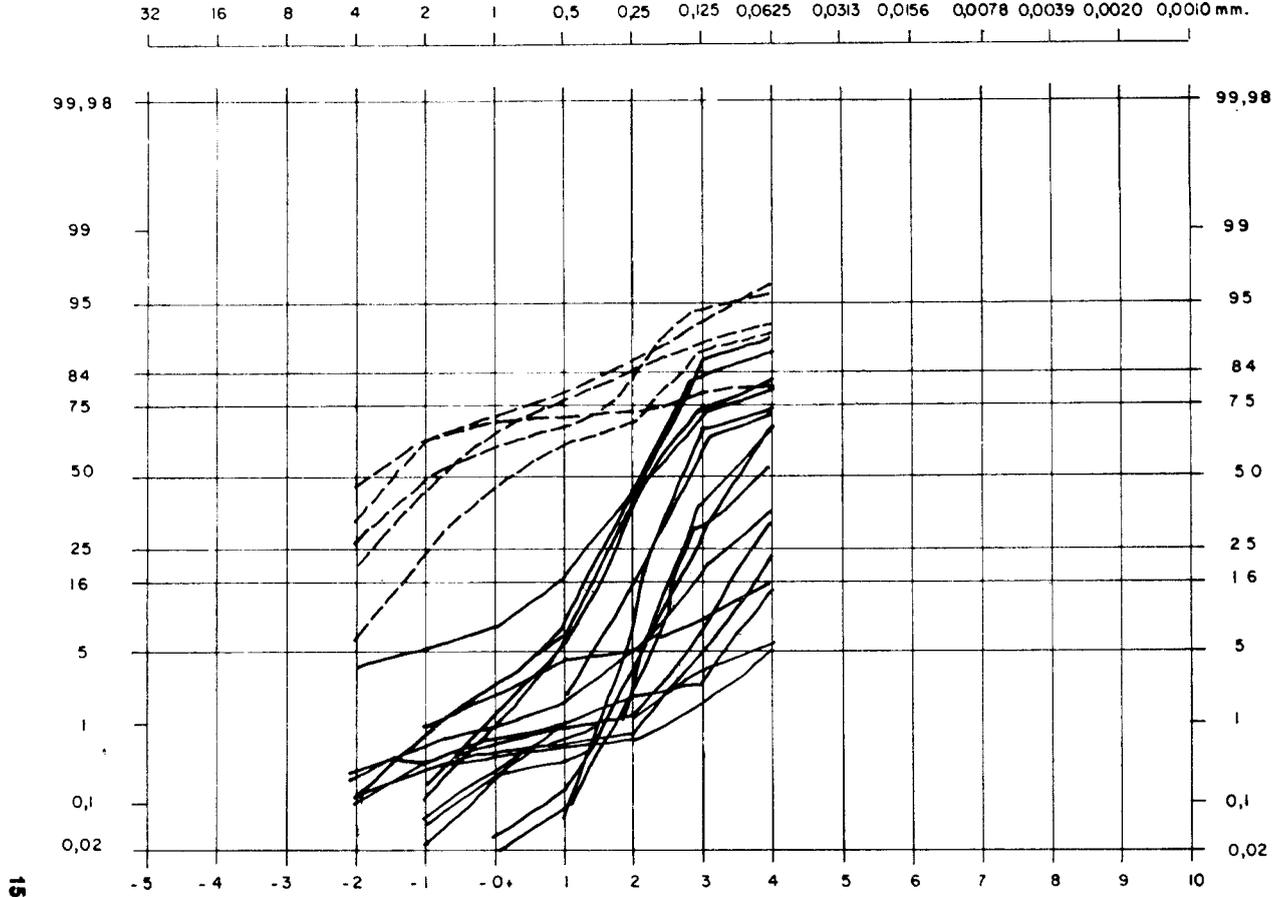


Figura 7.—Granulometría de las arenas y grava. Hoja núm. 16-12.

———— Arenas de canal. - - - - - Gravas de fondo de canal.

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 T_{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.

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.

La unidad en conjunto tiene un espesor del orden de los 40-50 m. visibles en los alrededores de Palencia y de unos 90 m. al norte en Paredes de Nava (el espesor aumenta hacia el Norte a costa del paso lateral a fangos ocre con canales de la parte inferior de la «Facies de las Cuestas»).

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. Los canales de «Tierra de Campos» se instalan en zonas distales de abanicos aluviales.

2.1.1.4 Niveles con proceso de marmorización. Pseudogley.

Astaraciense Superior (T_{c11}^{Bb2})

A techo de los fangos ocre 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

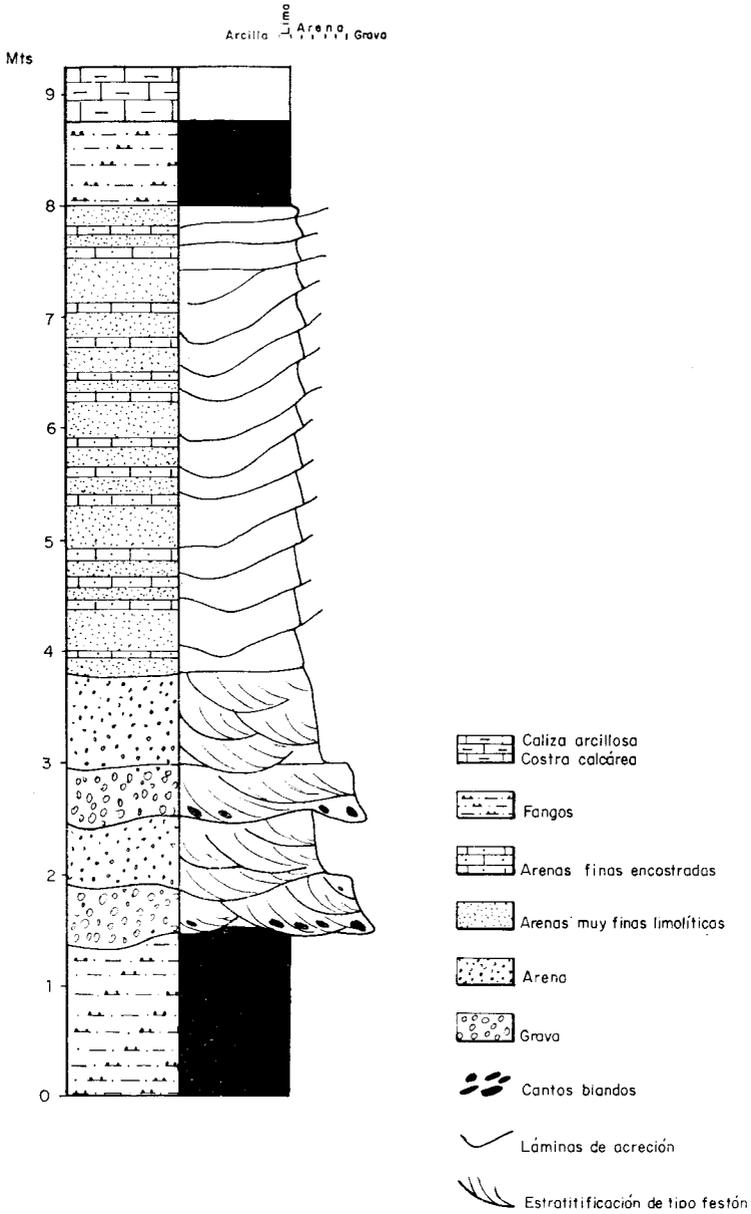


Figura 8.—Secuencia tipo de los canales de la «Facies Tierra de Campos» en las Hojas núms. 16-12 y 16-13.

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 ocres 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 ocres 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 (SANCHEZ DE LA TORRE, com. pers.).

2.1.1.5 Arcillas grises, fangos ocres, arenas, suelos calcimorfos y calizas arenosas. Astaraciense Superior (Ta_{c11}^{Bb2} y Tca_{c11}^{Bb2})

Afloran en el sector centro oriental de la Hoja, al este de Villaumbrales y Becerril de Campos. Representan el equivalente lateral hacia el Norte de la base de la «Facies de las Cuestas» ($T_{c11-11}^{Bb2-Bc2}$), en su paso hacia facies más detríticas.

La unidad está constituida fundamentalmente por fangos ocres semejantes a los descritos en el apartado 2.1.1.3. Son frecuentes las intercalaciones de arenas, ocasionalmente cementadas. Son litarenitas que pueden tener hasta un 35 por 100 de cemento calcáreo y composición granulométrica semejante a las de las arenas de Tierra de Campos. La geometría es de cuerpos arenosos de base plana, extensión lateral decamétrica, espesor menor de 1 metro, con estructuras internas difícilmente observables de *Megaripples* y que representan depósitos de «*crêvasse*».

Los suelos calcimorfos se sitúan a techo de las arenas, separadas de ellas por unos decímetros de fangos, y se han originado por recristalización de un fango calcáreo en relación con la oscilación de paleoniveles freáticos con aguas cargadas en carbonato. Son semejantes a los descritos en el apartado 2.1.1.3.

Intercalado en esta serie aparece un nivel de unos 50 cm. a 1 m. de arcillas calcáreo limolíticas grises que contiene un banco de 30 cm. de calizas arenosas con abundantes pistas orgánicas y algún fragmento de gasterópodos.

Son bien visibles en las laderas del vértice de Castorroño (X=522.849; Y=734.241) y en la vertiente oeste del Alto de la Cruz hasta la coordenada X=524.150; Y=833.200. Las calizas (Tca_{c11}^{bb2}) son biomicritas arenosas con un 20 por 100 de cuarzo, 15 por 100 de fósiles y 65 por 100 de micrita. Los fósiles son fragmentos de ostrácodos y oogonios de characeas.

El espesor total visto bajo las terrazas del Carrión es de unos 15 metros.

La unidad corresponde a facies de tránsito entre las llanuras aluviales con canales sinuosos y los ambientes de playas efímeras salinas de la «Facies de las Cuestas».

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* (Tc_{c11}^{bb2})

Constituye la base de la «Facies de las Cuestas» y sus afloramientos se restringen a las laderas de los Páramos Llano y de Autilla, en los alrededores de Palencia.

El tramo tiene un espesor de 1 a 2 metros de calizas en bancos decimétricos, entre los que pueden intercalarse margas con cristales de yeso diagenético. Las calizas tienen tonos grisáceos y parduzcos, bases onduladas y son frecuentes en ellas las cicatrices erosivas. Son micritas normalmente fosilíferas y arenosas o limosas, con un porcentaje de cuarzo que oscila entre el 0 y el 20 por 100 y de fósiles entre el 5 y 15 por 100. Los fósiles son fragmentos de gasterópodos, ostrácodos y characeas.

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).

2.1.2.2 Fangos ocre con cristales de yeso diagenético. Intercalación ocre. *Astaraciense Superior* (Tl_{c11}^{bb2})

Afloran en las laderas de las «Cuestas» en el cuarto sureste de la Hoja. Pasan lateralmente a fangos salinos hacia el Sur. Hacia el Norte equivalen al techo de la unidad «Tierra de Campos» (2.1.1.3). Su potencia oscila entre 4 y 10 metros.

Los fangos ocre 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.

En la parte media se sitúa un nivel muy constante de arcillas húmicas finamente laminadas en las que se ha encontrado macroflora.

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. «Facies de las Cuestas». Astaraciense Superior-Vallesiense Superior* ($T_{c11-11}^{Bb2-Bc2}$; T_{c11}^{Bc1} y T_{c11}^{Bc2})

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 difractometrías). 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 las cortezas calcáreo-dolomíticas salinas, formadas por capas milimétricas o centimétricas de calizas dolomíticas a dolomías con frecuente pseudomorfosis de yeso. Estas costras 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 fosilíferas ocasionalmente arenosas. En la cartografía se ha distinguido alguno de estos bancos cuando alcanza potencia cercana al metro (Tc_{c11}^{Bc2}). 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).

Una secuencia tipo de la serie, que se ha observado localmente, podría ser, de techo a muro:

- Costras calcáreo-dolomíticas con *mud cracks* y pseudomorfosis de yeso.
- Niveles de concentración de yesos diagenéticos y yesos detríticos recristalizados. Paso lateral a «carniolas».
- Fangos salinos con cristales dispersos.
- Calizas más o menos arenosas, con cicatrices internas erosivas.
- Base erosiva (escala decimétrica).

La secuencia correspondería a un ciclo sedimentario en un lago salino efímero. Este se instala sobre una superficie ligeramente abarrancada (*rills*), sedimentando al principio fangos calcáreos, y más tarde fangos salinos. Con la evaporación casi total de la charca, queda una llanura fangosa embebida en sulfatos que cristalizan borrando las estructuras sedimentarias.

La desecación de esta llanura produce la formación de «*mud-craks*», diques y costras salinas, que posteriormente serían abarrancadas por las aguas de arroyada, y con la instalación de una nueva «playa» el ciclo volvería a empezar.

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

Afloran en los bordes de las «mesas calizas». Se trata de una unidad

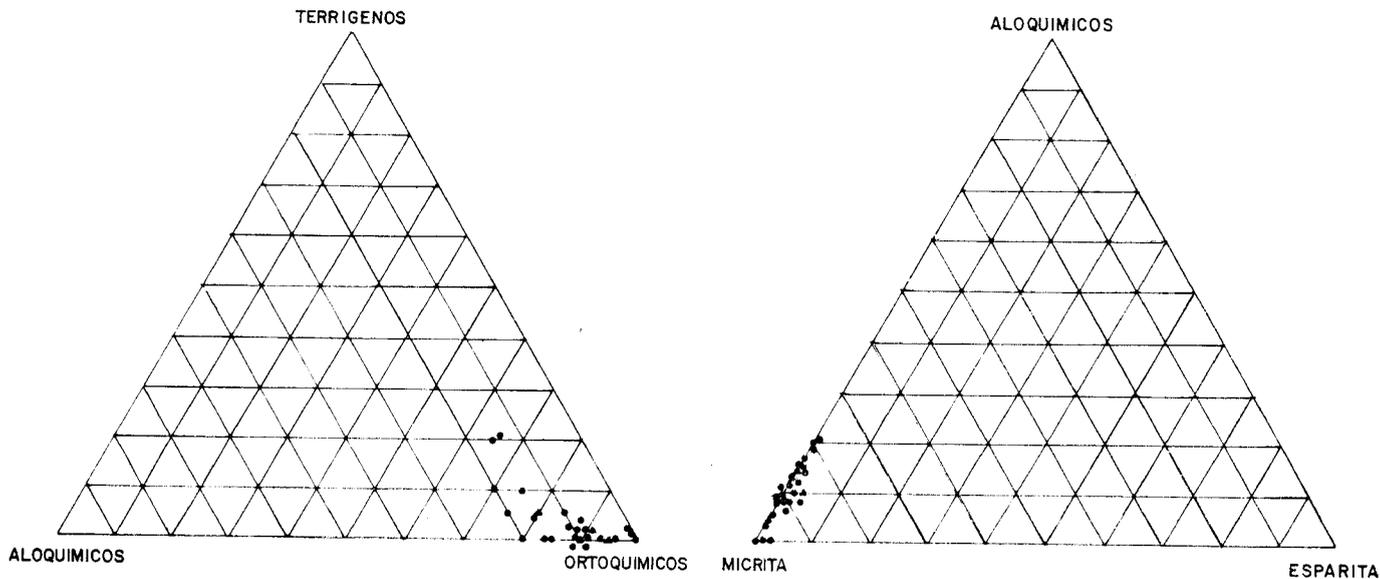


Figura 9.—Composición de los tramos calizos del Astaraciense Superior y Vallesiense. Hojas núms. 16-12 y 16-13.

- 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).

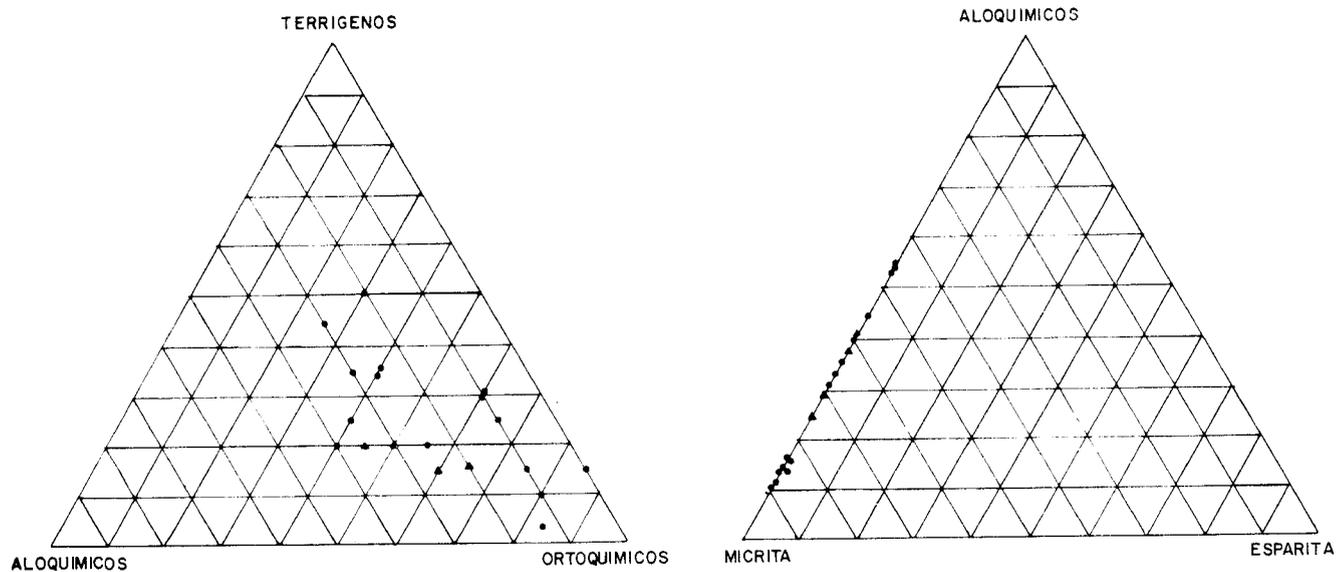


Figura 10.—Composición de los tramos calizas del Astaraciense Superior y Vallesiense. Hojas núms. 16-12 y 16-13.

- 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).

compleja, de límite inferior poco definido, de unos 10 metros de potencia, caracterizada por la ausencia de yesos concentrados en niveles.

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 pseudomorfofisis de yeso y moldes de *mud cracks* en la base.

El término basal en la zona de Páramo Llano suelen ser areniscas calcáreas con estratificación de canal, formadas por un 50 por 100 de cemento calcáreo, 30 por 100 de cuarzo, 5 por 100 de feldespato potásico y 15 por 100 de fragmentos de rocas.

El ambiente sedimentario evoluciona en el sentido de una mayor estabilidad de las charcas, a la vez que disminuye su carácter salino, representando probablemente el paso a un clima menos árido.

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 de los Páramos de Autilla y Páramo Llano. Se encuentran normalmente 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. Se han medido de 1 a 5 metros en los bordes de las mesas, pero en sus zonas centrales puede sobrepasar los 10 metros.

Los 5 metros inferiores vienen dados por calizas microcristalinas con gasterópodos (*Bithynia*, *Hydrobia*, *Radix*, *Planorbarius*, etc.), ostrácodos y charreas, que están estratificadas en capas de 0,2 a 0,6 metros y tienen juntas centimétricas margosas.

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 evi-

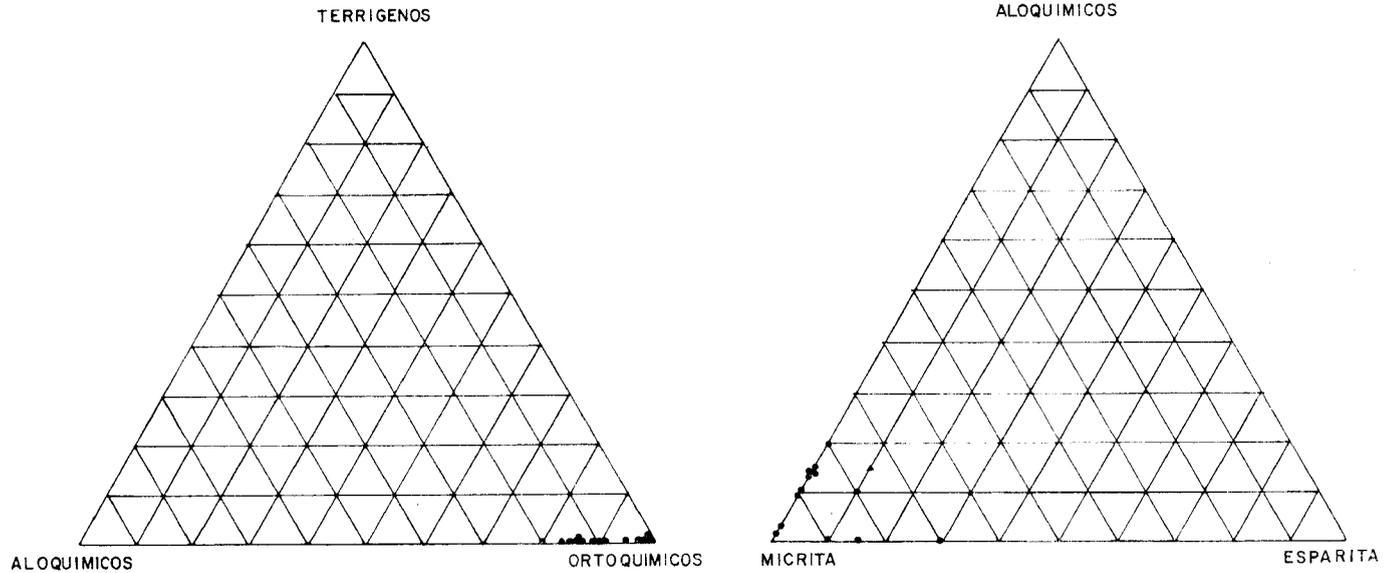


Figura 11.—Composición de los tramos calizos del Vallesiense Superior-Rusciniense. Hojas núms. 16-12 y 16-13.

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

dencia 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^{Ba-Bb}_{C21-22})

Por encima de las calizas antes descritas y dando origen a cerros testigos elevados 7 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.

2.2 CUATERNARIO Y FORMACIONES SUPERFICIALES

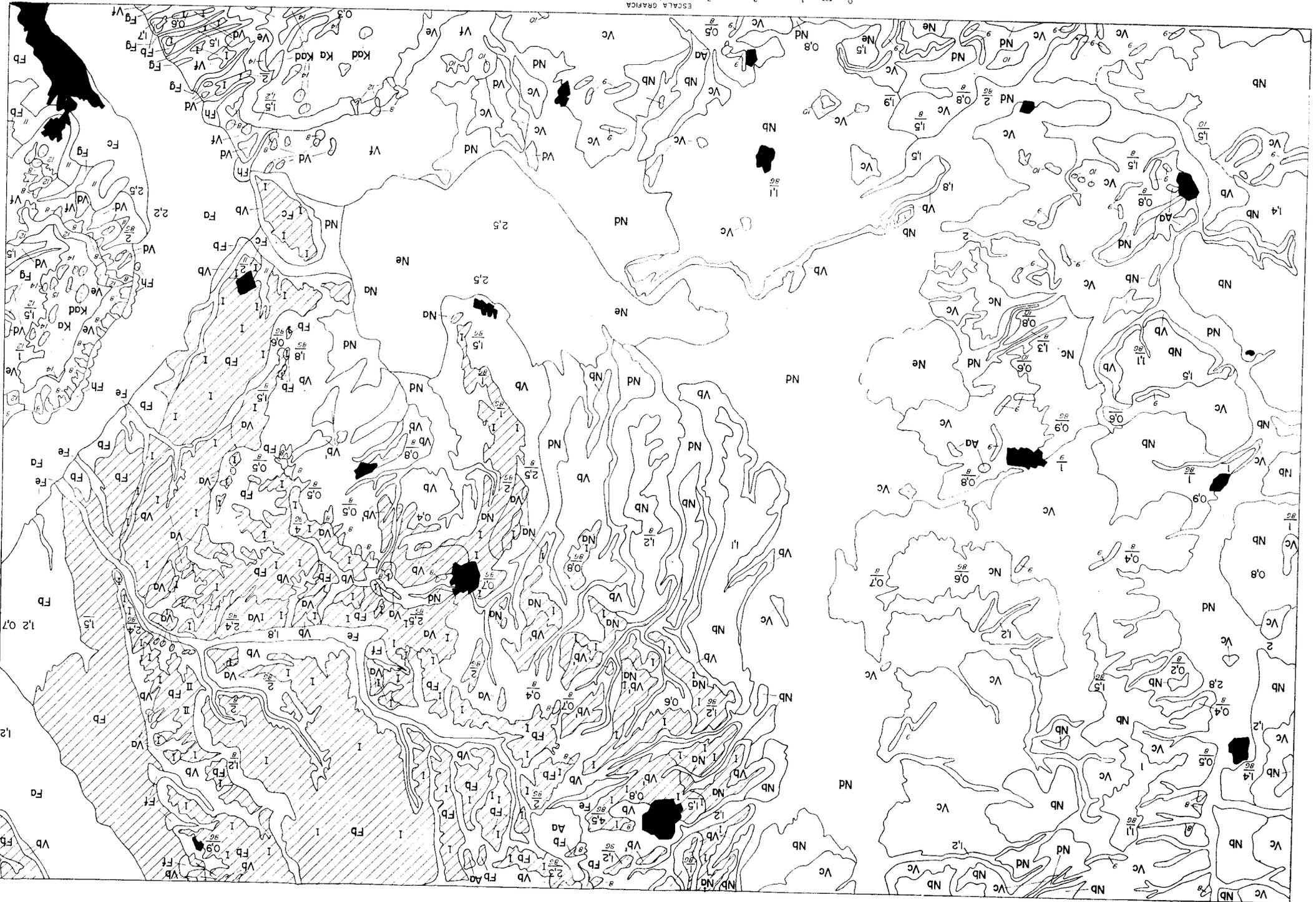
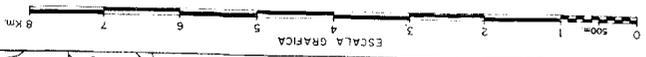
El Cuaternario y formaciones superficiales constituyen, en la Hoja, un recubrimiento generalizado sobre el substrato mioceno, de gran importancia de cara a una ordenación y explotación racional del territorio. Siguiendo el pliego de condiciones técnicas del proyecto, se ha realizado un mapa de formaciones superficiales, del que se inserta en este capítulo una reducción a escala aproximada de 1:100.000.

En la zona que nos ocupa de la Cuenca del Duero, entendemos como formaciones superficiales aquellos materiales no coherentes que han sufrido o no una consolidación posterior, ligados directamente con la evolución del relieve observable actualmente y que tienen generalmente poco espesor (de unos decímetros a pocas decenas de metros). Nunca han sido recubiertas por gruesas acumulaciones de sedimentos, salvo en el caso de exhumaciones de antiguas formaciones superficiales.

Tienen una edad comprendida entre el Plioceno Medio y el Cuaternario más reciente. Se consideran Plioceno 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, aflorante en las Hojas situadas más al Norte (16-08, 16-09 y 16-10) es de edad intermedia entre el Plioceno y el Cuaternario más inferior.

Independientemente de su edad, las formaciones superficiales distinguidas en la Hoja de Palencia pueden asociarse a cinco tipos fundamentales de modelado del relieve:

- Modelado kárstico (K). «Terras rossas».
- Modelado de las vertientes (V). Coluviones, glacia, paleovertientes.
- Modelado fluvial en zonas endorreicas (N). Terrazas, fondos de charcas.
- Modelado fluvial (F). Terrazas, Aluviales, Conos.
- Modelado antrópico (A). Residuos urbanos.



MAPA DE FORMACIONES SUPERFICIALES

16/12
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
- 14 Calizas
- 15 Margas y calizas

ESPESOR

- $\frac{1,1}{1,1}$ Espesor visto
- $\frac{1,1}{1,1}$ Espesor total
- $\frac{1,1}{8}$ Espesor total y sustrato
- $\frac{1,1}{86}$ Espesor total y sustrato alterado (gley ó pseudogley)

SIGNOS CONVENCIONALES

-  Contacto entre f. superficiales
-  Id. supuesto
-  Cementación por carbonatos (costras, baldosas ...)
-  Horizonte Bt rojo
-  Núcleos urbanos

FORMACIONES SUPERFICIALES

K.- ASOCIADAS AL MODELADO KARSTICO

Derivadas de calizas (14)

- Kd.- Terra rossa con cantos angulosos de caliza y redondeados de cuarcita.
- Kdd.- Terra rossa en dolinas

V.- ASOCIADAS AL MODELADO DE LAS VERTIENTES

Derivadas de terrazas (Fb)

- Vd.- Gravas cuarcíticas. Horizonte A₂ de lavado frecuente. Presencia de horizontes Bt rojo y Bca.

Derivadas de terrazas (Fb) y otras f. superficiales (Va, - Na, Nb, etc) y en parte de fangos (8)

- Vb.- Fangos, limos y gravas cuarcíticas. Proporción de cantos menor al alejarse de las f. superficiales de que derivan.
- Vb'.- Gravas cuarcíticas y limos. Horizonte A₂ de lavado frecuente. Presencia de horizontes Bt rojo y Bca. Perfil del suelo frecuentemente decapitado.

Derivadas de fangos (8) y en parte de otras f. superficiales (Nb, Nc, Vc).

- Vc.- Fangos arenosos, cantos esporádicos de cuarcita < 10%. Presencia de horizontes A hídrico y (B). Perfil del suelo destruido por acción antrópica (arado). Suelos pardo calizos.

Derivadas de arcillas y fangos salinos (12) y calizas (14)

- Vd.- Brechas calcáreas, frecuentemente cementadas.
- Ve.- Brechas poligénicas (caliza, yeso ...) con matriz limo-arcillosa.

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

- Vf.- Fangos arenosos y limos con cantos esporádicos. Frecuentes afloramientos del sustrato. (8 y 11).

N.- ASOCIADAS AL MODELADO FLUVIAL EN ZONAS ENDORREICAS

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

- Nd.- Gravas cuarcíticas. Horizonte A₂ de lavado frecuente. Presencia de horizontes Bt rojo y Bca. Perfil del suelo frecuentemente decapitado.

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

- Nb.- Limos y fangos. Arcillas hinchables (Montmorillonitas) frecuentes. Cantos esporádicos de cuarcita. Cantos blandos de 8 en la base y/o cantos de 10. Algún canto calizo (14) en la mitad sur. Suelos pardo calizos con horizontes A (B) y suelos vérticos.

- Nc.- Limos y fangos arenosos. Cantos blandos de 8. Suelos pardo calizos con horizonte A y (B).

- Nd.- Limos y fangos arenosos. Arcillas hinchables frecuentes en los dos tercios meridionales. Cantos de cuarcitas < 20% Cantos de 10 al Norte.

- Ne.- Limos y arcillas hinchables (montmorillonitas). Alto contenido en sales solubles. Suelos de fondo de charca.

F.- ASOCIADAS AL MODELADO FLUVIAL

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

- Fd.- 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 horizontes Bt (rojo) y Bca. Terrazas.

- Fc.- Gravas de cuarcita y caliza (<10%). Terrazas

Derivadas de otras f. superficiales (Fb, Va, Vb ...) y de fangos (8)

- Fe.- Limos y gravas de cuarcita. Horizonte A orgánico bien desarrollado. Horizonte Bca frecuente. Suelo aluvial.

- Ff.- Gravas de cuarcita. Conos de deyección.

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

- Fg.- Limos y arcillas con gravas de caliza. Suelo aluvial.

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

A.- ASOCIADAS AL MODELADO ANTROPICO

- Aa.- Limos, cenizas, cerámicas y huesos. Castros y poblados romanos.

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.

No obstante, se mantiene el término «Planosuelo» de la F. A. O. para los desarrollados sobre las «Rañas» y detritus silíceos terciarios de las Hojas situadas al Norte.

Los suelos dominantes en la Hoja son los siguientes:

- Suelos pardo-calizos.
- Rendzinas y Xerorendzinas.
- Suelos coluviales s.l.
- Vertisoles.
- Suelos aluviales.
- Suelos rojos fersialíticos. «Terras rossas».

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 875 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). No obstante, 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 misma 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.

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 (DOUCHAUFOR, 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 (LAMOUREUX, 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 A_0 , A_1 , A_2 , 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.

Localmente sobre el Páramo Llano 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: detri-

tico, 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 (Q_1T_3 a Q_1T_{12} y Q_1T_{15} a Q_1T_{17}) (Fb, Fc)

En el sistema del Carrión se han distinguido un total de 20 niveles de terrazas, de los cuales dieciséis tienen valor regional (fig. 12).

En la Hoja de Palencia sólo están representadas algunas. En el mapa geológico reciben las siglas Q_1T_3 a Q_1T_{12} y Q_1T_{15} a Q_1T_{17} . En el de Formaciones superficiales se designan como Fb y Fc. Las terrazas Q_1T_{18} y Q_1T_{19} (Fa), dada su naturaleza, se describen como suelos aluviales. Ocupan la mitad oriental dando origen a un valle asimétrico, con mayor desarrollo de terrazas en la margen derecha del río.

Las alturas relativas sobre el Carrión tomadas en la mitad norte de la Hoja son: Q_1T_3 a + 78-85 m., Q_1T_4 a + 68-72 m., Q_1T_5 a + 60-65 m., Q_1T_6 a + 58-60 m., Q_1T_7 a + 48-50 m., Q_1T_8 a + 40-45 m., Q_1T_9 a + 25-29 m., Q_1T_{10} a + 20-25 m., Q_1T_{11} a + 12-18 m., Q_1T_{12} a + 10-15 m., Q_1T_{15} a + 4-9 m., Q_1T_{16} a + 5 m., Q_1T_{17} a + 4 m., Q_1T_{18} a + 1-2 m. Hay que señalar que esta altura relativa aumenta hacia el Sur por encajamiento de nuevas terrazas y aumento de la pendiente del Carrión en las proximidades de su desembocadura con el Pisuerga. Así, a mitad de la Hoja Q_1T_7 se sitúa a 58 m., Q_1T_8 a + 45-50 m. y Q_1T_9 a + 40 m. (fig. 12).

En general están constituidas por gravas de cantos de cuarcita y algunos de areniscas (Fb). En algunos niveles (Q_1T_{12} , Fc) aparecen cantos de caliza en proporciones menores del 10 por 100. 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 50 y 70 por 100. Las medias de los índices de desgaste oscilan entre

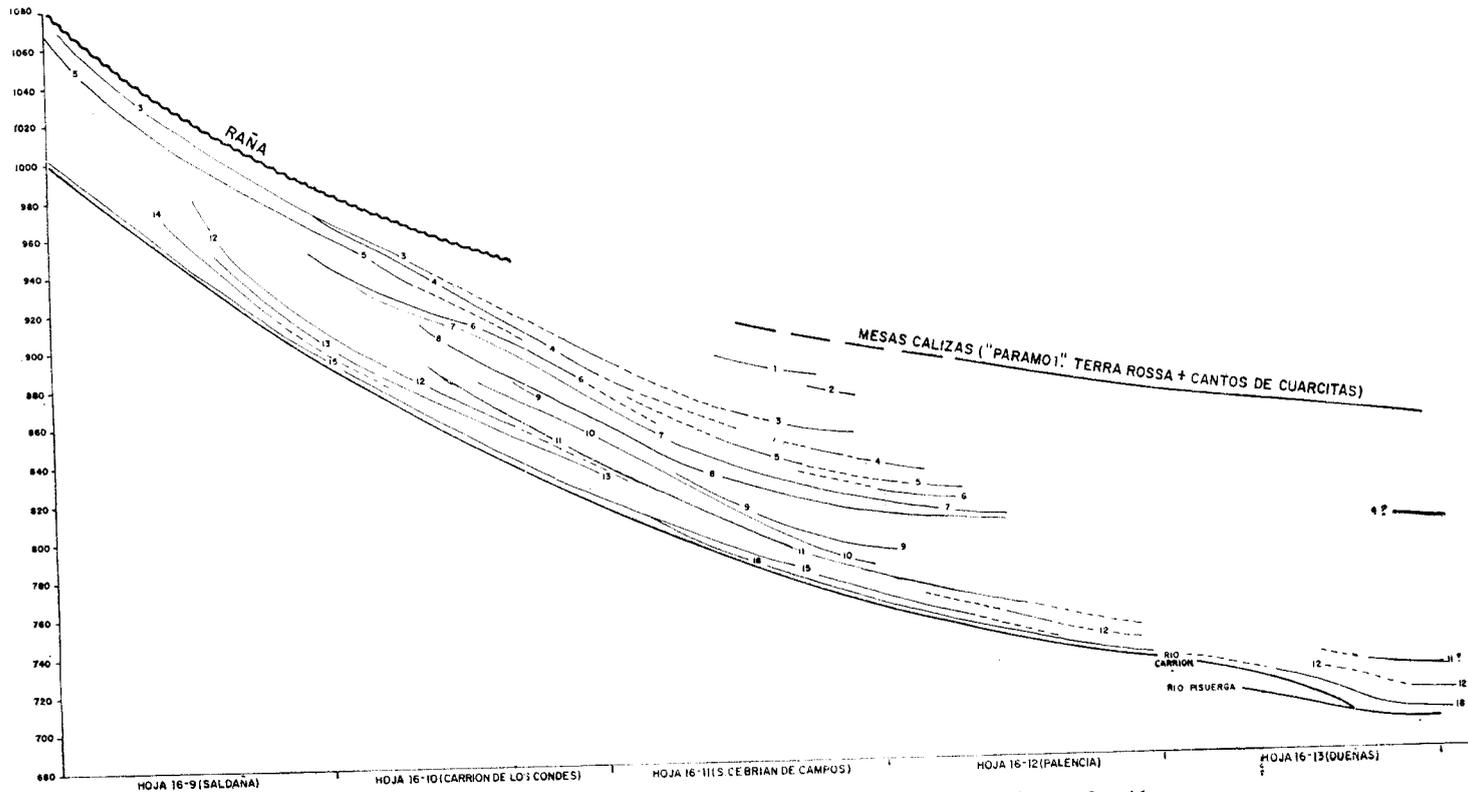


Figura 12.—Perfil longitudinal de las principales terrazas del río Carrión.

250 y 400 siendo, pues, bastante elevadas (herencia de la «Raña»). En los histogramas de desgaste aparecen generalmente dos máximos: uno principal, entre 200-250 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 perfil, A o A₂, Bt, Bca, C o Cg, dependiendo el grado de rubefacción de la edad, presencia de Ca²⁺ activo y proximidad del nivel freático (fig. 14).

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, en la Hoja de Dueñas, 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, más rojo (de 7'5 YR a 2'5 YR y hasta 1 OR) y penetra a mayor profundidad presentando un horizonte A₂ de lavado.

Por otra parte, niveles de terrazas colgadas aguas abajo en la colindante Hoja de Dueñas (16-13), pasan hacia el Norte a estar conectados 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. Este es el caso de las terrazas Q₁T₁₆, Q₁T₁₇ (Fb) y Q₁T₁₈ (Fa).

En las terrazas comprendidas entre la Q₁T₃ (la más antigua que aflora en la Hoja) y Q₁T₁₅, ambas inclusive, son frecuentes las acumulaciones de carbonatos debidas a procesos edáficos (micelios, amas, nódulos y concreciones), 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, que indican un drenaje deficiente debido a la escasa jerarquización de la red fluvial. Esta jerarquización ha sido progresivamente más eficiente hacia la actualidad.

En efecto, el estudio micromorfológico de muestras seriadas tomadas en un «bolsón» arcilloso existente en la terraza Q₁T₄ indican que el material de la misma ha sufrido cementaciones en condiciones freáticas y posteriormente en condiciones vadosas. Existen dos procesos edáficos posteriores a la cementación freática, el segundo de los cuales permite una fuerte iluviación

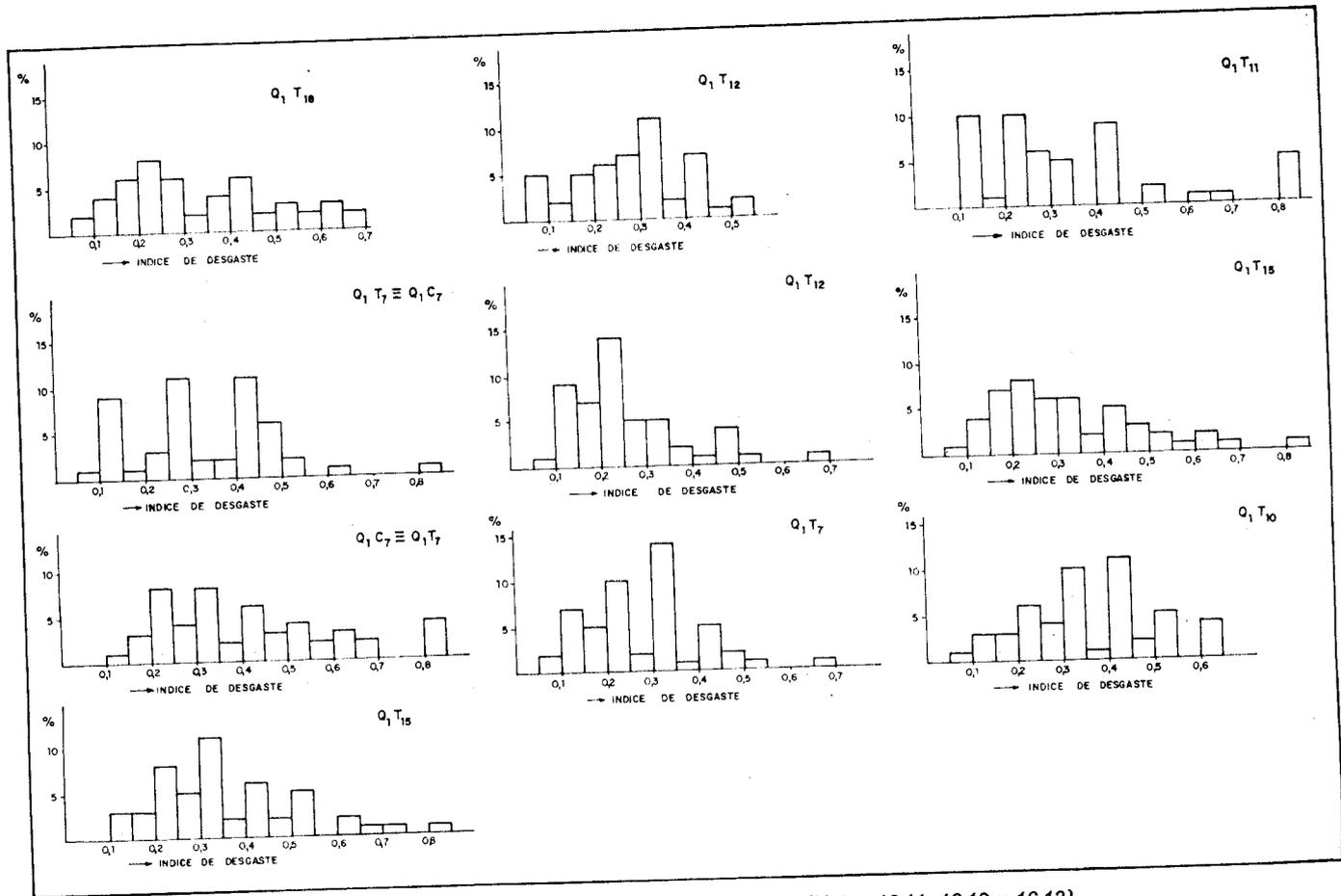
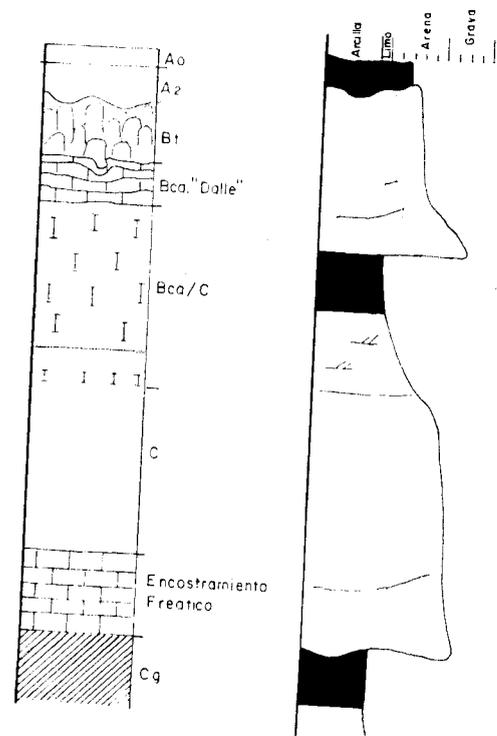
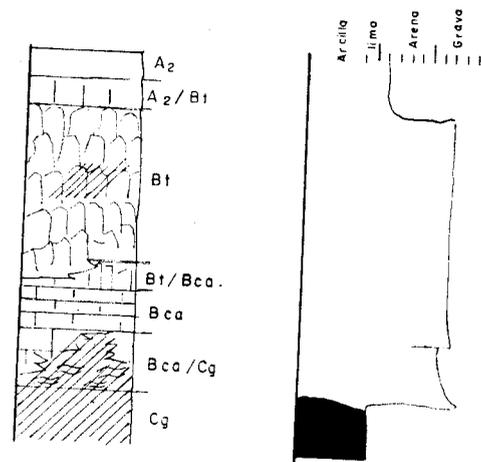


Figura 13.—Histogramas de índices de desgaste (Hojas 16-11, 16-12 y 16-13).



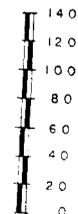
Terraza Q₁T₇ en paso ó forma de ladera en Villaumtrales



Terraza Q₁T₁₁ en la Venta de Valdemuda

LEYENDA

- Arcillas de iluviation
- Costras y/o "dalle"
- Acumulaciones de carbonatos
- Manganeso
- Fleyzaciones



Escala Vertical

Figura 14.—Perfiles de terrazas.

de arcilla sobre los materiales ya cementados. La cementación vadosa comienza antes de la iluviación de arcilla, lo que nos indica que el segundo proceso edáfico se originó una vez que las condiciones freáticas habían desaparecido de la zona (encajamiento de la red fluvial).

2.2.3 Terrazas y superficies en zonas endorreicas (Q_1N_{11} , Q_1N_{12} , Q_1N_{15} , Q_1N_{16} , Q_1N_{17} , Q_1T_{12} , Q_1T_{15}) (Na, Nb, Nc)

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 glacia. 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 se han distinguido siete niveles de superficies-terrazas de los que están representados en la Hoja de Palencia los cinco más recientes. 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 entre ambas, si bien pensamos que la edad de las superficies debe ser algo posterior a la de la terraza del Carrión a que corresponden.

En el mapa geológico se han distinguido con las siglas Q_1N_{11} , Q_1N_{12} , Q_1N_{15} , Q_1N_{17} , siendo más o menos equivalentes de las terrazas de igual numeración.

En el mapa de formaciones superficiales son las unidades Na, Nb y Nc. Las cotas relativas sobre los aluviones del Retortillo-Valdeginat y Laguna de La Nava (equivalentes del nivel Q_1T_{18} del Carrión) son Q_1N_{11} a + 15-20 m., Q_1N_{12} a + 14-18 m., Q_1N_{15} a + 8-12 m., Q_1N_{16} a + 5-7 m., y Q_1N_{17} a + 3-4 m.

La constitución litológica varía según las áreas de procedencia y la posición relativa respecto de las antiguas zonas de encharcamiento.

- a) Los niveles Q_1N_{11} y Q_1N_{12} (Nb) con área madre fundamentalmente constituida por «Tierra de Campos», tienen depósitos de limos y fangos con algún canto esporádico de cuarcita en la parte occidental de la Hoja.
- b) Los niveles Q_1N_{12} y Q_1N_{15} (Na) en la margen izquierda del río Retortillo (Paredes de Nava, Becerril de Campos), con área madre de terrazas del Carrión, están formados por gravas cuarcíticas y tienen perfiles típicos de terrazas y han sido cartografiados como tales (Q_1T_{12} y Q_1T_{15}) en el mapa geológico.
- c) El nivel Q_1N_{15} en el área de Fuentes de Nava, tiene naturaleza de limos y fangos arenosos por proceder exclusivamente de «Tierra de Campos» (Nc).
- d) Los niveles Q_1N_{16} en el río Valdeginat y los Q_1N_{16} y Q_1N_{17} (Nb) vienen dados por limos y fangos con gran proporción de arcillas hinchables

(montmorillonoides) y algún canto esporádico de cuarcita, por estar en relación con antiguas zonas de mal drenaje y provenir de «Tierra de Campos».

El espesor de estas formaciones oscila entre 0,5 y 1,5 m.

Como ya es sabido la presencia de Ca^{2+} activo impide el lavado de arcillas en los suelos y por consiguiente la rubefacción. De esta manera, cuando las áreas madres son los fangos carbonatados de «Tierra de Campos» tendremos suelos pardo-calizos (a, c) y vertisoles (d), mientras que cuando son gravas cuarcíticas se desarrollan suelos rojos fersialíticos (b) semejantes a los de las terrazas del Carrión.

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.

Los suelos rojos en material silíceo responden a perfiles del tipo A_2 , Bt, Bca, Cg, siendo muy frecuente la decapitación del mismo por coluvionamiento posterior.

2.2.4 Depósitos de Paleoverdientes (vertientes regladas antiguas y glaciés) (Q_1C_7 , Q_1C_{11} , Q_1G_{12} y Q_1G_{15}) (Va, Vb' y Vd)

Se trata de depósitos asociados a antiguas formas de ladera (Q_1C_7 y Q_1C_{11}) que pueden tener o no perfil de glaciés (Q_1G_{12} y Q_1G_{15}). Enlazan con terrazas del Carrión o con terrazas de zonas endorreicas a las que se considera equivalentes en edad. En muchos casos los glaciés son de acumulación.

De acuerdo con su procedencia y naturaleza podemos distinguir dos tipos de depósitos:

- Gravas cuarcíticas derivadas fundamentalmente de terrazas de canturreal silíceo (Va, Vb').
- Gravas calcáreas derivadas fundamentalmente de calizas (Vd) (Q₄G₁₂).

Los primeros se dan en la margen izquierda del río Retortillo, entre Paredes de Nava y Villaumbrales. Se trata de gravas cuarcíticas de tamaño medio comprendido entre 2-4 cm. con abundante matriz areno limosa. Su potencia oscila entre los 0,8 y 4 metros.

Sobre ellos se desarrollan suelos rojos fersialíticos semejantes a los de las terrazas con que enlazan y que tienen un perfil tipo A₂, Bt, Bca?, C o Cg. El perfil del suelo suele estar decapitado por coluvionamiento reciente.

Localmente, al sur de Villaumbrales, pueden tener carácter vértico en las zonas de paso a terrazas endorreicas.

En el segundo caso, cuando derivan de calizas, 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 «Cuestas» o formas de enlace de aquéllas con las llanuras. Los suelos observados son Xerorenzinas, 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.

2.2.5 Depósitos de vertientes. Coluviones recientes (Q₂C) (Vb, Vc, Ve y Vf)

Tapizan las vertientes actuales y se extienden por toda la Hoja.

Teniendo en cuenta los materiales de que se derivan y por consiguiente su constitución litológica, podemos distinguir:

- Gravas cuarcíticas con abundante matriz limosa (Q₂C=Vb), derivadas fundamentalmente de terrazas y en parte de fangos de «Tierra de Campos». Se encuentran muy desarrollados en el cuadrante nororiental de la Hoja. Tienen un espesor que oscila entre los 0,5 y 2 m. Sobre ellos se dan suelos de tipo «coluvial» s.l. con un horizonte A centimétrico y C de textura limosa con gravas de cuarcita.
- Limos y arenas con cantos esporádicos de cuarcita derivados de los fangos de «Tierra de Campos» y en parte de otras formaciones superficiales (Vc). Se localizan en la mitad occidental 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 espodádicos (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.

2.2.6 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, Fe, Fg y Nd)

Están constituidos por limos más o menos arenosos con cantos de cuarcita (menos del 10 por 100) (Q_1T_{18} , Q_1T_{19} , Q_1M_{18} , Q_1M_{19} , Q_2Al) (Fa), localmente cementados en condiciones freáticas (Fe) (Q_{1-2}). En otras ocasiones, y en las laderas de los Páramos, los cantos dominantes son calizos (Fg) (Q_{1-2}). En las zonas de drenaje deficiente de los ríos Valdeginete y Retortillo predomina la fracción limo-arcillosa sobre la arena (Nd) (Q_{1-2}). El espesor de estas formaciones varía entre 1 y 3 m.

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 freáticas (Arroyo de la Corredera, al este de Becerril de Campos). En las zonas endorreicas (ríos Valdeginete y Retortillo) estos aluviales pueden tener carácter vértico sobre todo en las proximidades de las antiguas lagunas de La Nava y de Cabritones. Son suelos poco evolucionados debido a su juventud, presencia de carbonatos y nivel freático muy alto.

2.2.7 Fondos de charca (Q_2L) (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.

Destacan los sedimentos de las lagunas de Cabritones (Fuentes de Nava) y de La Nava. Son limos, arcillas de tipo montmorillonoides (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.

2.2.8 Conos de deyección (Q₂Cd) (Ff, 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 tienen constitución litológica distinta en función del área fuente.

En el norte de la Hoja derivan de terrazas y paleovertientes y en parte de fangos de Tierra de Campos (Fe) y están constituidos por gravas redondeadas de cuarcita, con abundante matriz limosa.

En el Sur provienen de fangos y arenas de «Tierra de Campos» y de 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.

2.2.9 Sedimentos antrópicos (Q₂Sa) (Aa)

En relación con los residuos urbanos de antiguos poblados romanos y castros existen, en la zona de Paredes de Nava y Castromocho, extensas acumulaciones de sedimentos antrópicos formados por limos, cenizas, cerámica y huesos. Normalmente tienen una potencia de alrededor de 1 metro, sin embargo en Castromocho existen sucesivos niveles superpuestos alcanzándose los 5 metros de espesor.

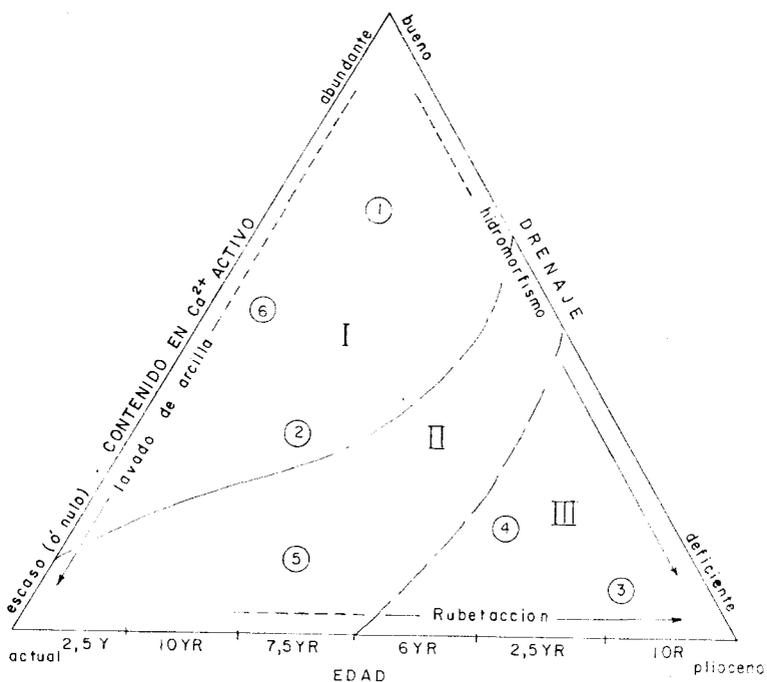
2.2.10 Principales procesos evolutivos dominantes en los suelos de la zona

Estos procesos han sido fundamentalmente los siguientes (fig. 15):

- 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



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

perfil. Con rocas madres de alto contenido en carbonatos (excepción hecha de las calizas microcristalinas masivas), este fenómeno está casi totalmente impedido.

— 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.

Las acumulaciones de tipo b) y c) se localizan fundamentalmente en las terrazas anteriores a la Q_1T_{15} del río Carrión.

— 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

La edad de los sedimentos neógenos que aparecen en la Hoja queda perfectamente definida de acuerdo con las dataciones obtenidas por Micromamíferos y Macrovertebrados (Apartados 3.1 y 3.2), excepción hecha de los términos más altos de la serie que no han podido ser supradatados.

AGUIRRE *et al.* (1976) señalan que el Plioceno Inferior está incluido en el ciclo sedimentario que finaliza con el depósito de la caliza con gasterópodos de la superficie del Páramo, en muchas cuencas terciarias españolas. En las Hojas de Cigales (16-14) y Valladolid (16-15) se ha podido comprobar que las margas superiores (2.1.3.2) fosilizan a la «Terra rossa» y a procesos kársticos y tectónicos equivalentes a los ocurridos a finales del Plioceno Inferior en la Submeseta Meridional (PEREZ GONZALEZ, A., com. pers.). La correlación de los procesos entre la Cuenca del Duero y la del Tajo-Guadiana es perfecta, lo que justifica el límite superior de la edad atribuida a la caliza de la superficie Páramo (Vallesiense Superior-Rusciniense) y la posición cronoestratigráfica de las margas (Plioceno, probablemente Rusciniense-Villanyense).

De acuerdo con este esquema la «Terra rossa» tiene origen indudablemente plioceno, tratándose en parte de una paleoformación superficial exhumada por una superficie de erosión posterior al depósito de las margas, de edad finales del Plioceno Medio (?) (S₂ de MOLINA, E.) (1975), equivalente de la «Raña» (?) o posterior. Los procesos kársticos subsiguientes a la instalación de esta superficie han recrecido, sin duda, el volumen de «Terra rossa».

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.

Se han asignado al Pleistoceno Inferior los niveles de terrazas Q₁T₃ a Q₁T₆. El Pleistoceno Medio viene dado por los niveles Q₁T₇ a Q₁T₁₂ y formaciones equivalentes.

El Pleistoceno Superior está representado por los niveles Q₁T₁₅ a Q₁T₁₉ y equivalentes.

3 PALEONTOLOGIA

Para la realización de la Hoja de Palencia y colindantes de Saldaña (16-09), Carrión de los Condes (16-10), S. Cebrián de Campos (16-11) y Dueñas (16-13) se han efectuado los siguientes estudios paleontológicos especializados:

- Micromamíferos.
- Gasterópodos.
- Ostrácodos y Foraminíferos.
- Palinología.
- Characeas.
- Macroflora.

También se tendrán en cuenta los datos existentes sobre los vertebrados del clásico yacimiento del Cristo del Otero.

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. El estudio detallado de los órdenes Roedores y Lagomorfos ha hecho posible la biozonación precisa del Terciario continental de Palencia.

La mayor parte de los datos se concentran en la vecina Hoja de Dueñas, situada al Sur. Las áreas de sedimentación palustre («ciénagas»), perfectamente correlacionables con la «Facies de las Cuestas», han suministrado gran cantidad de material. También han sido positivas las muestras de la «Facies Dueñas». Los términos más modernos (techo de la «F. Cuestas» y calizas de la superficie del páramo) son muy pobres y presentan malas condiciones para la preservación de fósiles, por lo que no ha sido posible supradatarlas.

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

En la Hoja de Palencia se han estudiado cinco muestras en niveles perfectamente correlacionables con las secciones estratigráficas realizadas. Los resultados son los siguientes:

3.1.1 Yacimientos de la «Facies Zaratán s.l.» (T_{c11}^{Bb2}) y base de la «Facies de las Cuestas» ($T_{c11-11}^{Bb2-Bc2}$)

Muestra 5004

Otero 1. Situada en el Cerro del Cristo del Otero, unos 10 m. por encima del paleocanal del yacimiento clásico del Cerro del Otero (H. PA-CHECO, E., 1915).

Lista fáunica: *Prolagus* sp. A., *Cricetodon* (*Hispanomys*) grupo *jotae-aguirrei*, *Megacricetodon* cf. *crusafonti* (FREUDENTHAL). *Megacricetodon* aff. *minor* (LARTET).

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

Muestra 5005

Otero 2. Margas húmicas muy similares y a 1 m. por encima de Otero 1.

Lista fáunica: *Prolagus* sp. A. *Megacricetodon* aff. *minor* (LARTET).

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

Muestra 5006

Otero 3. Margas carbonosas con grandes cristales aciculares de yeso. Gasterópodos fosilizados en yeso, algunos conservando la concha. Situada unos 4 m. por encima de Otero 2.

Lista fáunica: *Megacricetodon* cf. *crusafonti* (FREUDENTHAL). *Megacricetodon* aff. *minor* (LARTET).

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

3.1.2 Yacimientos de la parte media de la «Facies de las Cuestas» (T_{c11-11}^{Bb2-Bc2}) por encima de la «Intercalación ocre»

Muestra 5003

Miranda 1. Margas verdes de fractura concoidea con microfauna dispersa, intercaladas en los yesos del cerro La Miranda (N de Palencia) a una cota aproximada de 820 m.

Lista fáunica: *Prolagus crusafonti* LOPEZ. *Rotundomys hartenbergeri* FREUDENTHAL. *Peridyromys* aff. *multicrestatus* DE BRUIJN.

Edad: Vallesiense Inferior (Zona MN 9).

3.1.3 Yacimientos de la base de las Calizas con gasterópodos de la superficie del Páramo (T_{c11-21}^{Bc2-Ba})

Muestra 5001

Miranda 2. El interés de esta localidad radica en su situación estratigráfica, pues es la única muestra fosilífera de la facies «Calizas del Páramo». Desgraciadamente la preservación es muy mala, encontrándose los restos óseos extremadamente alterados y fragmentados. Se localiza en un nivel margoso oscuro a 1 m. aproximadamente bajo la superficie del Páramo Llano.

Lista fáunica: *Prolagus crusafonti* LOPEZ. cf. *Glirulus* nov. Muridae indet. Cricetidae indet.

Esta lista es demasiado imprecisa como para permitir una datación aceptable. La única especie determinada, *P. crusafonti*, se extiende normalmente desde la base del Mioceno Superior hasta el Turoliense Medio (biozonas MN 9 a MN 12). Por comparación con las demás faunas de la zona, podemos observar que entre las facies «Cuestas» y las facies «Páramo» no se produce alteración importante en la composición faunística de los Micromamíferos. El límite Vallesiense/Turoliense ha sido definido en la base de la zona MN 11, por sustitución de *Progonomys hispanicus* por *Parapodemus lugdunensis* entre los Múridos (renovación), extinción de Glíridos y evolu-

ción de Cricétidos (*Ruscinomys*). En Miranda 2 se encuentra el mismo Glírido que en las facies «Cuestas», en donde está asociado a *P. hispanicus* del Vallesiense Superior. Ningún otro elemento nos permite supradatar de manera más precisa.

Edad: Vallesiense Superior-Turolense Medio (Biozonas 10 a 12).

3.1.4 Síntesis bioestratigráfica

Teniendo en cuenta, además, los datos obtenidos en la Hoja de Dueñas (16-13), el conjunto de faunas de la zona estudiada puede subdividirse en cuatro grupos con asociaciones diferentes, que corresponden a edades distintas:

— Grupo 1. Facies de Dueñas. Astaraciense Inferior (Tm_{c11}^{bb1})

Faunas caracterizadas por *Prolagus major* y *Megacricetodon crusafonti* típico. Estas faunas poseen, además, *Prolagus* sp. A y escasos Glíridos, únicamente un gigantesco *Perydyromys* 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). Las muestras pertenecen a la Hoja de Dueñas.

— Grupo 2. Facies Zaratán s.l. y base de la Facies de las Cuestas. Astaraciense Superior

Faunas caracterizadas por *Prolagus* sp. A y *Megacricetodon* cf./aff. *minor*. Este grupo apenas tiene Glíridos, sólo en dos localidades de la Hoja de Dueñas, y son de distinta especie que el grupo anterior (*Perydyromys* 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 bioestratigráfica de los grupos 1 y 2. Pertenecen al grupo 2, tres muestras de las Hojas de Palencia (Otero 1, 2 y 3) y 3 de Dueñas.

— Grupo 3. Parte media de la Facies de las Cuestas por encima de la Intercalación Ocre. Vallesiense Inferior

Son las faunas más ricas y variadas, caracterizadas por el gran Glírido *Perydyromys* aff. *multicrestatus*, que es el roedor más abundante, los Cricétidos *Rotundomys hartenbergeri* y el pequeño Cricetodontino 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 *Perydyromys dehmi* de Pedregueras. *Ratun-*

domys, *P. crusafonti* y *P. dehmi* son formas comunes con el Vallesiense Inferior europeo.

Pertencen a este grupo una localidad de la Hoja de Palencia (Miranda 1) y siete de Dueñas.

— **Grupo 4. Parte superior de la F. de las Cuestas. F. de Transición y Calizas con gasterópodos de la superficie del Páramo. Vallesiense Superior-Turoliense Medio?**

Este grupo está caracterizado por la presencia constante de Múridos, junto con un Glirido nuevo, probablemente descendiente del *P. aff. multicrestatus* y que denominamos Gliridae nov. af. *Glirulus* en nomenclatura abierta. El único Múrido clasificado a nivel de especies es *Progonomys hispanicus* (Corte de Ampudia, Hoja de Dueñas), que nos precisa una edad Vallesiense Superior para las muestras que lo contienen. Las demás, que poseen Múridos tan fragmentados que son indeterminables, pueden ser infradatadas, pero no ha sido posible supradatarlas. La fauna acompañante es siempre *P. crusafonti*, o *Eliomys truci*, ambos comunes en el Turoliense. 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 Turoliense Medio. La supradatación como Plioceno (Rusciniense) de las calizas de la superficie «Páramo» ha quedado justificada en el apartado 2.3.1.

3.1.5 Micromamíferos del yacimiento del Cristo del Otero

Entre las colecciones de Vertebrados fósiles del Cerro del Otero procedentes de la excavación HERNANDEZ-PACHECO y conservadas en el Museo Nacional de Historia Natural, hemos encontrado una mandíbula con la serie dentaria completa de *Prolagus*, figurada por este autor bajo el nombre de *P. meyeri* (HERNANDEZ-PACHECO, 1915); esta figura había sido interpretada tentativamente por nosotros como un posible *P. crusafonti*, y atribuida al Vallesiense (LOPEZ MARTINEZ, 1978). La consulta de la pieza original ha revelado que se trata de una forma de gran talla (intermedia entre *P. oeningsis* y *P. major*), no conocida hasta ahora, que presenta una fractura en el anterocónido del P_3 . Esta fractura indujo a error al dibujante de H. PACHECO, el cual la interpretó como un alargamiento del anterocónido, haciéndole similar al de *P. crusafonti*. Corresponde a la forma que hemos denominado aquí *Prolagus* sp. A, y que se encuentra en Otero 1 y 2. Su distribución cubre por tanto el Astaraciense completo.

3.2 MACROVERTEBRADOS. YACIMIENTO DEL CRISTO DEL OTERO

En la actualidad el yacimiento se encuentra agotado y cubierto por residuos urbanos.

Es en 1912 cuando DANTIN CERECEDA da la noticia del descubrimiento de restos de *Mastodon*, *Tetrabelodon* y otros mamíferos en el cerro del Cristo del Otero.

En 1914, HERNANDEZ PACHECO, E., descubre un nuevo género de Cérvidos, perteneciente a la familia Muntiacidae, *Palaeoplatyceros*, con dos especies *P. hispanicus* y *P. palaentinus* en este yacimiento, que asigna al Vindoboniense. También en el mismo año DANTIN CERECEDA menciona en este yacimiento un nuevo Rhinoceros: *R. austriacus* PETERS, mutación *hispanicus*.

En 1915, HERNANDEZ-PACHECO, E., y DANTIN CERECEDA, J., dan a conocer en este yacimiento *Dicerorhinus hispanicus*.

Y en 1921, HERNANDEZ-PACHECO, E., da cuenta del hallazgo de *Testudo bolivari* en el Cristo del Otero.

En el trabajo de 1954, CRUSAFONT y VILLALTA mencionan en la base del cerro: *Trochictis toxodon* LARTET, *Prolagus oenningensis* MEYER, *Dicerorhinus sansaniensis* LARTET, *Dicerorhinus hispanicus* DANTIN, *Dicerorhinus* aff. *simorrensis* LARTET, *Dicerorhinus* sp., *Anchitherium aurelianense* CUV. *Listriodon splendens major* ROMAN, *Dorcatherium crassum* LARTET, *Dorcatherium* aff. *crassum* LARTET, *Palaeoplatyceros hispanicus* HERN.-PACH., *Palaeoplatyceros palaentinus* HERN.-PACH., *Dinotherium levius* JOURD y *Trilophodon angustidens* CUV.

BERGOUNIOUX y CROUZEL (1958) identificaron los mastodontes como *Trilophodon angustidens* (CUVIER), *Trilophodon angustidens* variedad *major* (BERGOUNIOUX y CROUZEL) y *Tetralophodon longirostris* (KAUP).

CRUSAFONT y TRUYOLS (1960), en su trabajo sobre el Mioceno de las cuencas de Castilla, mencionan prácticamente la misma lista de CRUSAFONT y VILLALTA, a la que añaden *Palaeomeles pachecoi* VILL. y CRUS.; asignando al yacimiento una edad Vindoboniense Medio.

MAZO (1977) cita sólo *Gomphotherium angustidens* (CUVIER), pero haciendo constar que las dimensiones de estos restos son tan grandes, que el ejemplar puede considerarse como una forma ya muy próxima a *Tetralophodon longirostris* (KAUP).

La fauna indica, de acuerdo con AGUIRRE (1975) que el yacimiento se sitúa en la zona o unidad de MEIN MN 7, siendo su edad, por tanto, Astaciense Superior. La existencia de *Gomphotherium angustidens* (CUVIER) indica también la unidad MN 7 o MN 8 de MEIN. Lo que coincide con el conjunto de dataciones de Micromamíferos en la serie miocena.

3.3 GASTEROPODOS

Paralelamente al estudio de micromamíferos y en las mismas muestras

se ha realizado el de los gasterópodos (y characeas) encontrados en el triádo de los tamizados.

Las especies encontradas en las calizas con gasterópodos de la superficie del Páramo (Vallesiense Superior a Turoliese) (T_{c11-12}^{Bc2-Bc}), en el techo del grupo 4 de Micromamíferos son: *Bithynia* aff. *tentaculata* (LINEEO), *Radix socialis dilatata* (NOULET), *Hydrobia* sp. y *Planorbarius* sp.

Asociados al grupo 3 de Micromamíferos han aparecido: *Stagnicola* (*Stagnicola*) cfr. *heriacensis* (FONTANNES) *Anisus* aff. *matheroni* (FISCH et TOUR), *Amnicola pseudoglobulus* (D'ORB), *Hydrobia* aff. *morasensis* FONT. y *Planorbarius* sp., en sedimentos datados como Vallesienses.

En el grupo 2, datado como Astaraciense Superior por micromamíferos, se han encontrado: *Hydrobia morasensis* FONT. *Amnicola pseudoglobulus* (D'ORB), *Theodoxus crenulatus* (KLEIN), *Anisus* aff. *matheroni* (FISCH. et TOURN.), *Stagnicola* (*Omphiscola*) aff. *glabra* (MULLER) y *Ancylus neumari* FONT.

En conjunto estas especies de gasterópodos han sido citadas en el Mioceno Medio y sobre todo en el Superior, en diversas cuencas por diferentes autores.

3.4 FORAMINIFEROS Y OSTRACODOS

Se han determinado en esta Hoja y la colindante al Sur (Dueñas), especies de Foraminíferos y Ostrácodos de nulo valor cronoestratigráfico, pero indicadoras de medio mesohalino en la «Facies de las Cuestas». En facies equivalentes en edad en las Hojas situadas al Norte (Saldaña, Carrión y S. Cebrián), aparecen especies de agua más dulce o medio oligohalino.

Se han determinado:

- Foraminíferos: *Ammonia tepida* (CUSHMAN) y *Astrononion* sp.
- Ostrácodos: *Candona praecox* (STRAUB), *Iliocypris gibba* (RANDOHR), *Cyprinotus salinus* (BRAY), *Limnocythere* aff. *inopinata* (BAIRD) y *Cyprideis torosa* (JONES).

3.5 PALINOLOGIA

Se ha estudiado una muestra de la parte alta de la «Facies Tierra de Campos» que ha proporcionado las siguientes especies:

Gimnospermas:

Pinus cf. *diploxylon* (*Pityosporites labdacus*) (POT.) TH y PF.

Angiospermas:

Juniperus sp., *Betula* sp. (*Trivestibulopollenites betuloides*, TH. y PF.), *Quercus* tipo *ilex coccifera*, *Quercus* sp., cf. *Phillyrea*, Ericaceae, Chenopodiaceae, Gramineae y Compositae.

Gran dominancia de *Chenopodiaceae*, diferenciándose tres formas morfológicas, una de ellas muy abundante. Sólo presencia de *Pinus*, *Betula*, *Taxaceae* y *Oleaceae*, que serían transportados de regiones más alejadas. Son abundantes los *Quercus*.

La composición y proporciones de la flora de esta muestra indicaría la existencia en el momento de su deposición de zonas con sequía, donde se desarrollarían las *Chenopodiaceae*, a las que en algunos puntos acompañarían *Gramineae* y alguna *Compositae*. Algo más alejado, formando un cinturón o esporádicamente, habitarían los *Quercus*.

Indica, por tanto, un clima seco. Faltan los elementos típicos de clima cálido.

3.6 CHARACEAS

En los triados de muestras de micromamíferos han aparecido numerosas characeas de escaso valor cronoestratigráfico.

En las muestras del grupo 4 de micromamíferos se han encontrado: *Chara notata* GRAMBAST et PAUL, *Chara molassica* STRAUB y *Grambastichara* sp. A. Las especies correspondientes al grupo 3 son semejantes, habiéndose determinado además *Rhabdochara* sp. A.

En los levigados de las muestras del grupo 2 (Otero 1, 2 y 3) las especies siguen siendo muy parecidas, encontrándose además *Nitellopsis (Tectochara) meriani* (L. et N. GRAMBAST) GRAMB. et SOUL. y *Grambastichara cf. tornata* (REID et GROVES).

3.7 MACROFLORA

Ha sido recolectada en un nivel arcilloso finamente laminado y algo húmico existente en la parte media de la «Intercalación Ocre» (2.1.2.2). Se han determinado las siguientes especies: *Alnus* sp., *Salix* aff. *lavateri* HEER, *Salix* sp., *Quercus drymeia* UNG., *Quercus* aff. *myrtilloides* UNG., cf. *Quercus elaeana* UNG., *Quercus* aff. *hispanica* RER., *Myrica hakeaefolia* (UNG.) SAP., *Myrica* sp., *Zelkova ungeri* KOV., *Rhus* sp?

La macroflora se encuentra en muy mal estado de fosilización, presentando las muestras numerosos restos, sobre todo de Hojas. En la mayoría de ellos no se pueden apreciar los caracteres morfológicos imprescindibles para una determinación aceptable, ni llegar a una datación precisa.

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 rejeugo 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 Stairica) 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. Cebrián 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. Cebrián), 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.

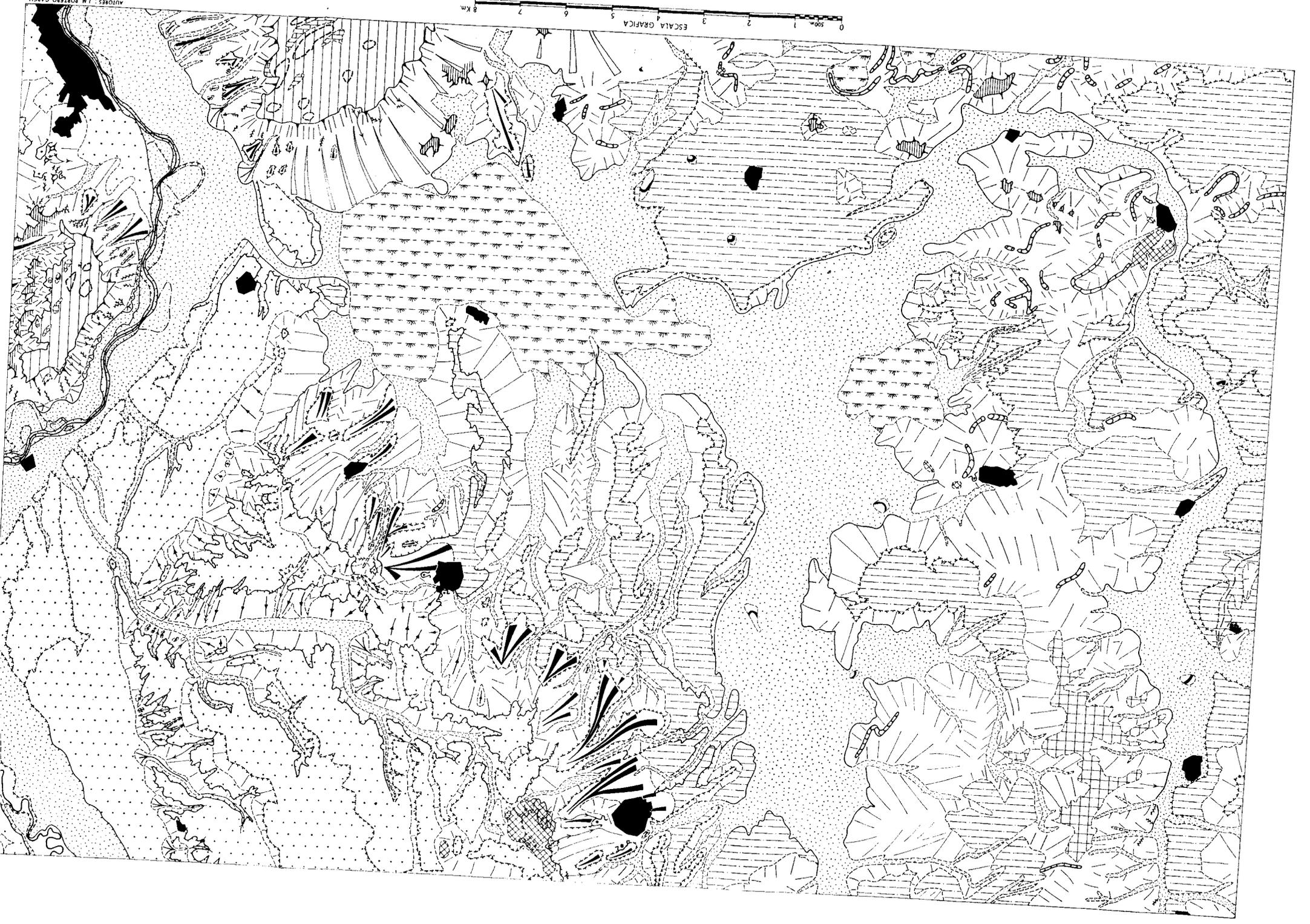
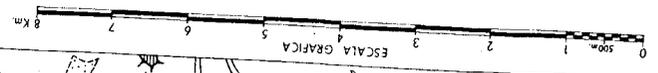
En la Hoja de Palencia están representadas las tres unidades morfológicas clásicas del Mioceno castellano: «Campiñas», «Cuestas» y «Páramos» (HERNANDEZ PACHECO, E., 1915).

Un estudio más detenido permite diferenciar tres dominios. El existente en la zona sur-oriental de la Hoja, constituido por dos mesas calcáreas y sus «Cuestas» asociadas. La zona nor-oriental se caracteriza por un modelado de terrazas colgadas, correspondientes al río Carrión. El tercer dominio corresponde al resto de la Hoja, en el que se desarrolla un modelado ligado al endorreísmo del área de La Laguna de La Nava. Los términos de la leyenda del mapa quedan subrayados en la Memoria.

En el primer dominio descrito los *Páramos* están constituidos por *mesas calizas*, en los que el afloramiento de roca es muy escaso, ya que están recubiertos por un depósito relativamente potente de «Terra rossa» generada por una importante karstificación. Dicha karstificación se manifiesta también por la existencia de un sistema de dolinas de bordes indefinidos, morfología en plato, formas circulares y ovals y dimensiones hectométricas, con una profundidad que no supera los 5 m. Desde el punto de vista genético son dolinas de disolución normal. En su desarrollo no parecen tener ningún condicionamiento de carácter tectónico.

Las calizas aflorantes están afectadas por un proceso de «lapiaz». Estas formas menores de disolución son de carácter oqueroso y desarrollan un sistema de tubos en general perpendiculares a la estratificación. Se trata de un lapiaz de tipo cubierto, generado bajo un suelo, que es asimilable a un *hohlkarren* (lapiaz oqueroso).

La superficie de las *Mesas* o *Páramos* no corresponde a la de colmatación de la Cuenca, ya que en la Hoja colindante al Sur (16-13, Dueñas) se



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 50 m.)
-  Escarpe de relieve estructural (menos de 50 m.)

MODELADOS DEPOSICIONALES

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

VERTIENTES

-  Paleoverdientes de regularización
-  Verdientes regularizadas
-  Deslizamientos rotacionales

RED FLUVIAL

-  Cauces activos
-  Cauces abandonados
-  Barrancos de incisión lineal
-  Carcavas
-  Collados de divergencia fluvial
-  Tramos de incisión lineal en depósitos cuaternarios

FORMAS KARSTICAS

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

MODELADO ANTROPICO

-  Acumulaciones antrópicas históricas
-  Nucleos urbanos
-  Canteras

OTRAS FORMAS

-  Depresiones cerradas

observa la presencia de pequeños cerros testigos que se elevan unos 10 m. sobre la misma. Esto indica que existe una superficie de erosión que arrasó a la de colmatación de la Cuenca. La historia de esta superficie de Páramo existente en la Hoja es muy compleja, ya que además del proceso kárstico antes señalado existen cantos de cuarcita mezclados con la «*Terra rossa*», lo que nos indica su carácter poligénico a partir de procesos de disolución (karstificación), de erosión y deposición.

En la Hoja existen dos mesas, entre las que está encajado el río Carrión: El Páramo de Autilla, al Sur, y el Páramo Llano, al Oeste. En las vertientes de estas mesas se distinguen varios tipos de formas, que se describen a continuación.

Existen *relieves estructurales* debidos a la presencia de capas duras de caliza de 1 m. de espesor, situadas a media ladera de la vertiente oriental del Páramo Llano, que dan origen a escalonamientos y rupturas bruscas de pendiente.

Por otro lado, tenemos los sistemas de *glacis*, en los que puede diferenciarse uno más antiguo, dado por un conjunto de cerros aislados o no, que constituyen un nivel de *glacis de sustitución* o encajado que en algunos casos empalman con terrazas del Carrión (*glacis-terrazza*). Presentan un característico perfil cóncavo con pendientes del 6 al 8 por 100 en la zona de raíz y están constituidos por clastos angulosos de calizas a menudo fuertemente cementados.

Bajo este nivel de *glacis de sustitución* se presenta un horizonte continuo de *glacis* que alcanza su mayor extensión y claridad en la zona en que vierten hacia la Laguna de la Nava. Se trata de formas de perfil cóncavo, roto frecuentemente por resaltes estructurales e incluso en algunos casos por aterrazamiento artificial antrópico. Se encuentran degradados y retocados por la red fluvial y están asociados con delgados depósitos de limos, arcillas y clastos de caliza provenientes del Páramo y sus vertientes.

Las cabeceras de las vertientes se caracterizan por la ausencia de afloramientos rocosos del sustrato, estando recubiertas por un tapiz de derrubios estabilizado, que creemos representa los equivalentes de la *regulación generalizada de las vertientes* de toda la región.

La red fluvial actual se encaja en las formas antes descritas dando origen a *barrancos de incisión lineal* y desarrollo de *acarcavamiento* en materiales incoherentes. Este proceso es activo en la actualidad.

Los productos de erosión se acumulan al pie de las vertientes bajo la forma de pequeños *conos de deyección* que con frecuencia coalescen unos con otros, situándose sobre la *llanura de inundación* del río Carrión.

La vertiente occidental del Páramo Llano es muy escarpada, y están presentes en la misma *deslizamientos rotacionales* cuya génesis parece estar ligada al socavamiento basal de dicha vertiente por el río Carrión.

La morfología del dominio del río Carrión es bastante sencilla. Se limita

a un sistema de *terrazas* colgadas, disectadas por la red fluvial, con mayor desarrollo en la margen derecha, por lo que presenta el perfil transversal disimétrico característico de todo el curso del río Carrión. El escalonamiento de las *terrazas* es de dos tipos, teniendo algunos niveles un *escarpe* muy *neto* y en otros, por el contrario, es de carácter *degradado*, lo que dificulta la separación de los distintos niveles. Esta degradación de los *escarpes* se debe a una regularización de las vertientes que es un fenómeno generalizado de esta región septentrional de la Cuenca del Duero. La regularización ha tenido lugar durante largos períodos de tiempo. Esto viene manifestado por la presencia de vertientes y valles antiguos colgados (*paleovertientes de regularización*).

Existen al menos tres etapas de regularización de vertientes separadas por fases de incisión lineal. Los depósitos están constituidos generalmente por gravas cuarcíticas con matriz limo-arenosa, que en las *paleovertientes* tienen desarrollado un perfil de suelo idéntico al de la terraza con la que enlazan. No cabe duda que esta regularización está asociada a períodos fríos en los que los derrubios se movilizaron por procesos de soliflujión y de *creep* de helada. En la Hoja colindante al Norte (16-11, San Cebrián de Campos) se han observado fenómenos de clasificación periglacial que vienen manifestados por cantos aplanados cuyo eje mayor se dispone en la vertical.

En la actualidad el río Carrión tiene en la zona norte de la Hoja un curso netamente meandriforme que pierde sinuosidad hacia el sur de la Hoja. Discurre netamente encajado en su *llanura de inundación*, que a su vez presenta algunos escalonamientos de pequeña entidad.

A excepción hecha del sistema de La Nava, la red fluvial afluente del río Carrión está formada en su mayoría por *valles de fondo plano*, que a su vez están alimentados por los depósitos de las *vertientes de regularización*. La unión entre los materiales del valle y de la vertiente se realiza mediante una concavidad basal de enlace en la mayoría de los casos, ya que en otros las vertientes son antiguas. Algunos de estos valles depositan pequeños *conos de deyección* en las rupturas de pendiente dadas por los niveles de *terrazas*.

Unos dos kilómetros al este de Paredes de Nava existe un conjunto de *acumulaciones antrópicas históricas* (¿Romanas?) constituidas por cenizas, limos y clastos variados (cerámica, huesos, etc.), implantados sobre las *terrazas* altas del Carrión y vertientes asociadas. Esta actividad antrópica antigua ha modificado ligeramente el carácter del modelo original. La *incisión lineal*, que viene dada por abarrancamiento y producción de *cárcavas*, afecta fundamentalmente a los bordes del depósito, por lo que se puede deducir que su actividad fundamental es histórica.

El tercer dominio considerado es el que ocupa mayor extensión, abarcando la mitad occidental de la Hoja. Se trata de una gran depresión cerrada

limitada al noreste por el sistema de terrazas del río Carrión, al sur y sureste por el «Páramo» calizo y «Cuestas» asociadas y al oeste por los relieves alomados de la Tierra de Campos situados en la Hoja colindante (15-12). Sus límites coinciden con los de la cuenca endorreica de la antigua Laguna de La Nava.

Las partes más bajas de la depresión vienen dadas por las Lagunas de La Nava y Cabritones, hoy desecadas y saneadas, las extensas llanuras de los valles de los ríos Valdeginete y Retortillo y valles laterales de fondo plano que vierten hacia ellos. Hacia los interfluvios y bordes de la depresión se desarrolla un sistema de *superficies* escalonadas. Los depósitos de estas superficies son de naturaleza muy variada en función de las características litológicas del área madre: Fangos de Tierra de Campos al oeste, gravas cuarcíticas de las terrazas al noreste y este y calizas al sur y sureste.

Al sur de la Hoja y en el interfluvio Valdeginete-Retortillo aparecen dos tipos de *relieves estructurales*: uno de ellos desarrollado sobre suelos calcimorfos que da origen a pequeñas mesas y el otro debido a *paleocanales* arenosos cementados a techo, más resistentes que los fangos y que motiva la existencia de relieves lineales de carácter sinuoso y perfil convexo, que a veces quedan fosilizados por los depósitos de las superficies antes citadas.

Dentro del sistema de superficies escalonadas se han representado en el mapa áreas de *superficies con depósito* y zonas de *terrazas en zonas endorreicas* que enlazan, en algunos casos, con vertientes modeladas en *glacis*, hoy en día colgadas, siendo asimilables a *glacis de sustitución*. Consideramos superficies con depósito a aquellos niveles más elevados con ligera pendiente, bastante degradados y con escaso depósito derivado fundamentalmente de fangos de Tierra de Campos. Por estas características resulta problemático asimilarlos a horizontes de terrazas. Sin embargo, las más inferiores tienen pendiente prácticamente nula, están bien conservadas, y tienen depósitos de gravas cuarcíticas. En la margen izquierda del Retortillo estas características son muy acusadas, se puede llegar a un enlace con las terrazas del río Carrión, tanto por cotas como por constitución litológica y perfil de los suelos desarrollados sobre ellas.

En nuestra opinión estas superficies se generan en áreas endorreicas, alimentadas por un sistema de glacis de escaso recorrido, cuyas zonas de «playa» corresponderían a zonas encharcadas ocasionalmente de las que sería tributaria una red difusa y de funcionalidad temporal. Este tipo de red es similar al que se observa actualmente como tributario a las lagunas de La Nava y Cabritones. Creemos que el escalonamiento de estas superficies se debe a diferentes épocas de apertura exorreica hacia el Carrión, coincidentes con el encajamiento de sus últimos niveles de terrazas.

En la actualidad el endorreísmo está definido por la existencia de las

dos lagunas citadas (hoy en día desecadas y saneadas) que enlazan con el extenso valle del río Retortillo y con el del Valdeginete, que presenta una llanura aluvial menos extensa. Ambos ríos están drenados artificialmente habiéndose canalizado su cauce.

Entre los diferentes niveles de superficies escalonadas se manifiesta claramente una regularización de vertiente que dulcifica los escarpes de las mismas, a la par que suaviza las formas del terreno, dando origen a una topografía suavemente alomada.

Dado el escaso contraste topográfico que presenta este dominio, la incisión lineal sólo se manifiesta en bordes mediante la presencia de *cárcavas* y *barrancos de incisión lineal*.

El modelado descrito se encuentra retocado por *acumulaciones antrópicas históricas*, un tanto dispersas, como son los castros de Castromocho y otros, que están en relación con las formas descritas en los alrededores de Paredes de Nava.

Por lo que respecta a la totalidad de la Hoja, no existen muchos hechos destacables de cara a una planificación del territorio. Unicamente podemos señalar la existencia de vertientes inestables por *deslizamientos rotacionales* en la margen izquierda del Carrión. Pensamos que el resto de las vertientes no tiene indicios de funcionalidad actual, excepción hecha en las zonas de *cárcavas*, donde la actividad erosiva es muy acusada. Debido al escalonamiento de la llanura de inundación y al encajamiento acusado del río Carrión, pensamos que las eventuales crecidas no darán origen a grandes inundaciones. Un aspecto a resaltar es la deficiencia de drenaje superficial y profundo del área endorreica de la Laguna de La Nava, con las consecuencias geotécnicas que esto trae consigo, así como de cara a la implantación de industrias que exijan una evacuación de residuos.

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 montuosos. 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 monocinualmente (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 montuosos. Durante el Astaraciense continúa la sedimentación en llanuras aluviales con canales anastomosados en el sur de la Hoja de Carrión y

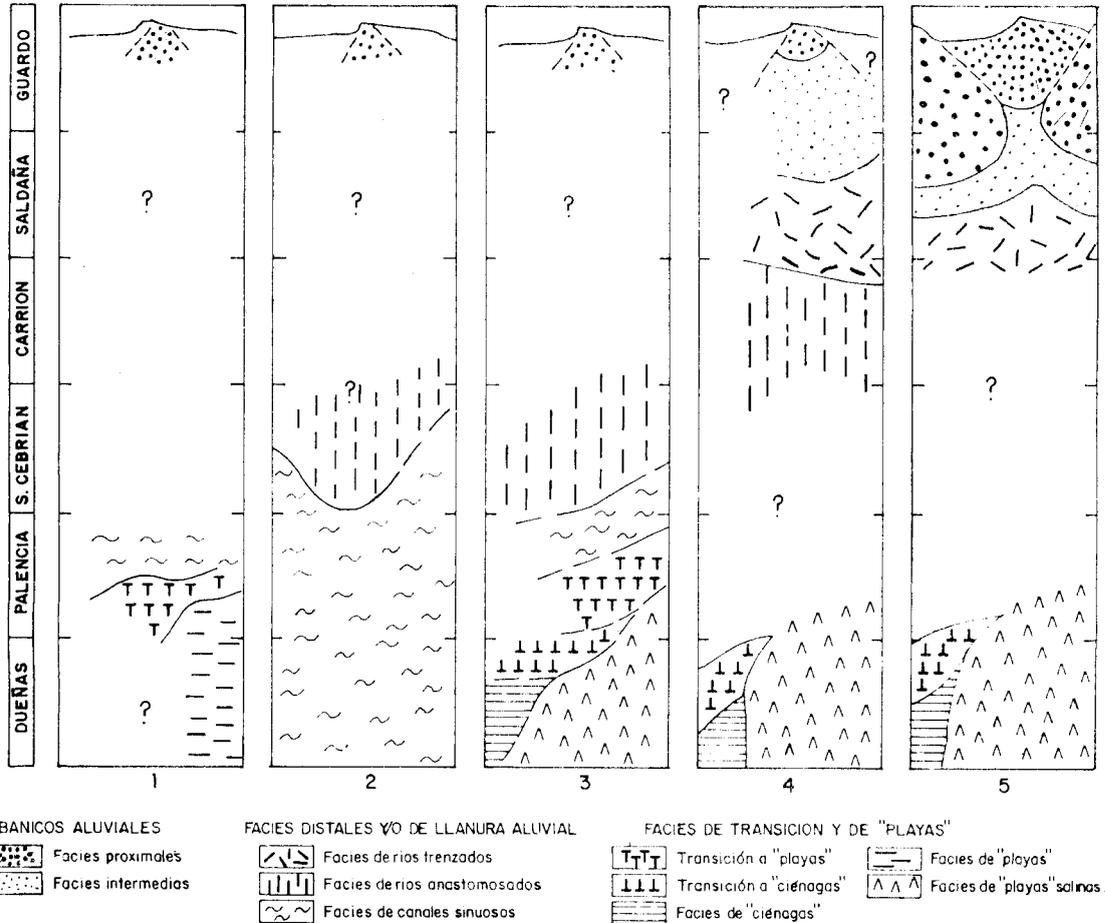


Figura 16. Esquema paleogeográfico evolutivo.

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 periodos 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 trezados. En la Hoja de Carrión se dan facies de carácter fluvial con ríos anastomosados efimeros, 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 trezados. 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 multiracintadas 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 cuestas; están removilizadas por la terraza Q₁T₁₅, 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 periglacial 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 acarreamiento (y posible estepización) es de época histórica.

7 GEOLOGIA ECONOMICA

7.1 MINERIA Y CANTERAS

En la actualidad se extraen «fangos» de la «Facies Tierra de Campos» para su utilización en la fabricación de ladrillos. Ocasionalmente, se mezclan con una pequeña proporción de arcillas grises de la facies Dueñas para la obtención de cerámicas más finas. Las canteras más importantes se sitúan en los alrededores de Palencia (Carretera a Santander), Paredes de Nava y Fuentes de Nava. En tiempo pasado se han efectuado sacas intermitentes de fangos en casi todas las localidades de la región para fabricación de adobes.

También se efectúan extracciones intermitentes de las arenas de la base de los canales de «Tierra de Campos», en diferentes puntos de la Hoja.

Las gravas silíceas de las terrazas del Carrión se explotan esporádicamente en los alrededores de Grijota.

Los yesos ha sido el material que mayor interés han tenido antiguamente como material explotable. Se obtenían mezclando los fangos con muchos megacrístales («Algez») con los yesos mesocristalinos («Rabillo»). En muchas ocasiones la extracción se hacía en galerías y en otras siguiendo las zonas de concentración de yesos en las laderas de las cuestas.

7.2 HIDROGEOLOGIA

Acuíferos de pequeño interés están localizados en las terrazas del río Carrión, pero suministrarían caudales muy pequeños dado su escaso espesor.

Las calizas de los páramos tienen un espesor entre 1 y 10 metros, se encuentran bastante drenadas, y la recarga se ve dificultada por la abundancia de arcillas de descalcificación sobre la superficie del Páramo. No obstante, dada la amplitud de las áreas de recarga, podrían obtenerse caudales de 1 a 3 litros por segundo. La calidad de estas aguas sería bastante deficiente dada la proximidad de las facies salinas.

La recarga de los posibles acuíferos de los canales de Tierra de Campos se efectuaría fundamentalmente de los depósitos gruesos de los bordes. El pequeño espesor de las arenas y gravas de fondo de canal en los cuerpos arenosos más superficiales, hacen prever pequeños caudales en ellos. No hay que descartar la existencia en profundidad de acuíferos cautivos, en canales de granulometría más gruesa, que proporcionarían aguas surgentes, como ocurre en Monzón de Campos (Hoja 17-12, Torquemada).

8 PATRIMONIO NATURAL GEOLOGICO

Merecen la pena ser inventariados, para su estudio, las zonas de depósitos antrópicos correspondientes a los residuos urbanos existentes en Castromocho y Paredes de Nava en el paraje de las Pedrajas, probablemente se trata, en sus etapas más recientes, de poblados romanos. Se encuentra en ellos abundante «terra sigillata».

Pueden presentar un relativo interés didáctico los afloramientos de las Facies de las Cuestas existentes en la ladera suroccidental del Páramo Llano (La Miranda). Las labores de antiguas canteras de yesos han proporcionado buenos afloramientos para el estudio de las facies de playas salinas.

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 Madero 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.*
- FREYDET, 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 tinae (Man. Rod) Mittelspaniens und 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, Físic. 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 gigantescas». *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 Inv. 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. Pèdol*, 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.
- ROLINA, 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».
- ORDÓÑEZ, 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.