

MORFODEPENDENCIA EDAFICA EN UNA TERRAZA BAJA DE LA CUENCA DEL RIO MANZANARES

P. CARRAL (1), R. JIMÉNEZ BALLESTA (1),
A. MARTÍN SERRANO (2), C. ZAZO (3) & J.L. GOY (4)

(1) Dpto. de Química Agrícola, Geología y Geoquímica. U. Autónoma. 28049 Madrid.

(2) I.T.G.E. Madrid

(3) Dpto. de Geología. M.N.C.N. (C.S.I.C). Madrid

(4) Dpto. de Geología. Facultad de Ciencias. U. de Salamanca

Resumen. La secuencia de depósitos fluviales de la terraza baja del río Manzanares, en las proximidades de Mingorrubio (El Pardo, Madrid), muestra episodios de erosión/deposición, entre los que se han intercalado periodos de estabilidad edáfica. Aunque estos últimos se han producido durante cortos periodos de tiempo, han sido suficientes para permitir la formación de horizontes cámbicos así como procesos redox, cuya descripción, caracterización e interpretación se aborda en este trabajo.

Palabras clave: morfodependencia, suelos, terraza, Manzanares.

Abstract. It has been detected a sequence of alluvial deposits in the Manzanares river basin, near Mingorrubio (El Pardo, Madrid). This sequence represent sporadic erosion/deposition episodes, proper of an alluvial regimen. It is concluded that short pedological stability phases (because only redox processes and cambic horizons are present), are intercalated with other accretion periods.

Key words: morphodependence, soils, terrace, Manzanares.

1. Introducción

En el marco de las relaciones Geomorfología-Edafología, terrazas y llanuras aluviales son unas de las formaciones que mas interés regional han suscitado, Walker & Green (1976), Vaudour (1979), Pérez González & Gallardo (1987) etc. Tal es el caso de la trama fluvial actual de la Cuenca de Madrid, constituida por importantes valles jalonados de terrazas y glaciares, que se escalonan desde las altas plataformas culminantes (Páramo, Raña y Rampas). Este modelado fluvial se debe al Tajo y sus afluentes: Jarama, Henares y Manzanares principalmente.

Pero dentro de esta cuenca la vistosidad y nitidez morfológica y edáfica de unas zonas contrasta con la aspereza y monotonía de otras, lo que ha motivado un interés desproporcionado. De este modo las investigaciones regionales se han dirigido inicialmente hacia áreas prolizas en terrazas fluviales, caso del

4 Carral, Jimenez, Martín Serrano, Zazo & Goy

interfluvio Jarama-Henares (Vaudour 1979), en el que se han detectado más de 20 episodios que se escalonan desde los 210 m de cota relativa (Gallardo et al. 1987; Pérez González 1989), y que están condicionados por el clima, tectónica y ocasionalmente por la litología. Sin embargo en el caso del interfluvio Jarama-Manzanares la variabilidad de elementos geomorfológicos-tipo, la integración de esos elementos geomorfológicos en la geodinámica de degradación del piedemonte y su relación con los suelos, solo ha sido abordada ocasionalmente (Carral et al. 1987; Goy et al. 1979; Jiménez Ballesta et al. 1993).

Sobre la terraza baja del río Manzanares que, por su posición topográfica y criterios morfológicos, determina una edad relativa del Pleistoceno superior-Holoceno, se ha detectado un perfil complejo, cuyo estudio morfológico, físico-químico y mineralógico es el objeto de este trabajo.

2. Metodología

El estudio específico abordado supone inicialmente:

- Establecer su marco de referencia, para lo cual se ha realizado una caracterización geomorfológica local mediante fotointerpretación y reconocimiento de campo.
- Descripción litoestratigráfica de la terraza en el afloramiento considerado, pues es el punto de partida necesario para su estudio edáfico.
- Levantamiento y descripción del suelo según las normas FAO 1977 y FAO 1990. A las muestras de los distintos horizontes se les efectuaron las siguientes determinaciones:

1. análisis textural, por el método de la pipeta (Day 1965).
2. pH en agua y en KCl, en la proporción 1:2.5
3. conductividad eléctrica, en la proporción 1:5
4. caracterización mineralógica de la fracción arcilla por difracción de Rayos X.

3. El sistema de terrazas del río Manzanares

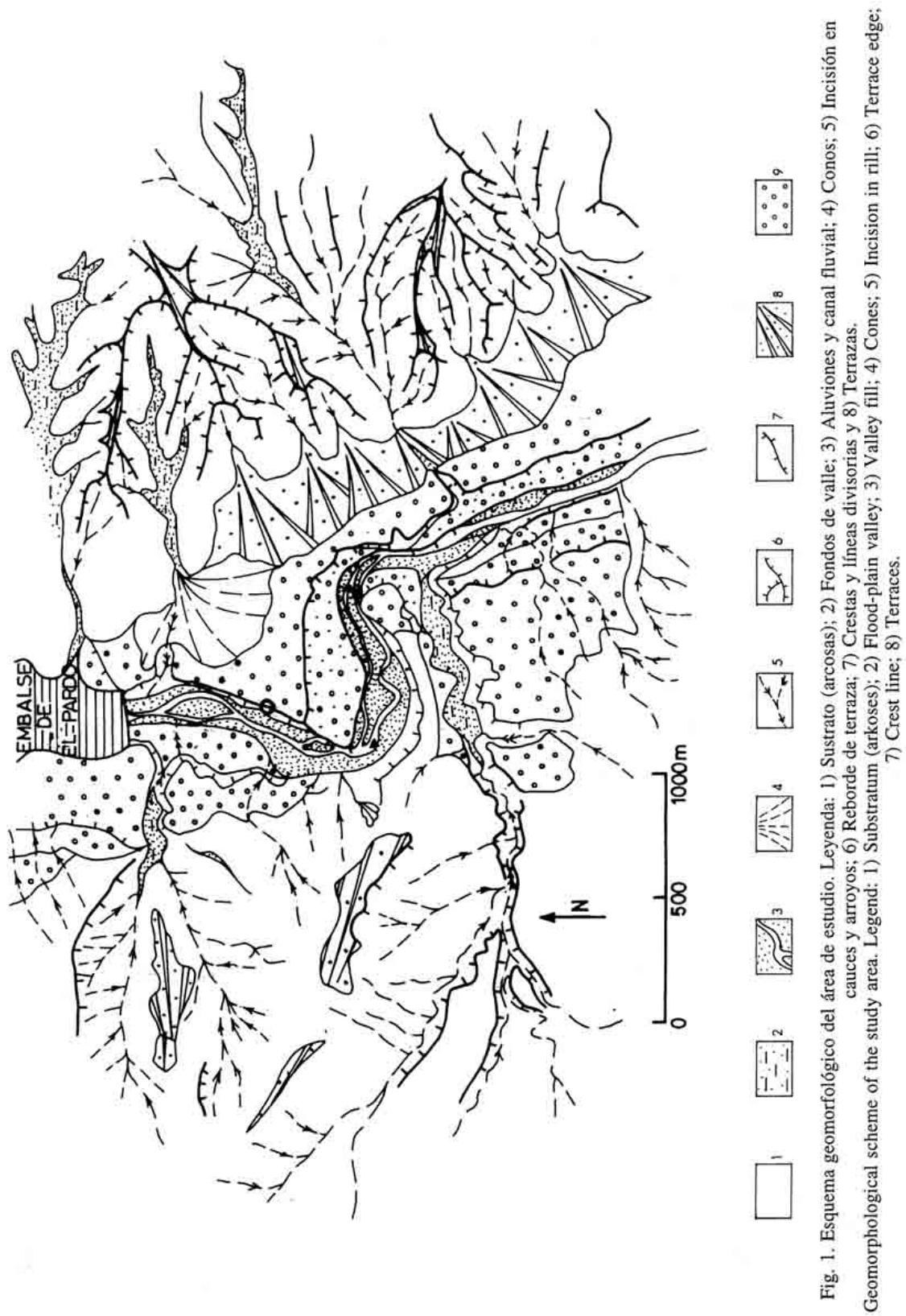
Glacis de erosión, glacis de cobertera y terrazas son sin duda los depósitos más importantes asociados a la disección del río Manzanares. El sistema de terrazas es abundante pero incompleto en cualquier sección transversal. Se han separado hasta 12 niveles de terrazas a cotas comprendidas entre +8 y +90-94 m (Goy et al., 1989). Sin embargo, la mayoría de ellas se emplazan en la vertiente occidental correspondiente al interfluvio Manzanares-Guadarrama. La escasez de aterrazamientos en la margen izquierda (tan sólo 3 ó 4 niveles aislados y en afloramientos muy reducidos) es debido fundamentalmente a la asimetría general del valle. Dicha margen izquierda es escarpada, llena de barrancos y con muy escasos testimonios de su evolución fluvial. Por lo general, los altos niveles son de difícil identificación, puesto que la erosión los ha reducido a pequeños retazos de morfología confusa y desgastada. En otras ocasiones, el escalonamiento es difícil de observar ya que algunas terrazas presentan morfología de glacis, o los escarpes que les separan están cubiertos por depósitos de "derrames" bien desarrollados.

Los niveles superiores presentan acumulaciones de poco espesor (2 a 4 m) colgados, separados por taludes bien señalados que dejan aflorar el sustrato terciario. Suelen estar constituidos por materiales retomados de los altos niveles de las rampas o de los gruesos bloques de las facies marginales de las arcosas, un fenómeno éste muy frecuente en el valle del Manzanares.

Las facies más características de las terrazas septentrionales están formadas por barras de gravas y cantos subredondeados y subangulosos, mayoritariamente de cuarzo en los medios y altos niveles y granitoide, pórfido y feldespato en los bajos; presentan escasa fracción arenosa de tamaño medio a muy grueso y una potencia que no sobrepasa los 2 ó 3 m.

4. La terraza baja en el Pardo

La secuencia edáfica detectada en El Pardo se desarrolla sobre la terraza fluvial más moderna del río Manzanares. Se sitúa a +6 m de cota relativa, al pie del embalse de El Pardo, inmediatamente por encima de su talweg actual, que incluye canal y una llanura de inundación muy reducida. Se encuentra en el inicio de la sinuosidad de Mingorrubio tras unos 7 km. de recorrido de dicho río por el piedemonte arcósico del terciario del N de Madrid (Fig. 1). Es un frente escarpado que deja aflorar sedimentos aluvionares



correspondientes a una etapa muy bien señalada tanto geológica como geomorfológicamente a ambos márgenes del curso del Manzanares; es una terraza correlacionable con el ensanchamiento y rellenos de los valles secundarios que disectan a las arcosas terciarias, un rasgo regional generalizado e inmediato al encajamiento actual. Litológica y texturalmente el depósito está formado por la superposición de barras de gravas y cantos subangulosos, mayoritariamente de cuarzo, con granito, cuarcita y feldespato con centiles inferiores a los 10 cm.

Presenta una fracción arenosa con estratificación de tamaño medio a grueso y varios niveles centimétricos intercalados de fangos arenosos grises muy bioturbados con manchas amarillentas y ocre de oxidación correspondientes a distintos espesores de exposición subaérea. Los 2 m superiores del afloramiento donde está descrito el suelo representan la sección interna de una barra de meandro (*point bar*) de convexidad contraria a la descrita actualmente por el Manzanares, cuyos últimos 60 cm están constituidos por un material areno-fangoso.

5. Secuencia Edáfica

A continuación se expone la descripción general del perfil.

COORDENADAS:	40°32'5,7" N; 3°47'11,5" E
H.TOPOGRÁFICA:	559
ALTITUD:	610 m.
MICROTOPOGRAFÍA:	Plana
PENDIENTE:	1%
M. DE PARTIDA:	Arenas gruesas y finas
P. FISIOGRAFICA:	Terraza del Pleistoceno Superior-Holoceno
CLASIFICACION:	XEROCHREPT TÍPICO (KEYS TO SOIL TAXONOMY, 1990), CAMBISOL EUTRICO (FAO, 1990)

DESCRIPCION MACROMORFOLOGICA

Hor. Prof. (cm)

Ap 0-10

Color en seco pardo muy claro 10YR 7/3; en húmedo pardo 10YR 5/3. Estructura moderada en bloques subangulares fina. No adherente y friable. Abundancia de raíces finas, medianas y gruesas. Abundante porosidad. Límite inferior difuso y regular.

Bw1 10-50

Color en seco gris claro 2,5 Y 7/2; en húmedo tendencia a pardo claro grisáceo 2,5 Y 6/2. Estructura fuerte en bloques poliédricos angulares. No adherente, no plástico, duro y firme. Raíces gruesas, frecuentes y medianas. Abundante porosidad. Límite inferior difuso y ondulado.

Bw2 50-108

Color en seco gris claro 2,5Y 7/2; en húmedo pardo claro grisáceo 2,5Y 6/2. Estructura moderada en bloques poliédricos angulares con tendencia prismática. Friable, ligeramente duro, no adherente y no plástico. Límite inferior neto e interrumpido.

2Bg 108-129

Color en seco pardo muy pálido 10YR 7/3; en húmedo pardo grisáceo 10YR 5/2. Estructura fuerte en bloques subangulares grande. Duro, friable y ligeramente plástico. Manchas (reoxidación) distribuidos al azar. Escasas raíces. Muy poca porosidad. Límite inferior neto e irregular.

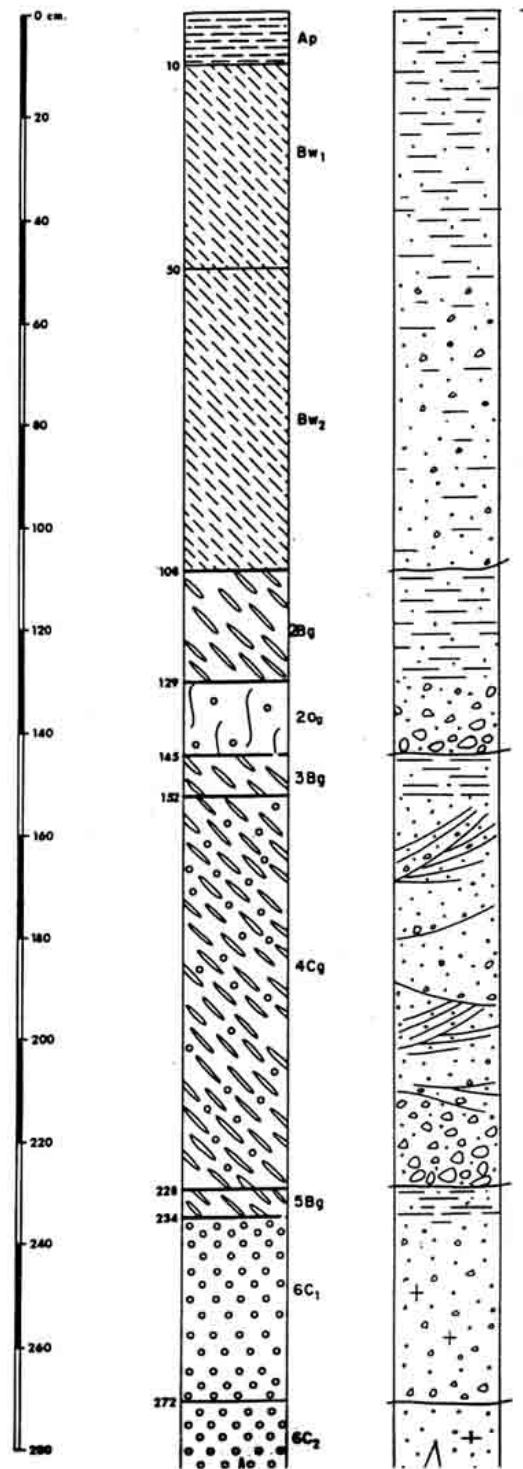


Fig. 2. Perfil edáfico y columna estratigráfica.
Edaphic profile and stratigraphic column.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD (cm)	ARENA	LIMO	ARCILLA
TOTAL		2 a 0,05 mm	0,05 a 0,002 mm	< 0,002 mm
Ap	0 - 10	84.9	14.0	1.1
Bw1	10-50	64.9	30.0	5.1
Bw2	50 - 108	80.9	16.0	3.1
2Bg	108 - 129	71.0	27.0	2.0
2Cg	129 - 145	71.9	27.5	0.6
3Bg	145 - 152	76.9	16.0	7.1
4Cg	152 - 228	94.9	4.0	1.1
5Bg	228 - 234	42.4	54.1	3.5
6C1	234 - 272	96.9	2.0	1.1
6C2	>272	98.9	0.0	1.1

CLASIFICACION

Areno-franca
Franco-arenosa
Areno-franca
Franco-arenosa
Franco-arenosa
Areno-franca
Arenosa
Franco-limosa
Arenosa
Arenosa

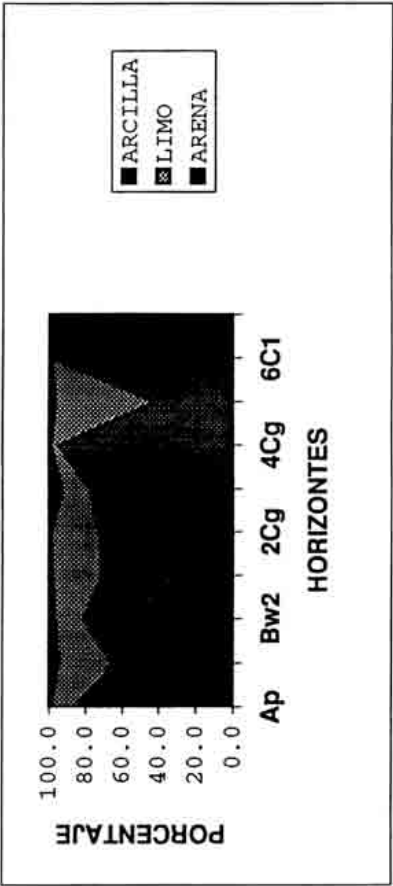


Fig. 3. Distribución textural.
Textural distribution.

2Cg 129-145

Color en seco: negruzco 5YR 2,5/1 a rojo amarillento 5YR 5/6; en húmedo de un negruzco 5YR 2/1 a un marrón rojizo 5YR 4/3, (colores debidos a procesos redox). Con estructura débil, es friable, no adherente y no plástico. Límite inferior brusco y plano.

3Bg 145-152

Color en seco marrón muy claro 10YR 7/3; en húmedo pardo grisáceo 10YR 5/2. También se observan manchas de color amarillo 10YR 6/6 diseminadas en el horizonte. Estructura fuerte en bloques subangulares de tamaño grande. Friable, ligeramente plástico y duro. Límite inferior brusco e irregular.

4Cg 152-228

Color en seco gris claro 2,5 Y 7/2; en húmedo pardo grisáceo 2,5 Y 5/2. Horizonte con estratificaciones cruzadas y con bandas de textura diferente, cantos blandos y lentejones de material muy fino, así como niveles de gleización. Límite inferior brusco e irregular.

5Bg 228-234

Color en seco negro 2,5 Y 7/0; en húmedo gris 2,5Y 5/0. Estructura fuerte en bloques subangulares, tamaño grande. Duro, friable y ligeramente plástico. Manchas de color amarillas parduzcas 10YR 6/6 diseminadas. Límite inferior brusco y ondulado.

6C1 234-272

Color en seco gris claro 10YR 7/1, en húmedo gris 10YR 5/1. Contiene abundantes gravas (60%), estando constituidas por cantos de cuarzo, granodiorita y feldespatos de formas angulosas y con un diámetro de 2 a 8 centímetros. Límite inferior brusco e irregular.

C2 > 272

Color en seco amarillo rojizo 7,5 YR 6/8; en húmedo pardo oscuro 7,5YR 5/8. Es igual que el horizonte superior salvo que el tamaño de las gravas es ligeramente inferior.

En la figura 2 aparecen el perfil edáfico y la columna estratigráfica.

La terraza que soporta el suelo se nutre de un material reciclado arcósico procedente del Terciario de los alrededores. Se presentan algunas diferencias de matiz concretadas en su granulometría y clasificación, derivadas de una procedencia directa del zócalo del N de Madrid. Así se observa una gran proporción de elementos gruesos, por proceder de facies proximales del Terciario y una buena clasificación y estructuración sedimentológica dispuesta en pequeñas capas centimétricas de arenas y fangos bioturbados y edafizados que han quedado registrados en la descripción del perfil edáfico estudiado.

Textualmente la fracción predominante es la arena, coincidiendo su disminución con el aumento del limo en los horizontes B gleizados. La fracción arcilla, minoritaria, también alcanza sus máximos valores en los horizontes Bg (Fig. 3). Con el fraccionamiento de arenas que se ha hecho en los horizontes: Bg, 2Bg y 5Bg, se obtienen las curvas acumulativas (Fig. 4) en las que se refleja las diferencias marcadas por las discontinuidades. La clasificación textural oscila entre arenosa y franco arenosa.

En la figura 5 se reflejan los valores de pH, que son ligeramente ácidos en superficie mientras aumenta en profundidad ésta acidez. Tanto la conductividad eléctrica (que alcanza un valor de 9 dS/m en el horizonte 5Bg) como la materia orgánica (en el horizonte superior) son elevadas, probablemente debido a la antropización, figura 5.

Con respecto a la mineralogía de arcillas, destaca la homogeneidad de la misma en todo el perfil, siendo esmectitas, caolinitas e ilitas los componentes fundamentales (Fig. 6).

EL PARDO

HORIZONTES

TAMANO	2Bg	2Cg	5Bg
MCRAS			
2000	2.13	11.34	0.61
1000	1.27	6.04	0.27
500	4.35	7.93	1.49
250	8.35	9.46	8.89
125	34.57	20.93	22.67
63	20.29	16.40	8.48
42	6.68	0.84	5.18
32	6.39	7.68	5.18
23	5.23	6.46	9.22
16	2.03	3.93	8.06
12	1.45	1.97	5.76
8	1.45	1.97	5.76
4	2.33	2.81	9.79
2	1.45	1.68	5.18
0.1	2.03	0.56	3.46
TOTAL	100.00	100.00	100.00

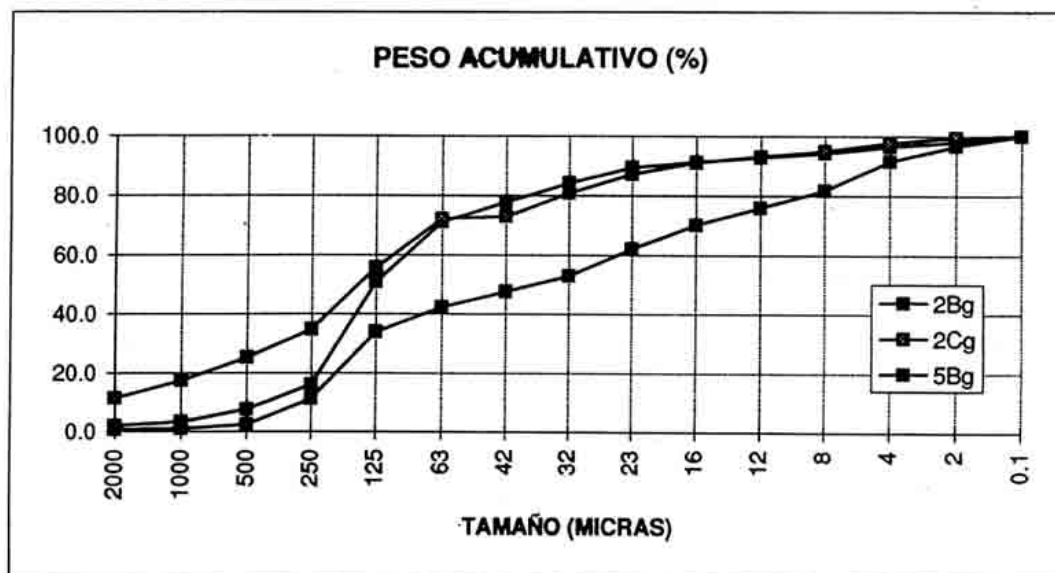


Fig. 4. Curva textural acumulativa de algunos horizontes.
Accumulative textural curve

HORIZONTE	PROFUNDIDAD (cm)	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Conductividad Eléctrica	Materia Orgánica
				dS/m	%
Ap	0 - 10	6.25	5.37	1.58	3.85
Bw1	10 - 50	6.35	5.53	1.89	1.51
Bw2	50 - 108	6.62	5.71	0.65	Inapreciable
2Bg	108 - 129	7.11	6.17	4.30	"
2Cg	129 - 145	7.25	6.21	0.28	"
3Bg	145 - 152	4.62	3.95	7.73	"
4Cg	152 - 228	4.33	3.94	7.15	"
5Bg	228 - 234	4.35	3.94	8.98	"
6C1	234 - 272	5.09	5.00	0.70	"

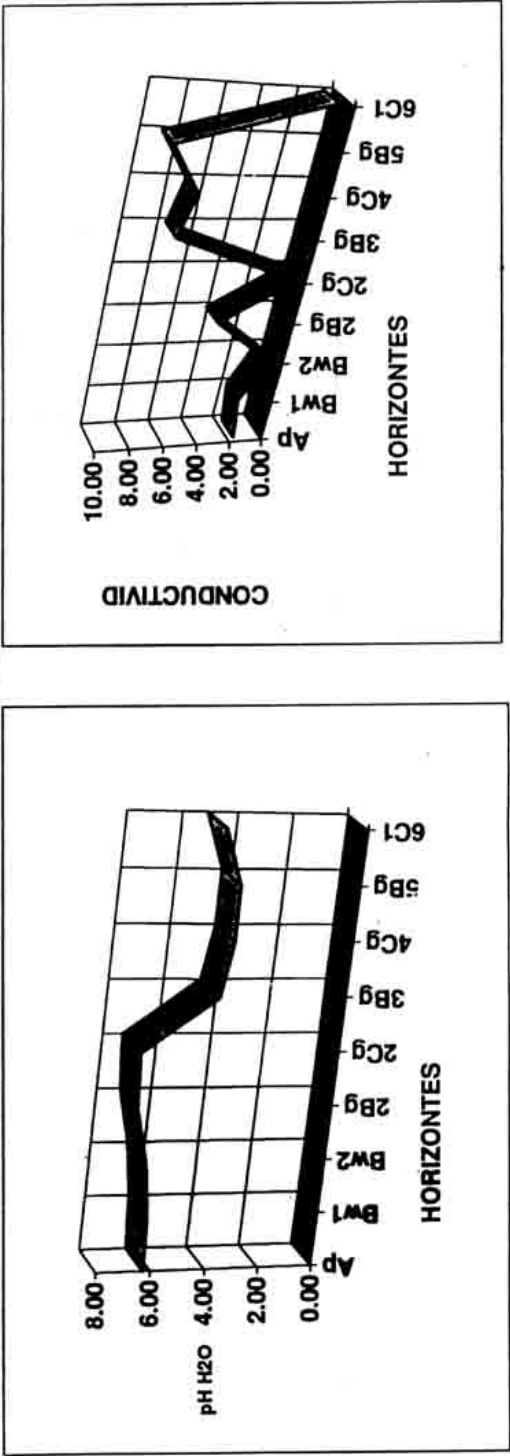


Fig. 5 (a y b). Variaciones del pH y conductividad con la profundidad.
pH and conductivity data.

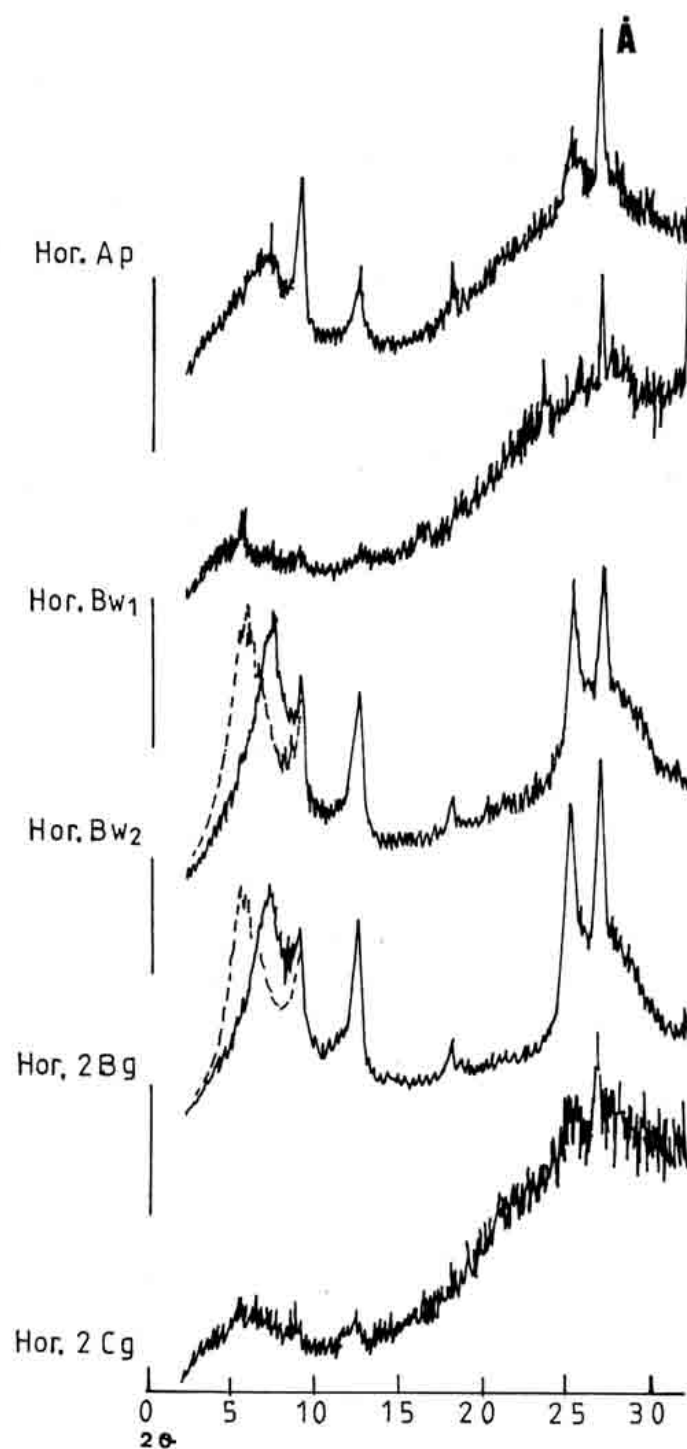


Fig. 6 (a). Diagramas DRX de la fracción arcilla.
X-Ray diffraction patterns.

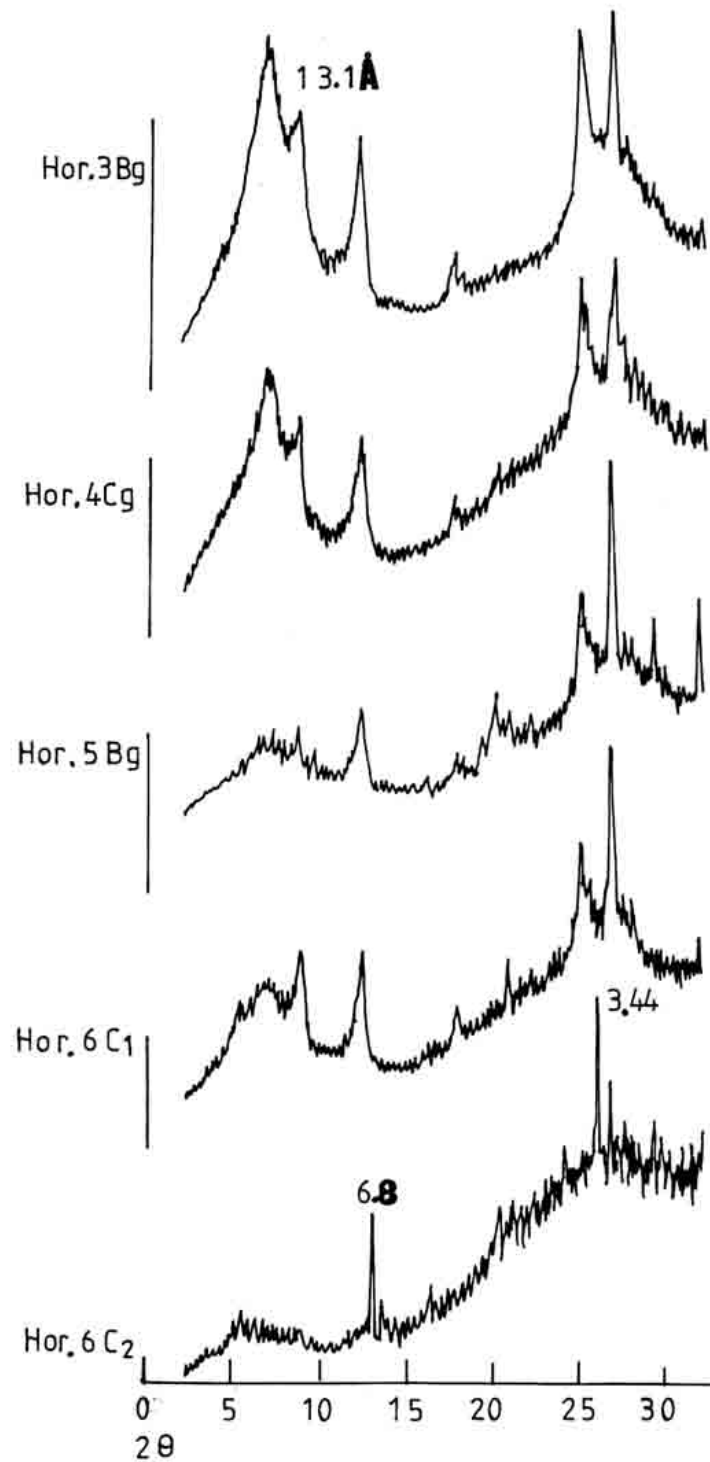


Fig. 6 (b). Diagramas DRX de la fracción arcilla.
X-Ray diffraction patterns.

6. Discusión

La altura relativa de las terrazas condiciona la edad y puesto que cada sistema tiene una tendencia evolutiva tanto petrológica como mineralógica a lo largo del tiempo, el condicionante fundamental está marcado por el área fuente y su posición respecto a ella. Según esta idea el perfil debe presentar un soporte, litológico-textural, relativamente dispar. Por ubicación geográfica, al situarse junto al mismo borde del piedemonte terciario, sólo incorpora material de las terrazas inferiores y otro directamente procedente de la cabecera del río Manzanares con carácter plutónico-metamórfico.

El espesor de las terrazas fluviales permite la proliferación de capas litológica y texturalmente diferentes. Es un tipo de estratificación diferenciada y discontinua derivada de los propios mecanismos de sedimentación fluvial repitiéndose secuencias métricas ó más comunmente centimétricas de gravas, arenas, arcillas, etc. Dicha estructura favorece, en periodos de edafogénesis, la diferenciación de horizontes edáficos. Pero se suscita confusión al identificar éstos como tales ó como capas de origen sedimentario por la interrelación entre el nivel de acumulación de sedimento y el nivel de maduración del suelo, (Retallack 1984).

Precisamente el perfil ha sido intencionadamente seleccionado ya que constituye un ejemplo de esta situación. La repetición centimétrica de niveles arenosos bien clasificados y fangos enrojecidos, hasta la última secuencia donde ha evolucionado el suelo actual poco desarrollado da lugar, desde un punto de vista edáfico, a un perfil reiteradamente policíclico donde algunos horizontes están separados por discontinuidades. Es una superposición que destaca la naturaleza episódica de la sedimentación fluvial donde se intercalan estados incipientes de evolución edáfica abortados por sucesivos periodos de actividad fluvial propiamente dicha es decir con erosión y sedimentación.

Aunque el perfil debe contemplarse desde la perspectiva de desarrollarse en una terraza del Pleistoceno Superior-Holoceno, destaca la inmadurez del suelo, pues presenta un estadio incipiente de edafogénesis (solo rasgos de gleización y formación de horizontes cambicos). Esta situación actual que se manifiesta en los horizontes superiores se repite en profundidad, demostrando la naturaleza alternante y episódica de los procesos geomorfológicos y edáficos, de modo que el tiempo de equilibrio edáfico es sensiblemente mayor que el empleado por la dinámica fluvial propiamente dicha. Como Pawluck (1978) indica, solo en superficies estables el tiempo de residencia del suelo es suficientemente largo para reconocer que el material geológico refleja la expresión de la influencia edáfica.

7. Conclusiones

Existe una estrecha relación entre la naturaleza de la formación geomorfológica superficial (terrazza baja del río Manzanares) y la del suelo desarrollado sobre la misma, ya que ha heredado la casi totalidad de los rasgos más definitorios. El desarrollo de horizontes cámbicos y procesos de gleización, que representan etapas de maduración edáfica corta, han sido truncados por procesos de erosión y aluvionamiento propios del medio fluvial, poniéndose de manifiesto la naturaleza alternante y episódica de los procesos morfogenéticos/edafogenéticos. Como consecuencia de la acumulación continua de detritus, los horizontes edáficos son delgados y poco desarrollados.

Agradecimientos

A la Comunidad Autónoma de Madrid por la financiación del Proyecto C 125/90 en el que se enmarca el presente trabajo.

Referencias bibliográficas

- Carral, M.P., Goy J.L., Zazo, C., Gallardo, J. & Hoyos, M. (1987): Relación entre las unidades geomorfológicas y suelos en el Cuaternario de la Región de Madrid. *Cuaternario y Geomorfología*, 1-4: 77-87.
- Day P.R. (1965): Particle fractionation and particle size analysis. In: *Methods of Soil Analysis* (Black, C.A. Edr). Amer. Soc. of Agr. Inc. Publ. Winsconsin.
- F.A.O. (1977): *Guías para la descripción de perfiles de suelos*. Roma.
- F.A.O. (1990): *Soil Map of the World*. Revised Legend. Roma

- Gallardo, J., Pérez González, A. & Benayas, J.** (1987): Paleosuelos de los piedemontes villafranquienses y de las terrazas pleistocenas de la región del Valle del Henares Alto Jarama. *Bol. Geol. Min. España*, 98: 27-39.
- Goy Goy, J.L., Pérez González, A. & Zazo, C.** (1979): *Estudio de las formaciones superficiales a escala 1 : 25000 del Término Municipal de Madrid*. Ayuntamiento de Madrid.
- Jiménez Ballesta, R., Carral, M.P., Bregt, A. & Ibañez, J.J.** (1993): Variabilidad espacial de suelos en un transecto de la cuenca del río Manzanares. *XII Cong. Iber. de la Cie. del Suelo*. 911-918.
- Pawluck S.** (1978): The pedogenetic profile in the stratigraphic section. En: *Quaternary Soils*, (Mahaney, ed). Geo abstracts. Noruega 61-65.
- Pérez-González, A. & Gallardo, J.** (1987): La raña del Sur de la Somosierra y Sierra de Ayllón: un piedemonte escalonado del Villafranquiense medio. *Geogaceta*, 2: 22-32.
- Pérez González, A.** (1989): Submeseta meridional. En: *Territorio y Sociedad* (Coord. Bielza de Ory, V.) 1, 176-188.
- Retallack G.** (1984): Completeness of the rock and fossil record: some estimates using fossil soils. *Paleobiology*, 10: 59-78.
- Vaudour, J.** (1979): *La región de Madrid*. Ed. Ophrys, 390 pp.
- Walker, P.H. & Green, P.** (1976): Soil trends in two valley fill sequences. *Aust.J.Soil.Res.* 14, 291-303.