

RELACION ENTRE UNIDADES GEOMORFOLOGICAS Y SUELOS EN EL CUATERNARIO DE LA REGION DE MADRID (1)

Pilar CARRAL, Jose Luis GØY, Caridad ZAZO. Dpto. de Geodinámica, Facultad de Geología, 28040 MADRID.

Juan GALLARDO. Dpto. de Química Agrícola, Geología y Geoquímica. Universidad Autónoma, 28093 MADRID.

Manuel HOYOS. Museo Nacional de Ciencias Naturales, C.S.I.C. José Gutierrez Abascal 2, 28006 MADRID.

RESUMEN

El área de estudio se situa en la cuenca terciaria de Madrid en una zona comprendida entre los meridianos de la ciudad y el río Jarama (Figura 1), en donde los materiales del Mioceno adquieren gran desarrollo. Sobre ellos se extienden los depósitos cuaternarios que en general corresponden a materiales de origen fluvial ó de escorrentía.

El objetivo de este trabajo consiste en estudiar la relación entre las distintas unidades geomorfológicas, en nuestro caso todas cuaternarias, y los diferentes tipos y desarrollos de perfiles edáficos que sobre las mismas se han originado. Para ello se han elegido seis unidades geomorfológicas diferentes: Terrazas (Pleistoceno medio), Glacis (Pleistoceno medio), Derrames (Pleistoceno superior), Fondos de Valle (Pleistoceno medio-superior), Superficies (Pleistoceno medio-superior), Aluvial-columial (Holoceno). Sobre las que se han estudiado los perfiles edáficos de Artago, Mercamadrid, Sevillana, Tilli I y Tilli IV, Tilli II y Tilli III, y Odonnell, respectivamente.

Dentro de los factores formadores de un suelo, y dadas las características específicas de la zona, aquí hemos considerado fundamentalmente: El factor geomorfológico, factor geológico y factor tiempo.

Del estudio de los diferentes perfiles se puede deducir que: en Artago el factor dominante es el tiempo, en Mercamadrid es el geológico y dentro de éste la litología tanto del sustrato como de la formación superficial, el predominio de la arcilla favorece el caracter vértico de este suelo. En el caso de Sevillana y Odonnell el factor geomorfológico es el dominante, y la microtopografía particularmente en el primero. En el área de Tilli, la litología influye considerablemente en los casos de Tilli I y IV, mientras que en Tilli II y III es la morfología y dentro de ésta la topografía; y el tiempo.

Las características analíticas del horizonte Bt varían significativamente de unos perfiles a otros, ya que al depender éste de la litología, la pendiente y el tiempo, resulta muy difícil su comparación, ya que los perfiles elegidos son representativos de diferentes unidades geomorfológicas y de distinta edad.

Palabras clave: Madrid, geomorfología, suelos, factores formadores.

ABSTRACT

The area to be studied is located in the Tertiary Basin of Madrid, in a zone comprised between the meridians of the city and the Rio Jarama (fig. 1) where the materials of the Miocene have great development. Upon them Quaternary materials are extended, which are generally of fluvial or sheet-flood origin.

The aim of this paper consists in studying the relation among the different geomorphologic units, in our case all Quaternary ones, and the different types and developments of soils profiles that have originated upon them. For this purpose, six different geomorphologic units have been chosen: Terraces (Middle Pleistocene), Glacis (Middle Pleistocene), Overflows (Upper Pleistocene), Valley bottoms (Middle-Upper Pleistocene), Alluvial-colluvial surfaces (Holocene); on which the soil profiles of Artago, Mercamadrid, Sevillana, Tilli I and Tilli IV, Tilli II and Tilli III and Odonnell have been studied.

Within the forming characters of a soil, and taking into account the specific characters of the area, we have considered essentially considered here: The geomorphologic factor, the geologic factor and time factor.

From the study of the different profiles it can be deduced that: Artago the dominating factor is time; in Mercamadrid it is the geologic one and within it the lithology both of the substratum as well as the superficial formation the predominance of clay favors the vertic character of this soil. In the case of Sevillana and Odonnell the dominating character is the geomorphologic one, and the microtopography, particularly in the first one. In the area of Tilli, the lithology influences considerably in the cases of Tilli I and Tilli IV, while in Tilli II and Tilli III it is the geomorphology and within it the topography and time.

The analytic characteristics of the Bt horizon vary considerably from some profiles to others, and as it depends on the lithology, the slope and time it is very difficult to compare them, as the chosen profiles are representative of the different geomorphologic units and of different age.

Key words: Madrid, geomorphology, soils, factors of soil formation.

CONTEXTO GEOLOGICO

El marco geológico del área de trabajo lo constituye la cuenca terciaria de Madrid, conocida como cuenca del Tajo (Hoyos et al. 1985). Esta depresión tectónica está rellena por mate-

riales paleógenos y neógenos, que desde el punto de vista litoestratigráfico corresponden a secuencias de abanicos aluviales. Por su parte los materiales cuaternarios que sobre ellos se instalan, presentan poca potencia aunque si gran extensión estando constituidos en general por depósitos fluviales, asociados a los cauces mas importantes de la cuenca: Tajo, Henares, Jarama (el que mas influye en nuestro área de estudio), Manzanares y Guadarrama. En las zonas de interfluvio se desarrollan amplias superficies de escasa pendiente.

Nuestro área de trabajo se situa (Figura 1) entre la ciudad de Madrid, a la que llegan los últimos retazos de la alta superficie de Fuencarral (divisoria entre los ríos Jarama y Manzanares), y el propio valle del Jarama.

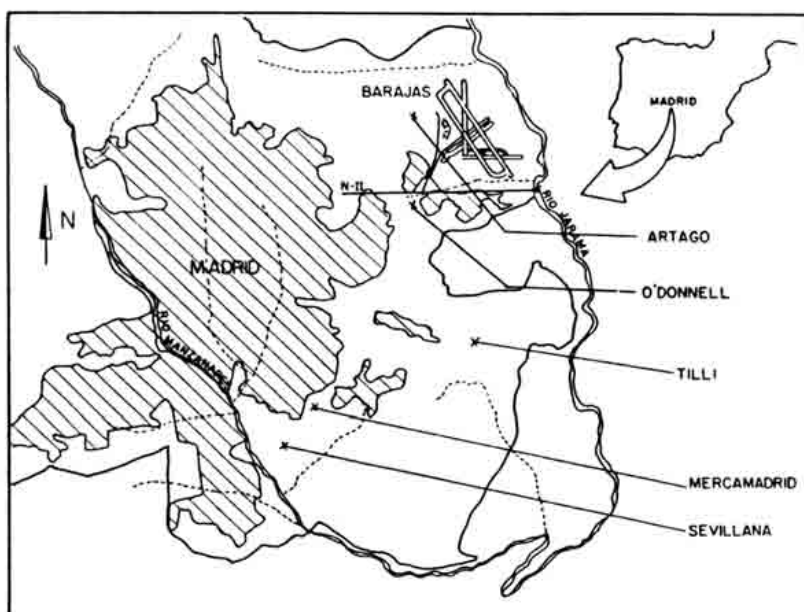


Figura-1

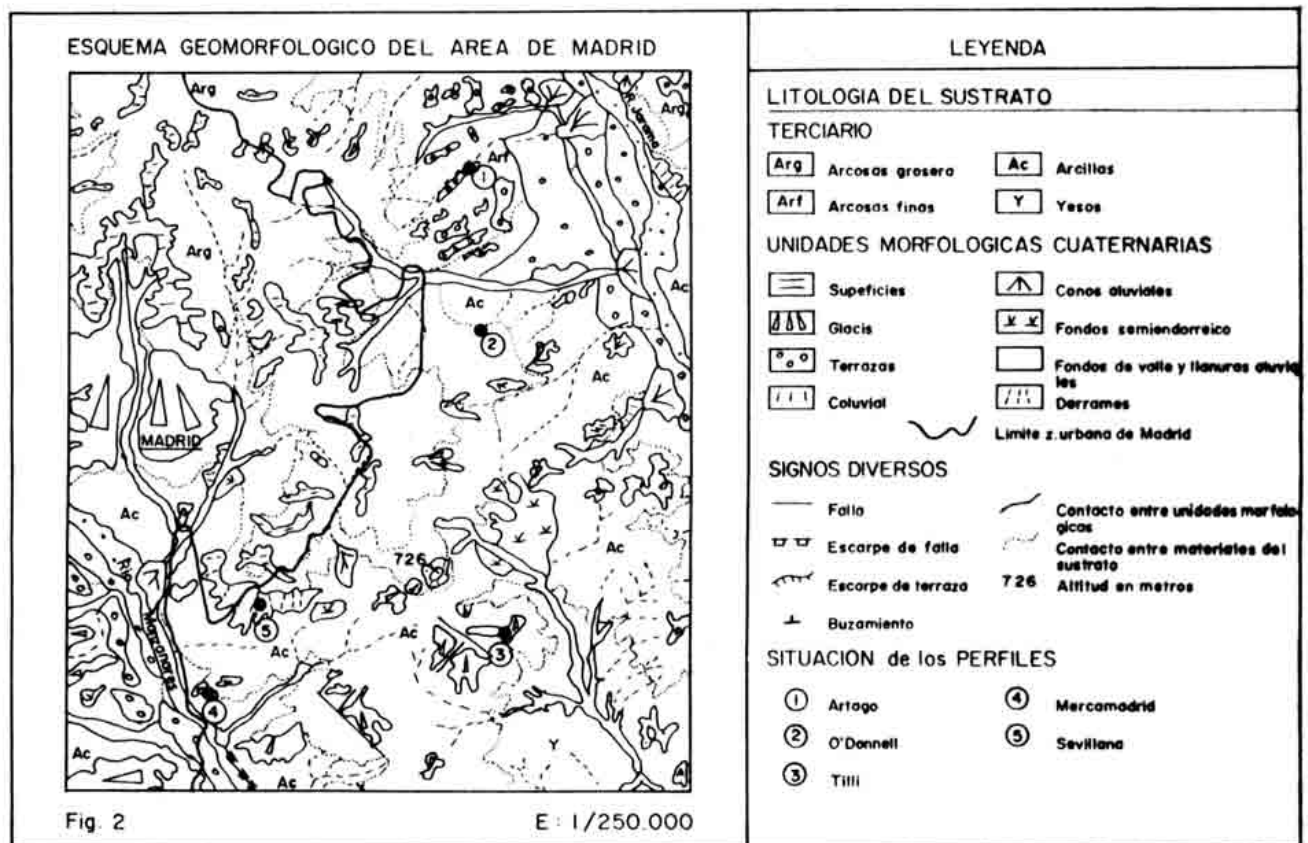
El sustrato está constituido por materiales arcóscicos, arcillas verdes y arenas micáceas, y yesos, que corresponden al Mioceno medio (Aragoniense). Las formaciones superficiales, que en general son cuaternarias estan constituidas por materiales arcóscicos más ó menos arcillosos, con niveles de cantos de sílex y caliza, y por conglomerados areno-arcillosos de cantos de cuarcita (Terrazas del Jarama).

RASGOS GEOMORFOLOGICOS

En la morfología que se observa al Este de Madrid (Figura-2) destaca en el paisaje, las mesas constituidas por replanos labrados sobre materiales calcáreos y de sílex, tal es el caso del cerro de Almodovar (726m.), las superficies, entre las que cabe mencionar la S. de Fuencarral (741m.) que constituye la divisoria entre los cauces del Manzanares y Jarama. Los glacia, que constituyen en muchos casos las vertientes de enlace entre las altas superficies y las terrazas y cuyo sistema mas completo se desarrolla entre el Cerro de Almodovar y el río Manzanares con al menos cuatro generaciones (Goy et al.E.p.).

Los Fondos semiendorreicos se corresponden con depresiones ligadas a fenómenos kársticos y tectónicos, los más interesantes de nuestro área son las de Vicálvaro-Coslada y Vallecas.

Por último, uno de los rasgos morfológicos más destacables son los grandes replanos que constituyen las terrazas del río Jarama. Estos depósitos se desarrollan entre la cota relativa de 36m. (Paracuellos) hasta la de 8m., extendiéndose por debajo la gran llanura aluvial. Un sistema de 13 niveles de terraza, en su mayor parte encajados, se observan en éste área.



Segun = Goy, Perez-Gonzalez, Zazo (e. p., modificado)

Clima y vegetación

Las condiciones climáticas imperantes en la zona son típicamente mediterráneas: Veranos secos y largos, e inviernos fríos y relativamente húmedos.

Del estudio de los datos climáticos, fundamentalmente de Temperatura y Precipitación obtenidos en las estaciones de Brunete, Barajas, Retiro, y Getafe durante un período de unos 40 años; se deduce que el mes más cálido es Julio con una temperatura media de 24°C, y el mes más frío es Enero con 5°C de temperatura media. La precipitación media anual es de 450mm. y el drenaje climático del orden de 51mm.

Cuando utilizamos los datos de precipitación y temperatura, referidos a cada uno de los meses del año, y los proyectamos

en un diagrama de Termohietas (Wilson, 1969); lo que se observa es que los Dominios Climáticos varían de unos meses a otros, así durante Julio y Agosto el D.C. es árido, para Diciembre y Enero el D.C. es Periglaciario, en Noviembre Templado-húmedo, y en el resto de los meses reinaría un D.C. Semiárido.

Esto es de gran importancia para explicar algún tipo de depósito como las Formaciones Superficiales que se observan en la zona de Tilli y sobre las que se desarrollan los perfiles edáficos (Tilli I y Tilli IV). Se trata de materiales no solo

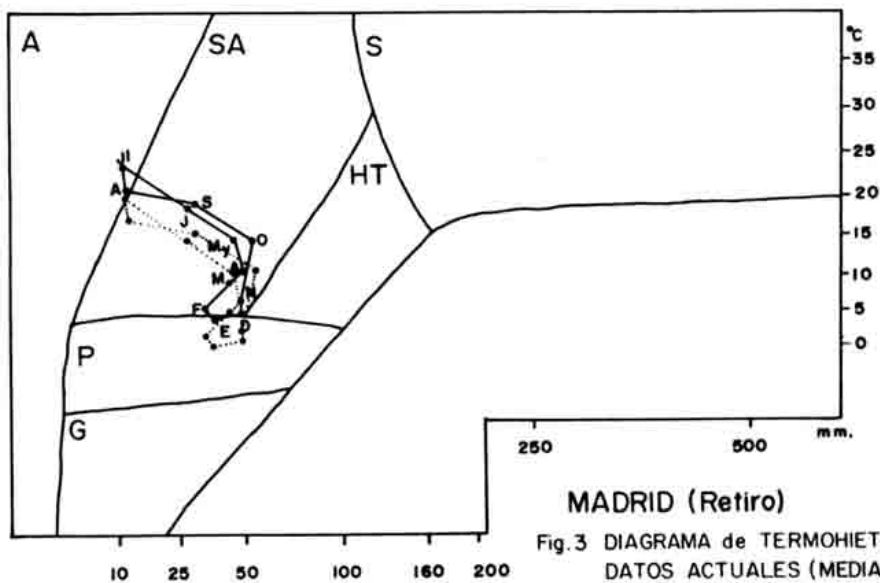


Fig.3 DIAGRAMA de TERMOHIETAS.
DATOS ACTUALES (MEDIAS: 40 AÑOS). —
DATOS (TEMPERATURAS) CON SUPUESTO
DESCENSO de 4º 5º C. ...

de soliflucción, si no que el ordenamiento de los cantos sugiere la influencia también de fenómenos de geliflucción, lo cual no sería de extrañar ya que si bajamos la temperatura media anual unos 4º ó 5º C, cosa perfectamente comprensible durante los estadios del Würm, al menos a lo largo de cinco meses la zona estaría bajo el Dominio Climático Periglaciario como se deduce de la Figura 3, en la que solo se ha hecho el ejemplo con los datos de la estación de Retiro, por ser ésta la mas próxima a la zona de Tilli.

En cuanto a la vegetación, la natural ha sido eliminada completamente habiendo sido sustituida por cultivos de secano, y de regadío en las vegas de los grandes ríos.

PERFILES EDAFICOS-UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

Con el fin de conocer los perfiles edáficos que en el área Este de Madrid son característicos de una unidad geomorfológica determinada (siempre que la litología y la edad sean simi

lares), se eligieron ocho perfiles (Artago, Mercamadrid, Sevilla-na, Tilli II y III, Tilli I y IV, y Odonnell) desarrollados sobre las siguientes unidades geomorfológicas: Terrazas, Glacis, Derrames, Superficies, Fondos de valle, y Aluvial-columial, respectivamente.

Dentro de los factores formadores de los suelos, en nuestro caso se trataron especialmente los factores: Geomorfológico, -- Geológico y Tiempo; dado que tanto el Factor Clima como el Factor Vegetación pueden considerarse constantes, el primero por la reducida extensión del área de estudio, y el segundo por la eliminación total de la vegetación natural como anteriormente indicábamos.

Dentro del Factor geológico se ha tenido en cuenta tanto el tipo litológico del sustrato como el de las Formaciones superficiales ya que ambas pueden dar lugar al material original del suelo.

El Factor tiempo puede transformar el material original del suelo por diferentes causas que se van sucediendo en el transcurrir del tiempo, de tal forma que la intensidad de una transformación va a depender de la duración de la edafogénesis, y la edad de estos suelos solo pueden establecerse de una forma relativa teniendo en cuenta la cronología de las formaciones superficiales sobre las que se desarrollan, lo que nos dará siempre una edad mínima.

Con respecto al Factor geomorfológico, las unidades morfológicas cuaternarias elegidas han sido: Superficies, constituidas por pequeños replanos situados a una cota de unos 650m., que se encuentran bordeando la depresión de Vicálvaro-Coslada, a ellos están asociados materiales arcósicos con cantos de sílex y caliza. Los perfiles edáficos Tilli II y Tilli III se desarrollan sobre dichas superficies.

Terrazas, muy desarrolladas en la margen derecha del río Jarama, aunque en este sector no se observan los niveles más antiguos, apareciendo solamente los correspondientes a las cotas relativas de 60m. hasta el nivel mas bajo de 8m. y la correspondiente llanura aluvial. La terraza elegida ha sido la de 35m. y el perfil observado sobre la misma es de Artago.

Glacis, en general en el área de Madrid se presentan como glacis de cobertera cuya potencia no llega a superar los dos metros. En este caso hemos elegido el sistema de glacis que descendiendo del cerro Pingarrón (626m.) y que tienen como nivel de base general el río Manzanares y local el Ay^º de la Gavia. El perfil edáfico desarrollado sobre esta unidad geomorfológica es el de Mercamadrid.

Derrames, aparecen limitados a zonas muy concretas, bordeando los escarpes de algunas terrazas del Jarama ó extendiéndose al pié de algunas superficies. El derrame seleccionado para este trabajo se situa al pié de la superficie de Palomeras (679m.), entre ésta y la depresión de Vallecas y el río Manzanares. La potencia que adquiere el depósito es de unos 4m. y los materiales son arcosas con "lag" muy planos de cantos de caliza. Sobre dicha unidad se desarrolla el perfil de Sevilla-na.

Aluvial-coluvial, se trata de depósitos de escaso espesor que se encuentran en valles de suficiente pendiente y no mucha escorrentía en los que se mezclan los materiales "fluviales" con los de gravedad. El perfil desarrollado sobre este tipo de unidad es el de Odonnell.

Fondos de valle, los perfiles Tilli I Y Tilli IV están desarrollados sobre unos materiales complejos situados en el fondo de una pequeña vaguada. En la columna litoestratigráfica se aprecia una sucesión de al menos dos aportes diferentes, en ambos casos arcosas con cantos de caliza y alguno de sílex, en los que se observan estructuras de soliflucción y alineaciones de cantos y plaquetas que sugieren la existencia además de procesos de geliflucción.

En el Cuadro I se expone de forma sintética la relación entre

LITOLOGIA	UNIDADES GEOMORFOLOGICAS						CARACTERISTICAS DEL RELIEVE		TIEMPO	TIPO DE SUELO
	Terrazas	Glacis	Derrames	Superficies	Fondos de valle-soliflucción	Aluvial Coluvial	Cota en metros			
Sustrato F. Superficiales										
Arcosas Arenas arcillosas con cantos	Artago						600	Nivel Kilométrico	Pleistoceno Medio	Pardo rojizo ferrisialítico
Arcillas verdes y arenas micáceas Arcosas y cantos				Tilli II Tilli III			650	Nivel Hectométrico	Pleistoceno Medio-Superior	Pardo ferrisialítico jagradado Pardo f. Vértico Pardo ferrisialítico
Arcosas			Sevillana				620	Nivel métrico	Pleistoceno Superior	Pardo ferrisialítico
Arcosas						Odonnell	620	Nivel Kilométrico	Holoceno	Pardo ferrisialítico vértico
Arcillas verdes y arenas micáceas Arenas arcillosas con cantos		Merca-madrid					600	Nivel Kilométrico	Pleistoceno Medio	Vertiscol crómico

Cuadro-I

los principales factores formadores de los suelos y las unidades geomorfológicas cuaternarias, así como el tipo de suelo que se desarrolla. En el caso del factor geológico aquí solo se especifica la litología ya que es ésta la que en nuestra área fundamentalmente influye en el tipo de perfil. Con relación al factor tiempo, las edades están dadas en base a la unidad morfológica sobre la que se desarrollan los suelos y a su vez ésta ha sido deducida por criterios geomorfológicos regionales, paleon-

tológicos, de industria lítica, etc. (Goy et al.o.c.)

Por otra parte cada unidad geomorfológica está caracterizada por el tipo de sustrato y formación superficial, una morfología determinada, y evolución en el tiempo, todo ello confiere a los suelos desarrollados sobre las mismas unas propiedades determinadas. En el ejemplo expuesto en el Cuadro las seis unidades geomorfológicas seleccionadas dan lugar a variaciones significativas en el aspecto de los perfiles y en sus características edáficas (Cuadro II) debido, fundamentalmente a su posición morfológica y antigüedad. Estas variaciones se manifiestan a nivel de clasificación dando lugar a diferentes tipos de suelos pardos fersialíticos.

En el Cuadro II en el que damos una serie de características morfológicas y edáficas de los perfiles estudiados, se observa que las características analíticas de los horizontes Bt varían significativamente de unos perfiles a otros, por lo que resultan poco comparables a nivel general.

Los espesores de los horizontes B, y concretamente los Bt no son significativos con respecto a la edad del suelo, ya que la potencia va a depender también del contexto geomorfológico y geológico en donde se encuentran los perfiles.

Si partimos de la columna que representa la potencia de

Perfiles	C. MORFOLOGICAS			CARACTERISTICAS EDAFICAS							
	Unidad Geom.	Edad	Pend. %	Hor. Bt + B Espesor cm.	Pot. mx Hor. B cm.	Color húmedo	Arc. %	Limo %	Arcilla/Limo %	C.I.C. mg/100g	SiO2/Al2O3
Artago	Terraza (ladera)	Plst med.		17B+33Bt	50	5YR 3/4	40-55	12-11	3-5	16-29	8-3
NEC 47 55517	Glacia	Plst med. rarn		80B+15Bca	95	10YR 4/4	70-74	14-12	5-6	55-42	3-3
Tilli III	Superf.	Plst med. sup.	0.71	65Bt+3511Bca	100	7.5YR4/3	56-78	13-12	4-7	26-31	3-4
Tilli II	Superf. (degrad)	Plst med sup.	1.25	25Bt+10Bc	35	7.5YR4/4	60-62	7-18	9-4	34-53	4-5
Tilli IV	Fondos valle	Plst sup.	2.61	45Bt+70Bc Dos aportes	115	10YR2/2	50-45	12-9	4-5	27-23	4-4
Tilli I	Fondos valle	Plst sup.	1.87	75Bt+5011Bt Dos aportes	125	7.5YR4/4	47-52	12-13	4-4	19-2	3-4
Sevillana	Derrame	Plst sup.		45Bt1+65Bt2	110	10YR5/4	31-23	3-3	10-8	21-16	3-3
Coluvial	Aluvial Coluvial	Hic.		90Bt	90	10YR6/2	38	8	5	27	3

CUADRO II — Datos que se han tenido más en cuenta.

los horizontes B, no hay una relación específica con la edad de los suelos, sin embargo observamos que las mayores potencias los alcanzan aquellos que se desarrollan sobre los sedimentos que forman parte de depresiones (Tilli I, IV, y Sevillana) debido a que hay un aporte de material desde las zonas más elevadas a las más deprimidas, originando en algunos casos la superposición de suelos (Tilli I y IV)

El color indica claramente procesos de rubefacción, variando

Este desde 10YR a 7,5YR llegando incluso a 5YR en el perfil de Artago

	-Oscuros	Claros
<u>Amarillo</u>	10YR- Tilli IV, O'Donnell, Mercamadrid, Sevillana	
	7,5YR- Tilli III, Tilli II, Tilli I	
<u>Más rojos</u>	5YR- Artago	

Los tres primeros (en línea) representan suelos de depresión ó de carácter vértico lo que les confiere el color oscuro debido al contenido en materia orgánica. Los siguientes (Sevillana y el resto de Tilli) están dentro de los colores pardo-medios, como corresponde a la mayoría de los suelos desarrollados sobre arcosas de esta región. Por último el color del suelo de Artago es un pardo-rojizo, intermedio entre los suelos pardos y rojos fersialíticos.

En los porcentajes de arcilla de los horizontes B se puede apreciar el grado de evolución de los suelos con relación al tiempo, aunque también en este caso la inferencia de la roca madre hace variar estos porcentajes. Los suelos más jóvenes (O'Donnell, Sevillana, Tilli I y IV) presentan tantos por ciento que oscilan entre el 35 y el 50, mientras que los más antiguos van desde el 55 al 60%, destacándose Mercamadrid con un 70%. En este último caso hay que tener en cuenta que el suelo se desarrolla sobre un glacis de cobertera que erosiona un sustrato (arcillas verdes y arenas micáceas del Mioceno) muy rico de por sí en arcillas expansibles las cuales se incorporan lógicamente al depósito sobre el cual después se va a desarrollar el suelo.

En los porcentajes de limo, y las relaciones Arcilla/Limo y SiO_2/Al_2O_3 ; no se aprecia la dependencia de una característica determinada.

La C.I.C. (Capacidad de Intercambio Catiónica) se comporta parecido a los porcentajes de arcilla, con valores más bajos de 27 m.eq/100gr. de suelo, para los suelos recientes y por encima de este valor para los antiguos, salvo alguna anomalía.

CONCLUSIONES

Dentro de los perfiles edáficos estudiados en el área Este de Madrid y según sobre la geomorfología que se desarrollen se observa:

- En cuanto al grado de influencia de los Factores formadores: en el caso de Artago el factor dominante es el tiempo. Este suelo se desarrolla sobre la terraza de 35m. del río Jarama, es decir en una posición intermedia dentro de la catena edáfica de los diferentes niveles de terrazas, cuya secuencia general es de suelos pardos no descarboxilados para las terrazas bajas hasta los suelos rojos fersialíticos muy evolucionados de las altas terrazas.

En el caso de Mercamadrid, el factor dominante es el geológico y dentro de éste la litología, tanto del sustrato como de la for-

mación superficial sobre la que se desarrolla. El predominio de la arcilla le confiere un carácter vértico.

En el perfil de Sevillana y O'Donnell, es el geomorfológico el factor dominante y concretamente la microtopografía en el primer caso.

En los suelos de Tilli I y IV, es el factor geológico el que domina y en particular la litología. En los casos de Tilli II y III, los geomorfológicos (Topografía) y el tiempo.

- Las seis unidades geomorfológicas seleccionadas (Terrazas, Glacis, Derrames, Superficies, Fondos de Valle, y Aluvial-Coluvial), dan lugar a variaciones significativas en el aspecto y propiedades de los perfiles debido fundamentalmente a su morfología y antigüedad (en los casos de similares litologías). Estas variaciones se manifiestan a nivel de clasificación dando lugar a diferentes tipos de suelos fersialíticos (pardo-rojizo-fersialítico en la Terraza, vertisol crómico en el Glacis, pardo-fersialítico vértico truncado en las superficies, pardo-fersialítico con carácter planosólico en los Fondos de Valle, pardo-fersialítico en el Derrame y pardo-fersialítico vértico en el Aluvial-Coluvial).
- Los espesores de los horizontes B y en concreto los Bt no están muy relacionados con la edad de los suelos, observándose las mayores potencias en los desarrollados en depresiones (áreas que favorecen la superposición de aportes, dándose suelos acumulativos Tilli I y IV) y no en los más antiguos.
- El color indica procesos de rubefacción (10YR a 7,5YR) llegando incluso a 5YR en el perfil de Artago.
- Se observa grado de evolución de los suelos con relación al tiempo, en los horizontes B. Así los suelos más jóvenes presentan un porcentaje más bajo de arcillas que los más antiguos.
- En cuanto a la C.I.C. se observa también una evolución con el tiempo, dándose los valores más bajos en los suelos más recientes.

(1) Este trabajo forma parte de la Tesis de Licenciatura presentada por M.P. Carral (1986), dirigida por J.L.Goy y C. Zazo.

- Proyecto 2460/83(CAICYT) y 2-458-0/185-87(CAICYT).

BIBLIOGRAFIA

- CARRAL, M.P.: Análisis de los perfiles edáficos en relación con las Unidades Geomorfológicas en la región Este de Madrid. Universidad de Salamanca, 1986. (Sin publicar)
- ELIAS, F. (1977): Agroclimatología de España. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, 7. Ministerio de Agricultura.
- GALLARDO, J.; PEREZ GONZALEZ, A.; BENAYAS, J. y HERRERA, M.T. (1985) Secuencia de suelos en las formaciones cuaternarias del siste-

- ma fluvial Jarama-Henares. Asamblea de la Sociedad Española de Ciencia del Suelo. Excursión Científica. C.S.I.C.
- GALLARDO, J.; PEREZ GONZALEZ, A. y BENAYAS, J. (1987): Paleosuelos de los piedemontes villafranquienses y de las terrazas pleistocenas del valle del Henares-Alto Jarama. Bol. Geol. Min. T XCVIII-I (27-39)
- GOY, J.L.; PEREZ GONZALEZ, A. y ZAZO, C.: Mapa Geológico de España E 1/50000 (2ª serie). Hoja de Madrid (559) IGME (En prensa). Cartografía y Memoria del Cuaternario, Geomorfología y Formaciones Superficiales.
- GOY, J.L.; PEREZ GONZALEZ, A. y ZAZO, C.: Mapa Geológico del término municipal de Madrid E 1/25000 Servicio de Publicaciones del Ayuntamiento de Madrid (En prensa).
- HOYOS, M.; JUNCO, F.; PLAZA, J.M.; RAMIREZ, A.; RUIZ Y SANCHEZ PORRO, J. (1985): El Mioceno de Madrid. Museo Nacional de Ciencias Naturales, C.S.I.C. Madrid.
- PEREZ GONZALEZ, A y GALLARDO, J. (1987): La raña al Sur de la Somosierra y Sierra de Ayllón un piedemonte escalonado del Villafranquiense medio. Geogaceta nº2. (29-32).
- WILSON, L. (1969): Les relations entre les processus geomorphologiques et le climat moderne come methode de paleoclimatologie. Rev. Geogr. Phys. et Geol. XI-1 (303-314).