

Procesos de alteración y paleosuelos ligados a la sedimentación miocena del NE. de Segovia, depresión del Duero*

B. FERNÁNDEZ MACARRO⁽¹⁾, I. ARMENTEROS⁽²⁾, y J.A. BLANCO⁽¹⁾

(1) Dpto. de Geomorfología y Geotectónica. Universidad de Salamanca.

(2) Dpto. Estratigrafía. Universidad de Salamanca.

RESUMEN

Se ha realizado un análisis mineralógico y micromorfológico en la zona de confluencia de las partes distales de los sistemas de abanicos aluviales miocenos procedentes de los relieves de Somosierra-Ayllón, al SE., y de Honrubia, al NO. En él, se constatan diferencias entre los procesos edáficos que afectaron a uno y otro sistema, así como en los grados de evolución de los perfiles edáficos. Los depósitos procedentes de Honrubia se caracterizan por los frecuentes episodios de encostramiento, a los que se asocia la presencia de esmectitas o de palygorskita en función del menor o mayor grado evolutivo y del menor o mayor confinamiento. Los depósitos del sistema de abanicos aluviales de Somosierra-Ayllón están, generalmente, menos afectados por las alteraciones edáficas, a consecuencia de la mayor intensidad de los procesos sedimentarios. Las interrupciones del depósito sólo dieron lugar a la formación de palygorskita. En los medios lagunares ubicados en la unión nororiental de ambos sistemas tuvo lugar el desarrollo de fases silicatadas ricas en magnesio: sepiolita y esmectitas hipermagnesianas. Por último, la silicificación responde a una cementación tardía en un medio desconfinado, o bien a un reemplazamiento del sustrato en medio confinado (nódulos de silex).

Palabras clave: Mioceno continental. Paleosuelos. Medio confinado. Arcillas magnesianas.

ABSTRACT

Une analyse minéralogique et micromorphologique a été réalisée dans la zone de contact des parties distales des systèmes de cônes alluviaux miocènes originaires des reliefs de Somosierra au SE. et de Honrubia au NW. (Fig. 1). On y apprécie des différences entre les processus pédologiques qui ont affecté chaque système ainsi que dans les degrés d'évolution des profils pédologiques. Les dépôts originaires de Honrubia sont caractérisés par les nombreux épisodes d'encroûtement auxquels est associé la présence de smectites ou de

* Trabajo financiado por el proyecto «Bioestratigrafía del Terciario de la Cuenca del Duero», nº 1785/82 de la C.A.I.C.Y.T.

palygorskite, suivant le degré de confinement des profils. En général, les matériaux du système de Somosierra ont été moins affectés par les altérations pédologiques en raison de la forte vitesse de sédimentation. Les quelques périodes d'interruption de dépôt ont donné lieu à la formation de faibles quantités de palygorskite rarement accompagnée d'encroûtements carbonatés. Le développement des phases silicatées riches en Mg, sepiolite et smectites magnésiennes, a eu lieu dans les milieux marécageux situés dans la zone de contact des deux systèmes. Finalement, la silicification est le résultat d'une cimentation tardive dans un milieu non-confiné, ou bien d'un remplacement du sousbassement en milieu confiné (nodules de silex).

Mots clés: Miocène continental. Paléosols. Milieu confiné. Argiles magnésiennes.

INTRODUCCIÓN

El conjunto litológico mioceno estudiado presenta interés desde los puntos de vista sedimentológico, diagenético y mineralógico debido a su enclave paleogeográfico y a la presencia de indicios mineros de arcillas fibrosas.

El presente estudio intenta completar el conocimiento de la paleogeografía, establecida por medio de la distribución de facies, mediante las relaciones entre: 1) el aporte detrítico, que se intenta determinar en cada caso, 2) las transformaciones de éste asociadas al propio medio sedimentario, en especial a su grado de confinamiento, y 3) las transformaciones de lo precedente ligadas a los procesos de colonización edáfica que se producen en los periodos de interrupción sedimentaria y exposición aérea. Los procesos de diagénesis tardía han sido prácticamente obviados por su escasa incidencia, debido al bajo enterramiento sufrido por es-

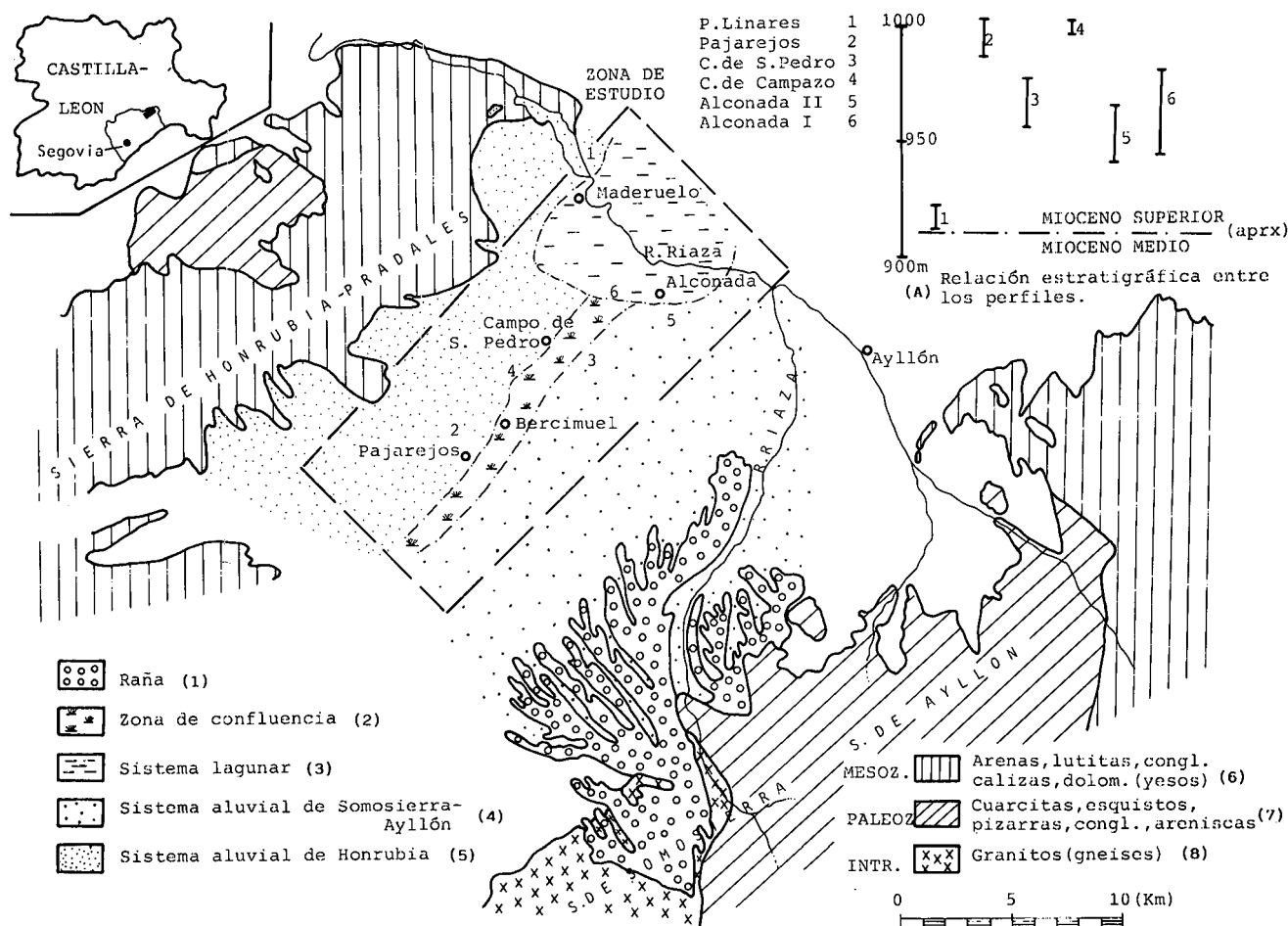


Figura 1.- Marco geológico y situación de los perfiles.

Figure 1.- Cadre géologique et situation des profils. (A) Relation stratigraphique entre les profils, (1) «Raña», (2) Zone de confluence, (3) Système lagunaire, (4) Système des cônes alluviaux de Somosierra-Ayllón, (5) Système des cônes alluviaux de Honrubia, (6) Mésozoïque (sables, lutites, conglomérats, dolomies et gypses), (7) Paléozoïque (quartzites, schistes, ardoises, conglomérats et grès), (8) Roches intrusives (granites-gneiss).

tos materiales. Sin embargo, se reconocen dolomitizaciones y cementaciones carbonatadas que tienen su origen, precisamente, en lo anterior.

El método de estudio ha consistido en el análisis mineralógico fino, en especial de la fracción arcilla, y en el estudio micromorfológico en lámina delgada. La terminología edáfica empleada en las descripciones de paleosuelos se ha restringido al máximo y se ha procurado seguir la propuesta por Bullock *et al.* (1985).

Los antecedentes geológicos de la zona de estudio han sido recopilados de la tesis doctoral de uno de los autores (Armenteros, 1986). Además por afectar propiamente a esta zona y por semejanza con este tipo de estudio, merecen destacarse el trabajo de Armenteros y Alonso Gavilán (1984) y el trabajo de Armenteros

et al. (1986). El primero de éstos realiza un análisis específico de los encostramientos carbonatados en el entorno de Pantano de Linares, sobre los depósitos del sistema de abanicos aluviales procedente de Honrubia. Se reconocen diferentes tipos de encostramiento y se señala la presencia de palygorskita, dolomitización y silicificación tardía. El segundo está realizado en una zona adyacente y se reconocen una serie de procesos post-sedimentarios, en ocasiones, análogos a los aquí descritos.

MARCO GEOLÓGICO Y SITUACION DE LOS PERFILES

Los sedimentos miocenos estudiados se localizan en la zona de Campo de San Pedro - Maderuelo (NE. de Segovia), extendiéndose a lo largo de la depresión neó-



Nódulos de sílex
Epigénesis calcítica
Epigénesis dolomítica
Acumulación carbonatada
Para/Ortoconglomerado
Fanglomerado
Lutitas arenosas
Lutitas
Calizas

Nodules de sílex
Epigénie calcitique
Epigénie dolomitique
Accumulation carbonatée
Para/Ortoconglomérat
Fanglomérat
Lutites sableuses
Lutites
Calcaires

(O)	Nodulización			B	Blanco
	Nodulisation				Blanc
☆	Grietas de retracción			v	Verde
	Fentes de dessication				Vert
	Estructura columnar			Be	Beige
	Structure colonnaire				Beige
○	Silicificación	Co	Color	O	Ocre
	Silicification		Couleur		Ocre
○	Cristales de yeso			P	Pardo
	Cristaux de gypse				Sombre
●	Vestigios de yeso			R	Rojo
	Fantômes de gypse				Rouge
🪵	Tallo fósil			I	Illita
	Tige fossile				Illite
⌒	Ostrácodos			C	Clorita
	Ostracodes				Chlorite
	Concentraciones de ox. Fe			K	Caolinita
	Concentrations d'oxydes Fe				Kaolinite
Sp	Seudoparrita			Sm	Esmeclitas
	Pseudoparite				Smectites
SP	Separaciones plásmicas		Mineralogía	Sm	Esmeclitas Mg
	Séparations plasmiques		Minéralogie		Smectites Mg
		Pe	Pedotubulos	Pa	Palygorskita
Rasgos			Pedotubules		Palygorskite
pedológicos		Cu	Cutanes	Se	Sepiolita
Traits			Cutanes		Sepiolite
pedológicos		Sk	Slickenside	Q	Cuarzo
			Slickenside		Quartz
			Abundante	O	Opalo
			Abondante		Opale
Proporción			Media		
Proportion			Moyenne		
			Trazas		
			Traces		

Leyenda de figuras 2, 3, 5, 6 y 7.

Legende des figures 2, 3, 5, 6 et 7.

gena de dirección SO-NE encajada entre los bloques levantados de idéntica dirección (Fig. 1). El bloque noroccidental de Honrubia, formado por rocas mesozoicas (siliciclásticas y carbonatadas) y por rocas paleozoicas metamórficas, es, por su proximidad, la principal área fuente de los materiales miocenos. El bloque suroriental (Sierra de Somosierra-Ayllón), constituido por rocas paleozoicas metamórficas y, en menor medida, mesozoicas, influencia la sedimentación miocena en el margen suroriental de la zona estudiada.

En síntesis, el aparato sedimentario está conformado por dos sistemas de abanicos aluviales procedentes del NO. (S^a de Honrubia) y del SE. (S^a de Somosierra-Ayllón); uniéndose sus partes distales a lo largo de una faja SO-NE. En el extremo NE. de ésta (área de

Maderuelo-Alconada) se desarrollan medios lagunares, cuyo carácter carbonático se incrementa con el tiempo. Se relacionan con la zona de interabanicos, situada en el margen del centro figurado de cuenca que se hallaba al NE. Al SO. de Maderuelo, la sedimentación lacustre era generalmente impedida por la existencia de gradientes topográficos altos y por el continuo aporte de ambos conjuntos aluviales en el encaramiento de sus partes distales.

Las muestras estudiadas corresponden a diversos perfiles pertenecientes a un intervalo estratigráfico de casi 100 m. de serie miocena. Representan diferentes conjuntos ambientales de acuerdo con los datos sedimentológicos de campo (Armenteros, 1986). Ligados al relieve de Honrubia se encuentran de muro a techo en la serie de la siguiente forma: a) Pantano de Linares, en la base del intervalo, (Fig. 2) y b) Pajarejos, casi a techo, (Fig. 3). En relación con el relieve meridional (Somosierra-Ayllón), se presentan: a) campo de San Pedro (Fig. 4) y b) Cerro Campazo (Fig. 5), que se encuentran, respectivamente, entre los dos perfiles señalados en primer lugar (en relación a Honrubia) y a techo de la serie miocena de la zona. Los perfiles de Alconada II y I (Fig. 6 y 7, respectivamente) participan de la unión nororiental de los sistemas procedentes de ambos relieves. Su posición estratigráfica coincide, en buena parte, con la de Campo de San Pedro.

Aunque no hay dataciones en la zona, la correlación estratigráfica indica una edad Vallesiense para todo el tramo mioceno aflorante aquí. Sólo en la base (Pantano de Linares) pudieran encontrarse los términos superiores del Astaraciense. Las características sedimentológicas y paleontológicas indican un clima cálido dominado por estaciones secas (Armenteros, 1986).

DESCRIPCIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS PERFILES ESTUDIADOS

Para su exposición se seguirá la zonación establecida anteriormente (Fig. 1).

Perfiles relacionados con el relieve de Honrubia

Pantano de Linares (Fig. 2). Se aprecia una alternancia de niveles paraconglomeráticos (cantos de calizas, cuarzos y cuarcitas del Mesozoico) de base erosiva y geometría lenticular, con otros de lutitas arenosas.

El estudio micromorfológico en lámina delgada revela, por una parte, la presencia de restos del plasma arcilloso original intensamente orientado (Foto 1), dis-

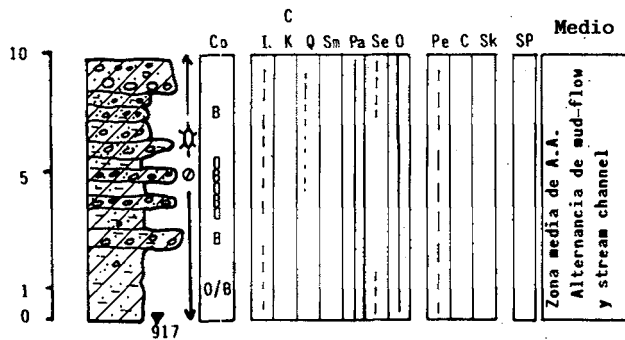


Figura 2.- Pantano de Linares. Alternancia de niveles lutíticos y conglomeráticos, con encostramientos dolomíticos y silicificación tardía. Características sedimentológicas, mineralógicas y pedológicas.

Figure 2.- Pantano de Linares. Alternance de niveaux lutitiques et conglomératiques avec encroûtements dolomitiques et silicification tardive. Caractéristiques sédimentologiques, minéralogiques et pédologiques.

persos en un mosaico dolomítico (dolomicrítico a dolomicroesparítico / doloseudoesparítico) con microtextura grumosa, en el que flotan granos de cuarzo parcialmente epigenizados (Foto 2). Por otra parte, se observa una silicificación que se manifiesta como relleno tardío de una porosidad secundaria ameboidal (testigo de una disolución previa) y de una porosidad móldica de yeso lenticular. Se presenta bajo la forma de ópalo y, cuando los poros son mayores, la parte central se rellena con formas fibrosas anisótropas de cuarzo (Fotos 3 y 4). Localmente, aparece una sustitución en parches del carbonato por ópalo.

La mineralogía de la fracción arcilla está constituida por palygorskita dominante, acompañada de illita, y, en ocasiones, trazas de sepiolita.

El análisis conjunto de las características expuestas pone de manifiesto la existencia de tres procesos de alteración superpuestos: 1) organización y orientación del plasma arcilloso con elaboración de palygorskita a expensas del conjunto arcilloso detrítico original, 2) encostramiento dolomítico intenso que, probablemente, procede de un anterior encostramiento de naturaleza calcítica, tal y como han observado Armenteros y Alonso Gavilan (1984), y 3) silicificación fundamentalmente cementante y, localmente, de reemplazamiento. Es posible que los dos primeros episodios de alteración se hayan repetido y superpuesto.

Las características sedimentológicas de campo asignan las facies originales a abanicos aluviales (alternancias de flujos canalizados «stream channel»- y de «mud flows») en un área próxima a la orla lagunar distal. Las trazas de sepiolita presentes se ligan a la influencia de

este último ambiente, lo que está apoyado por la distribución de facies. La presencia de palygorskita y el desarrollo de encostramientos carbonatados se asocian a largos estadios de no depósito que permitirían su formación. El hecho de interpretar el origen de la sepiolita como producto final del confinamiento del medio sedimentario y la palygorskita como producto del confinamiento de paleosuelos aireados está en contradicción con las observaciones de Trauth (1977), Watts (1980) y otros autores. Sin embargo, recientes trabajos en paleosuelos instalados sobre diversas litologías del Terciario de la Cuenca del Duero han permitido confirmar esta hipótesis (Cantano *et al.*, comunicación de congreso).

En consecuencia, puede definirse la existencia de un medio fuertemente confinante tanto en los procesos de alteraciones asociados a paleosuelos como en el ambiente lagunar próximo, sin que pueda precisarse, pa-

LAMINA I.- Paleosuelos de Pantano de Linares

Fotografía 1: N.C.- Primeros estadios de desarrollo del Perfil de Pantano de Linares, donde se observa una marcada orientación del plasma arcilloso a la que se asocia la elaboración de palygorskita. Se aprecia una ligera corrosión de los granos detríticos originales.

Fotografía 2: N.C.- Etapa de encostramiento carbonatado que produce la sustitución del plasma original, conservándose restos (A).

Fotografía 3: Etapa de silicificación tardía donde se distinguen dos fases en el relleno de un poro de disolución previa:

- a) orla externa de ópalo en fibras (O)
- b) en el centro, relleno de calcedonia (C)

Fotografía 4: N.C.- Superposición de los procesos representados en las tres fotografías anteriores: 1) restos del plasma arcilloso orientado (A), 2) encostramiento carbonatado desarrollado a expensas del plasma arcilloso (C), y 3) silicificación tardía (S) rellenando una porosidad que afecta a los productos de 1) y 2).

PLANCHE I.- Paléosols de Pantano de Linares

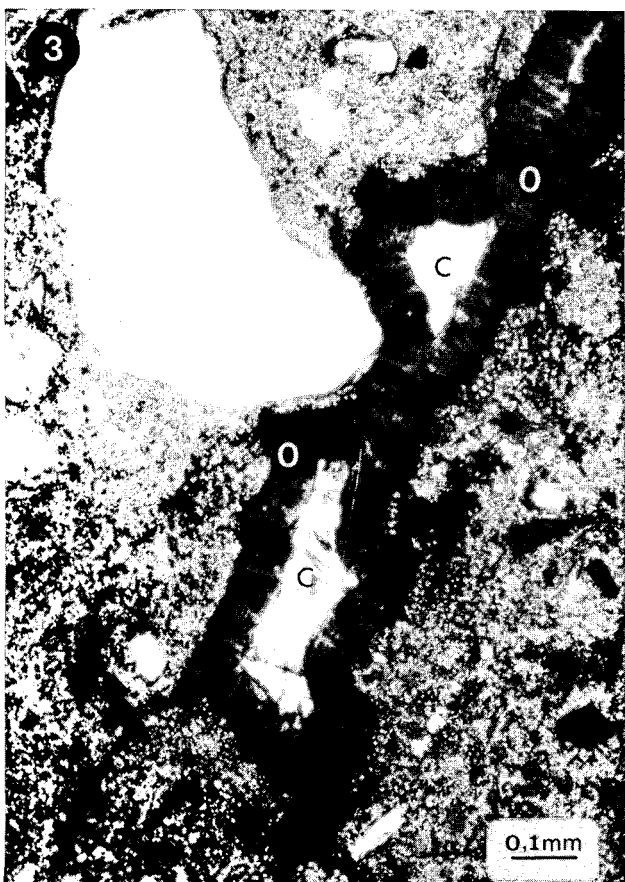
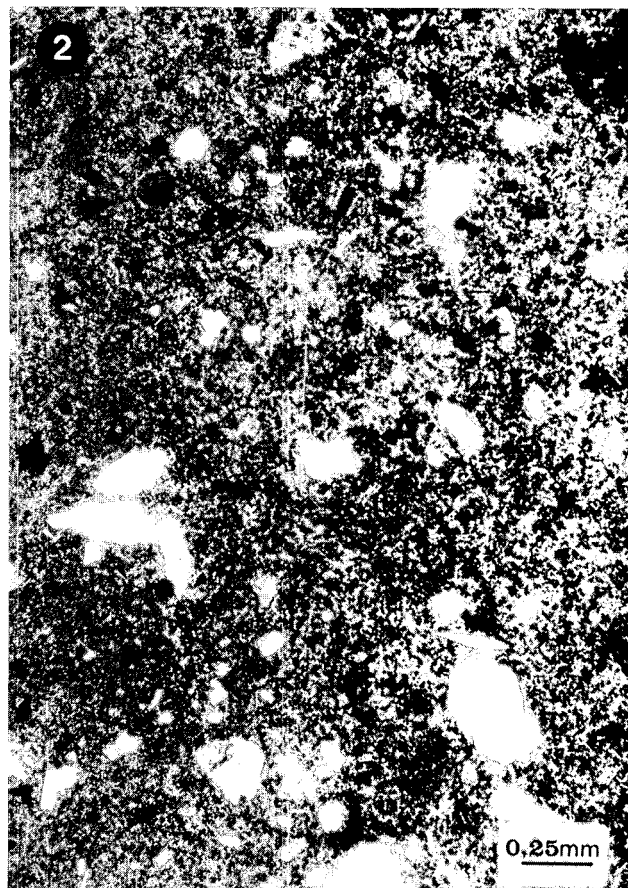
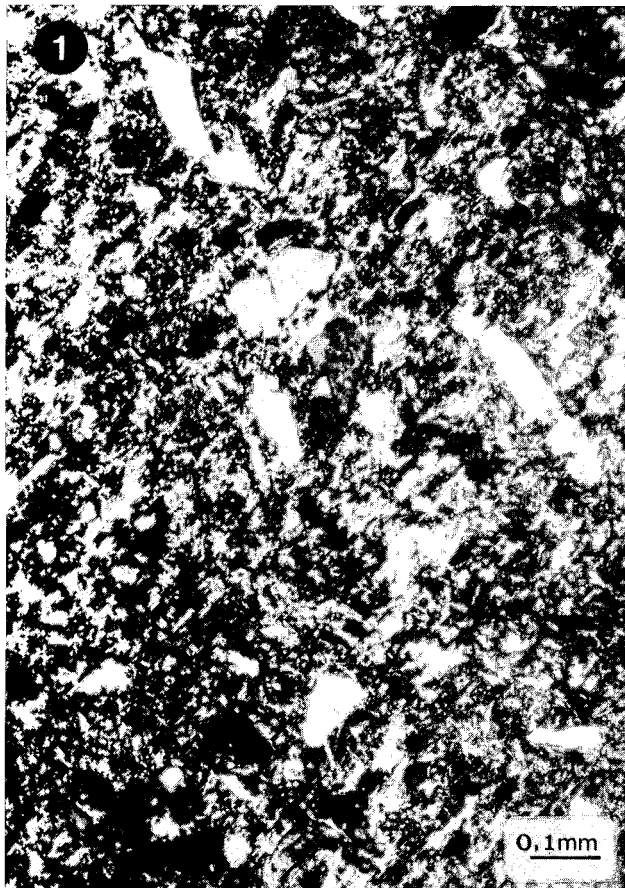
Photographie 1: N.X. Premières phases du développement des paléosols de Pantano de Linares où l'on peut observer une nette orientation du plasma argileux associée à l'élaboration de palygorskite. Une légère corrosion des grains détritiques originels y est observée.

Photographie 2: N.X. Phase d'encroûtement calcaire provoquant le remplacement incomplet du plasma originel (A).

Photographie 3: N.X. Période de silicification tardive où l'on observe deux phases dans le remplissage d'un pore de dissolution préalable:

- a) bordure externe d'opale en fibres (O)
- b) au centre, remplissage de calcédoine (C)

Photographie 4: N.X. Superposition des processus représentés dans les trois photos précédentes: 1) restes du plasma argileux orienté (A), 2) encroûtement carbonaté développé en détriment du plasma argileux (C), et 3) silicification tardive (S) remplissant une porosité qui affecte aussi bien le plasma argileux que l'encroûtement carbonaté.



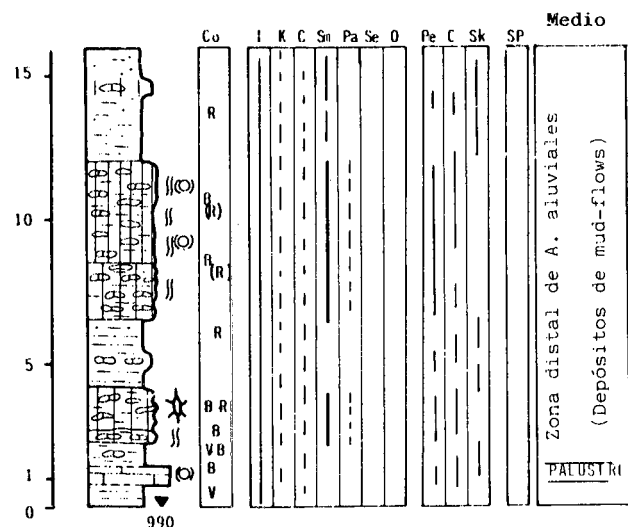


Figura 3.- Pajarejos. Perfil lutítico con niveles sobreimpuestos de encostramiento calcítico nodular. Características sedimentológicas, mineralógicas y pedológicas.

Figure 3.- Pajarejos. Profil lutitique avec des niveaux d'encroûtement nodulaire calcitique. Caractéristiques sédimentologiques, minéralogiques et pédologiques.

ra este último, si la causa del confinamiento es climática o topográfica. En cualquier caso, estas condiciones confinantes se ven interrumpidas por un proceso de silicificación que, como se ha descrito, supone una desestabilización de los procesos de formación de yeso, neoformación de arcillas magnesianas y encostramiento carbonatados. Este episodio desconfinante implica tal evacuación de iones en los diferentes medios que lleva a considerar la posibilidad de un desconfinamiento topográfico, el cual provocaría una bajada de los niveles de base suficiente para permitir la apertura del sistema.

Pajarejos (Fig. 3). En conjunto, representa un sucesivo apilamiento de secuencias lutíticas con intercalaciones ocasionales de niveles centimétricos de arenas con geometría lenticular. Lo más característico es la frecuente presencia de niveles amalgamados de caliche. Este aparece en facies nodulares, cuyas glaebulas se alargan verticalmente (formas columnares-rizolitos) dejando matriz lutítica roja en los espacios internodulares. A techo de algunos horizontes nodulares se presenta un delgado horizonte de carácter masivo (incipiente «hardpan»). Ocasionalmente, aparecen niveles decimétricos de carbonatos palustres intercalados entre las diversas secuencias de caliche.

El estudio micromorfológico en lámina delgada revela la existencia de restos del plasma arcilloso original, que se halla orientado, (Foto 5) y la superposición

de procesos de encostramiento carbonatado (Foto 6). Estos últimos presentan diferentes texturas cristalinas (mosaicos de microesparita y seudoesparita de distribución irregular) y una brechificación múltiple de formas irregulares y circunodulares. Cuanto más maduro es el encostramiento, mayores son el tamaño de cristal y la pureza del mosaico calcítico. Además de las arcillas detríticas presentes en todo el perfil (illita dominante), destaca la notoria aparición de esmectitas en los horizontes de caliche.

El proceso de alteración, asociado a interrupciones sedimentarias, se acompaña de cambios en la mineralogía de la fracción detrítico-arcillosa, consistentes en la elaboración de esmectitas a expensas de las illitas y cloritas detríticas. En los niveles de encostramiento más evolucionado, aparece la palygorskita en proporciones notables, elaborándose a partir de las esmectitas siguiendo el esquema de Trauth (1977).

Las características sedimentarias señalan el depósito a partir de «mud flows» en las partes distales del

LAMINA II. Paleosuelos de las series de Pajarejos y Campazo

Fotografía 5: N.P. Encostramiento muy evolucionado constituido por un mosaico grumoso de microesparita y seudoesparita, con restos fuertemente orientados del plasma arcilloso anterior (A). Pajarejos.

Fotografía 6: N.P. Aspecto general del complejo proceso de encostramiento. Se aprecian tres fases superpuestas del proceso de epigénesis calcítica: 1) zonas más oscuras con abundantes restos del plasma anterior, 2) material microesparítico grumoso que engloba al anterior, y 3) enrejado microesparítico claro, sin restos de arcillas. Pajarejos.

Fotografía 7: N.C. Plasma arcilloso con dominios fuertemente orientados al que se asocia una microporosidad tubular muy abundante, remarcada por óxidos. Estos microporos, que permanecen abiertos, causan la baja densidad de la roca. Campazo.

Fotografía 8: N.C. Detalle del borde de un poro vacío con intensa reorientación del plasma arcilloso circundante. Campazo.

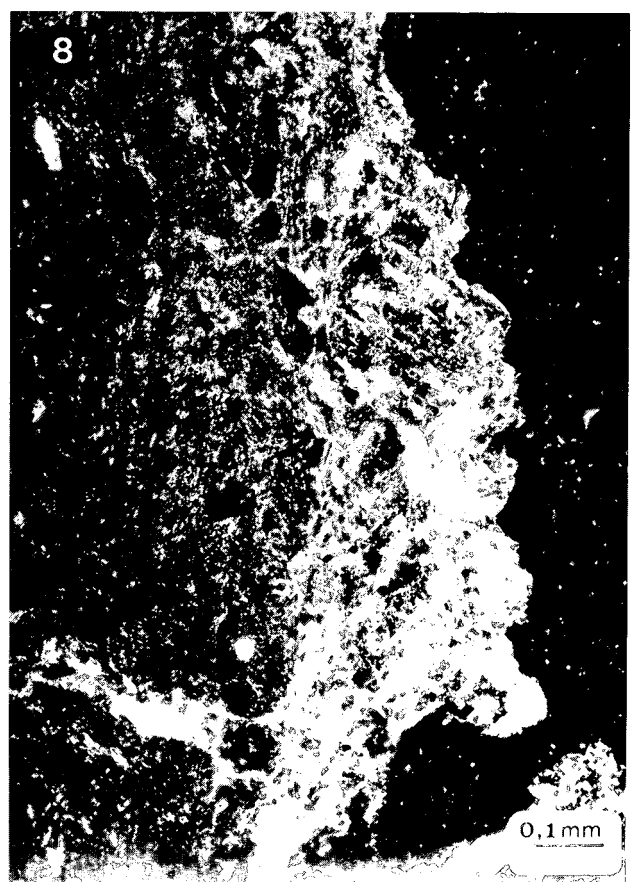
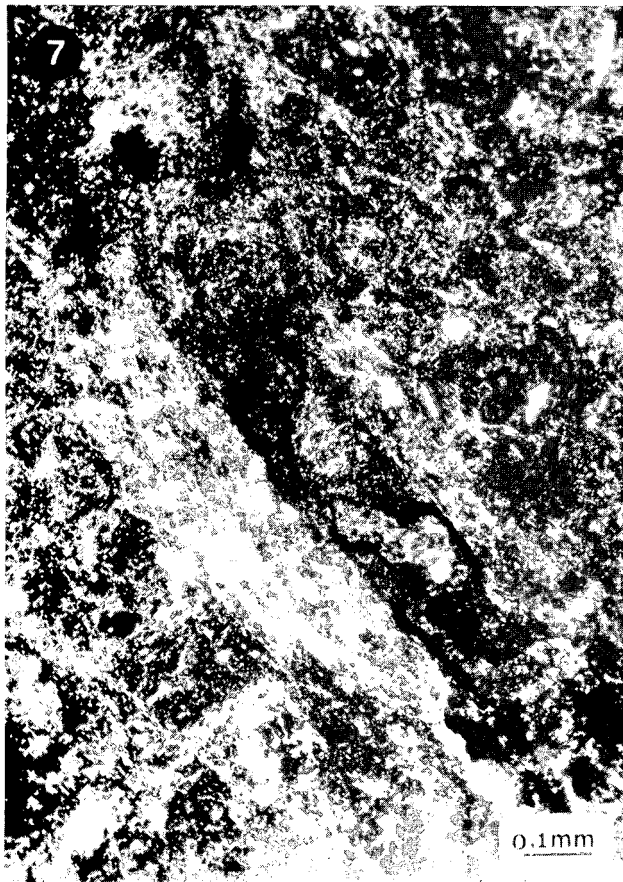
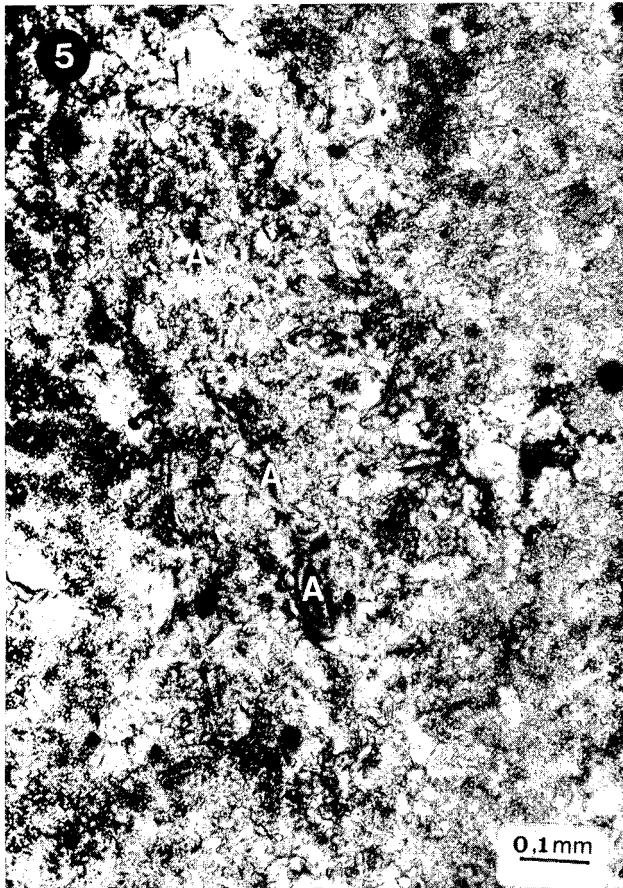
PLANCHE II. Paléosols des series de Pajarejos et Campazo

Photographie 5: N.// Encroûtement très évolué constitué par une mosaïque grumeleuse de microsparite et de pseudosparite, avec des restes fortement orientés du plasmе argileux précédent (A). Pajarejos.

Photographie 6: N.// Aspect général du complexe processus d'encroûtement. On y apprécie trois phases superposées du processus d'épigénèse carbonatée: 1) zones plus sombres avec de nombreux restes du plasmе précédent, 2) matériel microsparitique grumeleux qui englobe le précédent, et 3) grillage microsparitique clair, sans restes d'argile. Pajarejos.

Photographie 7: N.X. Plasmе argileux avec des domaines fortement orientés auquel est associé une microporosité tubulaire très abondante soulignée par des oxydes. Campazo.

Photographie 8: N.X. Détail de la bordure d'un pore vide avec une intense reorientation du plasmе argileux environnant. Campazo.



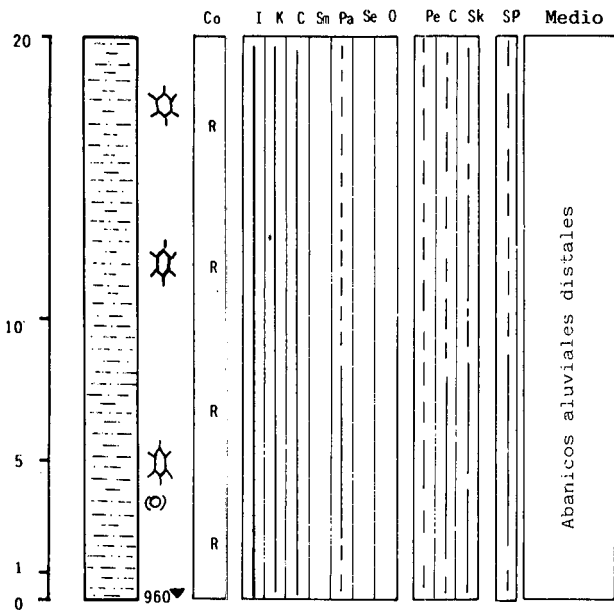


Figura 4.- Campo de San Pedro. Sucesión lutítica con escasos niveles de edafización. Características sedimentológicas, mineralógicas y pedológicas.

Figure 4.- Campo de San Pedro. Succession lutitique banal, pauvre en traits pédologiques. Caractéristiques sédimentologiques, minéralogiques et pédologiques.

sistema de abanicos aluviales de Honrubia, hecho que favorece el desarrollo de abundantes niveles de caliche, que pueden encontrarse sobreimpuestos. En efecto, este perfil forma parte de un extenso nivel de caliches situado en un mismo horizonte estratigráfico a lo largo de una banda SO-NE que recorre la zona de estudio.

Perfiles relacionados con el relieve de Somosierra-Ayllón

Campo de San Pedro (Fig. 4). Está formado por una monótona sucesión de niveles lutíticos rojos de límites indistinguibles y con abundantes «slickenside».

Microtexturalmente, presenta una brechificación reticular aplanada con huecos en forma de Y, rubefacción generalizada y, en menor medida, rasgos pedológicos claros: pedotúbulos, separaciones plásmicas e iluviaciones arcillosas. A veces, existe una cementación calcítica muy tardía que ocupa parcialmente las grietas. La illita es la arcilla dominante y la cantidad de cloritas es superior a la existente en Pajarejos; la palygorskita se presenta en trazas y en algún nivel de la mitad inferior aumenta su proporción.

La situación paleogeográfica del perfil apunta hacia una procedencia sedimentaria diferente a la del con-

junto anterior, y sus depósitos se asocian con las partes distales del sistema de abanicos aluviales rojos, sin apenas carbonataciones, enraizado en el relieve suroccidental (Somosierra-Ayllón). La asociación de arcillas confirma esto, pues existe una escasa transformación de las arcillas detríticas que se relaciona con una sedimentación rápida. Además, la ausencia de interrupciones claras y de encostramientos apoyan la idea anterior, si bien la carencia de estos últimos pudiera deberse a que el área madre es poco carbonática (I.G.M.E. 1971a, I.G.M.E. 1971b).

Cerro del Campazo (Fig. 5). Está constituido por un nivel pardo-rojizo con moteado verde —grisáceo, granos dispersos de arena, estructura poliédrica, «slickenside» y bioturbación similar a rizolitos. Al microscopio, destaca la abundancia de pedotúbulos ligados a raíces y una orientación matricial generalizada. La intensa bioturbación produce una alta porosidad que, al permanecer abierta, origina la baja densidad de estos materiales (Fotos 7 y 8). La mineralogía de la fracción arcilla está dominada por la palygorskita, que se elabora a partir de las arcillas detríticas.

La abundancia de rasgos pedológicos y la transformación arcillosa descrita permiten asociar este perfil a uno o más paleosuelos superpuestos, que se situarían sobre depósitos distales (emplazados por «mud flows») de abanicos aluviales. El enraizamiento del sistema de abanicos se localiza en el relieve suroccidental en función de la escasa presencia de acumulaciones carbonatadas, de la similitud de facies con el perfil de Campo de San Pedro y de las sustanciales diferencias con el perfil de Pajarejos. Representaría un solapamiento del sistema aluvial de Somosierra-Ayllón sobre los antiguos dominios de Honrubia dentro de los estadios finales de evolución de ambos.

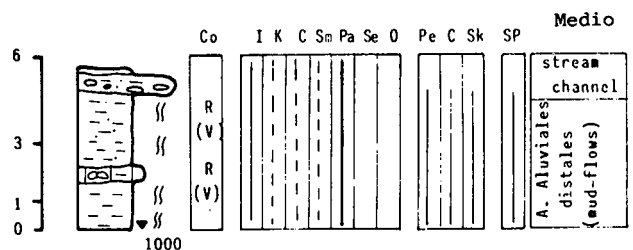


Figura 5.- Cerro de Campazo. Potente nivel palygorskítico con abundantes rasgos edáficos. Características sedimentológicas, mineralógicas y pedológicas.

Figure 5.- Cerro de Campazo. Niveau palygorskitique très puissant avec de nombreux traits pédologiques. Caractéristiques sédimentologiques, minéralogiques et pédologiques.

sedimentos blanco-verdosos situados inmediatamente encima.

En la columna de Alconada I (Fig. 7), el tramo anterior equivale a los 12 metros basales de la misma. A pesar de la proximidad de ambas columnas, existen importantes diferencias: 1) presencia de niveles de encostramientos dolomíticos, 2) escasísima aparición de yeso y 3) formación, en la parte superior, de nódulos de sílex reemplazante, sepiolita en trazas y celestina. Este contraste ha llevado a ver la influencia del relieve noroccidental (Honrubia), cuyo aporte de carbonatos explicaría la existencia de encostramientos en los depósitos distales del sistema aluvial con él relacionado.

— Los depósitos blanco-verdosos situados encima del tramo inferior de Alconada II manifiestan un enriquecimiento en carbonatos con respecto al tramo subyacente, observándose al microscopio una textura gruesa (peletoidal en zonas) que se atribuye a la separación plásmica entre arcillas y carbonatos. Se observan moldes de cristales de yeso totalmente reemplazados por carbonato (Foto 12). La textura original de la roca ha sido borrada por las intensas edafizaciones sufridas en periodos de emersión y, a expensas de la mineralogía arcillosa original, se elabora la palygorskita.

— El resto de la columna de Alconada II presenta similar litología y características que el tramo blanco pardo superior de Alconada I (22 m.). En esencia, ambos constan de una alternancia de niveles arcillosos pardos con moldes lenticulares de yeso, más o menos reemplazado por calcita, con estructura masiva, menos frecuentemente foliar, y de niveles calizos generalmente recristalizados (de microesparita a pseudoesparita). Estos últimos muestran, en ocasiones, rasgos texturales primarios (ostrácodos y restos de macrofitas) así como nódulos de sílex (en forma de ópalo) que reemplazan el encajante calcítico.

Los niveles arcillosos pardos se caracterizan por el importante contenido en esmectitas magnesianas acompañadas de sepiolita. Esta asociación probablemente se forma a partir del plasma arcilloso original que prácticamente ha desaparecido. La presencia de esmectitas hipermagnesianas resulta incompatible, según Trauth (1977), con la de sepiolita. El problema aquí planteado será objeto de posterior estudio.

En conjunto, esta alternancia litológica representa un medio lagunar somero en el que alternan el depósito lutítico y el carbonático. La presencia de yeso indica episodios de emersión repetidos y la importancia del contenido en esmectitas magnesianas señala un medio lagunar especialmente confinado, en las partes distales de los sistemas de abanicos implicados.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El grupo de evidencias expuestas ayuda a una comprensión más amplia del esquema sedimentario de la zona.

La silicificación está claramente relacionada a un cambio de las condiciones ambientales, apareciendo en el paso de los sedimentos aluviales procedentes de Honrubia a los sedimentos lagunares franjeantes. Se han reconocido dos tipos de silicificación: una de carácter cementante tardío y otra de carácter reemplazante, que se sitúan, respectivamente, en depósitos aluviales y lagunares (no obstante, pueden reconocerse los efectos de sustituciones muy locales por ópalo en depósitos aluviales). El segundo tipo de silicificación está mucho más extendido, llegando a producirse el reemplazamiento de capas carbonáticas enteras.

La formación de costras carbonatadas se relaciona con las partes distales del sistema de abanicos procedentes de Honrubia. Se distinguen dos tipos de perfiles. Los de la base de la serie (Pantano de Linares) presentan una mayor evolución como lo demuestra la ex-

LAMINA III.- El yeso de los paleosuelos de Alconada

Fotografía 9: N.C. Pedotúbulo relleno por cristales lenticulares automorfos de yeso y remarcado por un revestimiento de arcillas orientadas (flechas).

Fotografía 10: N.C. Matriz arcillosa fuertemente orientada y cristales automorfos de yeso. La especial orientación del plasma en torno a éstos indica la formación precoz del yeso.

Fotografía 11 y 12: N.C. Alteración de los cristales de yeso ligada a procesos de edafización:

11.- Parcial reemplazamiento del yeso por cristales de carbonato (C), observándose además ligeras corrosiones de los bordes de los cristales por el plasma arcilloso (flechas).

12.- Total reemplazamiento de los cristales de yeso por calcita en medio de una matriz micrítica gruesa.

PLANCHE III. Le gypse des paléosols d'Alconada

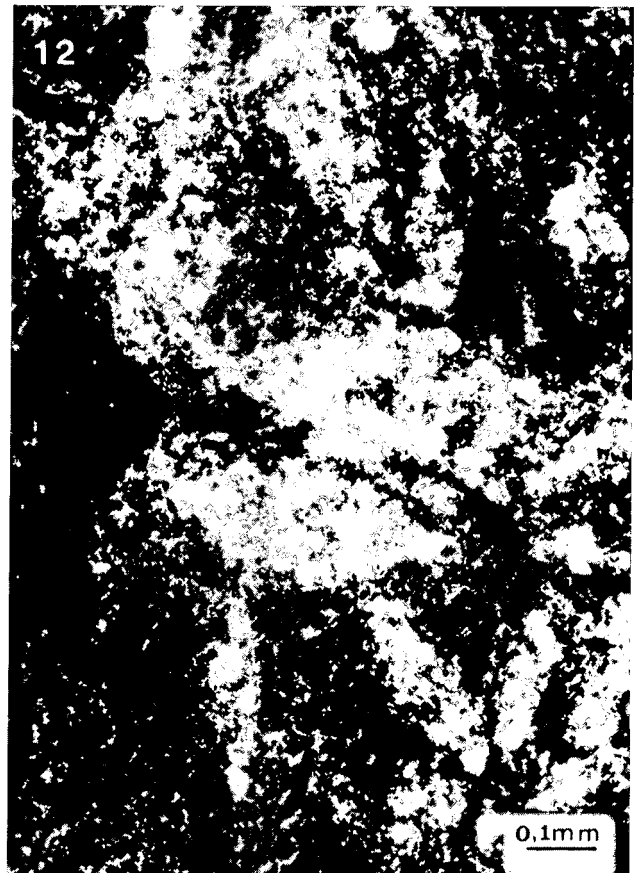
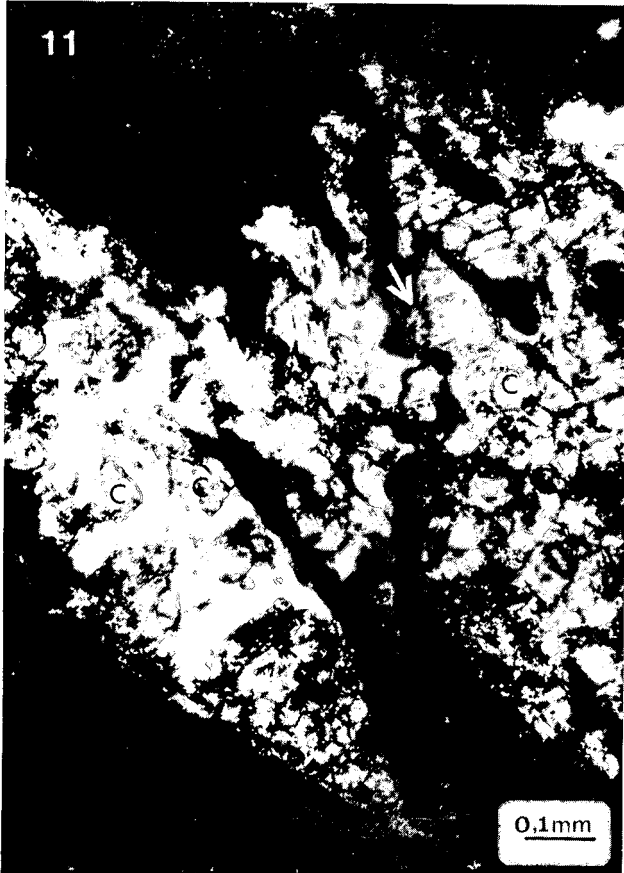
Photographie 9: N.X. Pedotubule rempli par des cristaux lenticulaires automorphes de gypse et souligné par un revêtement d'argiles orientées (flèches).

Photographie 10: N.X. Matrice argileuse fortement orientée et cristaux automorphes de gypse. L'orientation particulière du plasma autour des cristaux indique la formation précoce du gypse.

Photographies 11 y 12: N.X. Altération des cristaux de gypse associée à des processus de pedogénèse:

11.- Remplacement partiel du gypse par des cristaux de carbonate (C); présence, en outre, de légères corrosions dans les bordures des cristaux par le plasma argileux (flèches).

12.- Remplacement total des cristaux de gypse par la calcite au milieu d'une matrice micritique grumeleuse.



tensa dolomitización, la abundancia de palygorskita, la presencia de trazas de sepiolita y la cementación silíceas tardías. Sepiolita y palygorskita se asocian a diferentes episodios, asociándose la primera al confinamiento del medio sedimentario —parte distal de abanicos aluviales— y la segunda al estadio de encostramiento carbonático. Las costras de la parte superior (Pajarejos) están en relación con perfiles de alteración de grado evolutivo inferior, las arcillas neoforzadas son esmectitas con alguna traza de palygorskita. Este hecho puede indicar una transformación inferior del conjunto arcilloso original o simplemente un menor grado de confinamiento del paleosuelo.

Los sedimentos procedentes de Somosierra-Ayllón se diferencian por su color más rojizo y, sobre todo, por la ausencia de encostramientos carbonatados; situación que pone de manifiesto la influencia del área madre silícea sobre las aguas que afluyen a la cuenca.

En cuanto a las arcillas, se constata una diferencia importante entre los aportes detríticos de ambas áreas madres. Esta se cifra en la mayor abundancia de cloritas en relación con el sistema de Somosierra-Ayllón. Por otro lado, la transformación de arcillas alcanza un primer estadio evolutivo (esmectitas) que se liga a las costras calcíticas desarrolladas sobre los depósitos del sistema de Honrubia, y que no aparece sobre los depósitos procedentes de Somosierra-Ayllón. Un segundo estadio (formación de palygorskita) está presente en las costras carbonáticas evolucionadas del sistema de Honrubia y en los paleosuelos, con escaso o ausente carbonato, desarrollados sobre el sistema de Somosierra-Ayllón. Existe una relación directa entre los grados de evolución y confinamiento de estos paleosuelos y la abundancia de palygorskita. Se aprecia una menor evolución de las transformaciones arcillosas en los depósitos aluviales del sistema de Somosierra-Ayllón, lo cual se relaciona con: a) una mayor envergadura de este sistema en comparación con el de Honrubia y b) un menor número e importancia de interrupciones sedimentarias.

Un punto al que no puede darse, por el momento, una explicación satisfactoria es la abundancia de esmectitas hipermagnesianas en las columnas de Alconada. La asociación de facies atribuye a estos niveles arcillosos un origen lagunar en las partes distales de la confluencia de los sistemas de abanicos, pero teniendo presente que su composición actual es una transformación total del primitivo depósito, como lo demuestra la existencia de moldes lenticulares de yeso y la ausencia de texturas originales. Sería lógico pensar en una transformación postsedimentaria ligada a aguas intersticiales ricas en magnesio, que previamente hu-

bieran formado carbonato y sulfato de calcio. De cualquier modo, el medio estaría especialmente confinado, si se tiene en cuenta el esquema de Trauth (1977). Las trazas de sepiolita podrían significar una línea evolutiva abortada al crearse las condiciones favorables para la formación de las esmectitas hipermagnesianas.

Se tiene, en conjunto, una sedimentación a partir de dos sistemas de abanicos aluviales procedentes de los relieves que flanquean la cuenca por el SE. (Somosierra-Ayllón) y por el NO. (Honrubia). El primero presenta una mayor extensión que el segundo, lo que, unido al carácter menos carbonático de su zona de cabecera, influye en la evolución postsedimentaria de los depósitos: escasez o ausencia de encostramiento y de interrupciones sedimentarias prolongadas. Al segundo se relacionan procesos de encostramiento con neoforzaciones asociadas de arcillas: palygorskita y esmectitas. Ambos conjuntos aluviales presentan un progresivo desvanecimiento que es mayor para el sistema de Honrubia. Como consecuencia de ello, se observa un solapamiento expansivo de las facies lagunares arcilloso-carbonáticas sobre las facies aluviales, patente en la zona de Maderuelo-Alconada-Valdeavarnés, y que culmina con el extenso nivel de caliches en el horizonte estratigráfico del perfil de Pajarejos. En esta zona lagunar tiene lugar un marcado confinamiento que da cuenta de la asociación de arcillas magnesianas muy evolucionadas así como de los horizontes de silicificación en nódulos de reemplazamiento.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido posible gracias a la desinteresada colaboración de Philippe Larqué y sus colaboradores del Centro de Geoquímica de la Superficie, Universidad «Louis Pasteur» de Strasbourg (Francia), así como de M. Sánchez Camazano de la Unidad de Físico-Química de Arcillas del I.O.A.T.O. de Salamanca y de R. Pena Dos Reis de la Universidad de Coimbra, Portugal.

BIBLIOGRAFIA

- ARMENTEROS, I. y ALONSO GAVILAN, G., 1984: Génesis y evolución de caliches miocenos del sureste de la Depresión del Duero. *Estudios geol.*, 40, 153-163.
- ARMENTEROS, I., 1986: *Estratigrafía y sedimentación del Neógeno del sector suroriental de la Depresión del Duero*. Ediciones de la Diputación de Salamanca. Serie de Castilla y León. 426 p.
- ARMENTEROS, I., FERNANDEZ MACARRO, B., RECIO, C. y BLANCO, J.A., 1986: Análisis sedimentológico y paleogeografía en el Mioceno del Sector de Sacramenia (Segovia) - Peñafiel (Valladolid). *Studia Geológica*, vol. XXII, 247-262.
- BULLOCK, P., FEDOROFF, N., JONGERIUS, A., STOOPS, G. y TURSINA, G., 1985: *Handbook of soil thin section description*. Waine Reseach Publications, 152 p.

CANTANO, M., FERNANDEZ MACARRO, B., MEDIAVILLA, R. y BLANCO, J.A., 1986: Implicaciones paleoambientales y paleogeografía de los paleosuelos desarrollados en las facies internas del Mioceno continental de la Cuenca del Duero. *Libro de resúmenes de comunicaciones presentadas al XI Congreso Español de Sedimentología*, Barcelona 1986, p. 40.

I.G.M.E. 1971a: Mapa geológico de España. Escala 1:200.000, 1ª edición, 30: Aranda de Duero. Madrid, Dpto de Publicaciones del Instituto Geológico y Minero, 18 p., 1 mapa pleg.

I.G.M.E. 1971b: Mapa geológico de España. Escala 1:200.000, 1ª edición, 38: Segovia. Madrid, Dpto de Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España, 19 p., 1 mapa pleg.

TRAUTH, N., 1977: Argiles évaporitiques dans la sédimentation carbonatée continentale et épicontinentale tertiaire: Bassins de Paris, de Mormoiron et de Salinelles (France) et Jbel Ghassoul (Maroc). *Sciences Géologiques*, 49, 195 p.

WATTS, N.L., 1980: Quaternary pedogenic calcretes from the Kalahari (southern Africa): mineralogy, genesis and diagenesis. *Sedimentology*, 27, 661-686.

Recibido, noviembre 1986