



IGME

400

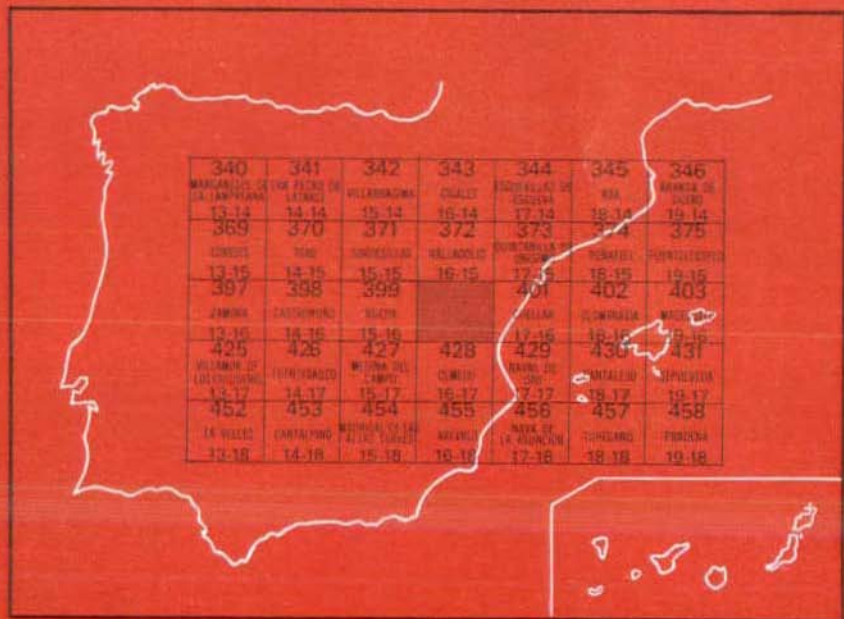
16-16

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

PORTILLO

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

PORTILLO

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.» - «INGENIERIA MINERO INDUSTRIAL, S. A.» (C. G. S., S. A. - I. M. I. N. S. A.), bajo normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido los siguientes técnicos superiores:

En *Geología de campo*: J. M. Portero (CGS), y P. del Olmo (CGS).

En *Geomorfología*: J. M. Portero (CGS) y M. Gutiérrez Elorza (UNIV. ZARAGOZA).

En *Cuaternario y Formaciones superficiales*: J. M. Portero (CGS) y E. Molina (UNIV. SALAMANCA).

En *Sedimentología de campo*: E. Aragónés (CGS).

En *Micromamíferos*: N. López Martínez (C. S. I. C.).

En *Vertebrados*: M. Alberdi (C. S. I. C.).

En *Palinología*: N. Solé (UNIV. SALAMANCA).

En *Characeas*: J. Ramírez del Pozo (CGS) y M. C. Leal (CGS).

En *Foraminíferos y Ostrácodos*: J. Ramírez del Pozo (CGS) y M. C. Leal (CGS).

En *Micromorfología de suelos*: E. Molina (UNIV. SALAMANCA).

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

Laboratorios: CGS (Calcimetrías, cualitativo de sulfatos, granulometrías, petrografía).

Departamento Estratigrafía Universidad Complutense de Madrid (Balanza de sedimentación, minerales pesados).

Departamento de petrología de la Universidad Complutense de Madrid (Balanza de sedimentación).

Departamento de Cristalografía de la Universidad Complutense de Madrid (Rayos X).

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

Coordinación y dirección: J. M. Portero.

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

Dirección y coordinación por el IGME: A. Pérez González y E. Elizaga.

Asesores especiales: I. Corrales (Universidad de Salamanca), L. Sánchez de la Torre (Universidad de Oviedo) y C. Puigdefábregas (Universidad Autónoma de Barcelona).

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

Depósito Legal: M - 20.157 - 1982

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

1 INTRODUCCION

La Hoja de Portillo está situada en la submeseta septentrional (Castilla la Vieja), algo al Sur del centro geométrico de la Cuenca del Duero. Pertenece en su totalidad a la provincia de Valladolid.

Se caracteriza por un relieve escasamente accidentado. Las alturas oscilan entre 690 m. en el cauce del río Eresma (Valdestillas), y 870 m., en el Pinar de las Arenas, al norte de Portillo. Los elementos geográficos más importantes son las altiplanicies o «Páramos», las laderas de los mismos denominadas «Cuestas», que enlazan con los relieves alomados o «Campiñas». En esta zona de la Cuenca del Duero, la «Campiña» presenta características morfológicas propias, destacándose la dilatada llanura inferior («Superficie de Coca-Arévalo») que imprime carácter a la mitad sur de la Cuenca del Duero, en donde se extiende ampliamente. La red fluvial (Eresma, Adaja, Cega, Voltoya, etc.) discurre drásticamente encajada en esta superficie (PEREZ GONZALEZ, A., 1979), dando origen a angostos valles de laderas escarpadas normalmente estabilizadas. En la mitad occidental de la Hoja se desarrollan relieves en graderío correspondientes a los sistemas de terrazas de los ríos Duero, Eresma y Adaja.

Sobre la «Superficie de Coca-Arévalo», «Cuestas» y «Páramos» se sitúan indiferentemente importantes acumulaciones de arenas eólicas, en las que pueden reconocerse formas de erosión y/o acumulación típicas como dunas, cordones dunares, *blow-outs*, etc. En la actualidad el manto eólico se encuentra fijado por los extensos pinares característicos de esta región. Los cultivos más extendidos son la vid y los cereales. Son también muy importantes, en la llanura inferior, los regadíos (remolacha, alfalfa, hortalizas, etc.). Los núcleos de población más destacables son Portillo, situado en el noreste de la Hoja, e Iscar, en el ángulo sureste, en donde se ha desarrollado una importante industria maderera.

Desde el punto de vista geológico, la Hoja de Portillo está situada en la gran cuenca intramontana correspondiente a la Submeseta Septentrional o Cuenca del Duero. La Cuenca del Duero está rellena por materiales terciarios y cuaternarios depositados en régimen continental. Los materiales pertenecientes al Paleógeno afloran en los bordes de la Cuenca, en forma de manchas aisladas de extensión variable, normalmente adosados a los marcos montuosos y discordantes sobre ellos. Presentan facies variadas, dominando los conglomerados de facies proximales y las areniscas más o menos gruesas con secuencias fluviales, quedando los ambientes de «Playas» circunscritos a pequeñas zonas (CORROCHANO, 1977). Es el Neógeno el que alcanza mayor desarrollo en la Cuenca; siguiendo a SANCHEZ DE LA TORRE, L. (1978 y 1979) en la zona norte y este (?) de la Cuenca del Duero: «Los ambientes sedimentarios en que se acumulan los sedimentos corresponden a condiciones continentales desde abanicos aluviales en las zonas de borde, que pasan, en lenta transición lateral, a ambientes fluviales, en los que disminuye hacia el interior de la Cuenca la densidad de los canales arenosos aumentando la dimensión, separados por sedimentos de fangos de llanura de inundación con pequeñas charcas [«Facies Tierra de Campos», H. PACHECO, E., 1915]. Los desbordamientos rápidos provocan sobre las pequeñas depresiones sedimentos de ciénagas (en el sentido de MELTON, 1965), lagunas y playas [«Facies Dueñas», C. G. S., S. A., IMINSA, 1978]».

Aunque cada uno de estos ambientes sedimentarios funciona independientemente, existe un flujo de masa desde el borde externo hacia el interior, atravesando todo el conjunto, por lo que constituye un solo sistema deposicional dominando la presencia de «abanicos aluviales externos».

En los bordes sur y oeste de la Cuenca no se reconoce la geometría de abanicos aluviales típicos como los del borde norte, depositándose arcosas fangosas y arcosas mediante un mecanismo de transporte torrencial en las zonas proximales y fluvio-torrencial en las distales.

Hacia el interior de la Cuenca, y sobre todo en los tramos altos del Mioceno Medio (Astaraciense) y bajos del Superior (Vallesiense) y preferentemente en el centro y este, se pasa a facies de ciénagas, playas, playas salinas y playas salinas en tránsito a lacustre que constituyen la «Facies de las Cuestas». Las «Calizas con gasterópodos de la superficie del Páramo» corresponden a una mayor expansión de los ambientes lacustres más o menos generalizados durante el Mioceno más Superior y Plioceno Inferior (?) (AGUIRRE, E. *et al.*, 1976).

En la zona central de la Cuenca (Hojas 343, Cigales, y 372, Valladolid) y en el borde este, región de Aranda de Duero (GARCIA DEL CURA, M. A., 1974, y ORDOÑEZ *et al.*, 1976) existen sedimentos más modernos por encima de las «Calizas con gasterópodos» antes citadas. En el área de Cigales-Valladolid se ha detectado la existencia de fases tectónicas,

procesos kársticos y unidades litoestratigráficas, perfectamente correlacionables con procesos semejantes ocurridos durante el Plioceno en la Submeseta Meridional (PEREZ GONZALEZ, A., 1979). En el centro de la Cuenca del Duero hay sedimentación de margas arenosas y calizas a techo (Páramo superior), en ambientes de playas salinas en tránsito a lacustre más o menos generalizado.

En equivalencia lateral a estos depósitos se sitúan en el borde sur de la Cuenca los depósitos conglomeráticos del abanico instalado en la superficie pre-raña de Labajos. 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, de áreas semiendorreicas, de vertientes y paleovertientes, de superficies, eólicas y residuos de alteración kárstica.

En la Hoja de Portillo están representados los siguientes tramos del Mioceno:

- Arcosas fangosas y arcosas («Facies Villalba de Adaja», CORRALES, I., *et al.*, 1978).
- Fangos y canales arenosos («Facies Tierra de Campos», H. PACHECO, E., 1915).
- Arcillas, margas, yesos y calizas («Facies de las Cuestas», H. PACHECO, E., 1915).
- Calizas con gasterópodos («Caliza de los Páramos», H. PACHECO, E., 1915).

La deposición de los materiales es prácticamente subhorizontal, pudiendo detectarse algunas ondulaciones de gran radio y una pendiente generalizada del orden 1,5 por 100 hacia el Este.

El área ocupada por la Hoja ha sido estudiada por diferentes autores, entre los que destacan: CORRALES, I. (1979), y CORRALES, I., *et al.* (1978), quienes estudian la distribución y características de las facies miocenas del sector sur de la Cuenca del Duero. PEREZ GONZALEZ, A. (1979), quien estudia el Cuaternario de la región central de la Cuenca del Duero, estableciendo sus principales rasgos geomorfológicos y realizando en parte de la Hoja y zonas próximas mapas geomorfológicos de características generales a escala 1:50.000. ROYO GOMEZ, J. (1929), describe la fauna malacológica del páramo del Pinar Llano, al sur de Portillo, y da noticia del hallazgo de molares de Antílope e *Hipparion* en la «Facies de las Cuestas», al norte de Pedrajas de S. Esteban. Por lo que respecta a cartografía geológica, los trabajos más importantes son los de AEROSERVICE Ltd. (1967), a escala 1:250.000; CGS S.A.-ADARO (1978), a escala 1:200.000, y ARRIBAS, A., y JIMENEZ, E. (1970), Mapa Geológico de España. Escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Hoja 29 (Valladolid).

En zonas limítrofes son de interés los trabajos de ALCALA DEL OLMO, L. (1972 y 1975), y CASAS, J., *et al.* (1972), sobre la sedimentología de los arenales de la Cuenca del Duero. Las Hojas MAGNA de: Palencia (274), Dueñas (311), Cigales (343), Valladolid (372), Olmedo (428) y Arévalo (455), realizadas por CGS S.A.-IMINSA en los años 1978 y 1979. HERNANDEZ PACHECO, F. (1930), estudia la Geología y Paleontología del territorio de Valladolid. GARCIA ABBAD, F., y REY SALGADO, J. (1973), estudian y cartografían a escala 1:50.000 el Mioceno y Cuaternario de Valladolid. También destaca el trabajo de SANCHEZ DE LA TORRE, L. (1979), en el que se definen las características de la sedimentación miocena en la zona norte de la Cuenca del Duero.

Siguiendo las directrices del 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 las Hojas MAGNA, con el objeto de obtener la mayor información posible para intentar comprender los procesos geológicos ocurridos en el ámbito de la Hoja, 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 levantamiento de perfiles de suelos con toma de datos de texturas, estructuras, espesores y alteración del sustrato.
- Estudios sedimentológicos de campo con descripción de la geometría, estructura, textura y secuencias de los cuerpos sedimentarios, bien aislados o en columnas estratigráficas de conjunto. Realización de espectros litológicos. Medidas 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.
 - Microflora: Polen, Charáceas.
 - Microfauna: Ostrácodos, Gasterópodos y Foraminíferos.

2 ESTRATIGRAFIA

En la Hoja de Portillo afloran materiales pertenecientes al Neógeno y Cuaternario que han sido depositados en régimen continental. Se han reconocido sedimentos que van desde el Mioceno Inferior (Orleaniense Superior) al Plioceno Inferior probable (¿Rusciniense?), recubiertos por extensas manchas de Cuaternario de variada naturaleza.

2.1 MIOCENO - PLIOCENO INFERIOR (?)

Están representados los tres tramos clásicos del Mioceno Castellano (H. PACHECO, E., 1915) y series equivalentes de la «Unidad inferior detrítica» (C.G.S., 1978), denominadas «Facies Villalba de Adaja» por CORRALES, I., *et al.* (1978). De muro a techo (fig. 1) son:

- *Facies Tierra de Campos.*—Formada por fangos ocreos (arcillas limo-arenosas) con paleocanales arenosos intercalados. Hacia el Norte, Hojas 16-15 (Valladolid) y 16-14 (Cigales), y en sus términos más bajos, pasa lateralmente a facies de margas grises y blancas (*Facies Dueñas*), y hacia el Sur y el Oeste a fangos arcóxicos y arcosas rojizas y gris verdosas (*Facies Villalba de Adaja s.l.*).
- *Facies de las Cuestas.*—Constituida por arcillas y margas, ocasionalmente 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 terciaria. Para H. PACHECO, E., forman parte de esta unidad las alternancias de calizas y margas situadas por debajo.

La «Facies Villalba de Adaja s.l.» (constituida por la «Facies Villalba de Adaja s.s.» y la «Unidad Pedraja de Portillo», de granulometría más fina, es la que ocupa la mayor parte de la Hoja, extendiéndose por toda ella. Los afloramientos de la «Facies de las Cuestas» y «Calizas con gasterópodos» se sitúan principalmente en la mitad oriental de la misma en los Páramos de Portillo, llano de San Marugán e Iscar.

Las dataciones efectuadas mediante el estudio de micromamíferos fósiles, en las Hojas adyacentes de Valladolid (16-15) y Cigales (16-14), indican una edad comprendida entre el Orleaniense Superior y límite Astaraciense-Vallesiense (Mioceno Inferior y Medio) para la «Facies Villalba de Adaja s.l.». La «Facies Tierra de Campos» se data como Astaraciense (Mioceno Medio). La «Facies de las Cuestas s.l.» va desde el Astaraciense Superior al Vallesiense Superior (Mioceno Medio y Superior). Las «Calizas con gasterópodos

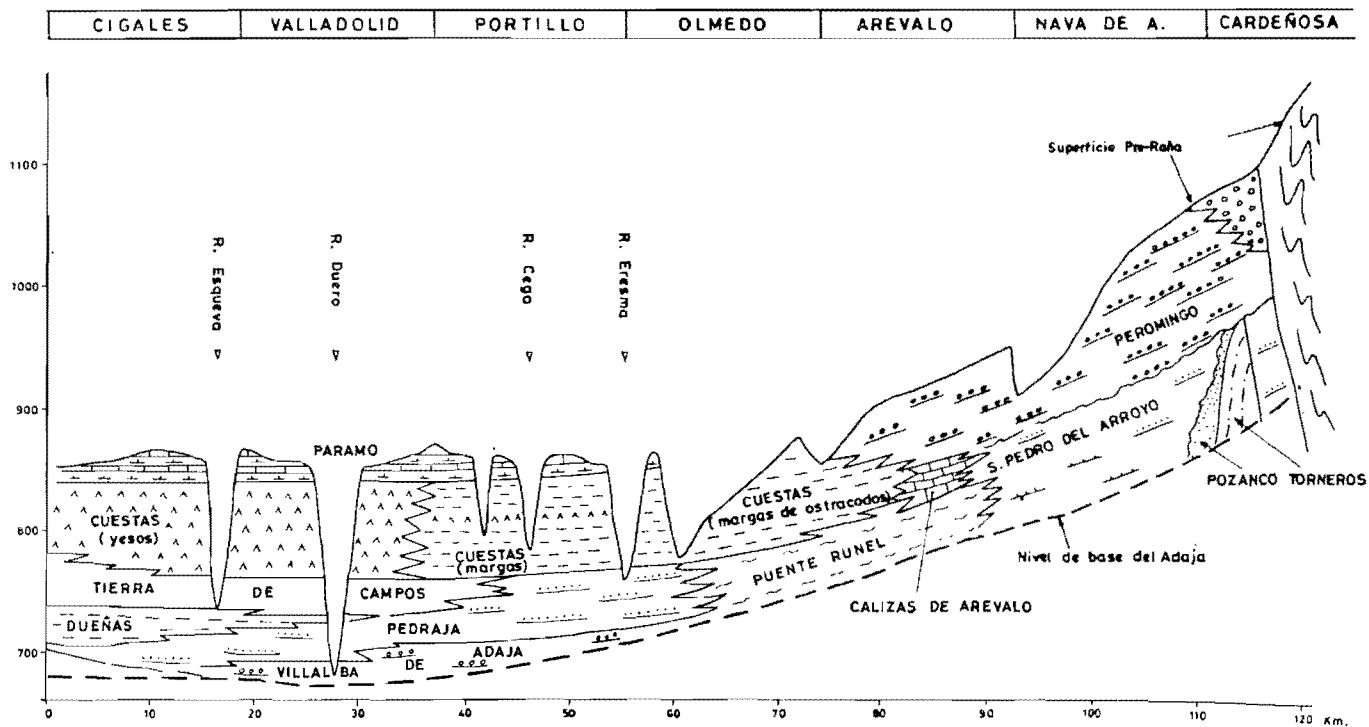


Figura 1.—Esquema estratigráfico N-S.

de la superficie del páramo» representan términos del Vallesiense más Superior-Turolense y probablemente del Rusciniense (Mioceno Superior a Plioceno Inferior, ?).

2.1.1 «Facies Villalba de Adaja s.l.»

Se han diferenciado dos unidades atendiendo a características litológicas y sedimentológicas.

2.1.1.1 *Arcosas fangosas rojizas y gris verdosas y arcosas con niveles de gravas de cuarcita. Suelos calcimorfos s.l. «Facies Villalba de Adaja s.s.», Orleanense a Astaraciense Inferior*

(Tc_{g12-11}^{Ba2-Bb1} y Tsc₁₂₋₁₁^{Ba2-Bb1})

Esta unidad ha sido definida por CORRALES, I., *et al.* (1978) en la localidad tipo que le da nombre. Ha sido estudiada por nosotros en los cortes de Matapozuelos, Villalba de Adaja y río Cega.

Estratigráficamente ocupa la posición más baja dentro del área de estudio, junto con los términos más inferiores de la «Unidad Pedraja de Portillo», de la que es equivalente lateral. Aflora fundamentalmente en los angostos valles de los ríos Adaja, Eresma y Cega, ocupando normalmente las cotas más bajas de la Hoja. Adquiere gran desarrollo hacia el Oeste en la zona de Tordesillas, Toro, Nava del Rey y Medina del Campo.

Está constituida por arcosas y arcosas fangosas de tonos rojizos y gris verdosos. A techo de estas últimas se sitúan importantes acumulaciones de carbonatos. En todas las series es constante la presencia de gravas, fundamentalmente cuarcíticas, concentradas en niveles (en la base de los cuerpos arenosos) o dispersas (Tc_{g12-11}^{Ba2-Bb1}). El espesor máximo observado es de 30 m.

Se trata de verdaderas arcosas con un 40-60 por 100 de cuarzo, 40-55 por 100 de feldespatos y 0-15 por 100 de fragmentos de rocas fundamentalmente metamórficas. Los feldespatos potásicos dominan sobre los calcosódicos (fig. 2).

Estas arcosas presentan porcentajes variables de fango (limo + arcilla), encontrándose todos los pasos entre fangos y arenas, pero con predominio de las fracciones arenosas más o menos sucias (figs. 3 y 4).

El contenido en gravas (mayores de 2 mm.) va desde el 0 al 30 por 100. En los tamaños superiores a 1 cm. domina la cuarcita (50 por 100) sobre el cuarzo (40 por 100), siendo el resto areniscas, granitoides, liditas y esquistos. El tamaño máximo observado es de 18 cm. en cuarcita y la morfoscopía subredondeada. Estos clastos pueden encontrarse dispersos entre las arcosas o concentrarse en niveles próximos a cicatrices (*channel lag*, ?).

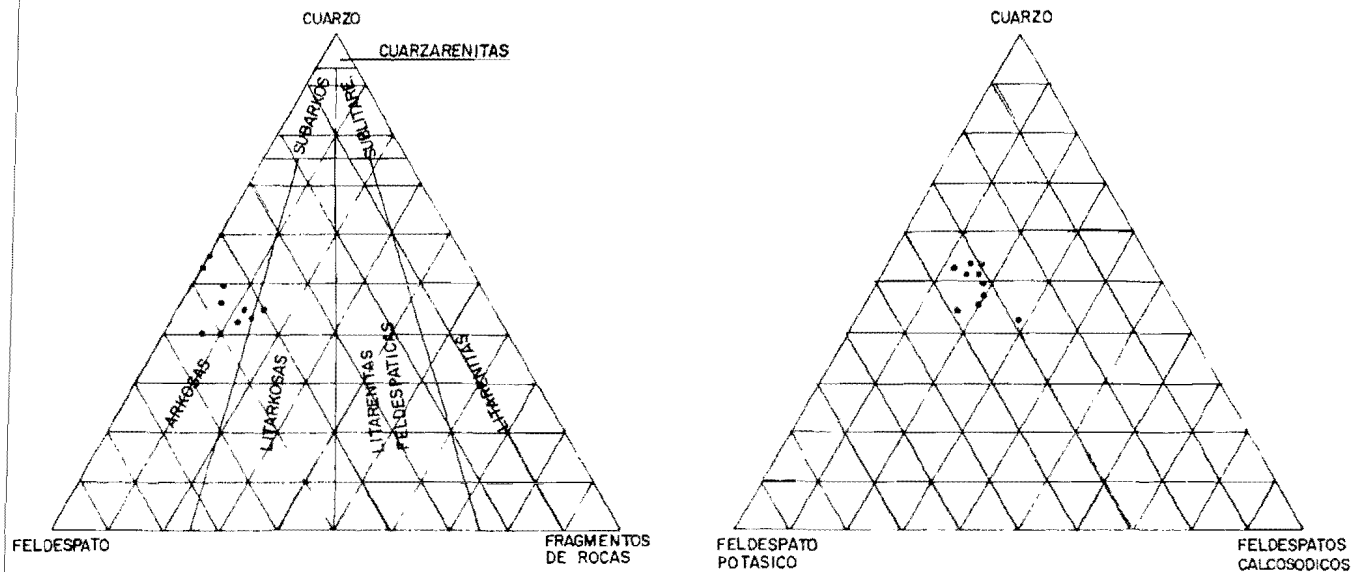


Figura 2.—Composición mineralógica de las arenas de la «Facies de Villalba de Adaja».

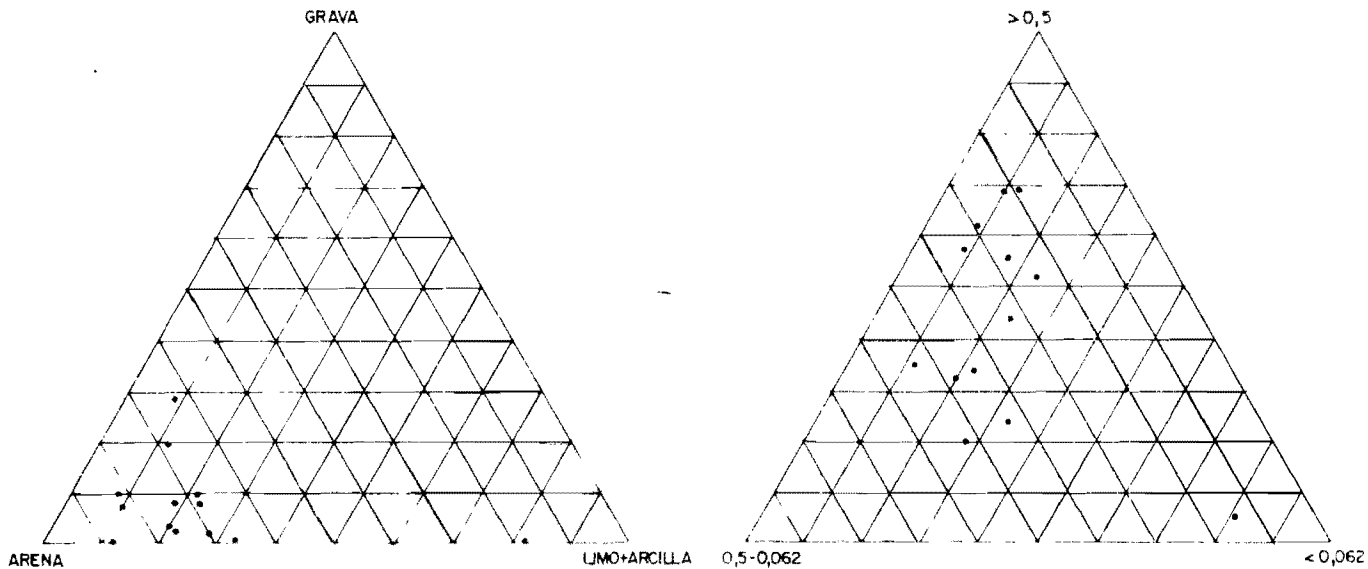


Figura 3.—Composición granulométrica de las arenas de la «Facies de Villalba de Adaja».

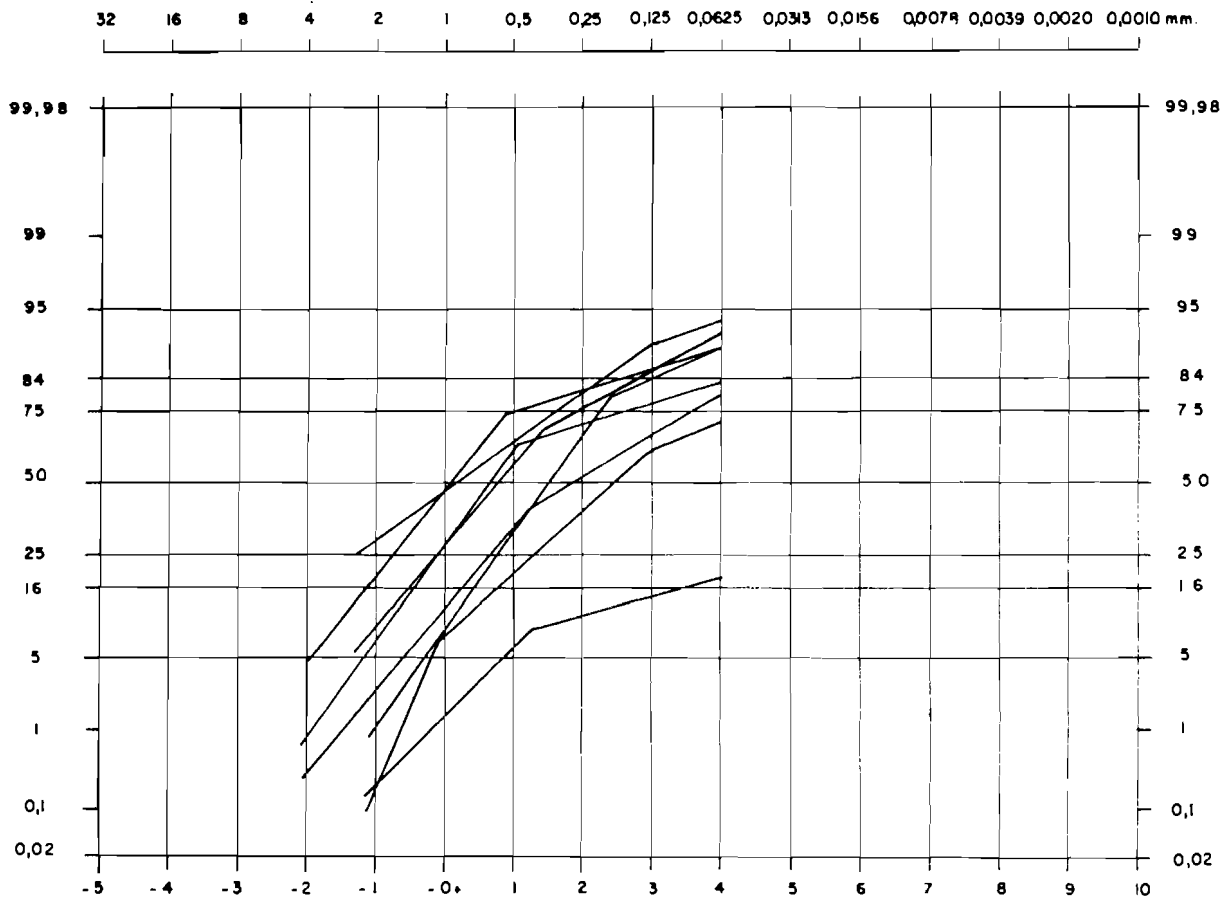


Figura 4.—Curvas granulométricas de las arenas y fangos de la «Facies de Villalba de Adaja».

La fracción arena constituye normalmente del 65 al 93 por 100 del total (en casos aislados no llega al 20 por 100). El tamaño medio oscila entre 1 mm. y 0,2 mm., siendo la morfoscopia más frecuente la subangulosa (figuras 3 y 4).

Los finos pueden llegar en casos excepcionales a constituir el 80 por 100, pero lo normal es que el limo no sobrepase el 20 por 100 ni la arcilla el 11 por 100 del total de la roca. Las difractometrías de Rayos X de la fracción arcillosa revelan que está compuesta por smectitas (montmorillonita) como componente mayoritario e illita abierta-atapulgita como minoritarios y existen trazas de interestratificados 14-14 H, que nos indican unas condiciones de drenaje muy deficiente. En general, todo el conjunto parece estar muy edafizado con tendencia al *pseudogley*.

Los minerales pesados más abundantes son la turmalina (16-35 por 100), granate (20-39 por 100) y circón (2-6 por 100), estando presentes el rutilo, anatasa y broquita en porcentajes menores del 3 por 100, y la titanita como trazas entre los minerales de procedencia plutónica. Entre los metamórficos aparece andalucita (7-16 por 100), distena (4-17 por 100), estaurilita (0-8 por 100) y sillimanita (1 por 100). También están presentes la epidota (1-5 por 100), zoisita (1-3 por 100) y, eventualmente, apatito. En conjunto, la facies está caracterizada por la abundancia de turmalina y granate, y circón presente entre los minerales resistentes. Los minerales metamórficos están siempre representados, destacando la andalucita y, en ocasiones, la distena.

En conjunto, las arcosas y arcosas fangosas de esta unidad están descarbonatadas con un porcentaje de carbonatos siempre menor del 2 por 100. Sin embargo, a techo de las secuencias se concentran los carbonatos en forma de «pseudotúbulos» y «nodulizaciones» más o menos masivas y enraizadas que dan origen a niveles más resistentes que destacan en el terreno y que pueden llegar a alcanzar 2 m. de espesor. El estudio petrográfico revela que son micritas más o menos recrystalizadas con un 15-50 por 100 de terrígenos, en los que dominan fundamentalmente los cuarzos sobre los feldspatos (fig. 5). El estudio micromorfológico nos indica la siguiente evolución para estos materiales: una vez depositados los materiales detríticos, en condiciones de mayor o menor encharcamiento estacional (niveles freáticos altos que pueden emerger en superficie) y hasta un nuevo aporte, han existido épocas (estacionales) en que la superficie de los materiales ha permanecido al aire. Esto permitió el desarrollo de suelos con un cierto lavado de arcilla, e incluso en algún caso pudo haber suelos con desarrollo de un horizonte A₂. Todo el conjunto es erosionado, transportado y sedimentado por el siguiente ciclo. Este puede terminar con procesos edáficos como su antecesor o con procesos palustres con costras y rasgos hidromorfos. Estos ciclos se han repetido numerosas veces en estas facies. Así, algunas muestras revelan que pueden depositarse fangos calizos con detríticos, que luego

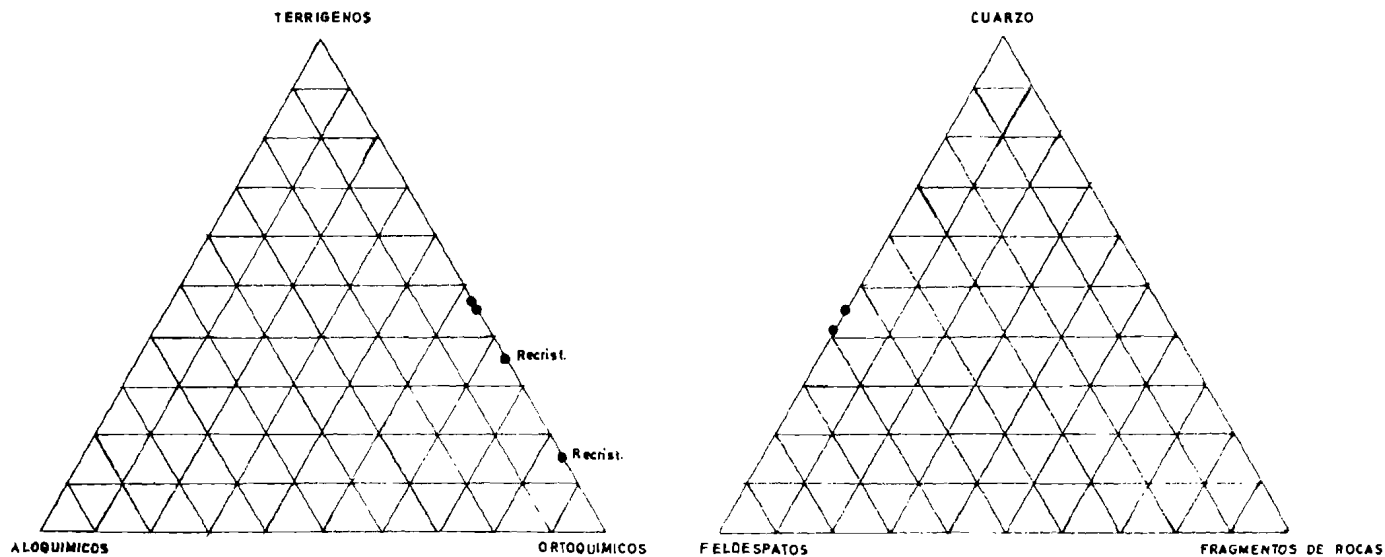


Figura 5.—Composición de los niveles carbonatados de la unidad Villaiba de Adaja S.S.

sufren procesos diagenéticos, disoluciones locales y posterior relleno de huecos por plasma argílico con detriticos en condiciones hidromorfas, después cementados en condiciones de tipo freático. Finalmente, hay disolución parcial del conjunto afectando al propio cemento calizo, seguida de iluviación de arcillas rojas en zonas localizadas, con un posible proceso edáfico superior.

Como se ve, los «suelos calcimorfos s.l.» de esta unidad se deben a procesos complejos: sedimentarios, diagenéticos, edáficos y combinados.

Los materiales se disponen en secuencias débilmente granodrecientes, comenzando por arcosas y terminando por arcosas fangosas con nódulos de carbonatos. Los clastos se concentran en niveles sobre cicatrices internas o bases erosivas o dispersos entre las arcosas, como ya hemos indicado. Se organizan en canales, como es el caso del afloramientos de Villalba de Adaja, donde un paleocanal de arena y grava aparece erosionando una secuencia de arcosas y arcosas fangosas carbonatadas. La base es marcadamente erosiva y muy irregular, existiendo grandes bloques de sedimento carbonatado inmediatamente por encima de la misma. Las arcosas tienen laminación paralela o de bajo ángulo.

Las medidas de paleocorrientes indican un aporte NO-SE, sin que pueda precisarse el sentido; sin embargo, teniendo en cuenta los datos regionales (CORROCHANO, A., 1977; CORRALES, I., *et al.*, 1978) podría admitirse una procedencia del Oeste.

La unidad ha sido interpretada (CORRALES, I., *et al.*, 1978) como un depósito de coladas de fango que a veces muestran tramos canalizados. Realmente parece que las coladas juegan un importante papel en la sedimentación, aunque queremos destacar aquí la presencia de depósitos de tracción de elevada energía y alta relación sedimento/agua, indicando un ambiente de aportes torrenciales, probablemente intermitentes, que pensamos se podría asimilar a las actuales «Ramblas».

Se han diferenciado en la cartografía las áreas en que aparecen intercalaciones decimétricas de arcosas con cemento calcáreo y tonos blanquecinos y ocres, que afloran principalmente en los valles del Cega, al norte de la Hoja; Adaja, al sur, y Eresma, al sureste de Alcazárén.

Tienen un 25 por 100 de cemento calcáreo, 25 por 100 de cuarzo, 20-30 por 100 de feldespato potásico, 15 por 100 de feldespato calco sódico, 5 por 100 de fragmentos de rocas metamórficas y 5-10 por 100 de matriz caolínica. Reciben la sigla Tsc^{ba2-^{bb1}}_{c12-11} y deben representar zonas de interdigitación de la «Facies Villalba de Adaja s.s.», con aportes de procedencia sur y sureste asimilables a la «Facies Puente Runel» (CORRALES, I., *et al.*, 1978), que se desarrolla ampliamente hacia el sur y este en las Hojas 16-17 (Olmedo), 16-18 (Arévalo) y 16-19 (Nava de Arévalo).

2.1.1.2 *Fangos arcósicos rojizos y gris verdosos. Paleocanales de arenas arcósicas. «Unidad Pedraja de Portillo»*

($T_{c12-11}^{Ba2-Bb2}$, T_{c11}^{Bb1} y T_{c11}^{Bb1})

Esta unidad ha sido estudiada en los cortes de Pedraja de Portillo y Alcazarén.

Pasa lateralmente a la «Facies Villalba de Adaja s.s.» y en los superiores es equivalente de la «Facies Tierra de Campos» y base de la «Facies de las Cuestas». Aflora extensamente por toda la Hoja, así como en las colindantes de Valladolid (16-15) y Olmedo (16-17).

Está constituida por fangos arcósicos rojizos y gris verdosos, entre los que se intercalan pequeños canales de arcosas finas a gruesas.

Las arcosas y fangos se disponen en secuencias grandecrecientes que terminan en calizas intermedias de facies palustre a lacustre (FREYTET, 1973) que normalmente están erosionadas por el ciclo siguiente ($T_{c12-11}^{Ba2-Bb2}$). El espesor de estos ciclos es del orden de 2 a 4 m. y el máximo de la facies, medido sobre mapa, oscila entre 40 y 80 m.

La relación arenas/fangos es aproximadamente 1 en toda serie, excepción hecha de los 10 m. superiores, en paso a las «Facies de las Cuestas», en el borde este de la Hoja, en donde dominan los términos más finos. La granulometría de las arenas y fangos aumenta hacia el Oeste.

Los fangos arcósicos son limolitas arenosas con porcentajes de grava menores del 2 por 100, de arena entre el 10 y 44 por 100, limo entre 40 y 63 por 100 y arcilla entre 14 y 41 por 100. En conjunto, tienden a estar edafizados, sobre todo en la base de los canales, donde tienen aspecto de *pseudogley*. Están totalmente decarbonatados, con un contenido en carbonatos siempre menor del 2 por 100. Los análisis de Rayos X de las fracciones arcillosas revelan que los componentes mayoritarios son las smectitas (montmorillonitas), siendo minoritarias las arcillas heredadas (illita y caolinita) y, ocasionalmente, las neoformadas (atapulgita), aparecen trazas de clorita; esto nos indica unas condiciones de drenaje deficientes.

Los niveles calcáreos que aparecen a techo de los fangos son micritas, con un 10 por 100 de granos de cuarzo y un 15 por 100 de arcilla. El estudio micromorfológico nos indica que se trata de calizas intermedias o de paso de facies palustre a lacustre (FREYTET, 1973). En ocasiones presentan claros procesos de nodulización y fisuraciones debidas a condiciones palustres. La sedimentación debió producirse en un medio de lagunas efímeras, sufriendo después un proceso de desecación por emersión, que determinan su nodulización.

Las arenas de los canales (fig. 6) son en esta Hoja verdaderas arcosas, con un 40-60 por 100 de cuarzo, 40-60 por 100 de feldespatos y 0-15 por 100 de fragmentos de rocas, fundamentalmente metamórficas. Los términos de litarcosas aparecen al Norte, en la Hoja de Valladolid (16-15).

Las arcosas tienen porcentajes de gravas (mayores de 2 mm.) que oscilan entre el 0,1 y 25 por 100, arena entre 55 y 95 por 100 y limo más arcilla entre el 1 y 55 por 100 (figs. 7 y 8). El tamaño medio, en la Hoja, oscila entre 0,125 y 1 mm. (arenas finas a gruesas). El contenido en carbonatos no sobrepasa el 2 por 100.

En la cartografía se han diferenciado las zonas en que afloran fundamentalmente cuerpos arenosos bajo la sigla T_{c11}^{bb1} .

Los minerales pesados de procedencia plutónica más abundantes son la turmalina (15-32 por 100) y el granate (12-40 por 100), estando presente el circón (2-12 por 100); el rutilo y la anatasa están en proporciones menores del 6 por 100. De entre los metamórficos destacan la andalucita (9-20 por 100), distena (1-13 por 100), sillimanita (2-8 por 100) y estauroilita (2-5 por 100). También aparecen epidota, anfíboles, zoisita y apatito en proporciones variables. Al igual que la «Facies Villalba de Adaja s.s.» (2.1.1.1), está caracterizada por la abundancia de turmalina y granate, y circón presente entre los minerales resistentes, estando siempre presentes los minerales metamórficos, entre los que destaca la andalucita y en ocasiones la distena.

Como ya se ha indicado, arcosas y fangos se disponen en secuencias granoderecientes, observándose cicatrices erosivas, a veces muy pronunciadas, en la base de los niveles arenosos. Normalmente no se aprecia ninguna estructura interna, aunque en ocasiones parecen existir laminaciones debidas a estratificación cruzada de *megaripple*. El espesor de las facies canalizadas es de 1 a 4 m. y su anchura es de orden decamétrico o menor.

Las medidas de paleocorrientes dan direcciones de aporte O-E hacia el Este y NO-SE, sin que se pueda precisar el sentido que por consideraciones regionales debe ser hacia el SE. En conjunto, la facies tiene una probable procedencia del Oeste, fundamentalmente del noroeste.

Las coladas son, al parecer, el agente más importante de la sedimentación. Ocasionalmente se instalarían pequeños canales fluviales.

Sobre el mapa se han distinguido aquellas áreas, en que se intercalan arcosas con cemento calcáreo y tonos blanquecinos y ocre, que suelen tener potencia decimétrica (T_{c11}^{bb1}). Son semejantes a las descritas en el último párrafo del apartado 2.1.1.1. Afloran en el valle del río Cega, al este de Mojados, y en el del Adaja, al sur de la Hoja, y tienen el mismo significado de interdigitación con «Facies de Puente Runel», de procedencia S y SE.

2.1.2 «Facies Tierra de Campos» (T_{c11}^{bb})

Esta unidad ha sido definida por H. PACHECO, E. (1915). Aflora exclusivamente en el cuadrante noreste de la Hoja, encontrándose normalmente muy recubierta. Sólo existen afloramientos parciales en las canteras para

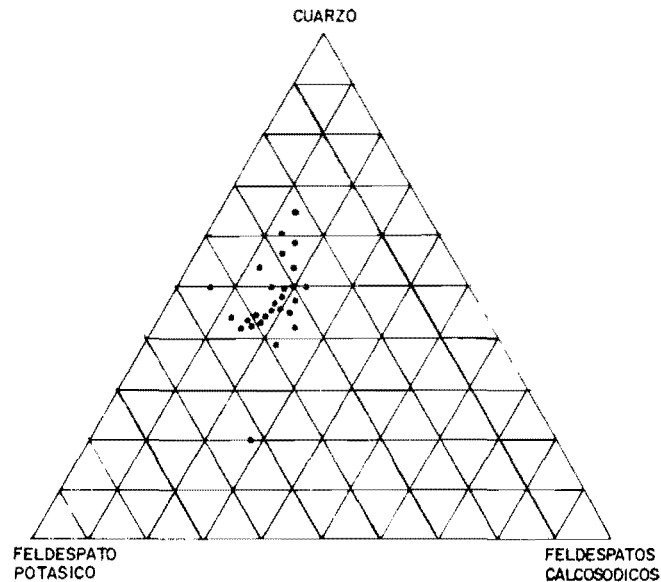
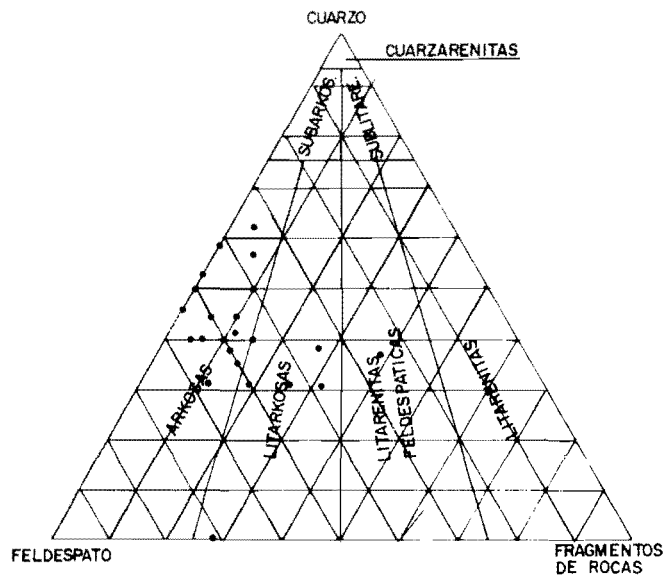


Figura 6.—Composición mineralógica de las arenas de la Unidad de Pedraja.

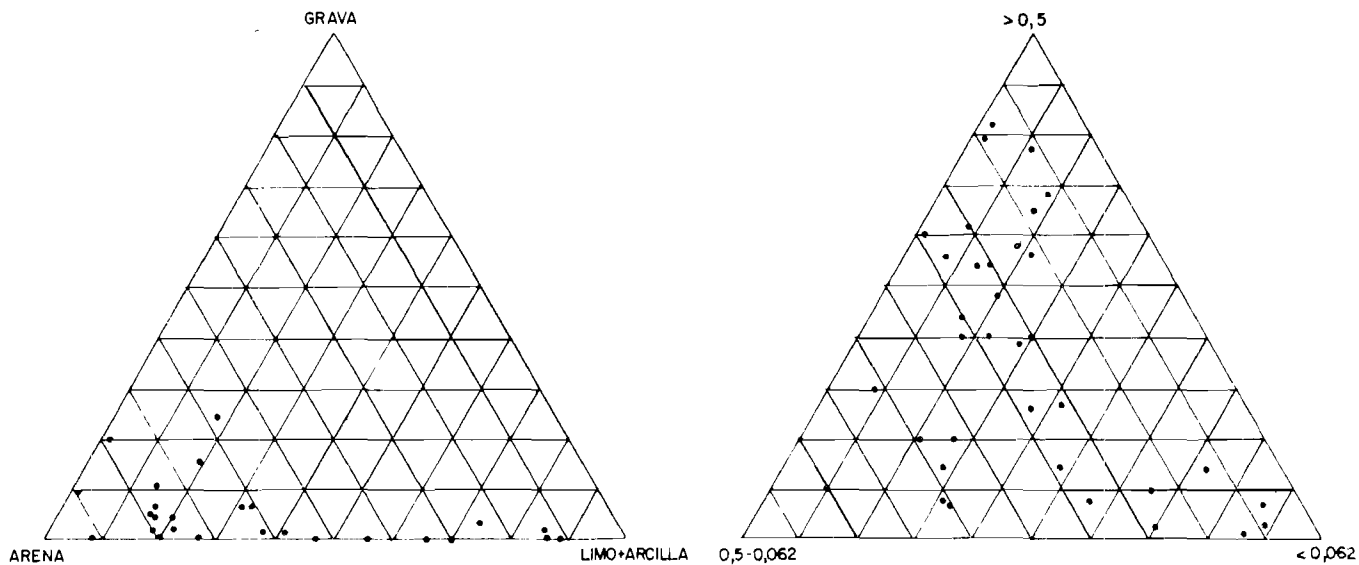


Figura 7.—Composición granulométrica de las arenas y fangos de la Unidad de Pedraja.

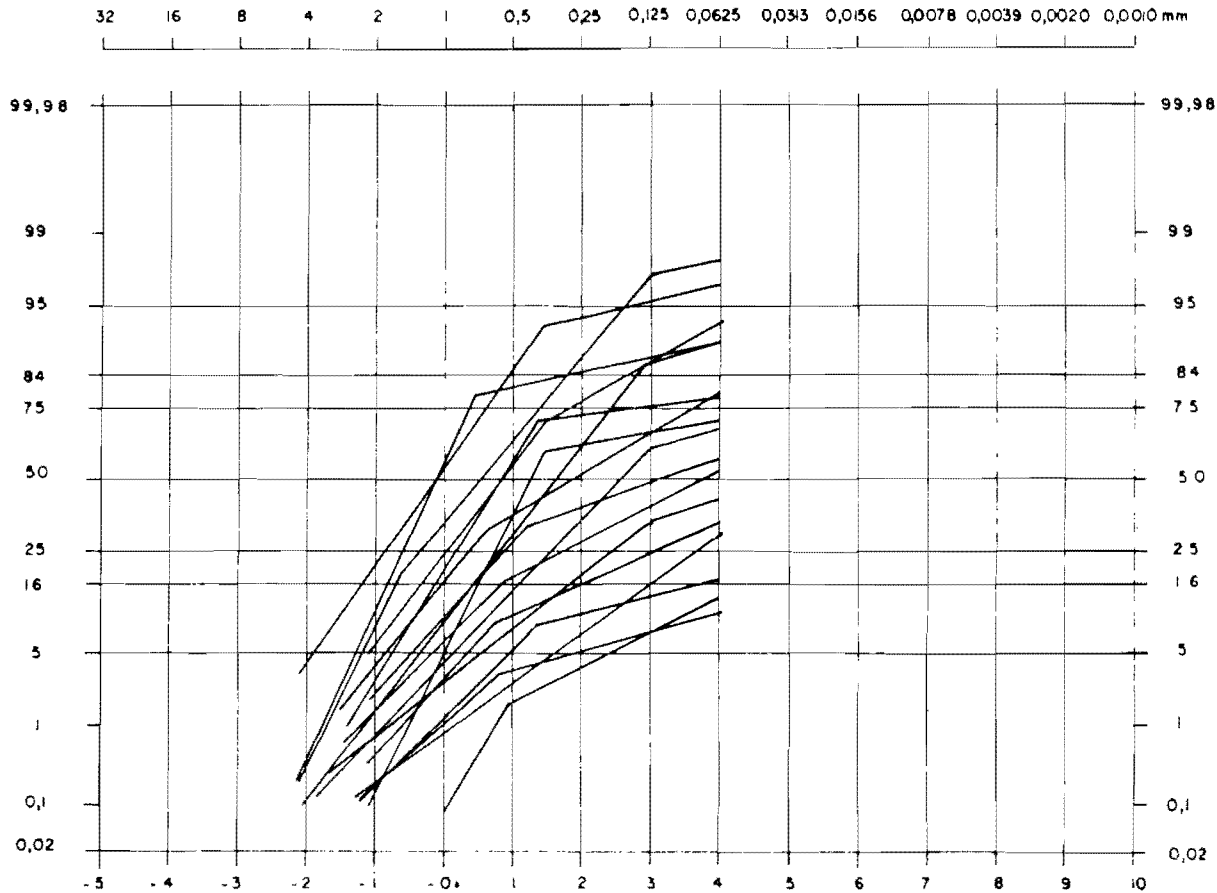


Figura 8.—Curvas granulométricas de las arenas y fangos de la Unidad de Pedraja.

cerámica existentes en Arrabal de Portillo. Sin embargo, adquiere gran extensión y desarrollo en toda la mitad Norte de la Cuenca del Duero (ver Hojas MAGNA, 10-15 (Valladolid), 16-14 (Cigales), 16-13 (Dueñas), 16-12 (Palencia) y 16-11 (S. Cebrián)). Se sitúa por debajo de la «Facies de las Cuestas» y por encima de la «Unidad Pedraja» de la que también es equivalente lateral.

Viene definida por la presencia de fangos ocreos más o menos carbonatados (fangolitas y argilitas o limolitas arenosas) como término mayoritario de la serie. Son frecuentes las intercalaciones de paleosuelos (*pseudogley* y suelos calcimorfos). La fracción arcillosa está compuesta fundamentalmente por arcillas heredadas, siendo la illita mayoritaria y minoritaria la caolinita-smectita.

Es frecuente la aparición de paleocanales arenosos. La gravilla, presente en la base de los paleocanales, está compuesta por fragmentos de origen autóctono (cantos de arcilla, fragmentos de caliche). Las arenas son generalmente litarenitas con un 40-70 por 100 de cuarzo, 30-60 por 100 de fragmentos de rocas y hasta un 8 por 100 de feldespato potásico (figs. 9 y 10). Entre los minerales pesados los más abundantes son la turmalina, andalucita y circón con frecuentes estauroilitas, rutilos y distenas.

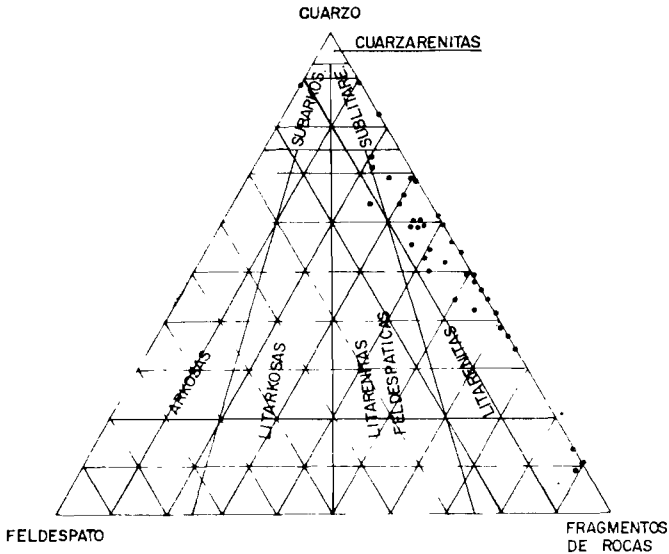


Figura 9.—Composición mineralógica de las arenas de la «Facies de Tierra de Campos» (y Unidad Cabezón).

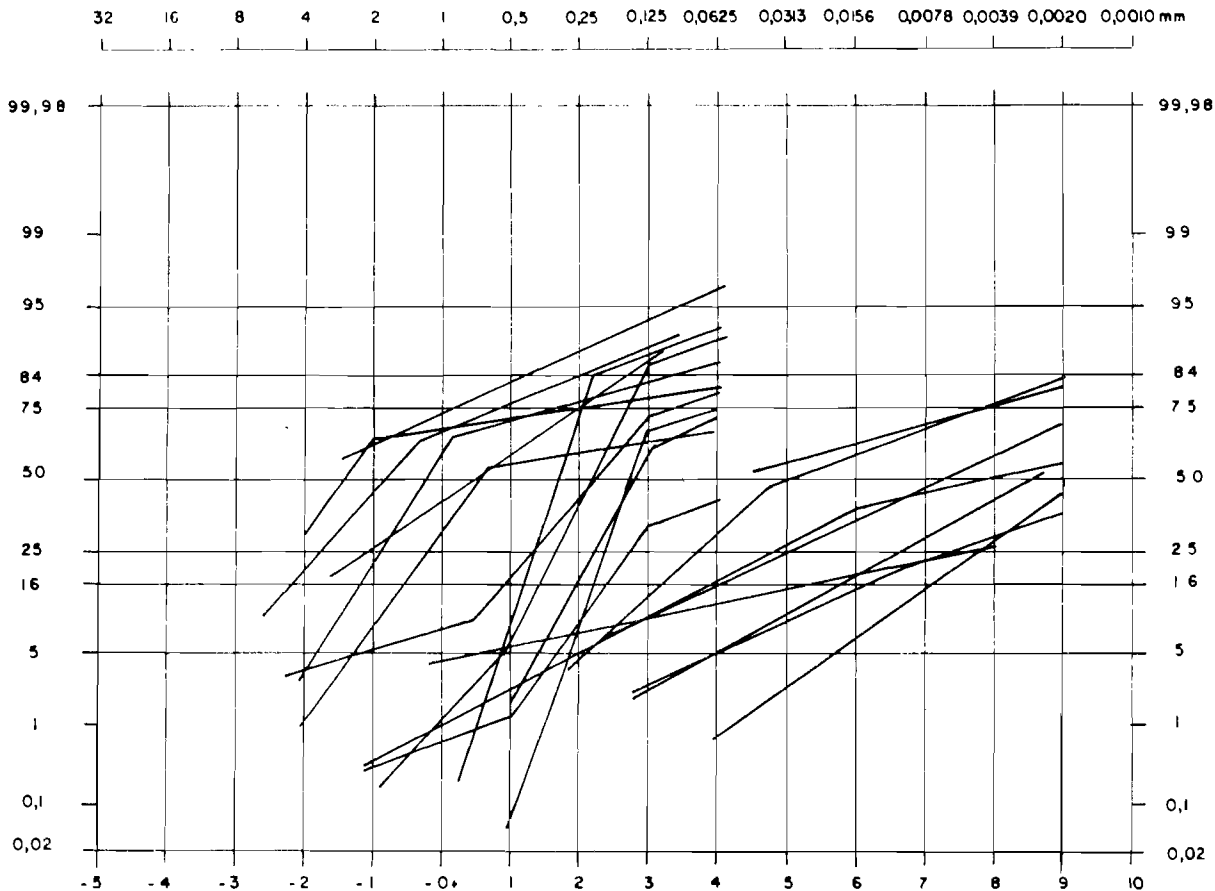


Figura 10.—Curvas granulométricas de las arenas y fangos de la «Facies de Tierra de Campos» (y Unidad Cabezón).

Al norte de la Hoja de Portillo los paleocanales de esta unidad tienen base de gravilla autóctona y arena media con estratificación cruzada de surco y una parte superior de arena fina con estratificación oblicua de gran escala. Por consideraciones regionales, a pesar de la dispersión de las medidas por la elevada sinuosidad de los canales, la procedencia de la unidad parece ser del NE hacia el SO.

El ambiente sedimentario corresponde a llanuras aluviales en zonas muy distales de abanicos aluviales, por la que circulan cursos sinuosos que migran lateralmente durante cierto tiempo sin llegar a constituir verdaderas bandas de meandros; el régimen de los ríos era probablemente muy variable o intermitente.

En la Hoja de Portillo nos encontramos en la terminación del gran abanico o conjunto de abanicos de «Tierra de Campos». Tenemos, pues, facies muy distales con predominio de los fangos de llanura aluvial e instalación esporádica de pequeños canales y cuerpos arenosos de desbordamiento.

2.1.3 «Facies de las Cuestas s.l.»

Aflora casi siempre asociada a las «Cuestas» morfológicas (H. PACHECO, E., 1915), que constituyen las laderas de los «Páramos» en la mitad oriental de la Hoja. También aparece muy recubierta por el sistema de terrazas de los ríos Duero y Adaja en el borde occidental, al Oeste de Valdestillas y Pozáldez. La unidad ha sido redefinida como «Facies Portillo» por CORRALES, I. *et al.* (1978).

2.1.3.1 Arcillas calcáreo limolíticas y margas grises. (Fangos poco salinos.)

Calizas ($Tm_{c11-11}^{bb2-bc2}$) y niveles de concentración de yesos (Ty_{c11}^{bc1}).
Astaraciense Superior a Vallesiense Superior. Facies de las Cuestas s.s.

Constituye la «Facies de las Cuestas» en sentido estricto. Ha sido estudiada en el corte de Bocasapo (Megeces) y mediante muestras sueltas en los alrededores de Portillo al este de Valdestillas.

El término mayoritario de la serie lo constituyen arcillas calcáreo limolíticas y margas gris y gris verdosas, con un contenido en arena siempre menor del 15 por 100, limo entre el 10 y 35 por 100 y arcilla entre el 70 y 90 por 100. Se trata, pues, normalmente de argilitas y ocasionalmente de argilitas arenosas y fangolitas. Suelen ser bastante calcáreas, con un contenido medio en carbonatos entre el 25 y 75 por 100. Ocasionalmente aparecen niveles arcillosos bastante puros (4 por 100 de carbonatos) y otros muy calcáreos (86 por 100). El tamaño medio es normalmente menor de 0,03 mm.

El contenido en sulfatos en las arcillas y margas es bastante bajo y no aparecen nunca cristales de yeso diagenético sueltos o yeso rellenando fisuras (los yesos se concentran en un nivel situado en la parte alta de la unidad que se describirá más adelante).

La difracción de Rayos X revela que están compuestas mayoritariamente por smectita (montmorillonita) normalmente cálcica, apareciendo como minoritarios las illitas degradadas o atapulgitas como arcillas neoforadas, lo que nos indica unas condiciones de drenaje muy deficiente tal y como corresponde al medio de sedimentación. El estado de degradación de las arcillas es mucho mayor en estas zonas de la Cuenca que en las áreas situadas al Norte (Cigales, Dueñas, Palencia, etc.), en la que dominan las illitas y caolinitas.

Existen intercalaciones de calizas de distintos tipos, en capas de potencia centimétrica o decimétrica (fig. 11). Unas son biomicritas arenosas con un 10-90 por 100 de micrita, 10-50 por 100 de fósiles y 5-15 por 100 de cuarzo en forma de granos. Los fósiles son normalmente Foraminíferos rotaliformes de habitat salino. Estas calizas suelen tener las bases onduladas y una cierta estructura interna a base de cicatrices erosivas. Otras son biomicritas o micritas con 80-100 por 100 de micrita y 0-20 por 100 de fósiles, que normalmente son ostrácodos y characeas. Ocasionalmente, tienen base ondulada.

Las secuencias observadas corresponden a ciclos sedimentarios en lagos efímeros o «playas» débilmente salinas y tienen un espesor entre 1 y 1,50 metros. Suelen comenzar por biomicritas arenosas con base erosiva a escala decimétrica o arcillas y terminar por margas con o sin calizas.

Otra unidad cartográfica la constituyen los niveles de yesos (Ty_{c11}^{Bc1}), que se explotan en los alrededores de Portillo, Cogeces de Iscar, Iscar y Pedrajas de S. Esteban. Aparece entre las cotas de 800 y 820 y tiene un espesor que oscila entre 10 y 15 metros.

Dominan los fangos salinos con gran contenido en yeso diagenético y coloraciones grises o blanquecinas.

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 de «Rabillo».
- Niveles centimétricos de yeso mesocristalino con microdolomía intersticial. Ocasionalmente, son visibles en ellos estructuras asimilables a *ripples* y cicatrices de corriente. Este yeso pudo ser en principio detrítico y haber sufrido recristalización durante la diagénesis. Recibe el nombre local de «Algez».

En estas zonas de concentración de yesos son frecuentes las huellas

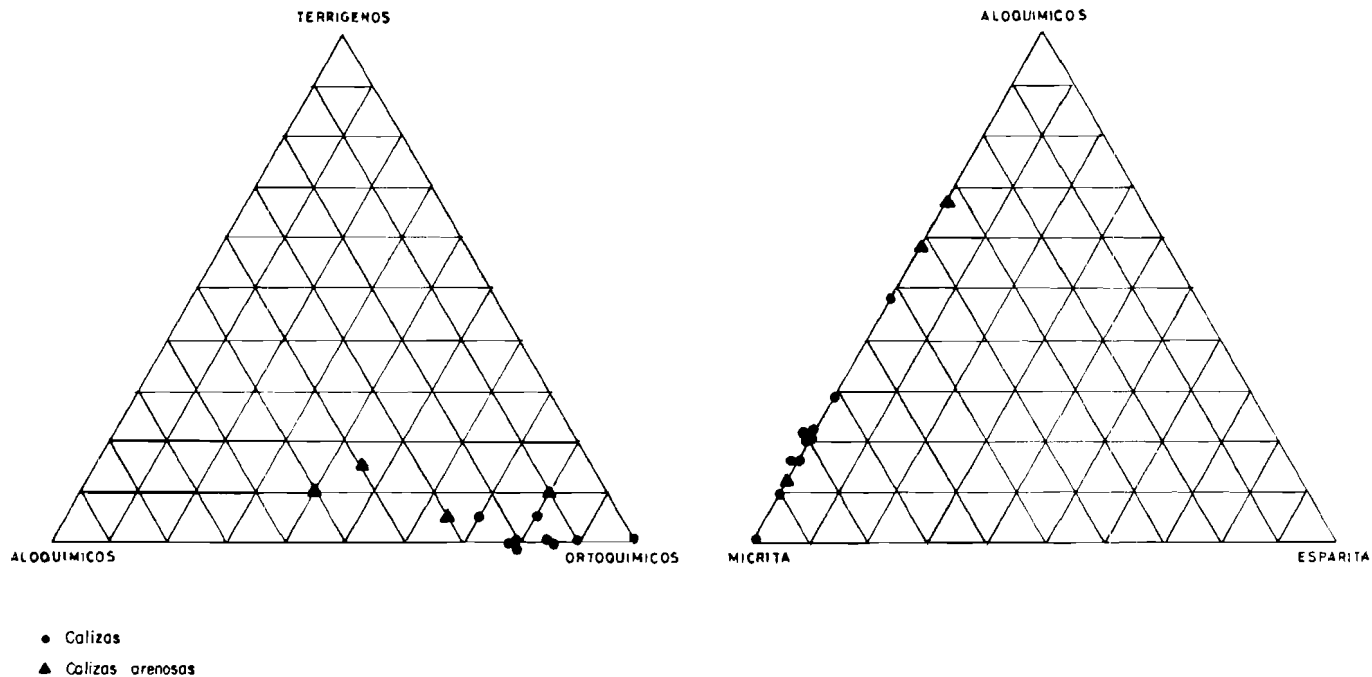


Figura 11.—Composición de las calizas de la «Facies de las Cuestas s.s.» (Astaraciense Sup.-Vallesiense Sup.)

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.).

Las secuencias observadas corresponden a ciclos en lagos salinos efímeros o «playas salinas». Constan de un tramo inferior de fango salino, al que siguen fangos con yesos diagenéticos abundantes, terminando en niveles de costras dolomíticas. Se trata, pues, de una secuencia de salinidad creciente y representa la progresiva evaporación de la charca, que puede llegar a terminar con la desecación total.

2.1.3.2 *Arcillas, margas, calizas y dolomías. «Tránsito a las calizas con gasterópodos de la superficie del Páramo». Vallesiense Superior* (T_{c11}^{Bc2})

Afloran en los bordes de la «Superficie Páramo». Es una unidad compleja de límite inferior poco definido por paso lateral a la «Facies de las Cuestas», sobre la que yace. Tiene un espesor que oscila entre 10 y 20 metros.

Está constituido por una alternancia de niveles finos arcillo-margosos de tonos gris-parduzcos y calizas o calizas dolomíticas en capas de 0,2 a 2,5 metros de espesor, que se caracterizan normalmente por la pseudomorfosis de yeso en calcita, siendo muy frecuente encontrar auténticas «rosas del desierto» en calizas recristalizadas o dolomías.

Las arcillas y margas hojosas se concentran preferentemente en el techo de la unidad, perdiendo este carácter hacia la base. Las arcillas tienen un contenido en carbonatos del 4-6 por 100 y las margas del 40-80 por 100. El componente principal son las illitas degradadas y las smectitas (montmorillonitas) que como siempre nos indican condiciones de encharcamiento.

Las calizas son micritas o dolomicritas siempre muy recristalizadas, con sombras de estructuras algáceas. En las áreas situadas al Norte (Hoja 16-13, Dueñas, y 16-14, Cigales) las calizas son micritas fosilíferas o biomicritas con ostrácodos y charáceas (fig. 12).

El ambiente sedimentario evoluciona hacia una mayor estabilidad de las charcas o «lagunas efímeras», que tienen carácter salino local en los dos tercios inferiores de la unidad. Hacia el techo se acentúa aún más dicha estabilidad disminuyendo la salinidad, lo que representa probablemente el paso a un clima menos árido.

2.1.4 Serie carbonatada de la superficie del Páramo

En la Hoja de Portillo sólo aparecen las «Calizas con gasterópodos» que constituyen el término basal de esta «Serie carbonatada». En las Hojas colindantes de Valladolid [16-15] y Cigales [16-14] existen por encima de ellas sedimentos que llegan hasta el Plioceno Superior.

2.1.4.1 Calizas con gasterópodos de la superficie del Páramo. *Vailesiense Superior-Rusciniense* (T_{c11-21}^{Bc2-Ba1})

Afloran recubriendo grandes extensiones de los páramos de Portillo, llano de San Marugán e Iscar, pero nunca la totalidad de los mismos. Estos afloramientos se sitúan en la mitad oriental de la Hoja.

La edad está justificada por la perfecta correlación de esta unidad y los procesos y depósitos situados por encima de la misma en las Hojas de Valladolid y Cigales, con los existentes en la Submeseta meridional, en donde se encuentran perfectamente datados (AGUIRRE, E. *et al.*, 1976, y PEREZ GONZALEZ, A., 1979), situándose el techo de las calizas que nos ocupan en el Rusciniense (Plioceno Inferior).

El espesor oscila entre 1 y 10 metros. Estas variaciones pensamos que se deben en su mayor parte a procesos erosivos (pliocenos y posteriores), aunque no se puede descartar la existencia de diferencias de origen sedimentario.

Se encuentran normalmente muy karstificadas, con desarrollo de amplias dolinas de bordes indefinidos.

Son calizas microcristalinas con gasterópodos (*Bithynia*, *Hydrobia*, *Radix*, *Planorbarius*, etc.), ostrácodos, characeas y lamelibranquios. Se trata de micritas más o menos fosilíferas (biomicritas) y dismicritas con un 75-95 por 100 de micrita, 0-10 por 100 de esparita y 0-25 por 100 de fósiles. Ocasionalmente (Hoja de Cigales) aparecen biolitas compuestas por filamentos algales con un 99 por 100 de fósiles (fig. 13).

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

En la Hoja de Portillo no existen los extensos y potentes depósitos de «Terra rossa» pliocena tan abundantes en los páramos situados más al Norte, en el área de Valladolid-Palencia. Sólo quedan relictos rellenando pequeñas cavidades o en delgadas películas superficiales. En algunos puntos del Páramo de Iscar, al sur de Cogeces de Iscar, se han encontrado depósitos de «Terra fusca» rellenando grandes huecos, o aparentemente interestratificados, y que representan un estadio más avanzado de karstificación y disolución de la caliza que la «Terra rossa». Estos procesos de

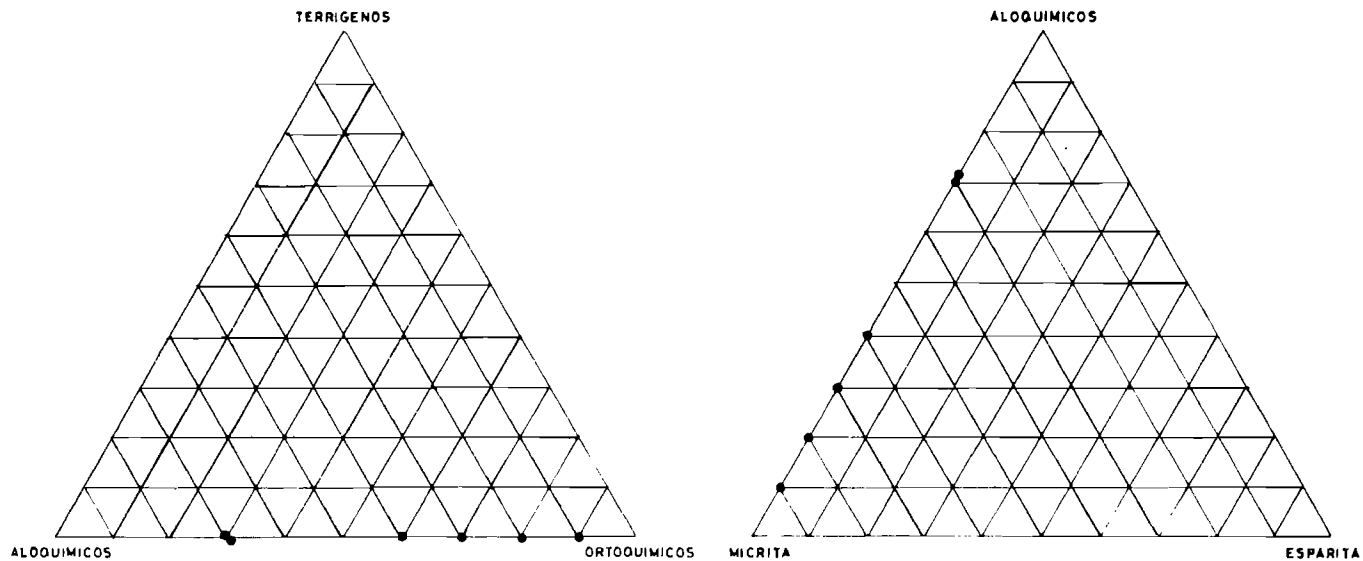


Figura 12.—Composición de las calizas de la serie de tránsito a las calizas con Gasterópodos (Vallesiense Superior).

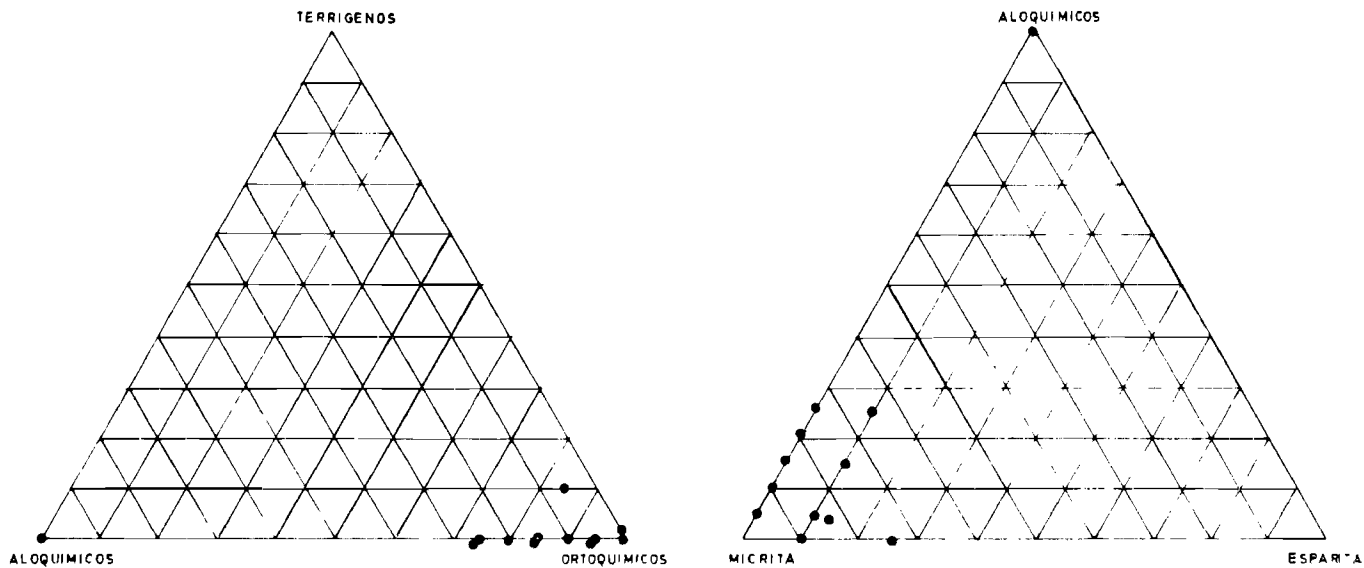


Figura 13.—Composición de las calizas con gasterópodos (Vallesiense Sup-Rusciniense).

disolución se dieron en ocasiones en las superficies de estratificación, lo que justifica el aspecto de nivel o capa que a veces presentan.

Estos depósitos de «Terra fusca» son indudablemente posteriores al depósito de las calizas y de edad pliocena (y posterior?); sin embargo, se han descrito en este apartado por presentarse englobados en la masa de la caliza, y no como recubrimiento, aunque genéticamente se trata de una formación superficial.

2.2 CUATERNARIO Y FORMACIONES SUPERFICIALES

El Cuaternario y formaciones superficiales constituyen, en la Hoja, un recubrimiento generalizado sobre el sustrato, de gran importancia de cara a una ordenación y explotación racional del territorio.

Siguiendo el pliego de condiciones técnicas del proyecto se ha confeccionado un mapa de formaciones superficiales que se incluye en el presente capítulo.

Entendemos como formaciones superficiales aquellos materiales no coherentes que han sufrido o no una consolidación posterior, ligados directamente con la evolución del relieve y que tienen generalmente poco espesor (de unos decímetros o 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 Pliocenos algunos de los depósitos y formaciones existentes sobre la «superficie Páramo» y Cuaternarios los encajados morfológicamente por debajo de la misma.

Independientemente de su edad, las formaciones superficiales distinguidas en la Hoja de Portillo pueden asociarse a cinco tipos fundamentales de modelado del relieve (ver mapa de formaciones superficiales):

- Modelado de las vertientes (V). Coluviones, glacis, paleovertientes.
- Modelado eólico (E). Mantos de arenas.
- Modelado fluvial en zonas endorreicas (N). Fondos de charcas.
- Modelado fluvial (F). Terrazas, superficies, aluviales, conos.
- Asociadas a procesos complejos (C).

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 fun-

damentalmente 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.

Se conserva, sin embargo, el término de tierra parda meridional del Mapa de Suelos de España (sols bruns acides) por estar muy bien representadas en la zona.

2.2.1 Depósitos de alteración kárstica. «Terra rossa» y «Terra fusca»

Estos depósitos no son susceptibles de ser cartografiados, por lo que no figuran en los mapas geológicos ni de formaciones superficiales, habiendo sido incluidos como parte integrante del sustrato en formaciones superficiales complejas denominadas Cd y Ce, que se describen más adelante.

Como se ha indicado en el apartado 2.1.4.1, en la caliza del páramo sólo quedan relictos de «Terra rossa», siendo importante la existencia de «Terras fuscas».

Las «Terras fuscas» de la zona son arcillas de tonos pardo oscuro y pardo-amarillentos de aspecto hojoso. Son muy puras, con un 99 por 100 de arcilla y 1 por 100 de limo. Están constituidas en su totalidad por smectitas (montmorillonitas cálcicas) e interestratificadas 14-14h, que nos hablan de condiciones de encharcamiento muy prolongadas.

2.2.2 Terrazas (Q₁TD₂ a Q₁TD₇, Q₁TD₉ y Q₁TD₁₁; Q₁T₃ a Q₁T₁₅ y Q₂T₁₇ a Q₂T₁₉ (Fb, Fb', Fi)

Están representadas las terrazas fluviales del río Duero (Q₁TD) y del sistema Eresma-Adaja (Q₁T y Q₂T). En el mapa de formaciones superficiales reciben las siglas Fb y Fb', y Fi; de acuerdo con su composición litológica.

Las terrazas del Duero han sido estudiadas en el sector de Medina del Campo-Tordesillas-Toro por PEREZ GONZALEZ, A. (1979), quien diferencia 14 niveles incluyendo la llanura de inundación. Estos 14 niveles sólo están representados parcialmente en la Hoja de Portillo.

Las alturas relativas sobre el río han sido tomadas en un perfil que nace en Villabuena de Duero (Hoja 15-15, Tordesillas). Son las siguientes: Q₁TD₁₁ a + 37m., Q₁TD₉ a + 53 m., Q₁TD₇ a + 75 m., Q₁TD₆ a + 80 m., Q₁TD₅ a + 90 m., Q₁TD₄ a + 95 m., Q₁TD₃ a + 102-105 m., y Q₁TD₂ a + 115-120 m.

En el sistema de los ríos Adaja-Eresma se ha distinguido regionalmente un conjunto de 15 terrazas colgadas sobre la superficie inferior de Coca-

Arévalo (Q₁S₁₆) y 3 terrazas encajadas por debajo de la misma, en los angostos valles de dichos ríos.

En el perfil de Pozáldez-Matopozuelos-río Adaja, por la carretera de Medina del Campo a Mojados, se sitúan a las siguientes cotas sobre el nivel de estiaje de los ríos Eresma y Adaja: Q₂T₁₉ a + 4-5 m., Q₂T₁₈ a + 10-11 m., Q₂T₁₇ a + 13-14 m., Q₁T₁₅ a + 18 m., Q₁T₁₄ a + 20 m., Q₁T₁₃ a + 23 m., Q₁T₁₂ a + 27-28 m., Q₁T₁₁ a + 30-32 m., Q₁T₁₀ a + 35-37 m., Q₁T₉ a + 40-42 m., Q₁T₈ a + 45-50 m., Q₁T₇ a + 60-65 m., Q₁T₆ a + 70 m., Q₁T₅ a + 73 m., Q₁T₄ a + 75-77 m., y Q₁T₃ a + 85 m.

Ambos sistemas son marcadamente asimétricos, con desarrollo prácticamente nulo de terrazas en las márgenes derechas de los ríos.

Están constituidas por arcosas, ocasionalmente litarcosas, en las que dominan los feldespatos potásicos sobre los calcosódicos (fig. 14), y gravas de cuarcita, cuarzo, granitoides, liditas, etc.

Presentan secuencias fluviales típicas (*braided*) con barras de gravas, canales de arena, con estratificación cruzada de surco, y limos arenosos de inundación. Hay que resaltar que las secuencias están decapitadas por coluvionamiento posterior y deflacción, por lo que la observación de datos en la superficie de las terrazas, que normalmente están constituidas por pavimentos de gravas, no es representativa de la totalidad del depósito, tanto en lo que respecta a la morfoscopia (ventifactos) como a los tamaños medios.

En el mapa de formaciones superficiales se han distinguido tres tipos litológicos: [Fb, Fb' y Fi].

Se designan como Fb las terrazas altas (Q₁TD₂ a Q₁TD₇ y Q₁T₃ a Q₁T₈), en las que en la fracción mayor de 2 cm. predominan las gravas de cuarcitas (50-70 por 100) sobre las de cuarzo, estando los granitoides y otras litologías en muy pequeña proporción. La fracción arenosa suele estar teñida de rojo por lavado de horizontes argílicos. En términos generales podemos decir que las terrazas del sistema Duero tienen centilos del orden de 8-14 cm., siempre en cuarcita y forma subredondeada, mientras que las del sistema Eresma-Adaja son más subangulosas y tienen centilos de hasta 18-20 cm., también en cuarcita. La fracción menor de 2 cm. es muy abundante y puede llegar a constituir el 80 por 100 de la masa total del sedimento [figs. 15 y 16]. Los tamaños medios de las gravas mayores de 2 cm. se sitúan en los 4 cm. en las terrazas del Duero y en los 4-6 cm. en las del Eresma-Adaja. Cuando no están erosionadas se observa que sobre las terrazas altas (Fb) se han originado suelos rojos fersialíticos, con perfiles del tipo A, Bt, C, dependiendo el grado de rubefacción de la edad. Así, en estos niveles altos encontramos valores de 2,5YR e incluso 10R. Son raros los horizontes Bca de concentración de carbonatos, que sólo han sido observados en las terrazas más altas del Duero, en donde existen encostramientos duros en la base de los horizontes Bt, en cuyo contacto aparecen estructuras hojosas.

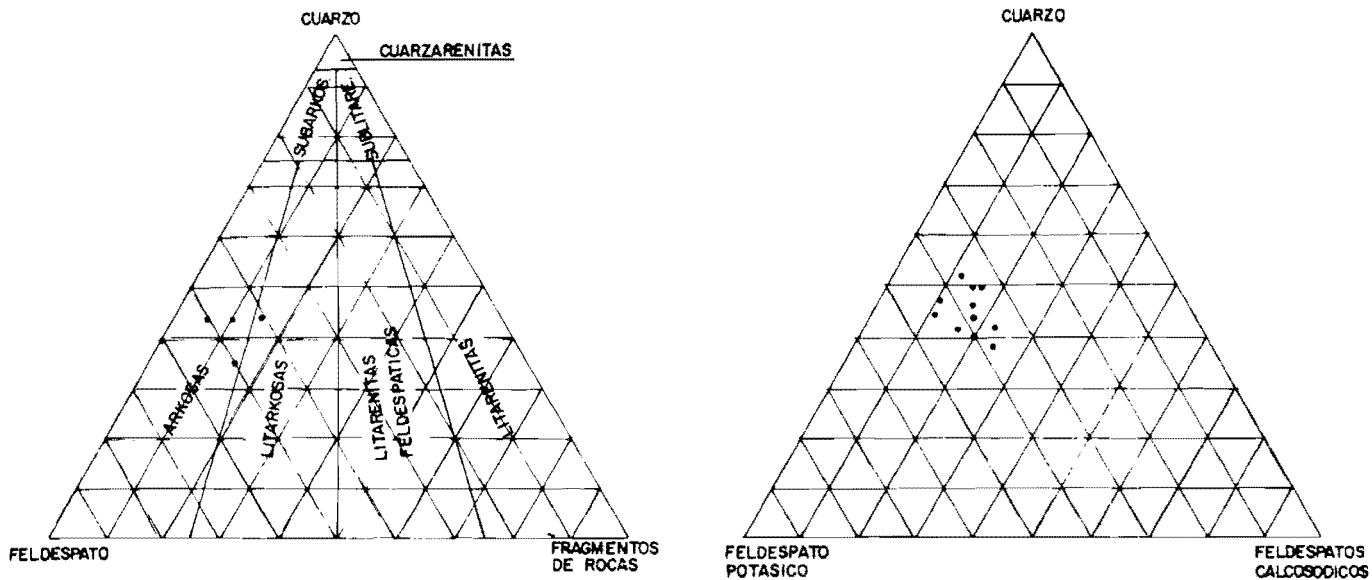


Figura 14.—Composición mineralógica de las arenas fluviales (terrazas).

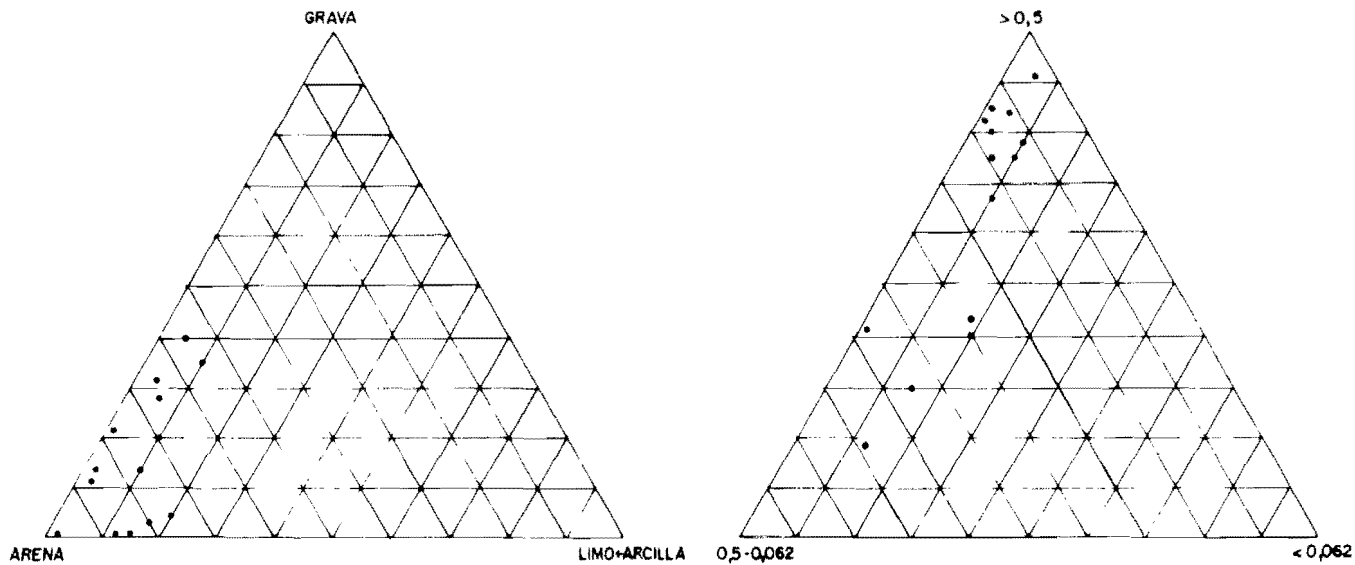


Figura 15.—Composición granulométrica de las arenas fluviales (terrazas).

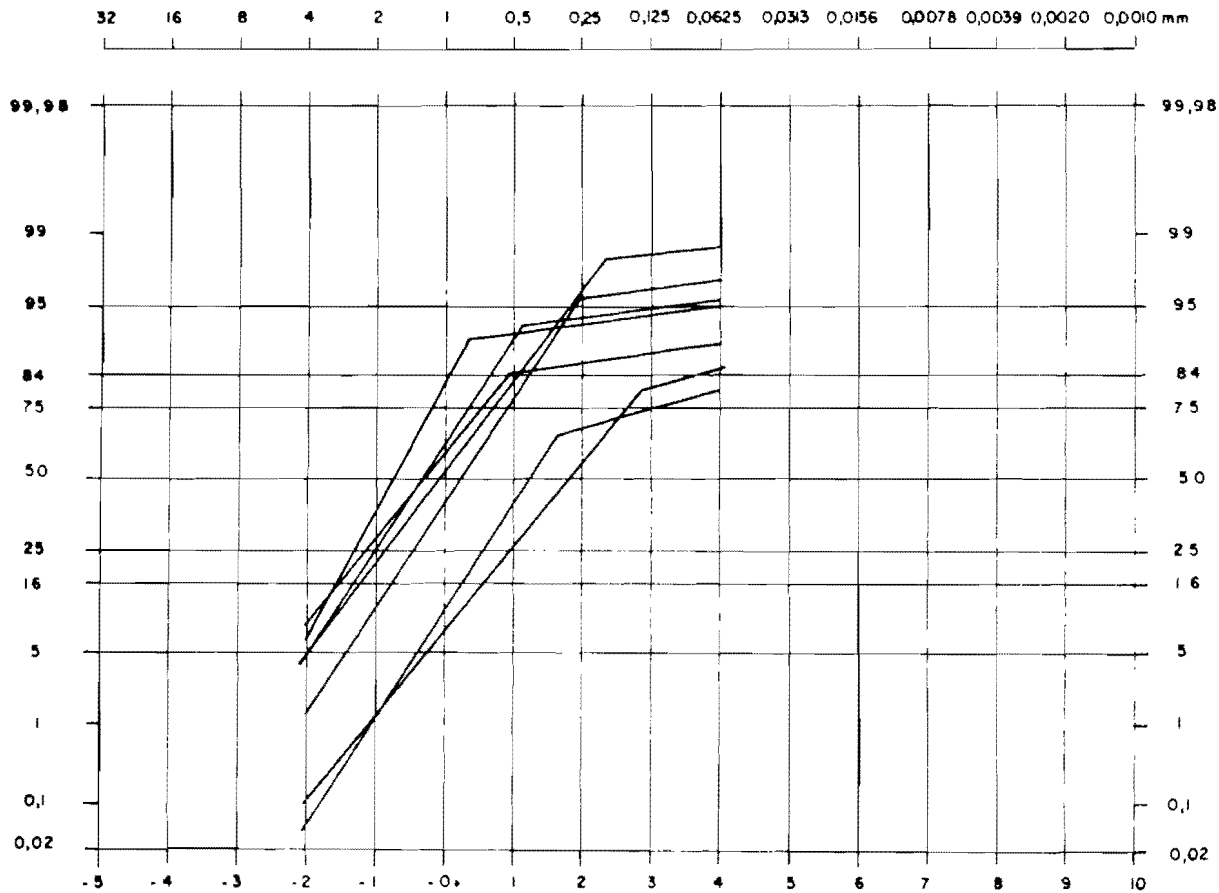


Figura 16.—Curvas granulométricas de las arenas fluviales (terrazas).

Han sido denominadas Fb' las terrazas bajas, por encima de la superficie de Coca-Arévalo (Q₁TD₉ y Q₁TD₁₁ y Q₁T₉ a Q₁T₁₃). La fracción mayor de 2 cm. no sobrepasa el 15-10 por 100. En ella el cuarzo se encuentra en proporción igual o mayor que la cuarcita (hasta un 65 por 100), siendo abundantes los granitoides y rocas metamórficas (litas, esquistos, etc.), que sumados pueden llegar a constituir el 10 por 100. Las cuarcitas suelen estar en proporciones comprendidas entre 30 y 50 por 100. Para estos tamaños los centilos se agrupan en 6-8 cm. y suelen ser en cuarcita, y los tamaños medios en los 3-4 cm. Los feldespatos resaltan en la fracción comprendida entre 4 mm. y 2 cm. La fracción arenosa puede llegar al 60 por 100 y tiene tonos ocre y ocre rojizos por tinción, excepción hecha de los niveles Q₁T₁₄ y Q₁T₁₅, en el que la tonalidad de la matriz es blanquecina. Rara vez se conservan los perfiles de los suelos por deflacción y coluvionamiento, pero por el conocimiento regional podemos decir que sobre estas terrazas se han desarrollado suelos pardos o pardo rojizos semejantes a los de las más antiguas, pero con menor grado de rubefacción (5YR o 7,5YR) o bien «Tierras pardas meridionales» en paso a suelos rojos. En las terrazas Q₁T₁₄ y Q₁T₁₅, se dan tierras pardas mediterráneas con perfiles del tipo A(B)C. Lo normal es que no se conserven estos suelos y que sólo se puedan observar los fenómenos más recientemente ocurridos de lavado de materia orgánica y arcilla, con acumulación de la misma en niveles a cierta profundidad (30-40 cm.), quedando tan solo «suelos brutos» por erosión («Arenosoles» de la clasificación Americana).

Hay que señalar que el sustrato arcósico mioceno, situado tanto debajo de los niveles Fb como Fb', presenta frecuentemente claros rasgos de alteración hidromorfa, con lavado de los óxidos de hierro, por lo que se adquieren tonalidades verdosas intensas. Es también muy frecuente la presencia de carbonataciones con estructura en enrejado, en ocasiones muy intensas, cuyo origen debe atribuirse fundamentalmente a procesos de aguas freáticas y de lavados laterales.

Las terrazas encajadas por debajo de la superficie de Coca-Arévalo (Q₁S₁₆) son las Q₂T₁₇, Q₂T₁₈ y Q₂T₁₉. En el mapa de formaciones superficiales reciben la sigla Fi.

La litología es de arcosas de tonos blanquecinos, en las que domina la fracción arena. Las gravas mayores de 2 mm. no suelen sobrepasar el 25 por 100, siendo la fracción mayor de 2 cm. escasa o nula.

Es un hecho común en todos los niveles de terrazas descritos que los feldespatos se conserven frescos e incluso subidiomorfos, lo que nos habla de la escasa alteración química sufrida durante el transporte, sedimentación y tiempos posteriores.

2.2.3 Depósitos de superficies (Q_1S_{12} , Q_1S_{13} , Q_1S_{14} , Q_1S_{15}) (Fb' y Fc)

En los mapas geológicos y geomorfológicos se ha distinguido una serie de plataformas situadas a diferentes niveles, de problemática relación con la red fluvial actual, y cuya morfología no corresponde a relieves en graderío, sino que dan perfiles «almenados» en los cortes topográficos, por lo que no pueden denominarse Terrazas.

Por cotas y litología pueden relacionarse relativamente bien con los niveles de terrazas de igual subíndice en algunos casos, lo que vendría apoyado por las características fluviales de los sedimentos. Sin embargo, no se puede descartar la posibilidad de que correspondan a fases de planación del relieve, no sincrónicas con las terrazas, proviniendo sus depósitos de la erosión de las mismas y de otros aportes laterales (calizas).

Litológicamente y edafológicamente, son semejantes a las formaciones superficiales Fb' descritas en el apartado anterior [2.2.2]. En la mitad oriental del mapa pueden aparecer cantos subredondeados de calizas, de tamaños medios entre 6-7 cm. y máximos de 12 cm. en una proporción menor del 10 por 100 en la fracción mayor de 2 cm., que provienen de la erosión de las calizas de la «serie de tránsito» y las «calizas con gasterópodos» de las «Cuestas» y «Páramos». Estos depósitos con caliza aparecen como Fc en el mapa de formaciones superficiales.

Se sitúan a las siguientes cotas sobre el nivel de estiaje de los ríos Eresma-Adaja y Cega: Q_1S_{15} a + 17-18 m., Q_1S_{14} a 18-20 m., Q_1S_{13} a 23-28 m., y Q_1S_{12} a + 30-33 m.

2.2.4 Glacis, Depósitos de paleovertientes (Q_1G_{11} y Q_1G_{13}) (Vb, Vd y Vd')

En el mapa geológico se han cartografiado como glacis los materiales asociados a antiguas vertientes estabilizadas (paleovertientes de regularización) que presentan un cierto perfil de glacis (Q_1G_{11} y Q_1G_{13}).

Los depósitos de la unidad Q_1G_{11} corresponden a la ladera del paleovalle de la terraza Q_1TD_{10} del Duero o Q_1T_{11} del Adaja. Son coluviones de gravas de cuarcita y cuarzo con matriz arenosa (arcósica) derivados de las terrazas altas Fb. No ofrecen ningún contraste litológico con los coluviones actuales provenientes de estas terrazas, por lo que ambos se han agrupado en el mapa de formaciones superficiales como Vb. Los posibles suelos existentes sobre estos materiales están decapitados por coluvionamiento y deflacción.

En el glacis Q_1G_{13} se han distinguido dos tipos litológicos: Vd y Vd'. Las formaciones superficiales Vd se sitúan en los alrededores de Pedraja de Portillo y Mojados y dan origen a recubrimientos de gravas sueltas, subangulosas de calizas y cuarcita, de tamaño máximo 17 cm. (en caliza) y medio de 4 cm. La gran fracción menor de 1 cm. es muy abundante (70 por 100) y está formada por limos pardos carbonatados que engloban algún

clasto de cuarzo eolizado. En los tamaños mayores domina la caliza (95 por 100) sobre la cuarcita (5 por 100). El sustrato terciario presenta abundantes carbonataciones, poco consistentes, en enrejado.

Los depósitos Vd' se diferencian de los anteriores por contener una menor proporción de finos (40 por 100), la ausencia de cuarcita y la abundancia de tamaños de tipo bloque de calizas muy angulosas. Nunca se presentan cementados.

Sobre estas formaciones (Vd y Vd') se desarrollan suelos de tipo Xerorendzina con un horizonte A de 1 a 3 cm. con humus muy polimerizado (*mull* cálcico), sobre un horizonte C formado por el canturreal. Pueden pasar a suelos pardo-calizos muy poco evolucionados, con un horizonte (B) poco desarrollado.

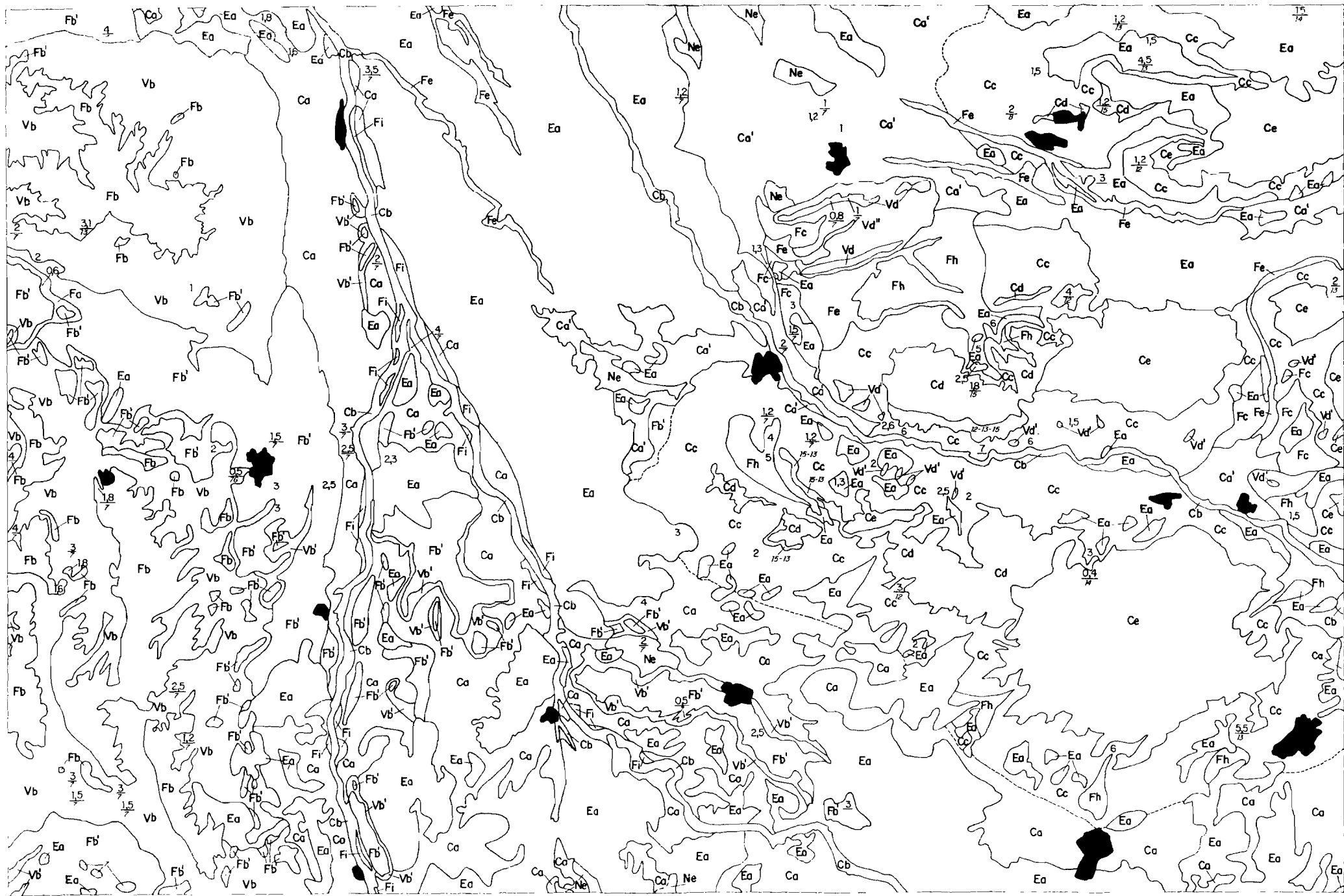
2.2.5 Depósitos de la superficie de Coca-Arévalo. Unidad de Arévalo (Q₁S₁₆) (Ca y Ca')

La superficie de Coca-Arévalo (superficie de Coca de PEREZ GONZALEZ, A., 1979) se encaja en las unidades antes descritas y da origen a extensas planicies sobre las que se sitúa, frecuentemente, un manto de arenas eólicas de potencia variable.

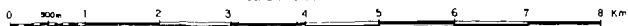
Los depósitos de esta superficie (denominados «Facies Arévalo» por CORRALES, I., *et al.*, 1978), se han incluido en el grupo de formaciones superficiales complejas (Ca y Ca'), ya que en la génesis del mismo intervienen al menos procesos fluviales y eólicos. Pensamos que sobre una gran superficie de glaci-planación se instala una red fluvial trenzada (*braided*), con depresiones adyacentes con depósito arcilloso y aporte lateral de arena. En las márgenes del río, existirían dunas perfluviales (PUIGDEFABREGAS, C., com. pers.).

La distribución en planta dentro de la superficie de estos elementos ha cambiado a lo largo del tiempo, lo que da origen a depósitos complejos. Así podemos encontrar secuencias de canales de arcosas más o menos gruesas interceptadas por depósitos arcillosos, por dunas y secuencias granocrecientes debidas a los desbordamientos, etc. La presencia del manto eólico superficial reciente acentúa aún más la diversidad de la formación superficial.

Las facies canalizadas tienen estratificación cruzada de surco y son fundamentalmente de arena gruesa con alguna gravilla de cuarzo en los sets. Ocasionalmente pueden aparecer barras con gravas de cuarzo y cuarcita y estratificación cruzada tabular. Las facies de llanura de inundación o depresiones arcillosas presentan alternancias centimétricas de arenas medias a gruesas y limos micáceos con estructuras de laminación debida a *ripples*, y *convoluted* por expulsión de fluidos. Como carácter sedimentológico propio las intercalaciones eólicas tienen estratificación cruzada tabular de gran



ESCALA GRAFICA






**AFLORAMIENTO DE ROCAS DEL SUSTRATO
Y/O SUSTRATO (TERCIARIO)**

- 6 Fangos arcóscicos y arcosas con hiladas de cantos de -
cuarcita
- 7 Fangos arcóscicos y arcosas
- 8 Fangos y arenas
- 12 Arcillas y fangos salinos con yesos y calizas
- 13 Arcillas y fangos poco salinos
- 14 Calizas compactas
- 15 Calizas con intercalaciones de margas

ESPESOR

- 1,1 Espesor visto
- 1,1 Espesor total
- 1,1 Espesor total y sustrato
- 1,1 Espesor total y sustrato alterado

SIGNOS CONVENCIONALES

-  Contacto entre formaciones superficiales
-  Id. supuesto
-  Núcleos urbanos

FORMACIONES SUPERFICIALES

V.- ASOCIADAS AL MODELADO DE LAS VERTIENTES

Derivadas de terrazas (Fb y Fb') y fangos arcóscicos (7)

Vb.- Fangos, limos y gravas de cuarcita y cuarzo. Proporción de cantos menor al alejarse de las f. superficiales de que derivan.

Vb'.- Fangos, limos y gravas de cuarzo dominante.

Derivadas de fangos arcóscicos (7) y otras f. superficiales (Vd)

Vd.^h- Fangos arcóscicos y gravas de caliza esporádicas

Derivadas de calizas (14, 15)

Vd.- Brechas calcáreas con matriz limo arcillosa

Vd'.- Brechas de bloques calizos con matriz limo arcillosa-

E.- ASOCIADAS AL MODELADO EÓLICO

Derivadas de otras f. superficiales (Fb, Fb', Ca, - Ca', etc) y de fangos arcóscicos y arcosas (7)

Ea.- Arenas de cuarzo redondeado, bien seleccionadas

N.- ASOCIADAS AL MODELADO FLUVIAL EN ZONAS ENDORREICAS

Derivadas de otras f. superficiales (Ca, Ca') y en parte de fangos arcóscicos (7)

Ne.- Arenas, limos y arcillas probablemente hinchables. Abundante materia orgánica. Sales solubles presentes. Suelos de fondo de charca.

F.- ASOCIADAS AL MODELADO FLUVIAL

Derivadas de terrazas y otras f. superficiales (Fb, Fb' y Vb)

Fa.- Limos y arenas con escasas gravas de cuarcita

C.- ASOCIADAS A PROCESOS COMPLEJOS

Derivadas de otras f. superficiales (Fb', Fb, etc) y en parte de f. arcóscicas (7) y calizas (14, 15) y asociadas al modelado fluvial y eólico (Ca, Ca')

Cd.- Arcosas blanquecinas con alguna gravilla de cuarzo. Localmente a techo limos pardos de inundación. Ocasionalmente fases de arenas eólicas intercaladas. Recubrimiento de arenas eólicas menor de 1 m.

Cd'.- Id. con gravas de caliza ocasionales y dispersas.

Derivadas de otras f. superficiales (Ca, Ca', Ea) y en parte de fangos (7) y asociadas al modelado de las vertientes eólico y fluvial

Cb.- Arenas arcóscicas blanquecinas y limos en laderas. Aluviones de arcosas gruesas. Frecuentes afloramientos del sustrato.

Derivadas de fangos salinos o no, calizas (12, 13, 14, 15) y en parte de otras f. superficiales y asociadas al modelado de las vertientes y modelado eólico'

Cc.- Limos y arcillas con granos de cuarzo eolizado y gravas angulosas de caliza.

Derivadas de calizas (14, 15) y de otras f. superficiales asociadas, al modelado eólico y a procesos de alteración in situ de las calizas

Cd.- Limos y arcillas con abundante materia orgánica y granos de cuarzo eolizado. Gravas subredondeadas de caliza y alguna esporádicamente de cuarcita. Bloques y cantos angulosos de caliza.

Ce.- Limos y arcillas con abundante materia orgánica y granos de cuarzo eolizado. Bloques y cantos angulosos de caliza. "Terra fusca" en grietas y planos de estratificación. Frecuentes afloramientos del sustrato.

Derivadas de terrazas (Fb y/o Fb') y fangos arcóscicos (7)

Fb.- Arcosas pardo rojizas con gravas de cuarcita - dominante. Frecuentes pavimentos de cantos de superficie. Suelos rojos fersialíticos decapitados. Sustrato frecuentemente alterado con -- concentración de carbonatos pulverulentos. Terrazas.

Fb'.- Arcosas ocreas con gravas de cuarzo y cuarcita. Frecuentes pavimentos de cantos en superficie. Suelos pardo rojizos decapitados. Sustrato -- frecuentemente alterado con concentración de carbonatos pulverulentos en la base de los niveles superiores. Terrazas y superficies.

Derivadas de otras f. superficiales (Fb', Ea) y en parte de calizas (14, 15)

Fc.- Arcosas blanquecinas con gravas de cuarzo y - cuarcita dominantes, gravas de caliza poco -- abundantes. Terrazas y superficies.

Derivadas de otras f. superficiales (Ca, Ca', Ea) y ocasionalmente de fangos salinos o no (12, 13)

Fe.- Arenas y limos arcillosos. Materia orgánica. Suelos aluviales.

Derivadas de otras f. superficiales (Ea, Cc) y de fangos salinos o no margas y calizas

Fh.- Niveles de arenas de cuarzo subredondeado alterantes con coluviales de gravas de caliza angulosa con matriz fangosa con granos de cuarzo eolizado. Muy potentes (5-10 m). Conos de deyección.

Derivadas de otras formaciones superficiales (Ca), y en parte de fangos arcóscicos (7)

Fi.- Arcosas, blanquecinas. Terrazas.

escala, con *fore sets* de 5 a 10 cm., y leves discordancias por avalancha (PUIGDEFABREGAS, C., com. pers.), siendo arenas medias a gruesas con buena selección, morfoscopia redondeada y gran proporción de granos mates.

Litológicamente, las arenas del conjunto son arcosas con escasa proporción de fango (figs. 17, 18 y 19).

Los puntos desplazados hacia la fracción limo-arcilla (granulometrías < 0,5-0,062 mm.) y las curvas granulométricas con mayor proporción de finos corresponden a las facies de llanura de inundación.

En la Hoja de Portillo el espesor de esta formación (Ca) no suele sobrepasar los 5 metros, dominando las facies canalizadas y de barras. La arena eólica reciente y superficial rara vez alcanza más de 1 m. de potencia (cuando adquiere espesores mayores ha sido cartografiada como una unidad aparte).

En la mitad oriental de la Hoja pueden aparecer clastos de calizas redondeadas en las barras, con una proporción menor del 10 por 100 en la fracción mayor de 2 cm. (Ca').

Localmente, en el área de Mojados las arenas pueden aparecer cementadas en profundidad, por procesos edáficos debidos a oscilaciones del nivel freático, dando origen a niveles de calizas arenosas con 70 por 100 de micrita, 20 por 100 de cuarzo y 10 por 100 de feldespatos.

Cuando en superficie quedan preservadas las facies de limos de inundación, se dan sobre estos materiales suelos de tipo Tierra parda meridional con perfiles A, (B), (B)/C, C. El horizonte de A suele estar removido por acción antrópica. El horizonte (B), con potencias del orden de 30 cm., tiene estructura prismática y/o poliédrica con presencia de arcillas, pero sin cutanes y está descarbonatado. El horizonte de paso (B)/C no siempre está presente, y cuando existe tiene estructura prismática muy gruesa y espesores de 20-30 cm. El horizonte C son los limos de llanura de inundación.

Cuando en superficie quedan materiales arcósicos (fluviales o eólicos) se dan suelos de evolución particular, existiendo diversos grados de evolución de los perfiles que dependen del grado de lavado del material coloidal que presentan. El perfil más complejo puede ser de tipo A0, A1, A2, B, C, con una potencia total que puede llegar a los 80 cm. Aunque las condiciones climáticas actuales no son precisamente de tipo húmedo; la gran permeabilidad del material y su pobreza en coloides, explica la existencia de horizontes álbicos. El horizonte B se caracteriza únicamente por una mayor acumulación de arcilla, pero sin presentar estructuras muy definidas. Únicamente hay una coloración más amarillenta o rojiza por acumulación de sesquióxidos (en los perfiles más viejos) o parda por acumulación sólo de arcilla (en los más recientes). El horizonte C son las arcosas eólicas o fluviales. Se trata, pues, de un tipo de suelos lexiviados (s.l.), cuya evolución depende de condiciones locales y de su edad.

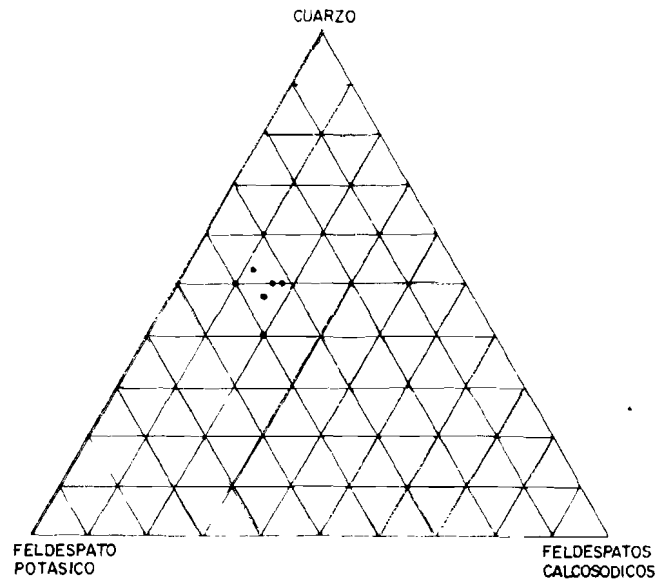
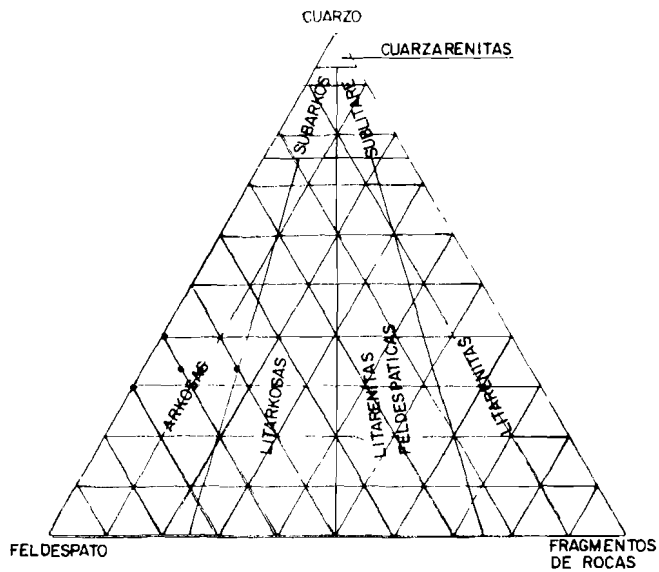


Figura 17.—Composición mineralógica de las arenas de la Unidad de Arévalo.

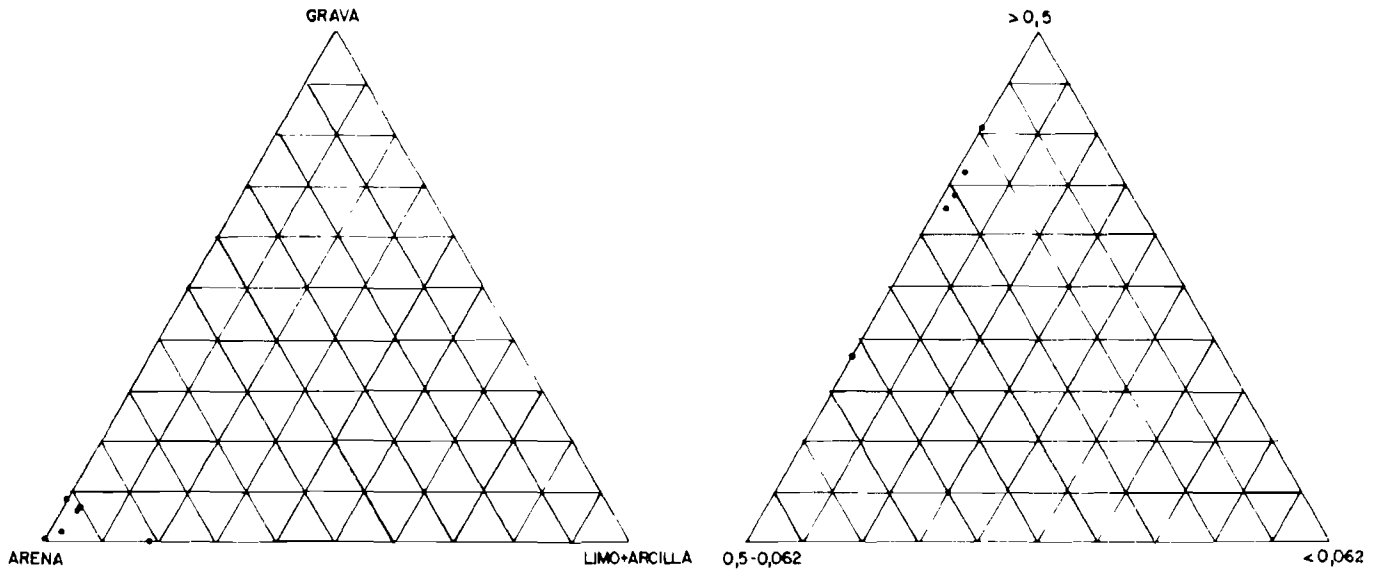


Figura 18.—Composición granulométrica de las arenas de la Unidad de Arévalo.

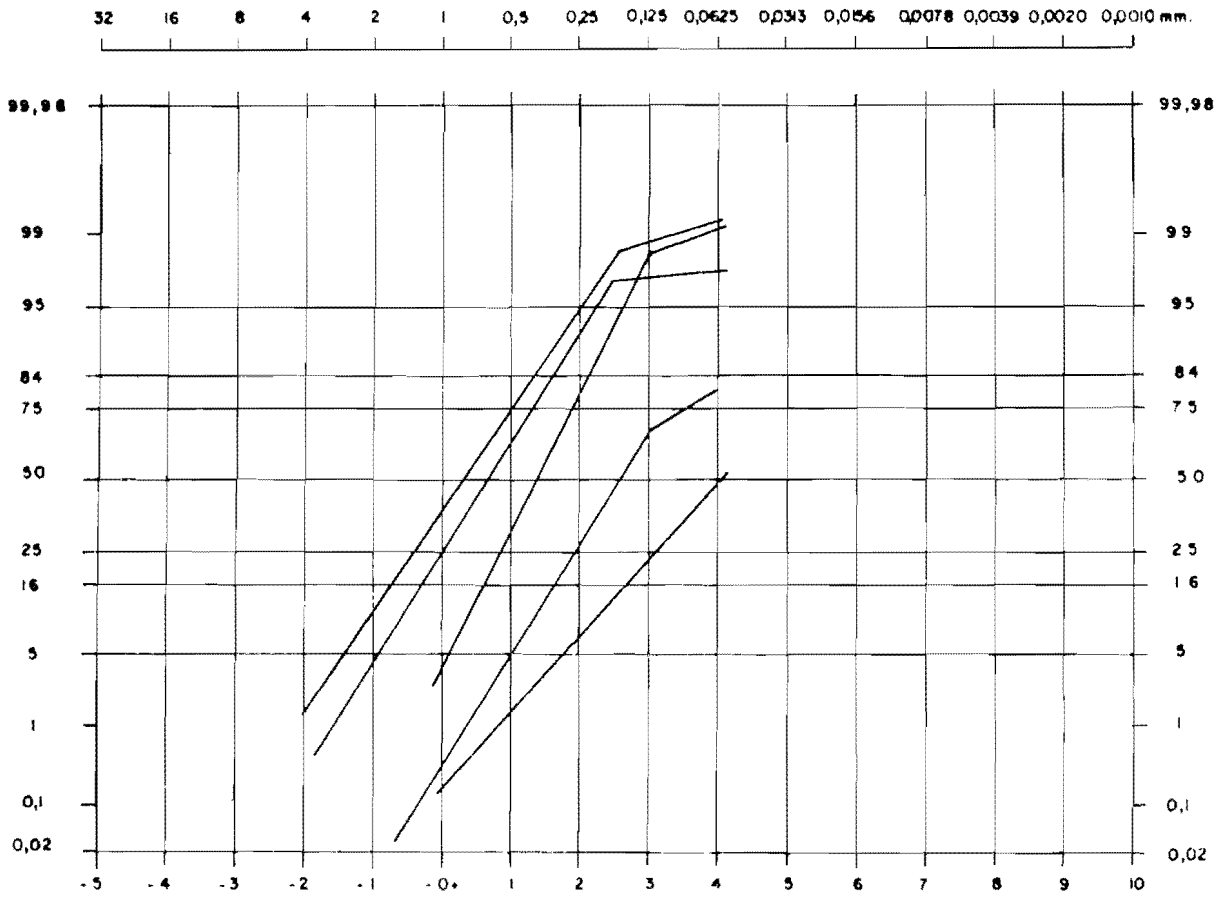


Figura 19.—Curvas granulométricas de las arenas y fangos de la Unidad de Arévalo.

2.2.6 Manto eólico. Arenas eólicas (Q₂D) (Ea)

En esta zona de la Cuenca del Duero son muy frecuentes las acumulaciones de arenas eólicas. Se describen detenidamente en el apartado 5, GEOMORFOLOGIA, por lo que aquí nos limitamos a definir su litología, textura, estructura y espesor (figs. 20, 21 y 22).

Como se indica en el citado apartado, al actividad eólica ha sido bastante importante y constante al menos desde el Pleistoceno Superior.

Las arenas eólicas más antiguas, fosilizadas por depósitos de vertientes y removilizadas por abanicos cuaternarios, tienen gran proporción de fangos (10-40 por 100) y tamaños medios alrededor de 0,125 mm. Son arcosas o litarcosas con un 5-15 por 100 de fragmentos de rocas calizas y pueden tener cemento calcáreo o yesífero debido a procesos de cementación por aguas superficiales, ya que se sitúan sobre afloramientos de «Facies de las Cuestas». La alta proporción de limo y arcilla y la presencia de caliza viene dada probablemente por la contaminación de los depósitos coluviales de dicha facies. La morfoscopia de los granos es subredondeada y la proporción de granos mates muy alta.

Las arenas más recientes se presentan siempre sueltas y son las cartografiadas como Q₂D y Ea en los mapas geológicos y de formaciones superficiales. La proporción de limo es menor del 10 por 100 y los tamaños medios oscilan entre 0,25 y 1 mm., dependiendo de las áreas fuentes (Terrazas altas, depósitos de la superficie de Coca-Arévalo, sustrato arcósico terciario, etc.). Son arcosas de grano subredondeado a redondeado y gran proporción de mates.

Como se indica en el apartado 5, GEOMORFOLOGIA, en esta arena más reciente hay al menos dos fases eólicas principales, separadas por un horizonte edáfico de acumulación de arcilla. La arena más antigua es más arcillosa por concentraciones de finos debido a oscilaciones del nivel freático (PEREZ GONZALEZ, A., 1979).

Normalmente, las arenas eólicas no presentan estructuras, siendo su aspecto masivo. Sin embargo, en algunos cortes de dunas se ha podido observar la existencia de *fore sets* de 5 a 15 cm., inclinados a favor de la dirección del viento, separados en ocasiones por pequeñas cicatrices erosivas, debidas a avalanchas locales.

Las acumulaciones eólicas pueden llegar a 10-15 m. de potencia, en las zonas de coalescencia y superposición de brazos de dunas. Sobre estos materiales se dan suelos lexiviados s.l. semejantes a los descritos para los depósitos de la superficie de Coca-Arévalo, y en relación con el horizonte edáfico de acumulación de arcilla citado en párrafos anteriores.

2.2.7 Abanicos aluviales cuaternarios. (Conos de deyección) (Q₂Ab) (Fh)

En relación con las salidas de pequeños valles laterales, excavados en

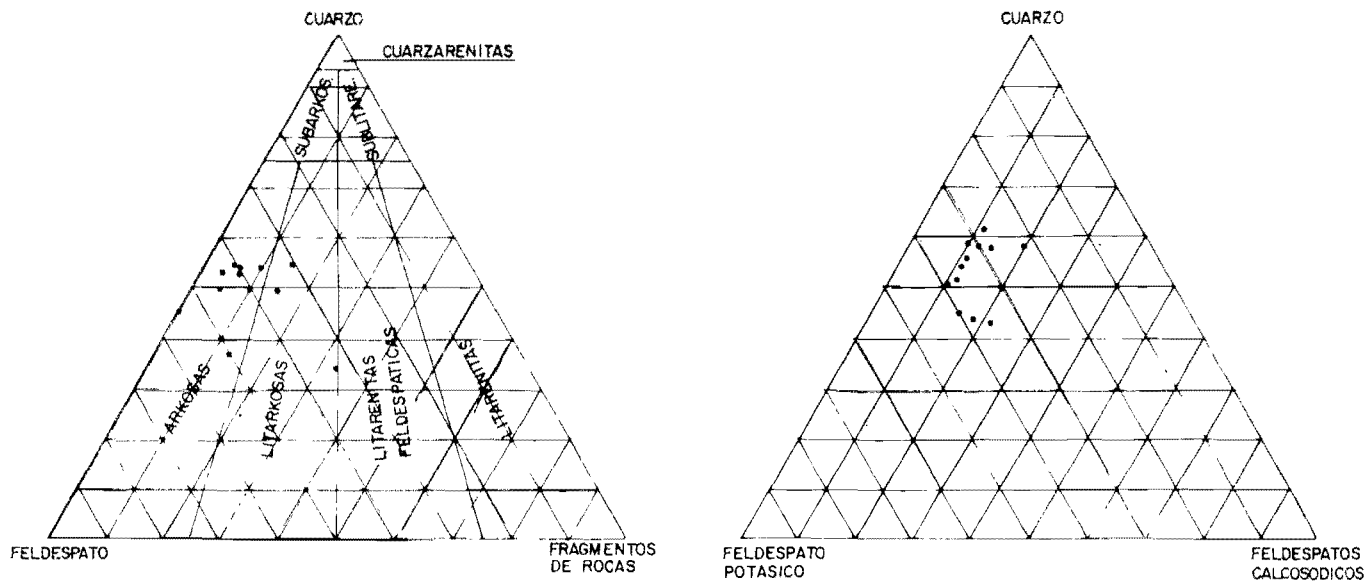


Figura 20.—Composición mineralógica de las arenas eólicas.

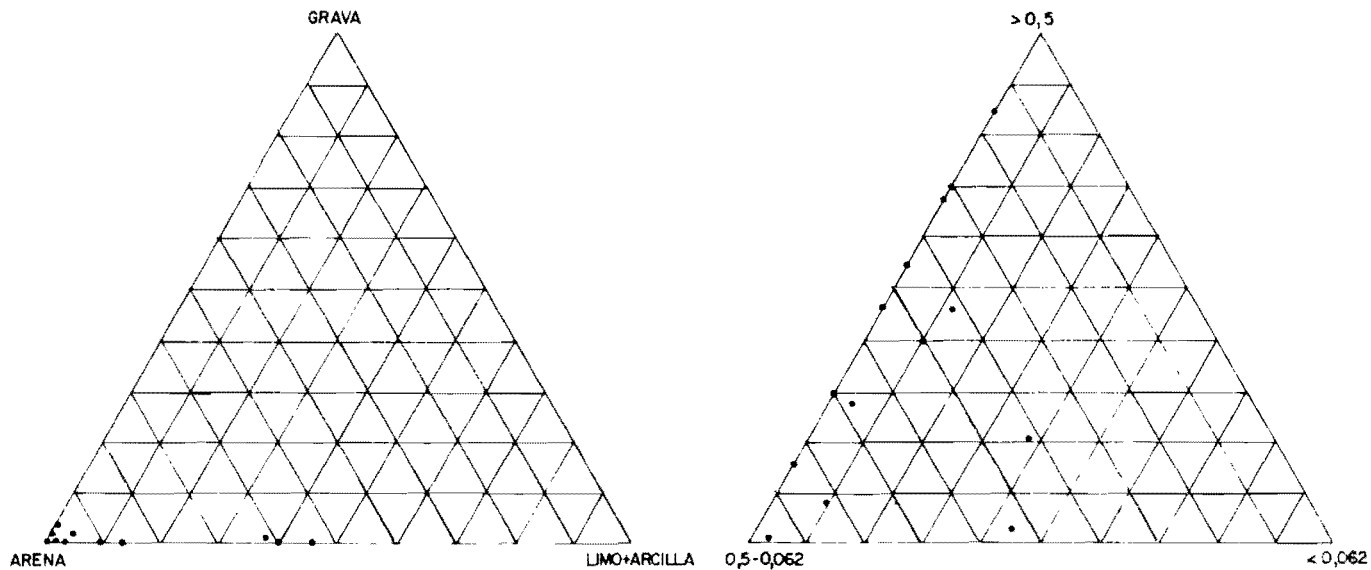


Figura 21.—Composición granulométrica de las arenas eólicas.

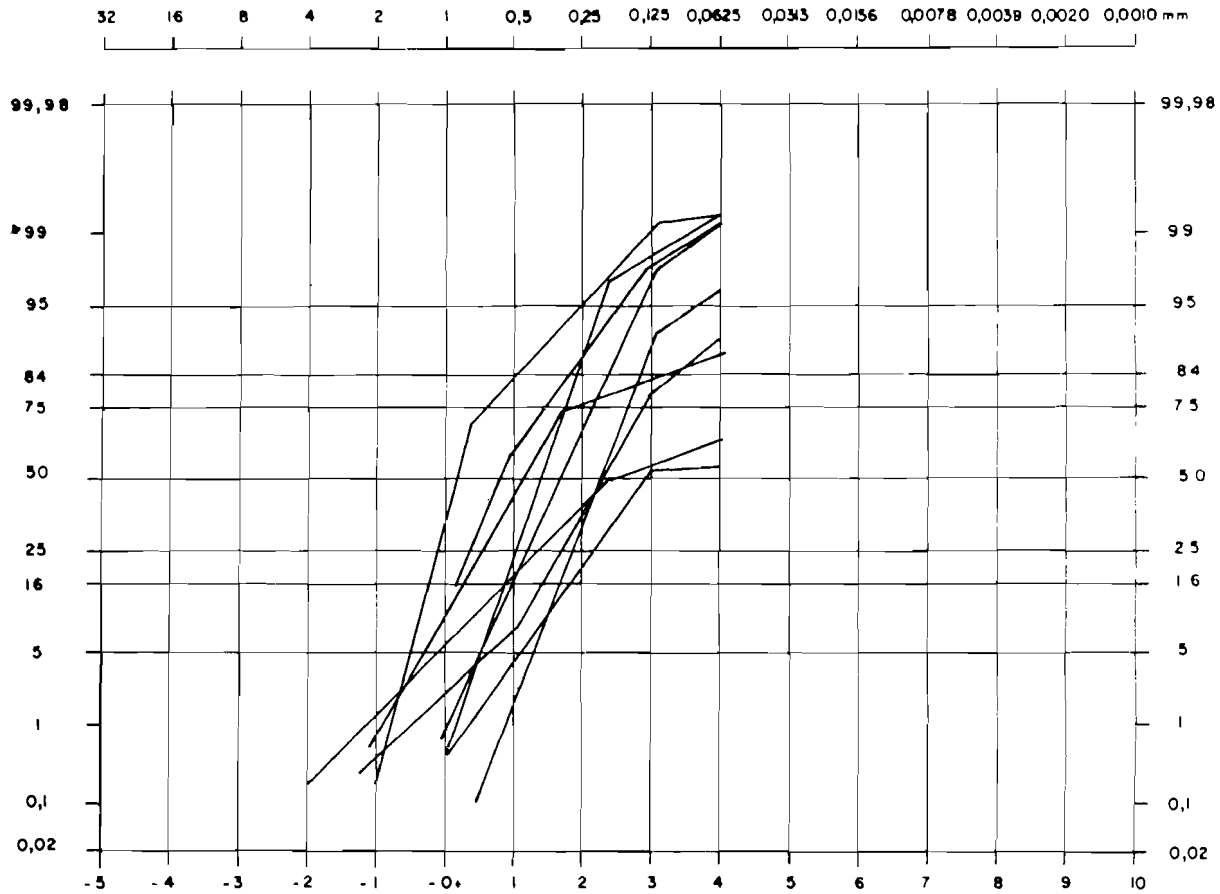


Figura 22.—Curvas granulométricas de las arenas eólicas.

las laderas de las mesas de los «Páramos», se producen importantes acumulaciones de materiales que han sido diferenciados con las siglas Q_2Ab y Fh en los mapas geológico y de formaciones superficiales.

Vienen dadas por niveles, de potencia próxima al metro, de arenas subredondeadas con gran proporción de mates, semejantes a las arenas eólicas más antiguas (2.2.6), pero no cementadas, que se disponen en secuencias granodecrecientes, y estratificación inclinada a favor de la pendiente. La estratificación cruzada tabular interna también buza en el mismo sentido. Estos niveles arenosos están erosionados por otros de potencia semejante y naturaleza coluvial, con fangos carbonatados, que engloban granos eólicos y clastos angulosos de caliza de hasta 20 cm. En las partes distales de estos abanicos dominan las arenas sobre los derrubios de ladera.

Estos depósitos pueden llegar a tener espesores próximos a la decena de metros. Sobre ellos se desarrollan suelos pardo-calizos muy poco evolucionados.

2.2.8 Coluviones antiguos (Q_2C) (Cc)

En el mapa geológico sólo han sido representados en las zonas donde alcanzan espesores importantes del orden de 7 a 10 metros (Q_2C). Constituyen, sin embargo, un recubrimiento generalizado, sobre las laderas de los páramos. Derivan de las «Facies de las Cuestas» y «Calizas con gasterópodos», dando origen a depósitos coluviales a los que se han sumado sedimentos de arenas eólicas.

Estos procesos de coluvionamiento-recubrimiento eólico pueden haberse repetido varias veces, quedando el conjunto muy entremezclado por movilizaciones posteriores en ladera y acción antrópica (arado).

La matriz es arcillosa (margosa) con abundantes cuarzos redondeados y mates y pequeños clastos calizos. Engloba brechas de calizas muy subangulosas (40-50 por 100 del total). No están normalmente cementadas. Sobre estos depósitos se dan suelos pardo calizos de perfil poco evolucionado, normalmente muy destruido (arado).

Gran parte de los conos de deyección Q_2Cd existentes en el mapa geológico han sido asimilados a este tipo de depósitos (Cc) en el de formaciones superficiales.

2.2.9 Fondos de charcas, áreas endorreicas (Q_2L) (Ne)

Sobre la superficie de Coca-Arévalo, y en relación con pequeños cursos fluviales, se desarrollan zonas potencialmente encharcables, debido a la escasa pendiente de la región.

Reciben las notaciones Q_2L y Ne en los mapas geológico y de formaciones superficiales, respectivamente.

Los depósitos son de arenas con abundante fracción de limo y arcilla y acumulaciones importantes de materia orgánica. Las arcillas pueden ser hinchables de tipo montmorillonóide. En superficie se concentran eflorescencias salinas originadas en las épocas secas. El análisis químico de estas zonas superficiales, en muestras en las que no ha podido eliminarse totalmente la fracción limo arcillosa, dan los siguientes contenidos: sulfatos, 26,5 por 100; nitratos, 0,12-0,18 por 100; cloruros, 4,16-4,69 por 100; calcio, 9,20 por 100; sodio, 0,9-1,1 por 100, y potasio, 1,3-2,4 por 100.

Sobre estas depresiones se dan suelos de carácter vértico con perfiles del tipo A(B)C o suelos pardo calizos con carácter vértico y gran cantidad de materia orgánica. El espesor de estos suelos puede llegar a un metro.

2.2.10 Aluviones (Q₂Al) (Fa, Fe)

Ligados a cursos normalmente estacionales aparecen numerosos aluviones (Q₂Al) sobre las arenas eólicas, superficie de Coca-Arévalo o terrazas. Litológicamente se han distinguido dos tipos en el mapa de formaciones superficiales [Fa, Fe].

Sobre los depósitos de terrazas se sitúan depósitos limo-arenosos con un 2,5 por 100 de cantos de cuarcita y cuarzo [Fa].

Sobre las arenas eólicas y arcosas de Coca-Arévalo suelen estar constituidos por arenas y limos arcillosos [Fe].

En ambos casos la materia orgánica es muy abundante. Suelen presentar espesores reducidos del orden de 1 a 2 metros.

Sobre estos materiales se dan suelos aluviales con perfiles de tipo AC y fuerte incorporación de materia orgánica. Lateralmente pueden pasar de suelos aluviales empardecidos a suelos de tipo vértico en las zonas encharcadas.

2.2.11 Formaciones superficiales sobre la superficie Páramo, asociadas a procesos complejos (Cd y Ce)

En este apartado y siguientes se describirá una serie de depósitos, que sólo han sido cartografiados en el mapa de formaciones superficiales debido a su pequeño espesor y/o a la importancia geológica del sustrato que recubren.

Sobre las calizas compactas con gasterópodos aparecen limos y arcillas pardo oscuras o negruzcas, con abundante materia orgánica. En la fracción fina abundan los granos de cuarzo (mates) y feldespatos. Son abundantes los bloques y cantos angulosos de las calizas subyacentes. La fracción fina está compuesta por un 40 por 100 de limo y arcillas y 60 por 100 de arena, en la que dominan los tamaños comprendidos entre 0,125-0,250 mm. (Ce).

En las zonas en que los procesos erosivos han biselado las calizas antes citadas, esta formación superficial se sitúa sobre las «calizas y margas de la serie de tránsito». Tiene características semejantes a las antes descritas, pero aparecen gravas subredondeadas de calizas (calizas de gasterópodos y serie del segundo páramo, ver Hoja 16-15 (Valladolid) y ocasionalmente alguna de cuarcitas y granito (Cd)).

Sobre estos materiales se dan suelos de tipo Rendzina con perfiles AC. El horizonte orgánico A está bastante saturado en bases, por el tipo de roca madre (caliza). Existió una primitiva Rendzina asociada a bosques de tipo *Quercus* que fue parcialmente destruida (acción antrópica) y está mezclada con arenas eólicas.

Estas Rendzinas cubren procesos edáficos antiguos ligados a karstificaciones importantes, que dieron origen a las «Terra rossa» y «Terra fusca» descritas en el apartado 2.2.1.

2.2.12 **Coluviales recientes (Vb, Vb', Vd'')**

Tampoco han sido incluidos en el mapa geológico. Son depósitos derivados de terrazas, o glacis, que están compuestos por arenas y limos con abundantes cantos de cuarcita y cuarzo, pudiendo dominar la cuarcita (Vb) o el cuarzo (Vb'). En ocasiones provienen de glacis con gravas calcáreas y tienen cantos calizos subangulosos esporádicos, inmersos en una matriz areno limosa (Vd'').

Los posibles horizontes edáficos que existieran sobre estas litofacies están destruidas por acción antrópica (arado).

2.2.13 **Depósitos complejos de los valles encajados de los ríos Eresma, Adaja y Voltoya (Cb)**

Los ríos principales de la Hoja se encajan profundamente en la superficie de Coca-Arévalo, dando origen a angostas gargantas.

Debido a la estrechez del afloramiento resulta imposible diferenciar a escala 1:50.000 los diferentes depósitos que recubren estos valles, por lo que se han incluido todos en una formación superficial compleja (Cb) en el mapa correspondiente.

Por un lado los depósitos del fondo del *Talweg* con aluviones semejantes a las terrazas Fi descritos en el apartado 2.2.2.

En las laderas podemos encontrar coluviales de arenas y gravas cuarcosas, con matriz de arcosas fangosas, derivados de la erosión de la Unidad de Arévalo (2.2.5) y de la facies «Villalba de Adaja» (2.1.1), que fundamentalmente están entremezclados con arenas eólicas (2.2.6). También son frecuentes en las laderas los derrames potentes del manto eólico antes citado y los afloramientos del sustrato.

2.3 EDAD

2.3.1 Mioceno

La edad atribuida a los sedimentos miocenos queda justificada por las dataciones de Micromamíferos y Macrovertebrados efectuadas en las Hojas colindantes realizadas por C. G. S.-IMINSA durante los años 1978 y 1979.

Sólo los términos más altos de las series no han podido ser supradatados, pero existe una perfecta correlación entre los procesos acaecidos después de la sedimentación de las «Calizas con gasterópodos» (Calizas de los Páramos) con los ocurridos en la submeseta meridional (AGUIRRE *et al.*, 1976; PEREZ GONZALEZ, A., 1979), por lo que queda justificada la edad atribuida a esta unidad (Vallesiense Superior-Rusciniense).

2.3.2 Cuaternario

El Pleistoceno ha sido dividido tentativamente en Inferior, Medio y Superior, sin que existan argumentos paleontológicos para ello. Se han tenido en cuenta la evolución de los perfiles de los suelos, las alturas sobre los cauces y las dataciones efectuadas, también muy tentativamente, por otros autores y por nosotros mismos en las Hojas de la mitad norte de la Cuenca. La asignación de los niveles a los diferentes pisos está reflejada en la leyenda del mapa geológico.

3 PALEONTOLOGIA

3.1 MACROVERTEBRADOS

ROYO y GOMEZ, J. (1929) cita en la meseta de Iscar, al norte mismo de Pedrajas de S. Esteban, la existencia de restos de mamíferos aparecidos en una yesera del tramo medio de la «Facies de las Cuestas». Cita la presencia de *Hipparion* y del antílope *Palaeoryx* con molares semejantes a los de *P. pallasii* WAGNER. CRUSAFONT, M., *et al.*, 1968, clasifican estos restos como *Deccenatherium pachecoi* CRUSAFONT.

La edad de este yacimiento es Vallesiense, por la presencia de *Hipparion* y posición estratigráfica.

3.2 GASTEROPODOS

En el páramo situado al sur de Portillo o Páramo llano, ROYO y GOMEZ, J.

[1929] cita la existencia de numerosos moldes de moluscos en la caliza que constituye la superficie de estas mesas («Calizas con gasterópodos»); cita las siguientes especies: *Coretus thiolloerei* (MICH.), *Galba* aff. *palustris* (L.), *G. bouletti* (MICH.), *Bythinia* aff. *tentaculata* L., *Hydrobia deyderi* DEP. y SAYN. y *Luccinea primaeva* MATH.

Las determinaciones efectuadas en Hojas próximas revelan la presencia de *B. aff. tentaculata* L., *Radix socralis dilatata* (NOULET), *Hydrobia* y *Planorbarius*.

3.3 FORAMINIFEROS Y OSTRACODOS

Se han determinado en esta Hoja especies de foraminíferos y ostrácodos de escaso valor cronoestratigráfico, pero indicadores en algunos casos de un medio mesohalino, en la «Facies de las Cuestas». Hacia los bordes de la Cuenca suelen aparecer especies de agua más dulce o medio oligohalino.

Se han determinado:

- Foraminíferos: *Ammonia tepida* (CUSHMANN), *Ammonia granosum* (D'ORB.) y *Nonion*.
- Ostrácodos: *Ilyocypris gibba* (RAMDOHR), *I. aff. brady* SARS, *Cyprinotus salinus* (BRADY), *Limnocythere aff. rostrata* (STRAUB.) y *Potamocypris aff. gracilis* (SIEBER).

3.4 CHARACEAS

Los levigados de las «Facies de las Cuestas» han proporcionado las siguientes especies: *Chara notata* GRAMB. y PAUL, *Ch. molassica* STRAUB., *Ch. cylindrica* MADLER, *Grambastichara tornata* (REID y GROVES) y *Schaerochara minutissima* (MADLER), *Psilochara* sp., *Rhabdochara* sp.

El valor cronoestratigráfico de esta asociación es problemático, ya que varias de las especies citadas tienen una distribución estratigráfica que va desde el Oligoceno al Mioceno Inferior, lo que podría indicar un origen resedimentado de estas especies.

4 TECTONICA

La Hoja se caracteriza por la disposición horizontal o subhorizontal de sus materiales.

Considerando la totalidad de la Cuenca podemos observar la existencia de una pendiente (deposicional?) hacia los bordes del orden del 1 por 1.000

en los alrededores del centro de la misma que aumenta progresivamente hasta llegar a 12 por 1.000 en las proximidades de los marcos montuosos.

Es en los márgenes de la Cuenca donde aparecen más claramente deformados los materiales del Terciario Continental.

En el borde Norte (Cordillera Cantábrica) la estructura del Paleógeno y Mioceno Inferior 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). Forma, en conjunto, una megadiscordancia progresiva, en la que pueden situarse algunos momentos de recrudescimiento de los esfuerzos.

En el borde Sur (Sistema Central), al no existir niveles de despegue paleozoicos y mesozoicos, el Paleógeno se adapta a las deformaciones rígidas del zócalo, mediante flexiones, que en la zona estudiada están normalmente falladas en las charnelas, quedando en contacto bien capas horizontales o poco inclinadas o bien el zócalo metamórfico con flancos verticales o subverticales.

El plegamiento del Paleógeno y Mioceno Inferior más bajo se debe a las fases Castellana y Neocastellana (1.ª Stáirica) (PEREZ GONZALEZ, A. *et al.*, 1971, y AGUIRRE, E. *et al.*, 1976).

En el borde Sur se detectan movimientos tectónicos de elevación del Sistema Central, previos a la sedimentación del Vallesiese. A su vez éste se ve afectado por fallas inversas de bajo y medio ángulo, con cierta componente en dirección en algunos casos poniendo en contacto los terrenos graníticos y metamórficos del Sistema Central con los depósitos de esta edad, que en ocasiones pueden llegar a estar cobijados.

Esta actividad tectónica post-vallesiese de los bordes puede ser debida a la Fase Iberomanchega (1.ª Rodánica) (AGUIRRE *et al.*, 1976). En el centro de la Cuenca (Hojas 16-14, Cigales; 16-15, Valladolid, y 16-16, Portillo) se producen amplios pliegues, visibles en las calizas de las superficies del Páramo a veces acompañados por otros de menor escala (métrica).

Excepción hecha de las deformaciones antes citadas, 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. La Interpretación fotogeológica a partir de fotografías de satélite permite deducir una serie de lineamientos de significado estructural dudoso que se pueden agrupar en varios sistemas, entre los que destaca el de N-30°-E. Alineación del Pisuerga-Falla de Alba-Villoria. Esta alineación ha sido comprobada como falla, con bloque hundido al Este, por los equipos de Geofísica del IGME, quienes han detectado otro importante accidente paralelo que pasa por Cuéllar y Norte de Arévalo, con bloque hundido hacia el Oeste, delimitándose así un importante *graben* en la zona de Madrigal de las Altas Torres.

Parece evidente que los movimientos tectónicos han continuado durante el Cuaternario, con suaves elevaciones y hundimientos de grandes bloques, como lo prueba el elevado número de terrazas en el sistema Adaja-Eresma-Voltoya existente a partir de la mitad de la Hoja de Arévalo hacia el Norte.

El brusco encajamiento de la red fluvial, en la superficie de Coca-Arévalo, se debe, probablemente, a un levantamiento relativamente brusco de un bloque en la zona meridional de la Cuenca.

Los deslizamientos rotacionales que dan origen a fallas en las laderas de los Páramos se relacionan con fases climáticas húmedas del Holoceno.

5 GEOMORFOLOGIA

Siguiendo el pliego de condiciones técnicas del proyecto se ha confeccionado un Mapa Geomorfológico a escala 1:50.000, del que se inserta en la presente Memoria una reducción a escala aproximadamente de 1:100.000. Los términos de la leyenda del mapa están subrayados en la Memoria.

En la Hoja de Portillo están representadas las tres unidades clásicas del Mioceno Castellano: «Campiñas», «Cuestas» y «Páramos» (H. PACHECO, E., 1915). Los «Páramos» y «Cuestas» se desarrollan en la parte oriental del mapa. La «Campiña» está representada sobre todo en la parte occidental y tiene características morfológicas propias debido a la presencia de un complejo sistema de terrazas y superficies.

Los «Páramos» constituyen una superficie plana, que se sitúa en las cotas más altas de la Hoja (850-870 m.). De Norte a Sur los más importantes son el Páramo de Portillo, del llano (al norte de Megeces) y el de Iscar.

Geomorfológicamente constituyen importantes relieves tabulares, que se desarrollan más extensamente fuera de la Hoja [Cuéllar, Valladolid, Peñafiel]. Por otra parte, y hacia las zonas centrales del mapa, estas plataformas se desgajan en pequeñas mesas.

Están constituidos por rocas carbonatadas, más resistentes a la erosión que los materiales infrayacentes, lo que trae consigo la formación de escarpes muy definidos a partir de los cuales se desarrollan las formas de enlace con la «Campiña»: las denominadas «Cuestas». No se trata de una superficie de colmatación de la Cuenca Terciaria, sino que en la misma se reconocen diversos procesos de erosión, karstificación y depósito de edad pliocena, tal y como ocurre en la Submeseta meridional. Se trata de la *superficie multipoligénica* de PEREZ GONZALEZ, A. (1979). Estos procesos se manifiestan claramente en la Hoja con un biselamiento de los términos superiores de «Calizas con gasterópodos» y por una karstificación muy acusada.

Esta karstificación se manifiesta por campos de dolinas y uvalas. Por lo general, son más importantes sobre las áreas de afloramientos de calizas

compactas con gasterópodos. Suelen tener los bordes poco definidos y desde el punto de vista de clasificación morfológica se trata sin duda de *dolinas en cubeta*. Las uvalas pueden tener ejes mayores de 2-3 Km., con profundidades menores de 10 metros. Debido a la escasa profundidad y naturaleza de los bordes de estas depresiones cerradas exokársticas, su cartografía resulta problemática y difícil de realizar. Las dolinas varían de tamaño y son de escala hectométrica con profundidades semejantes. Normalmente no tienen control estructural, aunque algunas alineaciones de dolinas del Páramo de Iscar inducen a pensar en la presencia de algunas fracturas de dirección NNE.

De los datos obtenidos en las Hojas de Cigales (16-14) y Valladolid (16-15) se deduce que la edad de la Karstificación se remonta al Plioceno Medio, si bien las formas observables hoy en día sobre la superficie al aire deben ser más recientes e incluso subactuales.

Las vertientes al pie del «Páramo» («Cuestas») se caracterizan fundamentalmente por presentar una clara regularización dentro de un perfil cóncavo (en el mapa *vertientes regularizadas con perfil cóncavo*); quizá puedan también considerarse como glacis-vertiente. Estos perfiles típicamente cóncavos presentan una gran continuidad, aunque a veces se encuentran interrumpidos por la presencia de diversas formas, que a continuación analizaremos.

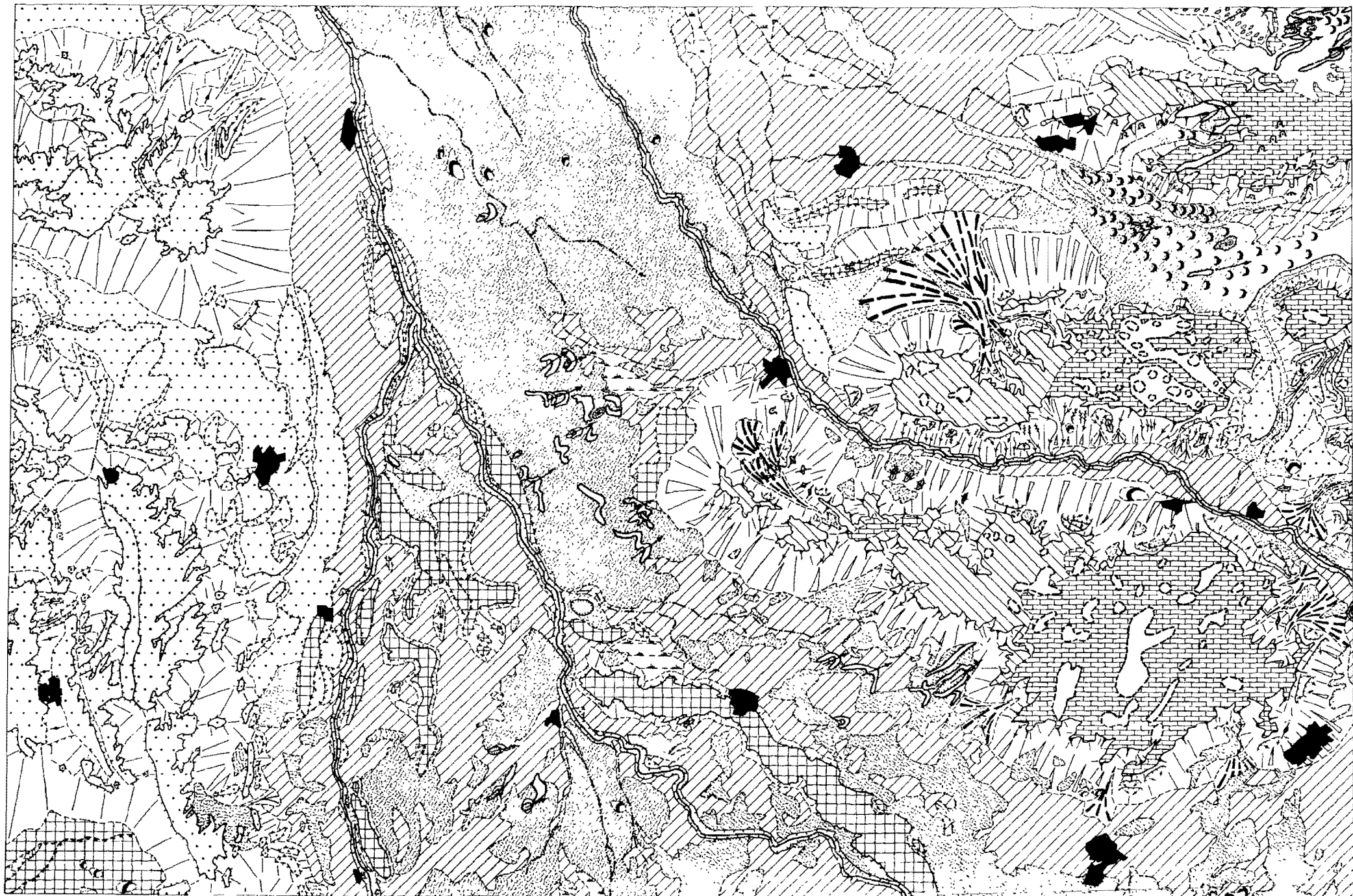
En las vertientes del río Cega aparecen pequeños retazos colgados, por lo general en las partes medias de las vertientes, que interpretamos como vestigios de una antigua regularización en paleovalles (*Paleovertientes de regularización*).

Otro fenómeno muy frecuente en todas las vertientes de los Páramos son los *deslizamientos rotacionales*, que a veces producen un escalonamiento en la ladera y otras se unen longitudinalmente unos a otros, incrementando la movilización de masas.

Arrancando del borde del Páramo y derramándose hacia las zonas más bajas aparecen grandes conos de deyección de morfología planar, y que asimilamos a *abanicos aluviales cuaternarios*, que fosilizan las vertientes regularizadas de perfil cóncavo. Aunque el mecanismo generador sea similar al de un cono de deyección, los hemos diferenciado por su gran tamaño y desarrollo longitudinal. Al pie de las vertientes y sobre todo en el valle del río Cega existen pequeños *conos de deyección*.

Por otro lado, la regularización generalizada de estas vertientes se ve con frecuencia disectada por pequeños *barrancos de incisión lineal*, que en su encajamiento alcanzan con frecuencia el sustrato, labrando, si el material es adecuado, una clara morfología en *cárcavas*.

En la parte occidental del mapa la morfología es simple y poco variada. Se reduce fundamentalmente a un relieve en graderío, debido fundamentalmente a un sistema de *terrazas fluviales* escalonadas, normalmente













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

AUTOR J. M. VIZCARRA GARCIA
M. GUTIERREZ FLORES



MAPA GEOMORFOLOGICO

LEYENDA





MODELADOS DEPOSICIONALES

-  Superficies con depósito
-  Terrozcos fluviales
-  Valles de fondo plano
-  Areas endorreicas (Temporalmente encharcadas)
-  Conos de *deyección*
-  Abanicos aluviales cuaternarios
-  Zonas de acumulación de arenas eólicas
-  Compas de dunas
-  Cordones dunares
-  Dunas






SUPERFICIES POLIGENICAS

-  Superficie multipigénica del Páramo
(Areas con afloramientos colizos)
-  Superficie inferior con depósito y con o sin manto de arenas eólicas

VERTIENTES

-  Paleoverientes de regularización
-  Vertientes regularizadas
-  Vertientes regularizadas con perfil cóncavo
-  Deslizamientos rotacionales






RED FLUVIAL

-  Cauces activos (Adaja, Eresma, Cego)
-  Cauces estacionales
-  Cauces abandonados
-  Barrancos de incisión lineal
-  Cárcovos



FORMAS KARSTICAS

-  Dolinas en cubeta





OTRAS FORMAS (PRINCIPALMENTE DE EROSION)

-  Red fluvial profundamente encajada
-  Relieve residual entre depósitos cuaternarios
-  Cubetas de deflacción, temporalmente encharcadas
-  Blow-outs
-  Campo de blow-outs


MODELADO ANTROPICO

-  Nucleos urbanos
-  Canteras

ESCARPES

-  Escarpe de la superficie paramo (>50m.)
-  Escarpe neto (terrozcos, vertientes, superficies...)
-  Escarpe suavizado
-  Escarpe supuesto

EJES MORFOLOGICOS

-  Dirección y sentido de las vientos prevalentes

encajadas, que se sitúan entre las cotas de 700 y 800 metros. Estos pertenecen a dos sistemas: uno del río Duero y otro al del conjunto Eresma-Adaja.

Estas terrazas han sido ya descritas, tanto desde el punto de vista altimétrico como de su espectro litológico, en el capítulo de Cuaternario y Formaciones superficiales (2.2.2). Algunas de las terrazas existentes al oeste de la confluencia de los ríos Eresma y Adaja no guardan relación con el curso actual de este sistema, tratándose de terrazas abandonadas por cambios de la red de estos dos ríos en su discurrir hacia el Duero.

Las vertientes entre las terrazas presentan una regularización generalizada (*vertientes regularizadas*), habiéndose podido delimitar en alguna de las laderas restos de una antigua regularización (*paleovertientes de regularización*).

Entre los Páramos situados al Este y el sistema de terrazas presente en la parte occidental de la Hoja, se desarrolla un relieve aplanado sobre el que se encaja la red fluvial de mayor orden (ríos Adaja, Eresma y Cega).

Este relieve aplanado está formado por un conjunto de superficies sobre las que se ha depositado un manto de arenas eólicas que las ha fosilizado en muchos casos.

Se diferencian unas superficies situadas a mayor cota, distinguidas en tres diferentes niveles en el mapa geológico (*superficies con depósito*). Los materiales que constituyen estas superficies son gravas y arenas arcósicas con estructuras fluviales semejantes a las de las terrazas de igual cota. En ellas aparecen algunos cerros testigos del sustrato terciario, que no han sido eliminados por los procesos de arrasamiento (*relieves residuales*). Las vertientes de estas superficies presentan, al igual que las de las terrazas, una clara regularización.

La superficie de mayor desarrollo es la que hemos denominado *superficie inferior con depósito* y que corresponde a la superficie de Coca (PEREZ GONZALEZ, A., 1979) y que nosotros hemos denominado de Coca-Arévalo para precisar mejor su extensión. Está encajada sobre las superficies anteriormente descritas, lo que trae como consecuencia que estas últimas queden desgajadas en un conjunto de relieves residuales de morfología tabular.

La superficie de Coca-Arévalo está acompañada de un depósito de arenas arcósicas con gravilla fina de cuarzo y estratificación cruzada de surco, netamente fluviales (*braided*), entre las que pueden intercalarse esporádicamente niveles de arenas eólicas.

La génesis de estas superficies es, sin duda, muy problemática. No obstante, y como hipótesis de trabajo, estimamos que, dado el carácter fluvial del depósito y la morfología del mismo, los mecanismos inherentes al origen de estos aplanamientos, de escasa pendiente hacia el Norte (2 por 100) sean procesos de glaciplanación.

Sobre la superficie de Coca-Arévalo se encajan débilmente (1-2 m.) pequeños cursos estacionales (*cauces estacionales y abandonados*) y *valles de fondo plano* que disectan los depósitos cuaternarios, sin que llegue a aflorar el sustrato terciario. Son también frecuentes pequeñas *áreas endorreicas* de mal desagüe debido a la escasez de pendiente.

Los tres ríos principales que atraviesan la Hoja se encajan profundamente (20-30 m.) sobre la superficie de Coca-Arévalo, dando origen a profundas gargantas, de sección trapezoidal y de vertientes abruptas (*red fluvial profundamente encajada*).

En una gran parte de la zona estudiada aparecen importantes acumulaciones eólicas. Son conocidas desde muy antiguo (CASIANO DE PRADO, M., 1854; H. PACHECO, F., 1923) y han sido estudiadas recientemente por ALCALA DEL OLMO, L. (1972 y 1974), CASAS, J., *et al.* (1973) y PEREZ GONZALEZ, A. (1979).

Se sitúan indiferentemente sobre prácticamente todas las formas descritas anteriormente (incluso Cuestas y Páramos) y alcanzan su mayor desarrollo sobre la superficie de Coca-Arévalo. En la actualidad están en su mayoría fijadas por extensos pinares.

El estudio de la morfología de las mismas se hace difícil por la vegetación existente y el estado de degradación en que se encuentran. No obstante, se han diferenciado *dunas parabólicas* en las cuales se reconocen los brazos alargados de las mismas, que a veces quedan separados o desgajados del frente (*cordones dunares*). Las dunas normalmente se presentan asociadas formando grupos con ramas paralelas que les dan aspecto de transversas (PEREZ GONZALEZ, A., 1979). Los brazos de las dunas pueden llegar a tener un kilómetro de longitud y espesor de la acumulación, en zonas de coalescencia, puede llegar a los 15 m. (norte de Portillo). Unidos a este tipo de dunas aparecen *blow-outs* de pequeño tamaño que pueden presentarse aislados o formando grupos de gran densidad (*campo de blow-outs*). Muchas veces no se han podido cartografiar por separado todas y cada una de las dunas, en cuyo caso se han agrupado bajo la denominación de *campos de dunas*. En muchos puntos ni siquiera se han podido reconocer morfologías dunares específicas y en este caso se les ha denominado *zonas de acumulación de arenas eólicas*. Los procesos de movilización de las arenas han generado depresiones cerradas o *cuquetas de deflacción*, que a veces pueden estar *encharcadas temporalmente*. Tanto las cuquetas de deflacción como las dunas parabólicas y *blow-outs* acompañantes reflejan direcciones del viento definidas y constantes correspondientes a vientos del suroeste.

En otros puntos la deflacción eólica se manifiesta por la exportación de material fino, que trae como consecuencia la formación de pavimentos de gravas muy frecuentes sobre los sistemas de terrazas y superficies antes

descritos. La eolización produce a su vez el labrado de estos cantos generando «ventifactos».

El origen de las arenas eólicas está sin duda en distintas fuentes (terrazas, sustrato terciario, etc.), pero sin duda siempre próximas a las zonas de acumulación (PEREZ GONZALEZ, A., 1979).

La actividad eólica no se circunscribe a época reciente, sino que ha sido muy importante durante una gran parte del Cuaternario. Testigos de esta actividad los encontramos en los sedimentos eólicos contemporáneos con los depósitos de la superficie Coca-Arévalo, en las arenas eólicas removilizadas por los abanicos aluviales cuaternarios, en acumulaciones fosilizadas por las vertientes regularizadas, etc. Existe una arena más joven, que es la que hemos descrito al hablar de los aparatos dunares. Un examen detenido de estas zonas de acumulación eólica reciente permite diferenciar dos épocas fundamentales de movilización eólica, separadas por una cicatriz que viene manifestada por un nivel edáfico de acumulación de arcilla. La arena más antigua presenta horizontes difusos de acumulación de arcilla por oscilación del nivel freático.

De cara a una planificación territorial de la zona podemos resaltar los siguientes hechos: los deslizamientos rotacionales de las «Cuestas» (hoy en día no funcionales) implican una gran inestabilidad de las laderas asociadas a épocas algo más húmedas que la actual. En épocas de fuertes precipitaciones dicha inestabilidad podría volver a producirse. También como consecuencia de la realización de obras civiles existe riesgo de reactivación de dichos deslizamientos.

Las arenas eólicas se encuentran perfectamente fijadas por los pinares de la región y no se presenta ningún problema. Una deforestación de la zona llevaría consigo graves consecuencias, que determinarían muy posiblemente una desertización del área.

Las áreas endorreicas no presentan ningún problema debido al pequeño espesor de sus depósitos, que en caso de necesidad podrían ser saneados.

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 Inferior (CORROCHANO, A., 1977, C. G. S., S. A.-IMINSA, 1978), 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 (JIMENEZ FUENTES, E., 1974).

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

No disponemos de dataciones precisas de las series del Paleógeno del borde sur de la Cuenca o Unidad de Torneros (Hojas 15-20, Mirueña, y 10-20, Cardeñosa), aunque la mayoría de los autores tienden a situarlas en el ciclo inferior antes citado, con una edad Paleoceno-Eoceno Inferior (CORROCHANO, A., 1979, y JIMENEZ, E., 1972 y 1973).

Durante estos tiempos del Paleógeno se depositan areniscas conglomeráticas silíceas y arcillas arenosas en un medio claramente fluvial, con depósitos de canal e inundación. Los cauces debieron ser poco sinuosos y probablemente anastomosados, con un elevado régimen de flujo. Los aportes provendrían fundamentalmente del oeste. Las condiciones climáticas fueron cálidas y húmedas como lo prueban la escasez de feldespatos, presencia de niveles ferruginosos y suelos lateríticos transportados.

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 y meridional), pliegues (borde este) o monoclinalmente (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, de AGUIRRE, E., DIAZ MOLINA, M., y PEREZ GONZALEZ, A., *op. cit.*, 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, en el centro de la Cuenca (fig. 23).

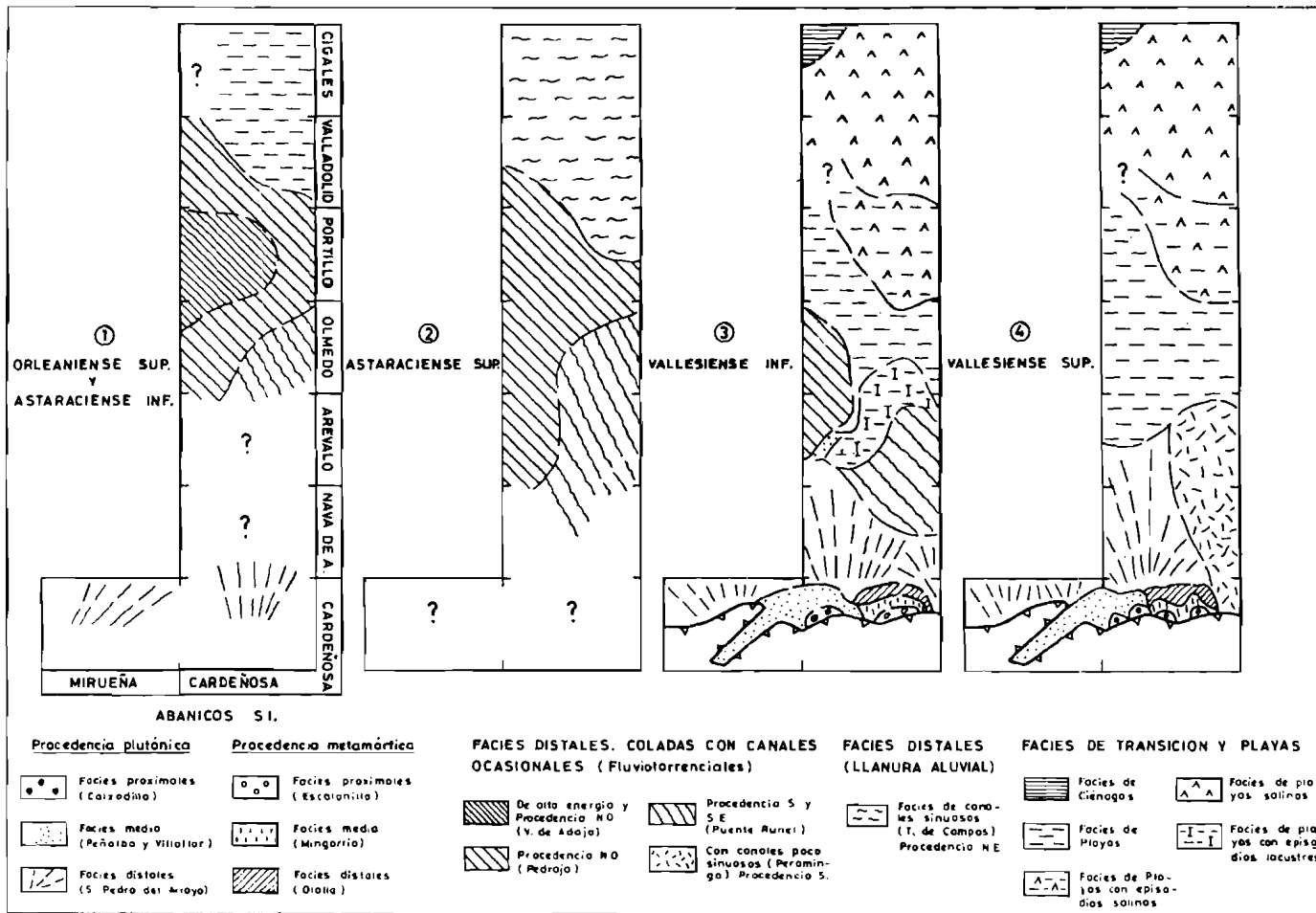


Figura 23.—Esquema paleogeográfico evolutivo.

El nuevo ciclo sedimentario se inicia en condiciones de mayor aridez, quizá en un clima semiárido.

Durante el Mioceno Inferior alto y parte del Mioceno Medio se depositan en el borde sur (Mirueña y Cardeñosa) arcosas fangosas de escaso grado de organización, con cantos dispersos de granitos, cuarzo y cuarcita depositadas por avenidas de corrientes turbias, con alta relación sedimento/agua (unidades de Pozanco y Vallehernando). Corresponderían a zonas distales de «abanicos»*, con zonas proximales más al sur. Localmente, en la superficie de los mismos, se producen ligeros retoques fluviales con incisión de pequeños canales y sedimentación de arenas con escasa matriz susceptibles de ser cementadas posteriormente. Los aportes provienen del S y SO, con áreas madres algo diferentes, como lo prueba la presencia de fragmentos calizos en la Unidad de Pozanco (Desmantelamiento de Mesozoico residual?).

No se ha podido establecer una correlación precisa de las unidades antes citadas con las del centro de la Cuenca. Sin embargo, se puede indicar que en épocas no muy separadas en el tiempo, durante el Orleaniense Superior y Astaraciense Inferior, en la Hoja de Portillo (16-16) se depositan arenas arcósicas fangosas a veces con cantos de cuarcita y desarrollo de paleosuelos carbonatados (Facies Villalba de Adaja) en un ambiente fluvio-torrencial de alta energía, en el que las coladas de fango arenoso juegan un importante papel en la sedimentación sobre las que se instalan aportes torrenciales intermitentes asimilables a las actuales «ramblas». Las facies más distales se desarrollan en las Hojas de Cigales (16-14), Valladolid (16-15), zona este de la de Portillo y norte de Olmedo (16-17) (Unidad Pedraja de Portillo) con sedimentación de arcosas, fangos arcósicos y calizas palustres en coladas de fango con retoque fluvial intermitente. Los aportes en ambos casos provienen probablemente del oeste y noroeste. Hacia el norte y este en las Hojas de Cigales y Valladolid se pasa a ambientes de «playas» con sedimentación margosa predominantemente (Facies Dueñas). Esta unidad es sincrónica con sedimentos de llanura aluvial y canales sinuosos instalados en zonas distales de abanicos aluviales (Facies Tierra de Campos) situados al Norte (Hojas de Dueñas (16-13) y Palencia (16-12)).

En el borde norte y zona oriental de la Hoja de Olmedo (16-17) y al menos a partir del Astaraciense Inferior hay sedimentación de arenas arcósicas, frecuentemente cementadas por carbonatos, y fangos ocres y beige con calizas palustres depositados mediante corrientes de fango y esporádicamente corrientes fluviales en zonas distales de abanicos en paso a la llanura aluvial. Los aportes provienen probablemente del sur y sureste (Facies Puente Runel).

Durante el Astaraciense Inferior más alto y parte del Superior existen en las Hojas de Cigales, Valladolid y zona noreste de Portillo aportes de

* Se emplea aquí el término «abanico» en sentido generalizado, sin que se pueda especificar su encaje en ninguno de los modelos tradicionales.

procedencia noreste, de facies arenosas (litarenitas) con gravillas de cortezas y fangos ocre de llanura de inundación que corresponden a depósitos de llanura aluvial, con canales sinuosos en zonas distales de abanicos aluviales. Las facies canalizadas se concentran en las Hojas de Cigales y parte norte de Valladolid (Unidad Cabezón). Sin embargo, en el oeste de la Hoja de Portillo y Hojas de Olmedo, Arévalo (16-18) y Nava de Arévalo (16-19) continúan los aportes de procedencia Oeste (Unidad Pedraja) y Sur (Facies Puente Runel) que incluso llegan hasta los primeros tiempos del Vallesiense Inferior, siendo equivalentes de las playas salinas de la «Facies de las Cuestas».

Al comienzo del 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 suelos marmorizados.

En el Astaraciense Superior y sobre todo en el Vallesiense del borde sur de la Cuenca (Hoja de Mirueña, Cardeñosa y Nava de Arévalo) se depositan arcosas fangosas desorganizadas con cantos dispersos, cuya proporción aumenta hacia los marcos montuosos.

En estos materiales resulta difícil identificar la geometría de abanicos aluviales típicos. La geometría y características del depósito viene influida por la existencia de un escarpe activo de falla durante estos tiempos, lo que imprime un carácter gravitacional a los depósitos proximales.

Los materiales con área fuente metamórfica se depositan mediante coladas de fango con gran proporción de cantos en las zonas proximales (Unidades de Escalonilla y Mingorría, en la Hoja de Cardeñosa) y escasa en las distales (Unidad de Olalla). Los de procedencia plutónica se sedimentan por mecanismos torrenciales (coladas de granos) pasándose rápidamente de las zonas proximales y medias (Calzadilla, Peñalba) a las distales (San Pedro del Arroyo). Lateralmente, pueden instalarse esporádicos canales «fluviales» como consecuencia de desbordamientos laterales de las zonas de aporte principal, en épocas de grandes avenidas (Unidad de Villafior).

Hacia el interior de la Cuenca (Hoja de Nava de Arévalo) pueden aparecer intercalaciones carbonatadas en las zonas distales (Unidad de Hernansancho) que representan el paso a llanuras aluviales, equivalentes laterales de las facies de «playas» de las Cuestas.

En el borde oriental de la Hoja de Arévalo y durante los tiempos correspondientes al paso Astaraciense Superior-Vallesiense Inferior, hay depósito de coladas fangosas con abundantes cantos metamórficos, que representan zonas muy proximales de aportes del sureste provenientes del umbral de Santa María de Nieva.

En la zona oriental de las Hojas de Cardeñosa, Nava de Arévalo y Arévalo, y durante el Vallesiense Superior, hay sedimentación de arcosas fangosas entre las que se intercalan paleocanales de arenas, existiendo también niveles arcillosos. Predominan los depósitos de coladas instalándose ocasionalmente cursos fluviales poco sinuosos, provenientes del Sur (Unidad de Peromingo).

En el Astaraciense Superior y sobre todo durante el Vallesiense, en el centro de la Cuenca y zonas próximas (norte de la Hoja de Arévalo y Hojas de Olmedo, Portillo, Valladolid y Cigales) se desarrollan de forma general los ambientes de playas, con carácter salino generalizado del río Duero hacia el Norte. Localmente (Hoja de Arévalo) se instalan facies lacustres y de playas en tránsito a lacustre, en zonas más marginales que deben corresponder a «interlóbulo» en zonas distales de abanicos.

En estas épocas el clima tiende a semiárido, con fuertes períodos de aridez (algo más benigno con precipitaciones ocasionales en los bordes).

Durante los últimos tiempos del Vallesiense, en las áreas antes mencionadas, se dan medios de transición de playas hacia medios lacustres más generalizados, haciéndose el clima más húmedo.

Las «Calizas con gasterópodos» de la superficie del Páramo, que representan el techo del Vallesiense y la base del Plioceno (Rusciniense) se depositan en ambientes lacustres más estables y generalizados.

La superficie de colmatación de este ciclo se ve rota y deformada por una fase tectónica generalizada (Fase Rodánica o Iberomanchega) (AGUIRRE *et al.*, 1976). Da origen a amplios pliegues que en ocasiones se acompañan de estructuras menores.

En el interior de la Cuenca y en relación con todos estos fenómenos, aparecen como consecuencia de procesos erosivos «costras clásticas rojas» (PEREZ GONZALEZ, A., 1979) fosilizando las depresiones sinclinales de las calizas con gasterópodos. A continuación sobreviene un importante proceso kárstico, que perfora costra y caliza con formación de «Terra rossa».

Se inicia un nuevo ciclo sedimentario de edad Rusciniense Superior a Villanyense Inferior a base de depósitos fluviales de arenas y subfacies de llanura de inundación con suelos calcimorfos, que incorporan potentes depósitos de «Terra rossa» transportada. A continuación se instalan facies margosas de playas, seguidas de una nueva expansión de los ambientes lacustres generalizados (Calizas del segundo Páramo).

Una nueva fase tectónica (Iberomanchega 2), más suave que la anterior, da origen a una nueva superficie de erosión acumulación, que bisela a la anterior, llegando a situarse incluso sobre las «Calizas de gasterópodos» del Vallesiense-Rusciniense. Esta superficie está fosilizada por depósitos de «costras laminares bandeadas y multiacintadas con arenas limosas rojizas» (PEREZ GONZALEZ, A., 1979), que están presentes en las Hojas de Cigales y Valladolid.

Depósitos pliocenos correlativos a este ciclo se sitúan en las Hojas de Cardeñosa y Nava de Arévalo, en relación con la superficie prerraña, correspondiendo a facies medias de abanicos en las que se instalan localmente canales conglomeráticos.

Nuevas elevaciones de los marcos montuosos de los bordes preceden a la instalación de las «Rañas», muy extendidas en el norte de la Cuenca del Duero. Estos materiales corresponden al Plioceno más Superior y probablemente a los niveles inferiores del Pleistoceno.

Posteriormente se instala la red fluvial cuaternaria. De modo generalizado para toda la cuenca podemos indicar que las llanuras de inundación han ido disminuyendo de extensión desde el Pleistoceno Inferior a la actualidad, lo que unido a los rasgos de hidromorfismo tanto más intensos cuanto más antiguas son las terrazas, nos habla de una progresiva jerarquización de la red.

La asimetría de los valles, con depósito de terrazas en las márgenes izquierdas de los ríos al sur del Duero y en las márgenes derechas al norte del mismo, nos indica un proceso de basculamiento generalizado hacia el noroeste continuo durante gran parte del Pleistoceno, pero de pequeña intensidad e incapaz de contrarrestar las variaciones de nivel de base.

Las fases de incisión de la red están separadas en el borde sur por fases de planación del relieve, que dan lugar a extensas superficies (Carpio, Alaejos, Medina, Coca-Arévalo, PEREZ GONZALEZ, A., 1979).

Durante el Pleistoceno se detectan en la Cuenca dos procesos de reglaje de vertientes en condiciones posiblemente periglaciares. Los procesos de regularización más recientes (Holoceno), son asimilables a fases húmedas.

El desarrollo de suelos rojos fersialíticos en las terrazas (y suelos pardos mediterráneos con tendencia a suelos rojos) indica un clima mediterráneo, más frío y húmedo en los bordes de la Cuenca (suelos pardos lexiviados y tierras pardas meridionales en paso a húmedas).

La actividad eólica ha sido muy intensa, al menos desde el Pleistoceno Superior, sin que para justificarla se precisen condiciones áridas, pudiendo darse en un clima semejante al actual. Los vientos predominantes son los del cuadrante suroccidental.

Movimientos tectónicos de grandes bloques de la Cuenca durante el Pleistoceno, incluso Superior, pueden deducirse del elevado número de terrazas existentes y del profundo encajamiento de los ríos Eresma, Adaja, Cega y Voltoya, en la mitad sur de la Cuenca.

7 GEOLOGIA ECONOMICA

7.1 MINERIA Y CANTERAS

La minería está ausente de la zona ocupada por la Hoja.

Tan sólo se canteran algunos materiales con cierta intensidad.

En las localidades de Mojados y Alcazarén se extraen fangos de la «Unidad Pedraja» para la fabricación de ladrillos. En Arrabal de Portillo se ha desarrollado una industria de cerámica popular que se confecciona con los fangos de la «Facies Tierra de Campos».

También se utilizan de forma local e intermitente las arenas y gravas de terrazas, superficies y manto eólico para la construcción. La potencialidad de la zona en este tipo de materiales es muy importante.

Las «calizas con gasterópodos» del Páramo se utilizarán como áridos de machaqueo en dos canteras al sur de Megeces de Iscar.

Sin duda es el nivel de concentraciones de yesos el horizonte con más importancia, pasada y actual, de cara a las explotaciones de materiales.

La extracción de yesos fue muy intensa, tanto en mina como a cielo abierto, en el área de Pedrajas de S. Esteban, Iscar y Portillo. En la actualidad hay fábricas de yeso activas en Portillo, Megeces de Iscar y Pedrajas.

7.2 HIDROGEOLOGIA

Acuíferos de pequeño interés están localizados en las terrazas del Duero y sistema Eresma-Adaja, pero suministrarían caudales bajos debido a su pequeño espesor.

Mayor interés presenta el acuífero de los depósitos de la unidad de Arévalo, sobre la superficie de Coca-Arévalo. Aunque el espesor no es muy importante [poco más de 5 metros], su elevada permeabilidad, gran extensión de área de recarga e impermeabilidad del sustrato dan origen a un extenso acuífero, que, con caudales bajos, es explotado en toda la región.

Gran importancia como acuíferos tienen las facies detríticas gruesas de Villalba de Adaja, que se sumergen bajo sedimentos más impermeables hacia el este de la Hoja, por cambio lateral. Hacia el oeste (Medina del Campo, Nava del Rey, etc.) existen amplias áreas de recarga en estas facies gruesas, lo que unido a una débil pendiente hacia el este y al cambio lateral a facies finas impermeables, delimitaría la existencia de posibles buenos acuíferos, al menos en la mitad este de la Hoja. Hay que señalar que, de acuerdo con los datos obtenidos por los sondeos, las aguas obtenidas son bastante salobres.

Las calizas de gasterópodos de los Páramos pueden llegar a tener un espesor del orden de 10 metros. No tienen dificultades de recarga por haber sido desmanteladas las arcillas de decalcificación suprayacentes. Sin embargo, gran parte de las fisuras y planos de estratificación se presentan frecuentemente rellenos de «Terra fusca» muy arcillosa, lo que unido a la pequeñez de las áreas de recarga de las mesas existentes en la Hoja, las hacen despreciables como acuíferos.

8 PATRIMONIO NATURAL GEOLOGICO

No existen en la Hoja puntos susceptibles de ser inventariados de cara a su conservación y preservación.

Pueden presentar un relativo interés didáctico los afloramientos existentes en el cauce del río Adaja, al pie mismo de la localidad de Villalba de Adaja, para el estudio de las facies a que da nombre dicha localidad. También los afloramientos de las Cuestas en las yeseras activas proporcionan buenos cortes 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 Minero de España*, Madrid.
- 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-Cuaternario*, 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 (2-3), pp. 189-212.
- ALCALA DEL OLMO, L. (1972).—«Estudio sedimentológico de los arenales de Cuéllar (Segovia)». *Estudios Geológicos*, vol. 28 (4-5), pp. 345-359.
- (1975).—«Estudio edáfico-sedimentológico de los arenales de la Cuenca del Duero». *Tesis Doctoral*. Universidad Complutense. Madrid.
- ARAGONES, E. (1979).—«Sedimentos fluviales de la facies "tierra de Campos" (Cuenca del Duero, Palencia)». *Primera Reunión Reg. Geol. C. Duero*. In litt.
- ARAGONES, E.; CARRERAS, F.; OLIVE, A.; DEL OLMO, P.; PORTERO, J. M., y VARGAS, I. (1979).—«Estratigrafía y sedimentología del Mioceno entre Guardo y Dueñas (Cuenca del Duero, Palencia)». *Primera Reunión Reg. Geol. C. Duero*. In litt.
- ARRIBAS, A., y JIMENEZ, E. (1970).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:200.000. Hoja 29, Valladolid». *Inst. Geol. Min. Esp.*
- (1972).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:200.000. Hoja núm. 37, Salamanca». *Inst. Geol. Min. Esp.*
- BADIOZAMANI, K.; MACKENZIE, F. T., y THOORSTENSON, D. C. (1977).—«Experimental carbonate cementation. Temperature and vadose phreatic effects». *Journal of Sedimentology, Petrology*, 47, 2, pp. 259-542.

- BERGOUNIOUX, F., y CROUZEL, F. (1958).—«Les Mastodontes de l'Espagne». *Estudios Geológicos*, vol. 14, pp. 223-365.
- CASAS, J.; LEGUEY, S., y RODRIGUEZ, J. (1972).—«Mineralogía y sedimentología de los arenales que recubren el Terciario entre los ríos Pirón y Voltoya (Segovia)». *Estudios Geológicos*, vol. 28 (4-5), pp. 287-297.
- CASIANO DE PRADO, M. (1854).—«Note sur la constitution géologique de la province de Ségovie». *Bull. Soc. Géol. Franc.*, t. 11, pp. 330-378.
- 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.) IGME.
- CORRALES, I.; CARBALLEIRA, J.; CORROCHANO, A.; POL, C., y ARMENTEROS, I. (1978).—«Las facies Miocenas del Sector Sur de la Cuenca del Duero». *Publ. Dep. Estr. Univ. Salamanca*, núm. 9.
- CORRALES, I. (1979).—«El Mioceno al sur del Río Duero (Sector Occidental)». *Primera Reunión Reg. Geol. C. Duero*. Libro Guía de excursiones.
- CORROCHANO, A. (1977).—«Estratigrafía y sedimentología del Paleógeno de la provincia de Zamora». *Tesis Doctoral*. Departamento Estratigrafía de Salamanca.
- (1979).—«El Paleógeno del borde Occidental de la Cuenca del Duero (Zamora)». *Primera Reunión Reg. Geol. C. Duero*. Libro Guía de excursiones.
- CRUSAFONT, M.; AGUIRRE, E., y GARCÍA, J. (1968).—«Un nuevo yacimiento del Mioceno superior de la Cuenca del Duero». *Acta Geol. Hisp.*, 3, pp. 22-24.
- CRUSAFONT, M.; AGUIRRE, E.; GARCIA, J., y TRUYOLS SANTONJA, J. (1960). «El Mioceno de las cuencas de Castilla y de la Cordillera Ibérica». *Notas y Comun. IGME*, núm. 60, pp. 127-140.
- CRUSAFONT, M.; AGUIRRE, E.; GARCIA, J., y VILLALTA, J. C. (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).
- DURAND, J. H. (1963).—«Les croûtes calcaires et gypseuses en Algérie: formation et âge». *Bull. Soc. Géol. Franc.*, 7ème. Sér. 5, pp. 959-968.
- DUCHAUFOUR, P. (1977).—«Précis de Pédologie». III Ed. Masson et Cie., París.
- FREYET, P. (1973).—«Petrography and paleoenvironment of continental carbonates with particular reference to the Upper Cretaceous and Lower Eocene of Languedoc». *Sedimentary Geology*, 10, pp. 25-60.
- GARCIA, J., y ALBERDI, M. T. (1968).—«Nueva tortuga fósil en el Mioceno de Arévalo». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* (B), t. 66, pp. 141-149
- GARCIA ABBAD, F. J., y REY SALGADO, J. (1973).—«Cartografía geológica del Terciario y Cuaternario de Valladolid». *Boletín Geológico y Minero*, t. 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 de Duero)». *Estudios Geológicos*, vol. 30 (4-5 y 6), pp. 579-597.
- HERNANDEZ PACHECO, E. (1915).—«Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia». *Junta Ampl. Est. e Inv. Cientif. Comunicación*.
- HERNANDEZ PACHECO, F. (1923).—«Las arenas voladoras de la provincia de Segovia». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. 23, pp. 211-216.
- (1930).—«Fisiografía, geología y paleontología del territorio de Valladolid». *Mem. Com. de Invest. Paleont. y Prehist.*, núm. 37, pp. 38-95.
- JIMENEZ FUENTES, E. (1971).—«Nuevos yacimientos de quelonios fósiles en Coca (Segovia) y su significado estratigráfico». *Studia Geologia*, vol. VII, pp. 57-82.
- (1972).—«El Paleógeno del borde SW de la Cuenca del Duero: I. Los escarpes del Tormes». *Studia Geologica*, vol. III, pp. 67-110.
- (1973).—«El Paleógeno del borde SW de la Cuenca del Duero. II: La falla de Alba-Villoria y sus implicaciones estratigráficas y geomorfológicas». *Studia Geologica* (Salamanca), vol. V, pp. 107-136.
- (1974).—«Iniciación al estudio de la climatología del Paleógeno de la Cuenca del Duero y su posible relación con el resto de la Península Ibérica». *Boletín Geol. y Minero (IGME)*, t. 85, fasc. 5, pp. 6-12.
- LOPEZ, N. (1977).—«Revisión Sistemática y Bioestratigráfica de los Lagomorpha (Mammalia) del Terciario y Cuaternario Inferior de España». *Tesis Doctoral*. Fac. Geol. Univ. Madrid, 470 p.
- (1978).—«Nuevos Lagomorfos (Mammalia) del Neógeno y Cuaternario Español. *Trab. Neóg. Cuatt. ILM*, 8, pp. 7-46.
- LOPEZ, N., y SANCHEZ, B. (1979).—«Los microvertebrados de la Cuenca del Duero. Primeras listas faúnicas e implicaciones bioestratigráficas y paleofisiográficas». *Primera Reunión Reg. Geol. C. Duero*. In litt.
- OLIVE, A.; PORTERO, J. M.; DEL OLMO, P.; ARAGONES, E.; CARRERAS, F.; MOLINA, E., y G. ELORZA, M. (1979).—«El sistema de terrazas del río Carrión». *Primera Reunión Reg. Geol. C. Duero*. In litt.
- ORDOÑEZ, S.; LOPEZ AGUAYO, F., y GARCIA DEL CURA, A. (1976).—«Estudio Geológico de las "facies rojas" plio-cuaternarias del borde SE de la Cuenca del Duero (provincia de Segovia)». *Estudios Geológicos*, vol. 32 (2), páginas 215-220.
- MAZO, A. (1977).—«Revisión de los Mastodontes de España». *Tesis Doctoral*. Univ. Complutense de Madrid, 420 págs.
- MIQUEL, M. (1902).—«Noticias sobre varios restos de Mamíferos fósiles procedentes de Fuensaldaña y la Cistérniga». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. 2, pp. 94-95.
- MELTON, M. A. (1965).—«The geomorphic and paleoclimatic significance of alluvial deposits in Southern Arizona». *Jour. Geol.*, vol. 73, pp. 1-73.

- PEREZ GONZALEZ, A. (1979).—«El límite Plioceno-Pleistoceno en la Submeseta meridional en base a los datos geomorfológicos y estratigráficos». Reunión del grupo español del límite Neógeno-Cuaternario. *Trab. Neóg. Cuat.*, núm. 9.
- (1979).—«El Cuaternario de la región central de la Cuenca del Duero y sus principales rasgos geomorfológicos». *Primera Reunión Reg. Geol. C. Duero*, Libro guía de excursiones.
- PEREZ GONZALEZ, A.; VILAS, L.; BRELL, J. M., y BERTOLIN, M. (1971).—«Las series continentales al Este de la Sierra de Altomira». *Congr. Hisp. Lus. Am. Geol. Econ.*, t. 1, Secc. 1, pp. 357-376.
- PORTERO, J. M.; DEL OLMO, P.; R. DEL POZO, J., y VARGAS, I. (1979).—«Síntesis del Terciario Continental de la Cuenca del Duero. *Primera Reunión Reg. Geol. C. Duero*. In litt.
- ROYO Y GOMEZ, J. (1929).—«Moluscos del Terciario continental de la provincia de Burgos». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. 29, pp. 239-244.
- (1929).—«Nuevos yacimientos de Mamíferos miocenos en la provincia de Valladolid». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. 29, pp. 105-112.
- (1933).—«Sobre el mal llamado diluvial de la Cuenca del Duero». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. 33, pp. 271-272.
- (1934).—«Algunos vertebrados fósiles de la Cuenca del Duero». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. 34, pp. 505-511.
- SANCHEZ DE LA TORRE, L. (1978).—«*Planteamiento provisional de distribución de facies de la Cuenca del Duero (Inédito)*. (Proyecto MAGNA.) IGME.
- (1979).—«Características de la sedimentación miocena en la zona Norte de la Cuenca del Duero. *Primera Reunión Reg. Geol. C. Duero*. Libro guía de excursiones.
- TAYLOR, G., y WOODYER, K. O. (1978).—«Bank deposition in suspended-streams». *Fluvial Sedimentology*. *Canadian Soc. of Petroleum Geol. Mem.* 5, pp. 257-275.

INFORMACION COMPLEMENTARIA

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

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

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



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA