



MAPA DE ASOCIACIONES DE SUELOS DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Escala 1:200.000

1ª edición - 1990

MAPA DE ASOCIACIONES DE SUELOS DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Escala 1:200.000

1ª edición - 1990

Esta memoria ha sido realizada y redactada por los doctores:

D. Francisco Monturiol Rodríguez
Profesor de Investigación

D. Luis Alcalá del Olmo Bobadilla
Colaborador Científico

del Instituto de Edafología y Biología Vegetal (CSIC).

INDICE

	<u>Págs.</u>
1. Introducción	5
2. Significado de los suelos	6
3. Representación cartográfica y contenido de la leyenda	8
4. Descripción de los suelos incluidos en las distintas asociaciones	10
5. Distribución geográfica de los suelos	65
6. Extensión de los distintos tipos de suelos	69
7. Bibliografía	70

1. INTRODUCCION

Antes de pasar a lo que realmente ha de constituir el contenido de esta Memoria, los autores debemos hacer constar que este trabajo en general y, sobre todo, lo que es en sí el documento cartográfico, ha sido posible gracias a la labor conjunta de un numeroso equipo, miembros todos del antiguo Departamento de Suelos del Instituto de Edafología y Biología Vegetal del C.S.I.C., alguno ya desaparecido, que entre los años 1973 y 1975, y mediante un convenio suscrito entre el entonces Ministerio de la Vivienda, a través de la Comisión de Planeamiento y Coordinación del Área Metropolitana de Madrid, (COPLACO), y el C.S.I.C., a través del citado Instituto de Edafología, realizó un trabajo titulado «Cartografía edafológica y capacidad de uso del suelo de la subregión de Madrid», que incluía una cartografía a escala 1:100.000 de los suelos de toda la subregión de Madrid, a nivel de series y la apertura, muestreo y análisis de 300 calicatas, todo ello acompañado de las Memorias respectivas. Toda esta documentación quedó en manos del organismo que encargó el trabajo para sus propios fines, pero que no se publicó y, por lo tanto, no tuvo la difusión que un trabajo de este tipo hubiese sido de desear.

Posteriormente los autores de este Mapa de Asociaciones de Suelos, a la vista de las publicaciones cartográficas temáticas que con ayuda de la Consejería de Agricultura de la Comunidad de Madrid iban apareciendo, todas a escala 1:200.000, decidimos llenar el vacío que quedaba correspondiente a los suelos, y con la ayuda imprescindible de la Comunidad, y después de un trabajo ingente de recopilación y síntesis del trabajo de COPLACO y posterior revisión y adaptación a la novísima

clasificación de la F. A. O. (1989), que nos ha llevado dos años, ha sido posible la publicación de dos documentos que aún faltaban en esa colección cartográfica de la Comunidad: uno este Mapa de Asociaciones de Suelos y otro que verá la luz conjuntamente y que se denomina Mapa de Capacidad Potencial de Uso Agrícola de los Suelos de la Comunidad de Madrid.

Los autores damos las gracias en primer lugar a nuestras autoridades del C. S. I. C., en especial a las doctoras Mendizábal y De Felipe, y a los doctores Maurer y Bello; a las autoridades de la Comunidad de Madrid, representadas por el Director General Ilmo. Sr. Ramiez y por el anterior Director Ilmo. Sr. Gallego, y, sobre todo, a los compañeros cuya labor quedó en el anonimato en los años 70 y que hoy queremos resaltar. Aquel equipo del Departamento de Suelos del Instituto de Edafología y Biología Vegetal, dirigido por los doctores Guerra y Monturiol, estaba formado por los señores Badorrey, Carlevaris, De la Horra, Gallardo, Labrandero y Sánchez, técnicos edafólogos de campo; Atienza, Castro, Mariño, Martín Buitrago, Pérez Peñasco y Rodríguez Sanchidrián, técnicos y ayudantes de laboratorio, y De Lera, en mecanografiado, y García Vaquero, en delineación. Igualmente damos las gracias al ayudante Sr. Flores por su colaboración en esta segunda fase del trabajo.

2. SIGNIFICADO DE LOS SUELOS

Al comenzar lo que realmente es la Memoria y explicación del documento que se acompaña, Mapa de Asociaciones de Suelos, es obligado hacer una ligera reflexión sobre lo que representan los suelos en el territorio de una Comunidad como la de Madrid, que hasta hace menos de cincuenta años era eminentemente agrícola, ganadera y forestal, y que las vicisitudes políticas, originando un desafortunado desarrollo industrial y demográfico, trastocaron su realidad natural, hoy en vías de rehabilitación y recuperación, al menos en parte, y que uno de los nuevos lemas de la Comunidad, «Madrid también es campo» nos lo recuerda.

La primera pregunta que nos debiéramos hacer todos y a la que deben responder los estudiosos de la ciencia del suelo, pero no desde un punto de vista subjetivo, sino como científicos o simplemente como hombres que piensan, para los que todo el Universo es importante y en el que todo está relacionado y todo cumple un cometido, es ¿qué es el

suelo? o ¿qué significa el suelo? No queremos referirnos a contestaciones más o menos simplistas unas, más o menos brillantes otras, sino aquella que desde nuestro modesto punto de vista creemos mejor sintetiza lo que es un mundo natural tan variado y complicado.

Podríamos decir que el suelo es un sistema natural muy complejo y con una dinámica propia, resultado de unos procesos físicos, químicos y biológicos que actúan sobre unos factores previos, de los que el material geológico quizá sea el primordial. El producto final posee una fase sólida, una líquida y una gaseosa, además de una microflora y microfauna que viven en este sistema, sistema que como decíamos antes posee una dinámica y que sólo alcanza su estadio final cuando consigue el equilibrio con el medio ecológico en el que se sitúa. No es, por lo tanto, un elemento independiente del medio físico y biológico que le rodea, sino que forma parte de un todo armónico con otros factores del medio como la vegetación, la topografía y el clima, constituyendo un equilibrio que sólo factores externos son capaces de romper con las trágicas consecuencias, sobre todo de tipo ecológico, que todos conocemos y que sólo un poeta como Pablo Neruda pudo describir en su «Oda a la erosión».

Volvi a mi tierra verde
y ya no estaba,
ya no
estaba
la tierra,
se habia ido.
Con el agua
hacia el mar
se habia marchado.

Después de esto poco o nada debiéramos añadir, quizá solamente resaltar, como señalaba el gran químico Berzelius, el carácter de enorme laboratorio de la Naturaleza que es el suelo, pues a través de alteraciones, reacciones, neoformaciones y síntesis se producen y se acumulan productos que se transforman en sustancias asimilables, necesarias para la nutrición de las plantas y, a través suyo, para los animales y para el hombre. Como ejemplo diremos que el 8 % del total de la energía solar que se recibe en la superficie de nuestro planeta es empleada en

la destrucción de los restos vegetales que caen en el suelo y en su transformación en materia orgánica más o menos humificada.

3. REPRESENTACION CARTOGRAFICA Y CONTENIDO DE LA LEYENDA

Podemos decir, y así lo hemos indicado antes, que entre los años 1973, 1974 y 1975 se realizó la cartografía de los suelos de la subregión de Madrid a escala 1:100.000, empleando el sistema de fotointerpretación mediante el uso de las fotografías aéreas de esta zona a escala 1:30.000 del vuelo americano, cartografía que mediante cámara clara se trasladó a los mapas topográficos básicos de escala 1:50.000 y posterior reducción a la escala 1:100.000 que nos habian requerido. Esta cartografía representaba los suelos a nivel de la «Serie americana», es decir, suelos desarrollados sobre un mismo material litológico con horizontes edáficos o capas, similares tanto en su disposición como en sus características, a excepción de la textura del horizonte o capa superior.

En la fase actual, toda esta información y su correspondiente cartografía ha sido, en primer lugar, revisada y posteriormente sintetizada en función del contenido de las distintas unidades cartográficas, realizando una posterior reducción a la escala de publicación, 1:200.000, revisando una vez más en el campo el contenido y naturaleza de las nuevas asociaciones formadas y cuyos elementos corresponden lógicamente a niveles taxonómicos superiores, y dentro de la clasificación F. A. O. (traducción al español de 1989 por Tarsy Carballas y colaboradores), que ha sido la empleada, a lo que en ella se designa por segundo nivel de referencia.

El Mapa de Asociaciones de Suelos confeccionado de esta forma contiene 93 asociaciones diferentes, en las que han participado 33 tipos de suelos distintos a ese segundo nivel de referencia de la clasificación F. A. O. y que corresponden a 10 categorías superiores dentro de esa clasificación. Por lo tanto, el documento cartográfico contiene 93 unidades cartográficas distintas, correspondientes a esas 93 asociaciones, de las que 17 presentan un solo tipo de suelo, 35 engloban a dos, 33 están constituidas por tres elementos y solamente 8 poseen cuatro elementos distintos en la asociación.

Observando la Leyenda, vemos que cada Asociación viene representada por un recuadro con un tono de color diferente, y dentro de él, dos

letras mayúsculas correspondientes a la denominación de la categoría superior a la que pertenece el suelo dominante en la asociación y un número que es el de orden para la Asociación dentro de una misma categoría superior.

Situado en la parte derecha de cada recuadro vemos un quebrado en cuyo numerador hay un grupo de letras que representan el suelo o los suelos que entran en cada asociación, de los que el primero es el suelo dominante y los demás, si los hay, los suelos asociados y colocados en orden de mayor a menor significación. En el denominador de este quebrado aparecen números y letras. Los números corresponden a distintas litologías sobre las que los suelos de cada asociación se desarrollan y las letras representan las texturas predominantes en el horizonte superficial, al menos del suelo dominante en cada asociación.

En el ángulo derecho del documento cartográfico hemos situado una clave en la que mediante números recogemos las veinte litologías que nosotros creemos más frecuentes y unas letras que representan cinco clases texturales diferentes de la capa u horizonte superficial del suelo o suelos dominantes en cada asociación. En 62 de ellas los suelos se desarrollan sobre una sola litología, en 22 encontramos dos litologías, en 7 solamente tres y sólo hay dos asociaciones con cuatro litologías diferentes. Lo normal en el caso de varias litologías al mismo tiempo es que se trate de alternancias de materiales distintos. En cuanto a las texturas de la capa superficial, diremos que casi el 50 % de los suelos estudiados presentan texturas medias, otro 25 % son de texturas finas, otro 24 % está repartido entre texturas gruesas y medias-finas y solamente un 1 % presentan texturas muy finas.

Un ejemplo creemos aclarará todo lo dicho anteriormente. El recuadro anaranjado CL6, por de pronto, indica que es la asociación número 6 de aquellas en las que los suelos dominantes son los Calcisoles. A la derecha del recuadro tenemos un quebrado en cuyo numerador tenemos los grupos de letras siguientes: CLJ, LPK, LVx. Indican que los suelos constituyentes de esta asociación son los calcisoles lúvicos, leptosoles rendsinicos y luvisoles crómicos, y, como ya dijimos, de mayor a menor dominancia. En el denominador tenemos unos números, que son el 2 y el 1, que indican que estos suelos están desarrollados sobre calizas duras y calizas margosas y margas, y unas letras, la «c» y la «d», que indican que las texturas dominantes en la capa superficial de estos suelos son predominantemente media-fina y fina.

4. DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS INCLUIDOS EN LAS DISTINTAS ASOCIACIONES

Los suelos que nosotros hemos reconocido, cartografiado y representado en el Mapa de Asociaciones de Suelos de la Comunidad de Madrid son los siguientes:

FLUVISOLES (FL)

Su símbolo en la clasificación F. A. O. es (FL). Son suelos poco evolucionados edáficamente, ya que se desarrollan sobre depósitos aluviales recientes sin tiempo para alcanzar una mayor diferenciación genética y, por lo tanto, imposible de distinguir en cortes, calicatas o perfiles de estos suelos otras capas u horizontes que no sea uno superficial algo más oscuro por un mayor contenido en materia orgánica y mejor estructurado. Es el denominado horizonte A, que según la nueva clasificación F. A. O., puede ser ócrico, móllico o úmbrico.

Estos suelos son los que en otras leyendas y clasificaciones de suelos se entienden por suelos aluviales y en otras como suelos de vega. En la clasificación francesa (1967), equivalen a los suelos minerales brutos de aporte aluvial y en la *Soil Taxonomy* (1975) se clasifican como Fluvents dentro del Orden de los Entisoles.

En el Mapa de Asociaciones de Suelos de la Comunidad de Madrid sólo tenemos dos tipos de Fluvisoles con importancia cartografiable para formar parte de distintas asociaciones. Son los *Fluvisoles eútricos* y los *Fluvisoles calcáricos*. Los primeros tienen un grado de saturación en bases del 50 % o más entre los 20 y los 50 centímetros de la superficie, pero que no son calcáreos dentro de esos límites, mientras que los Fluvisoles calcáricos poseen carbonato cálcico, por lo menos en esos 30 centímetros.

Correspondiendo a los Fluvisoles eútricos en el campo se describieron cuatro perfiles o calicatas, mientras que para los calcáricos se estudiaron tres perfiles. Las medias de las determinaciones realizadas en estos suelos se exponen a continuación. (Cuadros 1 y 2)

ABREVIATURAS USADAS EN LOS CUADROS

LL	Límite líquido	L	Limo
LP	Límite plástico	Ac	Arrolla
DR	Densidad real	MO	Materia orgánica
DA	Densidad aparente	C	Carbono
PER	Permeabilidad	N	Nitrógeno
RA	Retención de agua	C/N	Relación
LR	Límite de retracción	CO ₂ Ca	Carbono cálcico
P	Piedra	Salin.	Salinidad
G	Grava	pH	Acidez
T. fina	Tierra fina	V	Saturación en bases
Ar	Arena		

**Cuadro 1
FLUVISOL EÚTRICO (FLe)**

Tipo de horizonte		A	C
Profundidad en centímetros		28,00	98,00
Determinaciones físicas	LL	24,00	20,00
	LP	14,00	13,00
	DR	2,65	2,67
	DA	1,80	1,67
	PER	68,00	45,00
	RA	28,00	25,00
	LR	17,00	15,00
Análisis mecánico	P	1,00	0,00
	G	15,00	18,00
	T. fina	84,00	82,00
	Ar	65,00	69,00
	L	20,00	19,00
	Ac	15,00	12,00
Determinaciones físicas	MO	0,90	0,27
	C	0,52	—
	N	0,08	0,03
	Relación C/N	6,53	—
	CO ₂ Ca	0,00	0,00
	Salin.	0,40	0,25
	pH	7,40	7,50
	V	76,00	77,00

Cuadro 2
FLUVISOL CALCÁRICO (FLc)

Tipo de horizonte		A	C
Profundidad en centímetros		22,00	123,00
Determinaciones físicas	LL	33,00	32,00
	LP	19,50	19,00
	DR	2,63	2,72
	DA	1,23	1,42
	PER	40,00	48,00
	RA	38,00	42,00
	LR	22,00	22,00
Análisis mecánico	P	1,00	1,00
	G	7,00	5,00
	T. fina	92,00	94,00
	Ar	26,00	28,00
	L	46,00	45,00
	Ac	28,00	27,00
Determinaciones químicas	MO	2,17	0,72
	C	1,26	—
	N	0,17	0,07
	C/N	7,41	—
	CO ₂ Ca	26,00	24,00
	Salin.	1,20	1,10
	pH	8,30	8,40
	V	100,00	100,00

A la vista de estos dos cuadros podríamos decir que en general los Fluvisoles calcáricos poseen mejores propiedades, al menos desde el punto de vista agronómico, que los eútricos. En ambos tipos de suelos la profundidad útil es grande, pues tenemos más de 100 cm. hasta encontrar las graveras aluviales sobre las que descansan prácticamente todos estos suelos. La extensión que representan estos suelos en el conjunto de la Comunidad es pequeña, pero de enorme importancia económica.

La representación de los Fluvisoles, tanto los eútricos como los calcáricos, queda limitada a las cuatro asociaciones que bajo el epígrafe de Fluvisoles aparecen en la leyenda del mapa; es decir, no entran como componentes de ninguna otra asociación.

GLEYSOLES (GL)

Son aquellos suelos que presentan una clara hidromorfia dentro de los primeros 50 centímetros y en los que, por lo tanto, las formas de hierro están en su mayor parte al estado ferroso. Estos suelos se localizan normalmente en situaciones deprimidas y endorreicas, encharcándose, por lo tanto, con mucha facilidad y permaneciendo gran parte del año saturados con agua, lo que limita extraordinariamente su aprovechamiento. Se desarrollan casi exclusivamente sobre materiales no consolidados y nunca de textura gruesa. La F. A. O. no reconoce dentro del perfil de estos suelos otros horizontes que no sean un A, un H, un B cámbico, un cálcico o un gypico.

En la leyenda del Mapa sólo se ha incluido una asociación en la que el suelo dominante sea un Gleysol. Esta asociación está formada por *Gleysoles mólicos* como dominantes y además *Gleysoles cálcicos* (GLk), entrando en la asociación como tercer elemento *Solonchaks gleicos* (SCg). Como tal unidad cartográfica tienen muy pequeña representación, pero como suelos asociados o como inclusiones encontramos Gleysoles dentro de alguna otra asociación, como vemos en la LP14 y en la LV18. Los Gleysoles mólicos son los que tienen un horizonte A en superficie que es de tipo mólico o bien hístico, mientras que los Gleysoles cálcicos presentan un horizonte cálcico dentro de los primeros 125 cm.

A continuación exponemos dos cuadros, los números 3 y 4, con las determinaciones correspondientes a un perfil de cada uno de los dos Gleysoles estudiados.

Cuadro 3
GLEYSOL MOLLICO (GLm)

Tipo de Horizonte		A	C
Profundidad en centímetros		20,00	130,00
Determinaciones físicas	LL	64,00	65,00
	LP	29,00	25,00
	DR	2,40	2,50
	DA	1,10	1,30
	PER	140,00	30,00
	RA	70,00	56,00
	LR	21,00	14,00

Cuadro 3 (Continuación)
GLEYSOL MOLLICO (GLm)

Tipo de Horizonte		A	C
Análisis mecánico	P	0,00	0,00
	G	0,00	0,00
	T. fina	100,00	100,00
	Ar	15,00	16,00
	L	45,00	29,00
	Ac	40,00	55,00
Determinaciones químicas	MO	7,80	2,10
	C	4,52	—
	N	0,65	0,26
	C/N	6,96	—
	CO ₃ Ca	4,00	3,00
	Salin.	2,90	2,30
	pH	8,10	8,20
	V	99,00	100,00

Cuadro 4
GLEYSOL CALCICO (GLk)

Tipo de horizonte		A	C
Profundidad en centímetros		25,00	125,00
Determinaciones físicas	LL	43,00	65,00
	LP	23,00	31,00
	DR	2,40	2,60
	DA	1,20	1,40
	PER	103,00	71,00
	RA	34,00	35,00
	LR	22,00	24,00
Análisis mecánico	P	8,00	0,00
	G	25,00	10,00
	T. fina	67,00	90,00
	Ar	33,00	20,00
	L	39,00	31,00
	Ac	28,00	49,00

Cuadro 4 (Continuación)
GLEYSOL CALCICO (GLk)

Tipo de horizonte		A	C
Determinaciones químicas	MO	3,30	0,30
	C	1,91	—
	N	0,30	0,05
	C/N	6,37	—
	CO ₃ Ca	10,00	1,00
	Salin.	1,00	5,50
	pH	8,20	8,50
	V	100,00	100,00

Como puede observarse existen bastantes diferencias entre estos datos y los correspondientes a los Fluvisoles, sobre todo en cuanto a propiedades físicas y respecto a los valores de la materia orgánica y de la salinidad.

En la leyenda del Mapa de Suelos de España editado por el C. S. I. C. estos suelos vienen bajo la denominación de Suelos de gley y de pseudogley; en la clasificación francesa aparecen como Suelos hidromórficos con gley o pseudogley y en la *Soil Taxonomy* americana normalmente se encuentran encajadas dentro del Orden de los Entisoles como Aquepts, aunque también pueden estar repartidos por otros órdenes como los Aquepts que pertenecen al orden de los Inceptisoles.

REGOSOLES (RG)

Son suelos muy poco evolucionados, es decir, con muy escaso desarrollo genético, lo que se traduce en la inexistencia de horizontes de diagnóstico salvo la presencia de un horizonte A superficial de tipo ócrico o úmbrico. Se desarrollan sobre materiales no consolidados o débilmente consolidados, por ejemplo, depósitos coluviales, exceptuando los que tienen texturas muy gruesas o los que tienen características flúvicas.

En la leyenda del mapa aparecen 10 asociaciones en las que los Regosoles son suelos dominantes. De los Regosoles que enumera la F. A. O., en la Comunidad de Madrid tenemos representación de los Regosoles eútricos, calcáricos, gypsicos y dístricos.

Los *Regosoles eútricos* (RGe), son los que tienen una saturación en bases por lo menos del 50 % al menos entre los 20 y los 50 centímetros de la superficie y que precisamente en esa profundidad no son calcáreos; los *Regosoles calcáricos* (RGc) son los que tienen carbonato cálcico por lo menos entre esos 20 y 50 cm. de profundidad; los *Regosoles gypsicos* (RGy) son los que son yesíferos, por lo menos entre 20 y 50 cm., y los *Regosoles distrícos* (RGd), que presentan una saturación en bases menor del 50 % al menos entre esos 20 y 50 cm.

La extensión de los Regosoles distrícos en Madrid es superior a la de los otros tres tipos, aunque sólo sean dominantes en dos asociaciones, mientras que los calcáricos dominan en siete. Por su parte, los eútricos sólo son dominantes en una y los gypsicos están siempre como inclusiones. Esto mismo se reflejó cuando se estudiaron estos suelos, pues de los calcáricos se describieron 14 perfiles o calicatas, mientras que de los eútricos fueron dos y de los gypsicos y distrícos sólo uno.

A continuación en los cuadros 5, 6, 7 y 8 expondremos los datos medios de las determinaciones correspondientes a los Regosoles eútricos, calcáricos, gypsicos y distrícos.

**Cuadro 5
REGOSOL EUTRICO (RGe)**

Tipo de Horizonte		A	C
Profundidad en centímetros		18,00	132,00
Determinaciones físicas	LL	30,00	39,00
	LP	16,00	18,00
	DR	2,60	2,70
	DA	1,35	1,40
	PER	215,00	85,00
	RA	39,00	34,00
	LR	19,00	17,00
Análisis mecánico	P	8,00	10,00
	G	39,00	30,00
	T. fina	53,00	60,00
	Ar	43,00	41,00
	L	32,00	24,00
	Ac	25,00	35,00

**Cuadro 5 (Continuación)
REGOSOL EUTRICO (RGe)**

Tipo de Horizonte		A	C
Determinaciones químicas	MO	1,40	0,45
	C	0,81	—
	N	0,10	0,04
	C/N	8,10	—
	CO ₂ Ca	0,00	2,00
	Salin.	0,60	0,70
	pH	8,20	8,35
	V	100,00	100,00

**Cuadro 6
REGOSOL CALCARICO (RGc)**

Tipo de Horizonte		A	C
Profundidad en centímetros		21,00	116,00
Determinaciones físicas	LL	40,00	43,00
	LP	22,00	21,00
	DR	2,62	2,68
	DA	1,30	1,37
	PER	95,00	65,00
	RA	41,00	40,00
	LR	19,50	20,00
Análisis mecánico	P	3,00	0,00
	G	12,00	10,00
	T. fina	85,00	90,00
	Ar	30,00	31,00
	L	34,00	32,00
	Ac	36,00	37,00
Determinaciones químicas	MO	1,84	0,59
	C	1,06	—
	N	0,14	0,05
	C/N	7,42	—
	CO ₂ Ca	24,00	21,00
	Salin.	1,30	1,40
	pH	8,10	8,20
	V	100,00	100,00

**Cuadro 7
REGOSOL GYPSICO (RGy)**

Tipo de Horizonte		A	C
Profundidad en centímetros		15,00	105,00
Determinaciones físicas	LL	36,00	42,00
	LP	23,00	32,00
	DR	2,70	2,60
	DA	1,10	1,30
	PER	112,00	89,00
	RA	46,00	36,00
	LR	19,00	23,00
Análisis mecánico	P	0,00	0,00
	G	10,00	15,00
	T. fina	90,00	85,00
	Ar	30,00	35,00
	L	25,00	23,00
	Ac	45,00	42,00
Determinaciones químicas	MO	1,70	0,20
	C	0,98	0,12
	N	0,15	0,02
	C/N	6,53	—
	CO ₂ Ca	26,00	16,00
	Salin.	11,00	13,00
	pH	7,90	8,10
	V	100,00	100,00

**Cuadro 8
REGOSOL DISTRICO (RGd)**

Tipo de horizonte		A	C
Profundidad en centímetros		20,00	130,00
Determinaciones físicas	LL	43,00	37,00
	LP	18,00	22,00
	DR	2,60	2,70
	DA	1,40	1,70
	PER	85,00	10,00
	RA	37,00	31,00
	LR	17,00	26,00

**Cuadro 8 (Continuación)
REGOSOL DISTRICO (RGd)**

Tipo de horizonte		A	C
Análisis mecánico	P	0,00	0,00
	G	24,00	23,00
	T. fina	76,00	77,00
	Ar	71,00	78,00
	L	14,00	13,00
Determinaciones químicas	Ac	15,00	9,00
	MO	0,50	0,10
	C	0,29	—
	N	0,04	0,01
	C/N	7,25	—
	CO ₂ Ca	0,00	0,00
	Salin.	0,10	0,10
	pH	5,60	5,70
	V	40,00	40,00

Analizando estos cuadros vemos que aunque estos suelos no presentan más horizontes que un A y un C, toda su profundidad es útil para las plantas debido a la escasa consolidación de los materiales de partida que generalmente son coluvios, arcosas, margas y margas yesíferas, limos, etc. Esta profundidad supera siempre los 100 cm. Los valores más altos para el Límite líquido y para el plástico corresponden a los regosoles calcáricos como también para la retención de humedad (capacidad de campo) y para el límite de retracción, siendo los valores más bajos para estas propiedades para los regosoles dísticos. La permeabilidad es más bien rápida para todos estos suelos y la densidad aparente es menor para los dísticos y mayor para los calcáricos.

Granulométricamente dominan las texturas medias, encontrando también bastantes suelos con texturas finas, sobre todo los desarrollados sobre margas y en el caso de los regosoles dísticos la textura dominante es más gruesa, siendo los suelos menos pedregosos, incluidos piedras y gravas, los regosoles calcáricos.

Respecto a las propiedades que hemos englobado bajo el epígrafe de químicas, los suelos con mayor contenido en materia orgánica y en nitrógeno son también los regosoles calcáricos, siendo los eútricos los de mejor humificación. En todos estos aspectos relacionados con la

materia orgánica los peores son los regosoles dísticos. En cuanto a las demás propiedades diremos que los regosoles eútricos y los dísticos carecen de carbonato cálcico, mientras que los calcáricos tienen un contenido próximo al 25 %. El pH, tanto en los calcáricos como en los eútricos se aproxima a 8, mientras que en los dísticos el pH suele estar un poco por encima de 5,5. La salinidad en los regosoles dísticos es muy baja, baja también en los eútricos, un poco más elevada en los calcáricos, sobre todo en los formados sobre margas yesíferas y más en los gypsicos, pero la media que tenemos para los 14 regosoles calcáricos recogidos viene a ser de 1,3 mhos x 10 (elevado a —3).

Por último diremos que los regosoles, en la bibliografía edafológica española, unas veces aparecen denominados como «suelos con perfil poco diferenciado (A)C», otras como «suelos coluviales sin desarrollo genético» y otras simplemente como «suelos poco evolucionados». Para los edafólogos franceses, los regosoles serían «suelos minerales brutos, climáticos y no climáticos». En el libro de Kubiena unas veces se corresponden con suelos brutos, otras con suelos rankeriformes y más frecuentemente con suelos rendsiniformes; por último, en la clasificación americana serían generalmente «xerorthents» y también a veces «udorthents», según que el régimen de humedad del suelo fuera de tipo xérico o údico, suelos todos ellos dentro del orden de los Entisoles.

LEPTOSOLES (LP)

Este es uno de los Grupos Principales de suelos, es decir, del primer nivel, que aparecen en la nueva clasificación de la F. A. O. (Roma, 1989). Dada la limitada extensión y representación de las Rendsinas y de los Rankeres a nivel mundial, no justificaba, por lo visto, su presencia en el primer nivel, formando grupos independientes, acordando por tanto agrupar esos suelos conjuntamente con los antiguos litoles en un grupo principal al que han denominado Leptosoles, palabra formada a partir del griego «leptos», es decir, delgado y que por tanto puede referirse a los suelos de poca profundidad.

La definición que da la F. A. O. para los Leptosoles es la de «suelos limitados en profundidad por una roca dura continua o por material muy calcáreo (CO₃Ca equivalente, mayor del 40 %) o por una capa continua cementada dentro de una profundidad de 30 centímetros a partir de la

superficie, o que tienen menos del 20 % de tierra fina hasta una profundidad de 75 cm.; sin otros horizontes de diagnóstico más que un horizonte A móllico, úmbrico u ócrico, con o sin un horizonte B cámbico».

De los siete tipos distintos de Leptosoles que la nueva clasificación F. A. O. presenta, en la Comunidad de Madrid tenemos representación de seis de ellos y que como suelo dominante entran a formar parte de las 19 asociaciones diferentes que bajo el epígrafe de Leptosoles aparecen en la leyenda del Mapa de la Comunidad. En cinco asociaciones aparecen, respectivamente, los Leptosoles rendsinicos y los Leptosoles líticos, que como es lógico son los más frecuentes. Los Leptosoles móllicos y los Leptosoles úmbricos dominan en tres asociaciones cada uno, mientras que los Leptosoles eútricos sólo son dominantes en dos y finalmente los Leptosoles dísticos tan sólo en una.

Además, como suelos asociados, con mayor o menor representación, entran a formar parte de otras varias asociaciones y así observamos su presencia en 11 asociaciones distintas dentro de los Cambisoles, aparecen en 3 dentro de los Calcisoles, en 3 también de los Luvisoles y por último en una de los Gypsisoles.

Vemos que los Leptosoles se desarrollan sobre gran variedad de materiales geológicos y litologías diferentes como son calizas de composición y naturaleza muy diversas, neises y granitos, yesos y coluvios, etc. En cuanto a las texturas del horizonte superior dominan fundamentalmente las texturas medias.

A continuación, y tomado de la nueva clasificación F. A. O., damos una breve definición de cada uno de los seis tipos distintos de Leptosoles que tenemos en la Comunidad de Madrid, el correspondiente cuadro de cada uno de ellos y otro con el resumen de las propiedades más características de todos ellos.

Leptosoles eútricos (LPe)

Son los Leptosoles que tienen un horizonte superior A ócrico y un grado de saturación, empleando el acetato amónico, del 50 % o más y carecen de una roca dura o de una capa continua cementada dentro de los 10 primeros centímetros.

Cuadro 9
LEPTOSOL EUTRICO (LPe)

Tipo de Horizonte		A	C
Profundidad en centímetros		20,00	45,00
Determinaciones físicas	LL	57,00	77,00
	LP	27,00	38,00
	DR	2,70	2,60
	DA	1,10	1,40
	PER	160,00	5,00
	RA	49,00	62,00
	LR	23,00	27,00
Análisis mecánico	P	0,00	0,00
	G	8,00	0,00
	T. fina	92,00	99,00
	Ar	11,00	2,00
	L	22,00	26,00
	Ac	67,00	72,00
Determinaciones químicas	MO	1,50	0,20
	C	0,87	—
	N	0,13	0,05
	C/N	6,69	—
	CO ₃ Ca	1,00	0,00
	Salin.	1,20	3,80
	pH	8,20	8,60
	V	100,00	100,00

Cuadro 10
LEPTOSOL DISTRICO (LPd)

Tipo de Horizonte		A
Profundidad en centímetros		22,00
Determinaciones físicas	LL	29,00
	LP	17,00
	DR	2,66
	DA	1,56
	PER	140,00
	RA	25,00
	LR	20,00
Análisis mecánico	P	4,00
	G	37,00
	T. fina	59,00
	Ar	73,00
	L	14,00
	Ac	13,00
Determinaciones químicas	MO	1,20
	C	0,70
	N	0,09
	C/N	7,73
	CO ₃ CA	0,00
	Salin.	0,30
	pH	5,80
	V	41,00

Leptosoles dísticos (LPd)

Son los Leptosoles que tienen en superficie un horizonte A ócrico pero en los que el grado de saturación es menor del 50 %, al menos en alguna parte del suelo y que carecen de una roca dura o de una capa continua cementada dentro de los 10 primeros centímetros. En nuestra Comunidad los Leptosoles dísticos se desarrollan fundamentalmente a partir de granitos. Tres han sido los perfiles que hemos revisado pertenecientes a este tipo de suelo y la media de sus principales propiedades se exponen en el cuadro número 10.

Leptosoles rendsínicos (LPk)

Son los Leptosoles que presentan en superficie un horizonte A móllico, es decir, para personas lejanas a grandes conocimientos edafológicos, un horizonte o capa rica en materia orgánica, de color oscuro y muy bien estructurada. Estos leptosoles contienen o están situados inmediatamente encima de cualquier material calcáreo que tenga un equivalente en carbonato cálcico mayor del 40 %. Carecen de una roca compacta o de una capa cementada continua dentro de los 10 cm.

primeros a partir de la superficie. El material geológico por excelencia sobre el que se encuentran estos suelos son las calizas de todo tipo, desde las duras pontienses del Páramo a las calizas margosas de la facies blanca y alternancias de calizas con margas y niveles de arcillas y sílex.

Estos suelos se corresponden realmente con las Rendzinas de la anterior clasificación F. A. O. Son bastante frecuentes y nosotros exponemos a continuación los valores medios de cinco perfiles o calicatas que hemos observado y analizado.

Cuadro 11
LEPTOSOL RENDSINICO (LPk)

Tipo de Horizonte	A	
Profundidad en centímetros		27,00
Determinaciones físicas	LL	43,00
	LP	24,00
	DR	2,58
	DA	1,18
	PER	180,00
	RA	44,00
	LR	24,00
Análisis mecánico	P	9,00
	G	29,00
	T. fina	62,00
	Ar	32,00
	L	39,00
	Ac	29,00
Determinaciones químicas	MO	5,68
	C	3,29
	N	0,31
	C/N	10,70
	CO ₂ Ca	56,00
	Salín.	4,50
	pH	8,10
	V	100,00

Leptosoles mólicos (PLm)

Son los Leptosoles que tienen también en superficie un horizonte A mólico pero que a diferencia de los rendsinicos no contienen en su masa materiales calizos que tengan más del 40 % de CO₃Ca, ni están situados inmediatamente encima de materiales calizos con más de esa proporción y que como ellos no presentan ni una roca dura ni una capa cementada dentro de los primeros 10 cm. Se desarrollan sobre materiales quizá menos calizos o más apartados de las calizas típicas. Estos materiales suelen ser fundamentalmente coluvios y derrubios de ladera y también en ocasiones yesos impuros o mejor alternancias de yesos con margas. Dos perfiles de este tipo de suelos fueron estudiados en los años setenta cuyos datos medios exponemos en el cuadro número 12.

Al igual que los Leptosoles eútricos, los rendsinicos y los mólicos tienen muy alto el grado de saturación en bases, con valores aún más altos, pues en éstos suele llegar a 100 y son calizos en todo el perfil. Como ya hemos dicho, tanto los Leptosoles rendsinicos como los mólicos son ricos en materia orgánica, con valores medios para ambos de 5,6 y 3,6, respectivamente, con muy buen grado de humificación, pues la razón C/N, es decir, carbono partido por nitrógeno está próxima a 10 y con pH cercano a 8. Es decir, son suelos ricos en bases, materia orgánica y carbonato cálcico y que no presentan problemas de salinidad.

Cuadro 12
LEPTOSOL MOLLICO (LPm)

Tipo de Horizonte	A		C	
Profundidad en centímetros		24,00		126,00
Determinaciones físicas	LL	45,00	47,00	
	LP	23,00	29,00	
	DR	2,50	2,55	
	DA	—	—	
	PER	—	—	
	RA	46,00	50,00	
	LR	20,00	29,00	

Cuadro 12 (Continuación)
LEPTOSOL MOLLICO (LPm)

Tipo de Horizonte		A	C
Análisis mecánico	P	4,00	9,00
	G	55,00	63,00
	T. fina	41,00	28,00
	Ar	24,00	25,00
	L	40,00	41,00
	Ac	36,00	34,00
Determinaciones químicas	MO	3,65	1,45
	C	2,12	—
	N	0,24	0,14
	C/N	8,82	—
	CO ₃ Ca	24,00	37,00
	Salin.	1,10	1,00
	pH	8,10	8,30
	V	100,00	100,00

Leptosoles úmbricos (LPu)

Son los Leptosoles que presentan en superficie un horizonte A úmbrico, es decir un horizonte también rico en materia orgánica y de color oscuro pero con baja saturación en bases que no llega al 50 %. La roca o capa cementada aparece en estos suelos también a más de 10 cm. de profundidad. Son suelos muy extendidos por todas las zonas montañosas de nuestra Comunidad y se desarrollan sobre litologías ácidas, fundamentalmente sobre granitos y neises, pero también sobre esquistos, pizarras y cuarcitas. Las medias que presentamos en el cuadro número 13 corresponden a ocho calicatas o perfiles distintos de este mismo tipo de suelo, suelos que se corresponden con los Ranker de la anterior clasificación F. A. O.

Cuadro 13
LEPTOSOL UMBRICO (LPu)

Tipo de Horizonte		A
Profundidad en centímetros		23,00
Determinaciones físicas	LL	30,00
	LP	20,00
	DR	2,54
	DA	1,36
	PER	150,00
	RA	30,00
Análisis mecánico	LR	24,00
	P	9,00
	G	33,00
	T. fina	58,00
	Ar	64,00
	L	22,00
Determinaciones químicas	Ac	14,00
	MO	2,64
	C	1,53
	N	0,16
	C/N	9,71
	CO ₃ Ca	0,00
	Salin.	0,30
	pH	5,90
V	43,00	

Leptosoles líticos (LPq)

Se corresponden con los antiguos Litosoles de la F. A. O. y son los Leptosoles que se encuentran limitados, en una profundidad máxima de 10 centímetros, por una roca dura o por una capa cementada continua. Se desarrollan o, mejor sería decir, se encuentran sobre cualquier tipo de material geológico siempre que sea duro y consistente y por tanto más representados estarán cuanto mayor sea la representación de estos materiales. Fundamentalmente se observan en las zonas más erosionadas, tanto al norte de la Comunidad sobre granitos, neises, etc.,

como en el sur sobre calizas y yesos. Los datos que ponemos a continuación corresponden a dos perfiles de esta parte meridional de la Comunidad.

Cuadro 14
LEPTOSOL LITICO (LPq)

Tipo de Horizonte	A	
Profundidad en centímetros		8,00
Determinaciones físicas	LL	42,00
	LP	21,00
	DR	2,55
	DA	1,60
	PER	140,00
	RA	39,00
	LR	22,00
Análisis mecánico	P	12,00
	G	50,00
	T. fina	38,00
	Ar	61,00
	L	24,00
	Ac	15,00
Determinaciones químicas	MO	5,75
	C	3,33
	N	0,30
	C/N	10,70
	CO ₃ Ca	24,00
	Salin.	0,60
	pH	6,85
	V	71,00

Ya hemos dicho que con esta denominación de Leptosoles se incluyen los grupos de Litosoles, Rendinas y Ranker de la anterior clasificación F. A. O. y otros tipos de suelos que en ella no tenían fácil encaje como las antiguas xerorendinas y xerorankeres de Kubiena. Dentro de la *Soil Taxonomy* los actuales Leptosoles de la F. A. O. aparecen repar-

tidos fundamentalmente dentro de los órdenes Mollisoles y Entisoles y así tenemos Rendoles, Xeroles y Udoles en los primeros y diversos Orthens en los segundos.

Cuadro 15
RESUMEN DE LAS CARACTERISTICAS DEL HORIZONTE «A»
DE LOS LEPTOSOLES

Tipo de Suelo	LPe	LPd	LPk	LPm	LPu	LPq	
Profundidad en centímetros	20,0	22,0	27,0	24,0	23,0	8,0	
Determinaciones físicas	LL	57,0	29,0	43,0	45,0	30,0	42,0
	LP	27,0	17,0	24,0	23,0	20,0	21,0
	DR	2,7	2,6	2,6	2,5	2,5	2,6
	DA	1,1	1,6	1,2	—	1,4	1,6
	PER	160,0	140,0	180,0	—	150,0	140,0
	RA	49,0	25,0	44,0	46,0	30,0	39,0
	LR	23,0	20,0	24,0	20,0	24,0	22,0
Análisis mecánico	G y P	8,0	41,0	38,0	59,0	42,0	62,0
	Ar	11,0	73,0	32,0	24,0	64,0	61,0
	L	22,0	14,0	39,0	40,0	22,0	24,0
	Ac	67,0	13,0	29,0	36,0	14,0	15,0
Determinaciones químicas	MO	1,5	1,2	5,7	3,7	2,6	5,8
	C/N	10,7	8,8	9,7	10,7	—	—
	CO ₃ C	0,0	0,0	56,0	24,0	0,0	24,0
	Salin.	1,2	0,3	4,5	1,1	0,3	0,6
	pH	5,8	8,1	8,1	5,9	6,8	—
	V	100,0	100,0	41,0	100,0	43,0	71,0

CAMBISOLES (CM)

Dentro del Mapa de Asociaciones de Suelos de la Comunidad de Madrid es el grupo de suelos que forman mayor número de asociaciones y que más veces, como suelos asociados, aparecen también en otras asociaciones. Solamente como suelos dominantes aparecen en 24 asociaciones distintas.

Es uno de los grupos de mayor representación y extensión dentro de la Comunidad de Madrid al desarrollarse sobre todo tipo de material geológico, pero sobre todo a partir de litologías más bien ácidas como granitos, neises, esquistos, pizarras, micacitas y cuarcitas, por lo que se localizan más frecuentemente en la parte norte y occidental de la Comunidad.

La característica fundamental de estos suelos es la presencia en su morfología de un horizonte o capa de alteración, que se corresponde con el antiguo horizonte (B) de Kubiena y que en la nomenclatura de los sistemas F. A. O. y *Soil Taxonomy* se designa como horizonte B «cámbico». Es, como decimos, un horizonte que se forma por alteración «in situ» de los minerales de las rocas o materiales de partida y que se traduce en un color pardo vivo, una estructura típica, una liberación de óxidos de hierro y la presencia todavía en cantidad apreciable de minerales alterables procedentes de los materiales parentales.

Para la F. A. O., además de este horizonte B cámbico, pueden tener un horizonte A ócrico o úmbrico o incluso un A móllico, siempre que esté situado inmediatamente encima de un horizonte B cámbico con grado de saturación menor del 50 %.

Son suelos muy abundantes no sólo en España, sino también en todo el mundo, ya que pueden desarrollarse bajo ambientes muy diferentes y a partir de gran variedad de materiales geológicos. Se corresponden con las tierras pardas y suelos pardos de todas las clasificaciones. Son, por ejemplo, las tierras pardas húmedas, meridionales y calizas y los suelos pardo calizos de la Leyenda del Mapa 1:1.000.000 de España que editó el C. S. I. C. (1968), y los suelos brunificados y suelos pardo calcáreos y pardo cálcicos de la Clasificación francesa. Dentro de la *Soil Taxonomy* se incluyen en el orden de los Inceptisoles, donde aparecen como Aquepts, Ochrepts y Umbrepts.

De los nueve subtipos distintos que la F. A. O. reconoce dentro de los Cambisoles, en la Comunidad de Madrid hemos distinguido los siguientes:

Cambisoles eútricos (CMe)

Según la F. A. O. son los Cambisoles los que tienen un horizonte A ócrico y un grado de saturación del 50 % o más al menos entre los 20 y 50 centímetros de profundidad a partir de la superficie y que no son

calcáreos dentro de esa profundidad. Tienen un horizonte cámbico con coloración parda pero sin tendencia al rojo, es decir, con matiz según las tablas Munsell menos rojo que 7,5 YR o si tienen ese matiz que la intensidad de color sea 4 o menor de 4. Carecen de propiedades gléicas en una profundidad de 100 cm. a partir de la superficie.

En cinco asociaciones aparecen los Cambisoles eútricos como dominantes, asociados fundamentalmente con otros cambisoles, también con distintos Regosoles y Luvisoles y en menor medida con otros suelos. Los tenemos desarrollados sobre todo a partir de arcosas y sobre todo en la parte occidental de la Comunidad. Aun cuando existen en abundancia calicatas que muestran este tipo de suelo, nosotros nos hemos fijado en seis, cuyas determinaciones medias exponemos en el cuadro núm. 16.

Cuadro 16
CAMBISOL EUTRICO (CMe)

Tipo de Horizonte		A	B	C
Profundidad en centímetros		23,00	38,00	94,00
Determinaciones físicas	LL	31,00	36,00	39,00
	LP	17,00	16,00	18,00
	DR	2,73	2,70	2,65
	DA	1,57	1,60	1,73
	PER	95,00	55,00	25,00
	RA	33,00	33,00	30,00
	LR	20,00	17,00	19,00
Análisis mecánico	P	4,00	3,00	4,00
	G	22,00	20,00	30,00
	T. fina	74,00	77,00	66,00
	Ar	59,00	54,00	63,00
	L	26,00	21,00	14,00
	Ac	15,00	25,00	23,00
Determinaciones químicas	MO	1,57	0,48	0,23
	C	0,91	—	—
	N	0,12	0,05	0,03
	C/N	7,90	—	—
	CO ₃ Ca	0,00	0,00	0,00
	Salin.	0,50	0,40	0,30
	pH	7,20	7,00	6,45
	V	73,00	69,00	55,00

Los Cambisoles eútricos, aunque no tienen carbonato cálcico tienen un pH próximo a la neutralidad, y como decíamos antes con saturación mayor del 50 %. No presentan problemas de salinidad y son pobres en materia orgánica, con humificación alrededor de 8. Son de textura franco arcillo arenosa, es decir, de tipo medio, con algo de pedregosidad en el perfil, con permeabilidad de media a rápida y valores medios también para la retención de agua.

Cambisoles dísticos (CMd)

Son los Cambisoles que tienen un horizonte A ótrico y un grado de saturación menor del 50 % al menos entre los 20 y 50 centímetros de profundidad y que carecen de propiedades gleicas dentro de los primeros 100 cm.

Es el suelo dominante en siete de las 24 asociaciones distintas de cambisoles que hemos reconocido y cartografiado en nuestra Comunidad. Esto indica la extensión con que aparece este tipo de suelo sólo o en asociación, desarrollándose fundamentalmente sobre materiales ígneos y metamórficos de naturaleza más o menos ácida como pizarras, esquistos, neises y granitos.

En el proyecto COPLACO abrimos 11 calicatas distintas sobre este tipo de suelo y el resumen de sus principales determinaciones analíticas aparecen en el cuadro siguiente.

Cuadro 17
CAMBISOL DISTRICO (CMd)

Tipo de horizonte	A	B	C
Profundidad en centímetros	17,00	41,00	51,00
Determinaciones físicas			
LL	29,00	24,00	27,00
LP	18,00	14,00	16,00
DR	2,61	2,64	2,66
DA	1,53	1,61	1,50
PER	140,00	80,00	65,00
RA	26,00	25,00	24,00
LR	19,00	19,00	18,00

Cuadro 17 (Continuación)
CAMBISOL DISTRICO (CMd)

Tipo de horizonte	A	B	C
Análisis mecánico			
P	7,00	4,00	5,00
G	29,00	32,00	40,00
T. fina	64,00	64,00	55,00
Ar	63,00	65,00	70,00
L	21,00	18,00	15,00
Ac	16,00	17,00	15,00
Determinaciones químicas			
MO	2,17	0,61	0,30
C	1,26	—	—
N	0,12	0,05	0,03
C/N	10,35	—	—
CO ₃ Ca	0,00	0,00	0,00
Salin.	0,20	0,10	0,10
pH	5,84	5,82	5,98
V	44,00	41,00	42,00

Los Cambisoles dísticos, como vemos en el cuadro resumen, son suelos ácidos, el pH no llega casi nunca a 6, como es lógico sin carbonatos, con muy baja salinidad y con moderados contenidos en materia orgánica que suele estar bien humificada. La textura suele ser arenosa o franco-arenosa y con alto grado de pedregosidad tanto en el horizonte A como en el B. Son suelos muy permeables pero en cambio los de más baja retención de agua de todos los cambisoles.

Cambisoles húmicos (CMu)

Según la F. A. O., son los cambisoles que poseen un horizonte A de tipo úmbrico o también aquellos cambisoles que poseyendo un horizonte A móllico, éste esté situado inmediatamente encima de un horizonte B cámbico pero que tenga un grado de saturación menor del 50 %. En cualquier caso carecen de propiedades gleicas dentro de los 100 primeros centímetros.

Son suelos ricos en materia orgánica pero en general mal humificada; suelos ácidos, sin carbonato cálcico, por lo tanto, y con saturación en bases más bien baja comprendida entre el 30 y el 40 %. Suelos de

texturas medias por lo general, aunque en algún caso tengamos alguna más gruesa que franco-arenosa. Suelen ser también algo pedregosos dentro del perfil y siempre con muy buena permeabilidad. Como ejemplo de las propiedades de estos cambisoles presentamos la media resumen correspondiente a 11 calicatas que hemos observado y que vemos en el cuadro siguiente:

Cuadro 18
CAMBISOL HUMICO (CMu)

Tipo de Horizonte		A	B	C
Profundidad en centímetros		37,00	36,00	57,00
Determinaciones físicas	LL	40,00	31,00	24,00
	LP	27,00	19,00	17,00
	DR	2,55	2,65	2,68
	DA	1,34	1,50	1,55
	PER	170,00	150,00	140,00
	RA	34,00	30,00	23,00
	LR	30,00	22,00	23,00
Análisis mecánico	P	9,00	7,00	6,00
	G	33,00	35,00	38,00
	T. fina	58,00	58,00	56,00
	Ar	64,00	62,00	67,00
	L	24,00	22,00	16,00
	Ac	12,00	16,00	17,00
Determinaciones químicas	MO	6,32	0,95	0,30
	C	3,66	—	—
	N	0,28	0,07	0,03
	C/N	13,05	—	—
	CO ₃ Ca	0,00	0,00	0,00
	Salin.	0,30	0,20	0,10
	pH	5,56	5,71	5,66
	V	37,00	38,00	34,00

Cambisoles calcáricos (CMc)

Son los cambisoles que poseyendo un horizonte A ócrico son calcáreos por lo menos dentro de una profundidad comprendida entre los 20 y los 50 centímetros contados a partir de la superficie. Como es lógico no presentan ni propiedades vérticas ni gleicas que los situarían en otros subtipos.

Son suelos con bajo contenido en materia orgánica que, sin embargo, suele estar bien humificada. Por lo general estos suelos son calcáreos en todo el perfil, con contenidos en CO₃Ca próximos al 30 %. Esto se refleja, como es lógico, en el pH que suele tener valores cercanos a 8 y con saturación siempre del 100 %.

Estos suelos presentan texturas que oscilan de medias a finas, son poco pedregosos, profundos, muy permeables en los horizontes superiores y no tanto en los inferiores y con valores más bien altos para la retención de agua. Se forman, como es lógico, sobre materiales calcáreos, como calizas margosas, margas, limos calcáreos y yesos en alternancia con margas.

Como suelo dominante los tenemos en cinco asociaciones de cambisoles y los datos que ponemos a continuación son el resumen de 8 calicatas que se tomaron en su momento hace ya tiempo.

Cuadro 19
CAMBISOL CALCÁRICO (CMc)

Tipo de Horizonte		A	B	C	
Profundidad en centímetros		20,00	40,00	80,00	
Determinaciones físicas	LL	33,00	36,00	42,00	
	LP	17,00	18,00	21,00	
	DR	2,68	2,69	2,73	
	DA	1,35	1,45	1,42	
	PER	140,00	50,00	30,00	
	RA	35,00	38,00	39,00	
		LR	17,00	16,00	19,00

Cuadro 19 (Continuación)
CAMBISOL CALCARICO (CMc)

Tipo de Horizonte		A	B	C
Análisis mecánico	P	4,00	2,00	4,00
	G	14,00	15,00	14,00
	T. fina	82,00	83,00	82,00
	Ar	29,00	26,00	24,00
	L	36,00	32,00	34,00
	Ac	35,00	42,00	42,00
Determinaciones químicas	MO	1,93	1,24	0,61
	C	1,12	—	—
	N	0,12	0,09	0,06
	C/N	9,21	—	—
	CO ₃ Ca	32,00	34,00	36,00
	Salin.	2,30	1,20	4,70
	pH	8,14	8,20	8,37
	V	100,00	100,00	100,00

Cambisoles vérticos (CMv)

Son los Cambisoles que tienen un horizonte superior A, de tipo ócrico y además presentan propiedades vérticas. Estas se relacionan con suelos arcillosos que en la mayoría de los años durante algún período de tiempo muestran algunas características como fisuras, grietas, superficies de fricción en las caras de los agregados estructurales o forma de cuña de estos agregados, características que por no estar combinadas o por no tener la suficiente entidad no permiten clasificar estos suelos como Vertisoles. Como es lógico carecen de propiedades gleicas dentro de los primeros 100 cm., pues en caso contrario serían clasificados como Gleysoles.

En el Mapa de Asociaciones de Suelos solamente tenemos una unidad, la CM23, en la que este suelo es dominante, aunque realmente no debiera llamarse asociación, pues no aparecen otros miembros en la asociación al representar el Cambisol vértico más del 85 % de la unidad cartográfica, siendo inclusiones los demás suelos que puedan aparecer.

La extensión que tiene esta unidad, la CM23, realmente es pequeña en el conjunto de la Comunidad de Madrid.

Son suelos arcillosos, profundos, de lenta o muy lenta permeabilidad, con alta densidad, tanto real como aparente y alta retención de agua. Como además, aunque no tienen CO₃Ca o solo en pequeña proporción, el pH es alto y la saturación en bases muy alta, son suelos de alta productividad.

Se desarrollan preferentemente sobre materiales que ya llevan aparejadas algunas de estas propiedades, como son arcillas, margas y otras litologías similares. Como ejemplo ponemos los datos de un Cambisol vértico estudiado al sur de Torrejón de Ardoz.

Cuadro 20
CAMBISOL VERTICO (CMv)

Tipo de Horizonte		A	B	C
Determinaciones físicas		40,00	90,00	20,00
Determinaciones físicas	LL	43,00	46,00	51,00
	LP	18,00	19,00	19,00
	DR	2,70	2,70	2,70
	DA	1,40	1,50	1,70
	PER	1,00	1,00	1,00
	RA	38,00	40,00	40,00
	LR	14,00	15,00	12,00
Análisis mecánico	P	0,00	0,00	0,00
	G	0,00	0,00	0,00
	T. fina	100,00	100,00	100,00
	Ar	17,00	9,00	7,00
	L	31,00	30,00	29,00
	Ac	52,00	61,00	64,00
Determinaciones químicas	MO	0,90	0,50	0,40
	C	0,52	—	—
	N	0,08	0,04	0,03
	C/N	6,53	—	—
	CO ₃ Ca	0,00	3,00	4,00
	Salin.	0,90	1,10	2,30
	pH	8,30	8,40	8,50
	V	100,00	100,00	100,00

Cambisoles gleicos (CMg)

Por último tenemos los Cambisoles gleicos, que son los cambisoles que presentan propiedades gleicas, es decir, hidromorfía o capa freática y, por lo tanto, signos evidentes de reducción dentro de los primeros 100 cm. a partir de la superficie, pero mejor sería precisar que estas propiedades gleicas deben situarse entre los 50 y los 100 cm. de profundidad, pues si aparecen dentro de los primeros 50 cm. ya hemos visto que tendríamos Gleysoles.

Dentro de los Cambisoles sólo tenemos una asociación en la que el Cambisol gleico es dominante. Cartográficamente tampoco tienen casi representación como tal asociación. En cambio, la tienen bastante como suelos asociados en tres asociaciones de cambisoles e incluso en alguna otra correspondiente a Fluvisoles y a Alisoles.

Prueba de esta representación la tenemos en que fueron siete los cambisoles observados cuyo cuadro resumen de propiedades expone-mos a continuación.

**Cuadro 21
CAMBISOL GLEICO (CMg)**

Tipo de horizonte	A	B	C
Profundidad en centímetros	15,00	43,00	70,00
Determinaciones físicas			
LL	27,00	23,00	29,00
LP	17,00	13,00	15,00
DR	2,50	2,60	2,70
DA	1,40	1,70	1,70
PER	120,00	20,00	70,00
RA	33,00	28,00	30,00
LR	22,00	18,00	18,00
Análisis mecánico			
P	8,00	4,00	9,00
G	22,00	25,00	35,00
T. fina	70,00	71,00	56,00
Ar	60,00	55,00	58,00
L	26,00	24,00	19,00
Ac	14,00	21,00	23,00

**Cuadro 21 (Continuación)
CAMBISOL GLEICO (CMg)**

Tipo de horizonte	A	B	C
Determinaciones químicas			
MO	4,79	0,67	0,29
C	2,78	—	—
N	0,22	0,05	0,02
C/N	12,62	—	—
CO ₃ Ca	0,00	0,00	0,00
Salin.	0,90	0,30	0,30
pH	5,90	5,90	6,10
V	45,00	40,00	41,00

A continuación ponemos dos cuadros que resumen, respectivamente, las propiedades de los horizontes A y B de los distitos Cambisoles presentes en la Comunidad de Madrid.

**Cuadro 22
PROPIEDADES DEL HORIZONTE «A»**

Tipo de suelo	CMe	CMd	CMu	CMc	CMv	CMg
Profundidad en centímetros	23,0	17,0	37,0	20,0	40,0	15,0
Determinaciones físicas						
LL	31,0	29,0	40,0	33,0	43,0	27,0
LP	17,0	18,0	27,0	17,0	18,0	17,0
DR	2,7	2,6	2,5	2,7	2,7	2,5
DA	1,6	1,5	1,3	1,4	1,4	1,4
PER	95,0	140,0	170,0	140,0	1,0	120,0
RA	33,0	26,0	34,0	35,0	38,0	33,0
LR	20,0	19,0	30,0	17,0	14,0	22,0
Análisis mecánico						
G y P	26,0	36,0	42,0	18,0	0,0	30,0
Ar	59,0	63,0	64,0	29,0	17,0	60,0
L	26,0	21,0	24,0	36,0	31,0	26,0
Ac	15,0	16,0	12,0	35,0	52,0	14,0
Determinaciones químicas						
MO	1,6	2,2	6,3	1,9	0,9	4,8
C/N	7,9	10,4	13,0	9,2	6,5	12,6
CO ₃ Ca	0,0	0,0	0,0	32,0	0,0	0,0
Salin.	0,5	0,2	0,3	2,3	0,9	0,9
pH	7,2	5,8	5,6	8,1	8,3	5,9
V	73,0	44,0	37,0	100,0	100,0	45,0

Cuadro 23
PROPIEDADES DEL HORIZONTE «B»

Tipo de suelo		CMe	CMd	CMu	CMc	CMv	CMg
Profundidad en centímetros		38,0	41,0	36,0	40,0	90,0	43,0
Determinaciones físicas	LL	36,0	24,0	31,0	36,0	46,0	23,0
	LP	16,0	14,0	19,0	18,0	19,0	13,0
	DR	2,7	2,6	2,6	2,7	2,7	2,6
	PER	55,0	80,0	150,0	50,0	1,0	20,0
	RA	33,0	25,0	30,0	38,0	40,0	28,0
	LR	17,0	19,0	22,0	16,0	15,0	18,0
Análisis mecánico	G y P	23,0	36,0	42,0	17,0	0,0	29,0
	Ar	54,0	65,0	62,0	26,0	9,0	55,0
	L	21,0	18,0	22,0	32,0	30,0	24,0
	Ac	25,0	17,0	16,0	42,0	61,0	21,0
Determinaciones químicas	MO	0,5	0,6	0,9	1,2	0,5	0,7
	C/N	—	—	—	—	—	—
	CO ₃ Ca	0,0	0,0	0,0	34,0	3,0	0,0
	Salin.	0,4	0,1	0,2	1,2	1,1	0,3
	pH	7	5,8	5,7	8,2	8,4	5,9
	V	69,0	41,0	38,0	100,0	100,0	40,0

CALCISOLES (CL)

Este grupo de suelos representan una de las innovaciones que la F. A. O. ha introducido en la nueva clasificación. Sustituye, en parte, al grupo de los Xerosoles. Son aquellos suelos que dentro de su morfología presentan un horizonte cálcico o un horizonte petrocálcico o simplemente concentraciones de caliza pulverulenta blanda dentro de una profundidad de 125 centímetros a partir de la superficie. No poseen además otro horizonte de diagnóstico que un horizonte A ócrico o un horizonte B cámbico o un horizonte B argílico siempre que éste esté impregnado en carbonato cálcico. No presentan características propias de vertisoles ni de planosoles y carecen de propiedades sálicas y de propiedades gleicas.

La F. A. O. distingue tres subtipos que en nuestra Comunidad también aparecen, constituyendo como suelos dominantes ocho asociaciones distintas. Como suelos asociados aparecen también en asociaciones de otros grupos de suelos como son asociaciones de Regosoles, Leptosoles, Gypsisoles y Luvisoles. En la Comunidad de Madrid se desarrollan estos suelos generalmente sobre calizas, calizas y margas y depósitos fluviales de tipo terraza. La capa u horizonte superior de estos suelos normalmente es de textura media o media fina. La concentración mayor de estos suelos se localiza al sur de la Comunidad, preferentemente en las cuencas de los ríos Henares, Jarama y Tajuña.

Calcisol háplico (CLh)

Son los Calcisoles que pueden tener cualquiera de las propiedades que caracterizan a los calcisoles, excepto que no poseen horizonte B argílico ni horizonte petrocálcico. En el cuadro siguiente incluimos un resumen de las principales determinaciones de ocho calicatas de este tipo de suelo.

Cuadro 24
CALCISOL HAPLICO (CLh)

Tipo de Horizonte		A	B	C
Profundidad en centímetros		24,00	39,00	70,00
Determinaciones físicas	LL	35,00	42,00	54,00
	LP	18,00	20,00	24,00
	DR	2,65	2,73	2,68
	DA	1,49	1,44	1,33
	PER	90,00	50,00	35,00
	RA	34,00	38,00	41,00
	LR	17,00	19,00	21,00
Análisis mecánico	P	2,00	1,00	1,00
	G	12,00	11,00	18,00
	T. fina	86,00	88,00	81,00
	Ar	37,00	31,00	31,00
	L	31,00	29,00	31,00
	Ac	32,00	40,00	38,00

Cuadro 24 (Continuación)
CALCISOL HAPLICO (CLh)

Tipo de Horizonte		A	B	C
Determinaciones químicas	MO	1,63	1,00	0,41
	C	0,94	—	—
	N	0,11	0,09	0,05
	C/N	8,38	—	—
	CO ₃ Ca	11,00	21,00	32,00
	Salin.	1,50	2,10	3,50
	pH	7,95	8,10	8,25
	V	98,00	100,00	100,00

Calcisoles lúvicos (CLI)

Son los calcisoles que poseen horizonte argílico y carecen de acumulación de carbonato cálcico en forma petrocálcica, es decir, endurecida. Estas formas petrocálcicas normalmente son conocidas como costras calizas.

Solamente una calicata representa este tipo de suelo cuyos datos más representativos son los siguientes.

Cuadro 25
CALCISOL LUVICO (CLI)

Tipo de Horizonte		A	B	C
Profundidad en centímetros		30,00	70,00	50,00
Determinaciones físicas	LL	41,00	38,00	—
	LP	18,00	12,00	—
	DR	2,80	2,70	—
	DA	1,20	1,50	—
	PER	190,00	10,00	—
	RA	34,00	36,00	—
	LR	16,00	14,00	—

Cuadro 25 (Continuación)
CALCISOL LUVICO (CLI)

Tipo de Horizonte		A	B	C
Análisis mecánico	P	14,00	7,00	—
	G	15,00	20,00	—
	T. fina	71,00	73,00	—
	Ar	25,00	24,00	—
	L	34,00	28,00	—
	Ac	41,00	48,00	—
Determinaciones químicas	M.O	1,40	1,10	—
	C	0,81	—	—
	N	0,10	0,10	—
	C/N	8,12	—	—
	CO ₃ Ca	1,00	4,00	—
	Salin.	0,90	0,90	—
	pH	7,80	7,70	—
	V	100,00	100,00	—

Calcisoles pétricos (CLp)

Son los calcisoles que presentan un horizonte petrocálcico.

El cuadro resumen de las medias de los dos perfiles de este tipo de suelo que se observaron en la Comunidad es el siguiente.

Cuadro 26
CALCISOL PETRICO (CLp)

Tipo de Horizonte		A	B	C
Profundidad en centímetros		18,00	38,00	53,00
Determinaciones físicas	LL	30,00	35,00	—
	LP	16,00	18,00	—
	DR	2,55	2,55	—
	DA	1,35	1,30	—
	PER	190,00	65,00	—
	RA	35,00	38,00	—
	LR	17,00	18,00	—

Cuadro 26 (Continuación)
CALCISOL PETRICO (CLp)

Tipo de Horizonte		A	B	C
Análisis mecánico	P	2,00	6,00	—
	G	16,00	10,00	—
	T. fina	82,00	84,00	—
	Ar	35,00	25,00	—
	L	39,00	43,00	—
	Ac	26,00	32,00	—
Determinaciones químicas	MO	2,45	1,45	—
	C	1,42	—	—
	N	0,14	0,11	—
	C/N	10,15	—	—
	CO ₃ Ca	28,00	18,00	—
	Salin.	1,40	1,00	—
	pH	8,00	8,15	—
	V	100,00	100,00	—

Como vemos en los cuadros anteriores, podemos decir que los Calcisoles son suelos profundos, salvo en el caso de los pétricos, pues en ellos depende a qué profundidad aparece la costra caliza. Todos son suelos calizos, con alta saturación en bases, pH normalmente entre 7,5 y 8,2, de textura franca o franco-arcillosa y generalmente sin problemas de salinidad.

Un cuadro resumen de las propiedades de los tres tipos de Calcisoles que tenemos en la Comunidad de Madrid exponemos a continuación.

Cuadro 27
DETERMINACIONES ANALITICAS DE LOS CALCISOLES

Tipo de suelo	CLh		CLI		CLp	
Tipo de horizonte	A	B	A	B	A	B
Profundidad en centímetros	24,0	39,0	30,0	70,0	18,0	38,0

Cuadro 27 (Continuación)
DETERMINACIONES ANALITICAS DE LOS CALCISOLES

Tipo de suelo	CLh		CLI		CLp		
Tipo de horizonte	A	B	A	B	A	B	
Determinaciones físicas	LL	35,0	42,0	41,0	38,0	30,0	35,0
	LP	18,0	20,0	18,0	17,0	16,0	18,0
	DR	2,6	2,7	2,8	2,7	2,6	2,6
	DA	1,5	1,4	1,2	1,5	1,4	1,3
	PER	90,0	50,0	190,0	10,0	190,0	65,0
	RA	34,0	38,0	34,0	36,0	39,0	43,0
	LR	17,0	19,0	16,0	14,0	17,0	18,0
Análisis mecánico	P y G	14,0	12,0	29,0	27,0	18,0	16,0
	Ar	37,0	31,0	25,0	24,0	35,0	25,0
	L	31,0	29,0	34,0	28,0	39,0	43,0
	Ac	32,0	40,0	41,0	48,0	26,0	32,0
Determinaciones químicas	MO	1,6	1	1,4	1,1	2,5	1,5
	C/N	8,4	—	8,1	—	10,2	—
	CO ₃ Ca	11,0	21,0	1,0	4,0	28,0	18,0
	Salin.	1,5	2,1	0,9	0,9	1,4	1,0
	pH	7,9	8,1	7,8	7,7	8,0	8,1
	V	98,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

GYPSISOLES (GY)

Es otro de los grandes grupos que aparecen nuevos en la actual clasificación de la F. A. O. y que en parte sustituye a los Xerosoles y Yermosoles gípsicos de la anterior clasificación. Vienen definidos como suelos que como característica fundamental presentan un horizonte gypsico o petrogypsico o los dos a la vez. Además pueden poseer un horizonte A ócrico, un B cámbico o un horizonte argílico impregnado en yeso o en carbonato cálcico y un horizonte cálcico o petrocálcico. Carecen de las características de los vertisoles, planosoles y gleisoles.

Como es lógico se desarrollan estos suelos sobre yesos, margas yesíferas y alternancia de ambos materiales. Dentro de la Comunidad de Madrid se localizan casi exclusivamente en la zona sur, próximos a los cursos de los ríos Tajo, Jarama y Tajuña.

Aunque son cuatro los subtipos que distingue la clasificación F. A. O., nosotros no hemos localizado con entidad suficiente más que el *Gypsisol cálcico* (GYk), que como suelo dominante entra a formar parte de cuatro asociaciones distintas. Además, como suelo asociado entra a formar parte también de otras asociaciones, como son la FL4, RG8 y LP1.

Los *Gypsisoles cálcicos* se definen como los gypsisoles que presentan un horizonte cálcico, es decir, de acumulación de CO₃Ca, careciendo en cambio de un horizonte yípsico o petroyípsico auténtico.

Para el conocimiento morfológico de este tipo de suelo observamos dos calicatas cuyos datos analíticos medios exponemos en el cuadro siguiente.

Cuadro 28
GYPSISOL CALCICO (GYK)

Tipo de Horizonte		A	C
Profundidad en centímetros		23,00	87,00
Determinaciones físicas	LL	36,00	36,00
	LP	18,00	23,00
	DR	2,55	2,65
	DA	1,25	—
	PER	200,00	—
	RA	41,00	36,00
	LR	18,00	25,00
Análisis mecánico	P	0,00	21,00
	G	13,00	28,00
	T. Fina	87,00	51,00
	Ar	28,00	48,00
	L	39,00	—
	Ac	33,00	—
Determinaciones químicas	MO	3,25	0,60
	C	1,89	—
	N	0,15	0,04
	C/N	12,57	—
	CO ₃ Ca	43,00	25,00
	Salin.	8,00	20,00
	pH	8,05	7,95
	V	100,00	—

Como vemos son suelos muy calizos, con pH elevado, muy elevada también la saturación en bases, ricos en materia orgánica, pero que debido a otras características no llegan a constituir horizontes móllicos; de textura fina y muy fina presentando normalmente como clase textural la franco arcillosa. Presentan con frecuencia problemas de salinidad, sobre todo en los horizontes más profundos.

Decíamos antes que en estos grupos de los Calcisoles y Gypsisoles incluíamos los antiguos Xerosoles y Yermosoles de la F. A. O., suelos que en el Mapa de Suelos de España a escala 1:1.000.000 del C. S. I. C. aparecían como xerorendzinas y suelos rendziniformes, mientras que en la clasificación francesa se correspondían con los sierosem y suelos pardos subáridos. En la *Soil Taxonomy* estos Calcisoles y Gypsisoles aparecen repartidos en los órdenes Inceptisoles y Aridisoles, indicando que a nuestro juicio el carácter seco de estos suelos se debe más a la posición fisiográfica que generalmente ocupan, que a un régimen de humedad xérico y menos aún arídico. De todas formas la mayor parte de estos suelos se corresponden con Argids, como Haplargids y Paleargids, y con Orthids, tales como Calciorthids, Gypsiorthids y Paleorthids, todos ellos dentro del Orden de los Aridisoles.

LUVISOLES (LV)

Son los suelos que con los Cambisoles mayor representación tienen en la Comunidad de Madrid y son los de más clara vocación agrícola, dedicándose desde hace mucho tiempo al cultivo cerealístico.

La característica fundamental de los Luvisoles es la de presentar un horizonte B con un claro enriquecimiento en arcilla que en parte es iluvial, es decir, que como consecuencia de un lavado, existe un arrastre de arcilla procedente del horizonte superior y posteriormente acumulación en este horizonte B. Es decir, en la formación de este horizonte B, actúan conjuntamente dos procesos, uno de argilización, es decir, de simple acumulación de arcilla, por ejemplo, por simple formación «in situ», y otro de argiluvación por el que la arcilla se acumula como consecuencia de un proceso de lavado. Este tipo de horizonte se denominaba «argílico» y también horizonte B textural, pues debido a esta acumulación mayor de arcilla había un cierto cambio textural y de aquí que en la nomenclatura de horizontes se le designara como Bt.

Como consecuencia de la dificultad de distinguir mediante una cuantificación clara y consistente, tanto de campo como de laboratorio, la presencia de películas de arcilla, argilanes o cutanes de arcilla y para evitar, creemos nosotros, cierto confusiónismo, la nueva clasificación F. A. O. ha redefinido el concepto y características del antiguo horizonte argílico sustituyéndole además por el nombre de horizonte «árgico».

El horizonte B árgico, según la F. A. O., es un horizonte subsuperficial, que tiene un contenido en arcilla netamente mayor que en el horizonte situado encima. Esta diferenciación textural puede ser debida a una acumulación de arcilla iluvial, a una destrucción parcial de arcilla en el horizonte superior u horizonte superficial, a una erosión superficial selectiva de arcilla, a una concreta actividad biológica o a una combinación de cualquiera de estos procesos.

Los Luvisoles, por tanto, además de poseer un horizonte Bt, árgico o argílico, han de tener una capacidad de cambio igual o superior a 24 miliequivalentes por 100 gramos de arcilla y un grado de saturación por el método del acetato amónico del 50 % o más en la totalidad del horizonte B. Carecen de horizonte A móllico y de un horizonte E que con un límite brusco esté situado sobre un horizonte lentamente permeable.

De los ocho tipos de Luvisoles que describe la F. A. O. en la Comunidad de Madrid, hemos caracterizado cuatro, que son: los Luvisoles crómicos, cálcicos, gleicos y háplicos, los cuales constituyen 18 asociaciones distintas con clara dominancia en ellas de los Luvisoles cálcicos y háplicos. Se desarrollan fundamentalmente sobre tres tipos de materiales, que son los sedimentos arcósicos o arcosas, conocidas como «facies Madrid»; los sedimentos fluviales de tipo terraza y las calizas duras típicas del Páramo. En el horizonte superficial de estos suelos dominan las texturas de tipo medio.

Como suelos no dominantes, sino simplemente como asociados, aparecen los Luvisoles incluidos también en asociaciones de otros grupos; como, por ejemplo, los Luvisoles háplicos en las asociaciones RG10, LP2, LP19, CM5 y AT2, los Luvisoles gleicos en las asociaciones FL2 y CM1, los Luvisoles cálcicos en la CL5 y finalmente los crómicos en la CL6. Prácticamente todos los Luvisoles se localizan en la zona de la Comunidad, que se extiende al sur y sureste de la gran falla de Torrelodones.

Los cuatro tipos de Luvisoles estudiados en la Comunidad de Madrid son los siguientes:

Luvisoles crómicos (LVx)

Son los Luvisoles que teniendo, como es lógico, un horizonte árgico (argílico), presentan un color pardo fuerte a rojo para este horizonte B. Se entiende que de este color son los suelos que tienen un matiz de 7,5YR y una intensidad mayor de 4 ó simplemente que tienen un matiz más rojo que 7,5YR, de la escala Munsell. De este tipo de suelo se analizaron dos calicatas, siendo la media de sus determinaciones las que exponemos en el cuadro siguiente:

Cuadro 29
LUVISOL CROMICO (LVx)

Tipo de horizonte		A	B
Profundidad en centímetros		19,00	29,00
Determinaciones físicas	LL	34,00	48,00
	LP	17,00	19,00
	DR	2,65	2,65
	DA	1,45	1,65
	PER	90,00	20,00
	RA	30,00	34,00
	LR	17,00	13,00
Análisis mecánico	P	0,00	0,00
	G	3,00	2,00
	T. fina	97,00	98,00
	Ar	35,00	32,00
	L	36,00	29,00
	Ac	29,00	39,00
Determinaciones químicas	MO	1,15	0,70
	C	0,67	—
	N	0,10	0,08
	C/N	6,67	—
	CO ₃ Ca	1,00	0,00
	Salin.	0,60	0,70
	pH	7,40	7,70
	V	80,00	85,00

Destaca en estos suelos su escasa profundidad debido fundamentalmente a su desarrollo a partir de las calizas duras del Páramo. Son suelos de color rojo vivo, de textura franco-arcillosa, con pH próximo a 7,5, sin carbonato cálcico pero con una saturación muy alta en bases, entre el 80 y el 90 %.

Luvisoles cálcicos (LVk)

Son los Luvisoles que presentan dentro de su morfología un horizonte cálcico o concentraciones de caliza blanda pulverulenta o ambas cosas conjuntamente dentro de una profundidad de 125 centímetros a partir de la superficie. Como ya hemos dicho, son los Luvisoles más frecuentes en la Comunidad de Madrid donde se les encuentra como suelo dominante en siete asociaciones desarrolladas sobre los distintos niveles de terrazas de los principales ríos de la Comunidad, a partir de las calizas que coronan la superficie del Páramo o sobre la «facies Madrid».

Muestra de la abundancia de este suelo, que como todos los Luvisoles, son la expresión edáfica típica del clima mediterráneo, son los nueve perfiles o calicatas que para el proyecto COPLACO se abrieron y estudiaron, dando lugar a una serie de determinaciones analíticas cuyo resumen ponemos a continuación.

**Cuadro 30
LUVISOL CALCICO (LVk)**

Tipo de horizonte	A	B	C
Profundidad en centímetros	23,00	47,00	—
Determinaciones físicas			
LL	29,00	43,00	34,00
LP	14,00	18,00	16,00
DR	2,69	2,71	2,75
DA	1,50	1,67	1,53
PER	45,00	25,00	20,00
RA	31,00	35,00	34,00
LR	15,00	13,00	19,00

**Cuadro 30 (Continuación)
LUVISOL CALCICO (LVk)**

Tipo de horizonte	A	B	C
Análisis mecánico			
P	3,00	3,00	10,00
G	11,00	6,00	21,00
T. fina	86,00	91,00	69,00
Ar	37,00	29,00	38,00
L	34,00	28,00	30,00
Ac	29,00	43,00	32,00
Determinaciones químicas			
MO	1,17	0,62	0,38
C	0,68		
N	0,08	0,06	0,05
C/N	8,12		
CO ₃ Ca	3,00	0,00	32,00
Salin.	0,70	0,80	1,40
pH	7,30	7,10	8,10
V	81,00	85,00	100,00

Son suelos más profundos que los Luvisoles crómicos, de textura arcillosa o franco-arcillosa, pobres en materia orgánica, de permeabilidad media, alta retención de agua, prácticamente sin piedras en el horizonte B y sin carbonato cálcico en este horizonte, pero en cambio con una fuerte acumulación del mismo en el horizonte C. El pH de estos suelos sobrepasa poco el valor 7 y están fuertemente saturados en bases.

Luvisoles gleicos (LVg)

Son los Luvisoles que presentan propiedades gleicas, es decir, con problemas hidromórficos, dentro de los primeros 100 centímetros a partir de la superficie.

Son los Luvisoles que presentan valores más bajos para el pH, como también para la saturación en bases. Igualmente que los anteriores Luvisoles no tienen carbonatos en el horizonte B y también son de textura más bien arcillosa y como es lógico los de más baja permeabilidad de todos los Luvisoles.

A continuación ponemos un cuadro resumen con las medias correspondientes a cinco perfiles observados de este tipo de suelo.

Cuadro 31
LUVISOL GLEICO (LVg)

Tipo de horizonte		A	B	C
Profundidad en centímetros		27,00	71,00	64,00
Determinaciones físicas	LL	28,00	49,00	38,00
	LP	14,00	19,00	17,00
	DR	2,72	2,75	2,73
	DA	1,67	1,63	1,73
	PER	20,00	2,00	1,00
	RA	35,00	39,00	33,00
	LR	15,00	13,00	17,00
Análisis mecánico	P	2,00	0,00	0,00
	G	12,00	2,00	3,00
	T. fina	86,00	98,00	97,00
	Ar	54,00	36,00	47,00
	L	18,00	20,00	23,00
	Ac	28,00	44,00	30,00
Determinaciones químicas	MO	1,20	0,48	0,30
	C	0,70	—	—
	N	0,10	0,06	0,05
	C/N	7,20	—	—
	CO ₃ Ca	4,00	0,00	18,00
	Salin.	0,40	0,50	0,60
	pH	6,50	6,80	7,70
	V	52,00	59,00	84,00

Luvisoles háplicos (LVh)

Por último tenemos los Luvisoles háplicos, que son los Luvisoles que no presentan, como es lógico, ninguna de las propiedades características de los otros Luvisoles. Son los Luvisoles que teniendo como todos

ellos un horizonte árgico o argílico, en denominación anterior, no presentan coloraciones tendentes al rojo, ni en su morfología muestran un horizonte cálcico ni concentraciones de caliza pulverulenta de cualquier otro tipo, dentro de los primeros 125 centímetros, ni poseen finalmente propiedades hidromórficas en una profundidad de 100 cm. a partir de la superficie.

Estos Luvisoles, como decimos, no tienen acumulaciones calcáreas ni en el horizonte B ni en el C. Muestran valores de pH próximos a 7 y de saturación entre el 70 y el 85 %. Generalmente son de textura franco-arcillo-arenosa, poco pedregosos en el horizonte B, buena permeabilidad, aunque ésta disminuye con la profundidad; pobres en materia orgánica, y como los demás Luvisoles, sin problemas de salinidad. Son suelos profundos, pues el «solum» viene a tener un metro de espesor y la profundidad útil supera los 150 centímetros.

Siete fueron los perfiles o calicatas que se emplearon para hacer el estudio de este tipo de suelo y un resumen de sus principales determinaciones analíticas figura en el cuadro siguiente:

Cuadro 32
LUVISOL HÁPLIC (LVh)

Tipo de horizonte		A	B	C
Profundidad en centímetros		26,00	70,00	74,00
Determinaciones físicas	LL	32,00	43,00	34,00
	LP	16,00	18,00	17,00
	DR	2,64	2,64	2,70
	DA	1,56	1,72	1,68
	PER	110,00	50,00	20,00
	RA	34,00	38,00	30,00
	LR	16,00	14,00	18,00
	Análisis mecánico	P	7,00	6,00
G		18,00	14,00	9,00
T. fina		75,00	80,00	89,00
Ar		58,00	49,00	57,00
L		20,00	19,00	22,00
Ac		22,00	32,00	21,00

Cuadro 32 (Continuación)
LUVISOL HAPLICO (LVh)

Tipo de horizonte		A	B	C
Determinaciones químicas	MO	1,20	0,47	0,35
	C	0,70	—	—
	N	0,09	0,05	0,05
	C/N	7,61	—	—
	CO ₃ Ca	2,00	0,00	0,00
	Salin.	0,50	0,40	0,50
	pH	6,83	7,01	7,60
	V	71,00	74,00	84,00

A continuación ponemos dos cuadros que representan los resúmenes de las propiedades de los horizontes «A», por un lado, y de los horizontes «B», por otro, para los distintos tipos de Luvisoles.

Cuadro 33

DATOS ANALITICOS DE LOS HORIZONTES «A» DE LOS LUVISOLES

Tipo de suelo		LVx	LVk	LVg	LVh
Profundidad en centímetros....		19,00	23,00	27,00	26,00
Determinaciones físicas	LL	34,00	29,00	28,00	32,00
	LP	17,00	14,00	14,00	16,00
	DR	2,65	2,69	2,72	2,64
	DA	1,45	1,50	1,67	1,56
	PER	90,00	45,00	20,00	110,00
	RA	30,00	31,00	35,00	34,00
	LR	17,00	15,00	15,00	16,00
Análisis mecánico	P y G	3,00	14,00	14,00	25,00
	Ar	35,00	37,00	54,00	58,00
	L	36,00	34,00	18,00	20,00
	Ac	29,00	29,00	28,00	22,00
Determinaciones químicas.....	MO	1,15	1,17	1,20	1,20
	C/N	6,67	8,12	7,20	7,61
	CO ₃ Ca	1,00	3,00	4,00	2,00
	Salin.	0,60	0,70	0,40	0,50
	pH	7,40	7,30	6,50	6,83
	V	80,00	81,00	52,00	71,00

Vemos, en primer lugar, respecto a la profundidad de este horizonte A, que los Luvisoles crómicos son los más delgados, también son los de menor densidad aparente y los de razón C/N más baja. Con los Luvisoles cálcicos, son los de pH más elevado, como también su saturación. Los contenidos de CO₃Ca de estos horizontes «A» son insignificantes, seguramente debidas a pequeñas contaminaciones, presentando también valores muy bajos para la salinidad. Por último, en cuanto a la textura, hay una pequeña diferencia entre los crómicos y cálcicos, por un lado, y los gleicos y háplicos, por otra.

Cuadro 34

DATOS ANALITICOS DE LOS HORIZONTES «B» DE LOS LUVISOLES

Tipo de suelo		LVx	LVk	LVg	LVh
Profundidad en centímetros....		29,00	47,00	71,00	70,00
Determinaciones físicas	LL	48,00	43,00	49,00	43,00
	LP	19,00	18,00	19,00	18,00
	DR	2,65	2,71	2,75	2,64
	DA	1,65	1,67	1,63	1,72
	PER	20,00	25,00	2,00	50,00
	RA	34,00	35,00	39,00	38,00
	LR	13,00	13,00	13,00	14,00
	Análisis mecánico	P y G	2,00	9,00	2,00
Ar		32,00	29,00	36,00	49,00
L		29,00	28,00	20,00	19,00
Ac		39,00	43,00	44,00	32,00
Determinaciones químicas	MO	0,70	0,62	0,48	0,47
	CO ₃ Ca	0,00	0,00	0,00	0,00
	Salin.	0,70	0,80	0,50	0,40
	pH	7,70	7,10	6,80	7,01
	V	85,00	85,00	59,00	74,00

Examinando ahora los datos correspondientes a los horizontes B, mejor se debiera decir Bt, de los Luvisoles, vemos que en seguida destaca la profundidad que tienen los Luvisoles gleicos y háplicos en contraste, sobre todo, con los crómicos, las antiguas «terras rosas», forma-

dos sobre y a partir de las rocas calizas duras que encontramos en la superficie del Páramo. Destacan también los valores altos para el «Limite líquido» en relación a la mayoría de los demás suelos. Como vemos, todos los horizontes de los Luvisoles carecen de carbonato cálcico, condición imprescindible para la formación de los horizontes árgicos o argílicos.

Destaca también, como es lógico, la baja permeabilidad de los Luvisoles gleicos, siendo además los de pH más bajo y más baja saturación en bases. En cuanto a las texturas, son algo más arenosos los Luvisoles háplicos que, como ya dijimos, se desarrollan fundamentalmente a partir de arcosas.

Los Luvisoles se corresponden en el Mapa de Suelos de España publicado por el C. S. I. C. con los suelos pardos y rojos mediterráneos y pardo no cálcicos. En la clasificación francesa se localizan entre las subclases de los suelos lavados y de los suelos fersialíticos y en la *Soil Taxonomy* todos pertenecen al orden de los Alfisoles, suborden Xeralfs, donde se reparten entre los grandes grupos de los Haploxeralfs, Rhodoxeralfs y Palexeralfs, principalmente.

ALISOLES (AL)

Una de las más importantes incorporaciones que la F. A. O. ha realizado en su nueva clasificación y ya al primer nivel taxonómico, ha sido la subdivisión de los Luvisoles, por una parte, y la de los Acrisoles, por otra, apareciendo, por lo tanto, cuatro grupos principales en vez de dos. Esta división, destacada muy positivamente por muchos investigadores, sobre todo en cuanto a la formación del suelo y a su uso y manejo, se fundamenta en la naturaleza de las arcillas que caracterizan los horizontes árgicos o argílicos de los suelos, naturaleza que se refleja en su distinta actividad, baja o alta actividad y que se traduce en una distinta capacidad de absorción en bases y, por lo tanto, en su grado de saturación.

El gran grupo de los Luvisoles ha quedado, por lo tanto, dividido en Luvisoles, que son los que corresponden a regiones frías o templado-cálidas y que son los que nosotros tenemos y ya hemos descrito en esta Memoria, y los Lixisoles, que corresponden a zonas con ambientes tro-

picales y subtropicales y que con alta saturación en bases como los Luvisoles tienen, en cambio, arcillas de baja actividad.

Una separación similar ha hecho la F. A. O. con el gran grupo de los Acrisoles, quedando, por un lado, los Acrisoles definidos como suelos con horizonte árgico o argílico y con baja saturación en bases, pero que tienen arcillas de baja actividad y, por otro, el grupo de los Alisoles, que se diferencian de los anteriores en que tienen arcillas de más alta actividad y que son los que nosotros consideramos y describimos en esta Memoria.

Según la F. A. O., los Alisoles son suelos que poseyendo un horizonte B árgico o argílico, tienen una capacidad de cambio de 24 cmol(+) Kg-1 como mínimo para la arcilla y un grado de saturación menor del 50 %, por lo menos, en alguna parte del horizonte B, dentro de los primeros 125 cm. de profundidad.

Estos suelos dentro de nuestra Comunidad ocupan muy pequeña extensión y se localizan siempre en zonas muy concretas de la mitad Norte de la Comunidad y desarrollados siempre sobre unos materiales bastante determinados, fundamentalmente coluvios y sedimentos siempre de tipo silíceo, como arenas con arcillas y «rañas» y más raramente sobre arcosas y micacitas.

En el campo hemos distinguido dos tipos de Alisoles, los Háplicos y los Gleicos, que en el Mapa entran a formar parte de tres asociaciones distintas.

Alisoles háplicos (ALh)

Son los Alisoles que podríamos llamar modales, pues cumplen con la definición dada para los Alisoles y no poseen otras características como un alto contenido en materia orgánica, ni propiedades férricas y gleicas ni poseen plintita para poder incluirlos en algún otro grupo.

Son suelos bastante ácidos, con grado de saturación alrededor del 35 %, de textura franco-arcillosa en el horizonte B y franco-arenosa en el A. Todo el perfil de estos suelos suele ser muy pedregoso. Se estudiaron tres perfiles correspondientes a este tipo de suelo, cuyos datos medios exponemos en el cuadro siguiente:

Cuadro 35
ALISOL HAPLICO (ALh)

Tipo de horizonte		A	B	C
Profundidad en centímetros		17,00	40,00	70,00
Determinaciones físicas	LL	26,00	53,00	41,00
	LP	16,00	22,00	18,00
	DR	2,56	2,63	2,70
	DA	1,50	1,66	1,76
	PER	100,00	10,00	3,00
	RA	32,00	39,00	37,00
	LR	20,00	17,00	19,00
Análisis mecánico	P	12,00	7,00	11,00
	G	26,00	29,00	26,00
	T. fina	62,00	64,00	63,00
	Ar	64,00	46,00	60,00
	L	21,00	17,00	22,00
	Ac	15,00	37,00	18,00
Determinaciones químicas	MO	1,83	0,46	0,26
	C	1,06	—	—
	N	0,09	0,04	0,03
	C/N	11,80	—	—
	CO ₃ Ca	0,00	0,00	0,00
	Salin.	0,30	0,10	0,10
	pH	6,30	5,40	5,60
	V	46,00	35,00	38,00

Alisoles gleicos (ALg)

Son los Alisoles que presentan propiedades gleicas dentro de una profundidad de 100 cm. a partir de la superficie. El término propiedades gleicas, según la F. A. O., se aplica a aquellos suelos que están saturados de agua durante algún período del año o incluso durante todo el año en la mayoría de los años y que debido a ello muestran señales evidentes que indican procesos de reducción o de reducción y segregación de hierro.

La extensión que ocupan estos suelos en nuestra Comunidad es muy pequeña pero penetran, ocupando amplias extensiones, en la vecina provincia de Guadalajara, siendo una formación muy interesante, pues representa los suelos desarrollados sobre una sedimentación plio-cuaternaria que colmató la cuenca y a partir de la cual se estableció la actual red hidrográfica. Estos sedimentos son denominados por los geólogos con el nombre de «rañas».

Como decimos, esta formación en nuestra Comunidad tiene escasa significación, estando representada por la asociación AL3, en la que el Alisol gleico es el suelo dominante y como acompañante tenemos el Cambisol gleico. Cuatro manchitas de esta asociación hemos localizado en los términos de Ribatejada, Valdepiélagos y Torremocha de Jarama cerca de Torrelaguna.

Son suelos ácidos, de baja saturación en bases, arcillo-pedregosos y en los que destaca, sobre todo, su lenta o casi nula permeabilidad. Como representativo de estos suelos ponemos a continuación el siguiente ejemplo:

Cuadro 36
ALISOL GLEICO (ALg)

Tipo de horizonte		A	B	C
Profundidad en centímetros		40,00	80,00	30,00
Determinaciones físicas	LL	24,00	41,00	39,00
	LP	14,00	16,00	16,00
	DR	2,40	2,70	2,70
	DA	1,40	1,60	—
	PER	9,00	1,00	—
	RA	36,00	34,00	33,00
	LR	18,00	13,00	13,00
Análisis mecánico	P	0,00	8,00	11,00
	G	20,00	30,00	33,00
	T. fina	80,00	62,00	56,00
	Ar	27,00	22,00	33,00
	L	43,00	33,00	27,00
	Ac	30,00	45,00	40,00

Cuadro 36 (Continuación)
ALISOL GLEICO (ALg)

Tipo de horizonte		A	B	C
Determinaciones químicas	MO	2,20	0,60	0,50
	C	1,28	—	—
	N	0,19	0,05	0,04
	C/N	6,72	—	—
	CO ₃ Ca	0,00	0,00	0,00
	Salin.	0,30	0,20	0,30
	pH	6,20	5,80	5,60
	V	49,00	42,00	38,00

Tanto los suelos del nuevo grupo de los Alisoles como los Acrisoles, se corresponden casi en su totalidad con los Ultisoles de la Clasificación Americana. Más concretamente los Alisoles háplicos de nuestra Comunidad con los Haploxerults y Palexerults y quizá los Alisoles gleicos con los Albaquults. Posiblemente en algún caso ciertos Alisoles gleicos pudiesen entrar con los Planosoles de la F. A. O., si presentaban un horizonte E con propiedades estágnicas y si éste estaba situado sobre un horizonte muy lentamente permeable.

ANTHROSOLES (AT)

Es el último grupo que aparece en la leyenda del Mapa de Asociaciones de Suelos. Es un grupo principal incorporado por la F. A. O. para recoger todos aquellos suelos que de alguna manera se han visto fuertemente influenciados por la acción humana, incluyendo aquí la F. A. O. los suelos con horizonte A fímico, los suelos formados sobre vertederos controlados, suelos sobre residuos de minas o sobre otros tipos de aportes y también aquellos en los que por riegos seculares se han producido aportes de sedimentos o aquellos otros en los que por laboreos o trabajos profundos se produjo la eliminación total o parcial de los primitivos horizontes de los suelos.

Como aclaración diremos que el horizonte A fímico es un nuevo horizonte de diagnóstico que engloba los horizontes superficiales, antrópico y plágico de la *Soil Taxonomy* y que consiste en una capa superficial de al menos 50 cm. de profundidad, formada por el hombre mediante el continuo abonado durante largo tiempo, mezclado con tierras que en

su composición incluyen materiales como trozos de ladrillos y cerámicas.

Cuatro son los tipos distintos de Antrosoles que distingue la F. A. O., de los cuales solamente el Antrosol úrbico es el que nosotros creemos haber reconocido.

Los *Antrosoles úrbicos (ATu)* son los que presentan en superficie con una profundidad mínima de 50 centímetros una acumulación de residuos diversos procedentes fundamentalmente de basuras y escombros urbanos. Estos materiales se depositan sobre los antiguos suelos, más o menos decapitados o incluso directamente sobre los materiales geológicos subyacentes, que fundamentalmente en los Antrosoles descritos por nosotros, consisten en arcosas, margas y arcillas o coluvios calizos.

Con este tipo de suelo, Antrosol úrbico, como dominante, hemos distinguido dos asociaciones: una con Cambisol eútrico y la otra con Luvisol háplico como suelos asociados.

A continuación ponemos los datos de un perfil de Antrosol úrbico que representa muy bien este tipo de suelo y que dentro de las dos asociaciones indicadas hemos reconocido y cartografiado y que se localizan al sureste de Madrid-capital hacia los términos de Leganés, Fuenlabrada y Getafe. Como vemos, son suelos de reacción alcalina, altamente saturados en bases, ricos en materia orgánica y con algunos problemas de salinidad. Hasta los 150 primeros centímetros poseen poco carbonato cálcico, aumentando después, seguramente, por la aparición de margas, pues vemos que en profundidad la permeabilidad no es buena.

Cuadro 37
ANTHROSOL URBICO (ATu)

Tipo de horizonte		A	B	C
Profundidad en centímetros		55,00	90,00	25,00
Determinaciones físicas	LL	45,00	34,00	60,00
	LP	25,00	15,00	24,00
	DR	2,50	2,70	2,70
	DA	1,30	1,80	1,60
	PER	39,00	1,00	1,00
	RA	48,00	35,00	49,00
	LR	25,00	13,00	15,00

Cuadro 37 (Continuación)
ANTHROSOL URBICO (ATu)

Tipo de horizonte		A	B	C
Análisis mecánico	P	0,00	0,00	0,00
	G	26,00	3,00	6,00
	T. fina	74,00	97,00	94,00
	Ar	44,00	39,00	21,00
	L	26,00	25,00	24,00
	Ac	30,00	36,00	55,00
Determinaciones químicas	MO	3,40	0,70	0,30
	C	1,97	—	—
	N	0,28	0,05	0,04
	C/N	7,04	—	—
	CO ₃ Ca	4,00	1,00	20,00
	Salin.	3,00	4,00	5,00
	pH	7,70	8,00	8,10
	V	100,00	100,00	100,00

Además de los 31 tipos de suelos distintos ya descritos, hemos de referirnos a otros dos más de muy escasa representación ambos y que como asociados entran, uno en la asociación CM16, el Phaeozem lúvico, y el otro en la asociación GL1, el Solonchak gleico, pero muy interesantes ambos desde el punto de vista edáfico.

Phaeozem lúvico (PHI)

Los Phaeozems son suelos que presentan un horizonte superior A de tipo mólico y tienen un grado de saturación superior al 50 %, por lo menos, dentro de los 125 primeros centímetros. Carecen de aquellas propiedades que podría incluirlos en alguno de los otros grandes grupos de suelos. Se caracterizan, por lo tanto, por mostrar una fuerte acumulación de materia orgánica en superficie que está muy bien humificada y con muy alto grado de saturación en bases. Los phaeozem vienen a formar parte de ese gran grupo de suelos que constituidos también por los Kastanozems, Chernozems y Greyzems son representativos de los ambientes de estepa o del conjunto bosque estepa.

De los cinco subtipos de Phaeozems que la F. A. O. distingue, nosotros solamente hemos reconocido dentro de la Comunidad de Madrid el Phaeozem lúvico, que es el Phaeozem que dentro de su perfil presenta un horizonte árgico. Este suelo, que como decíamos antes, entra en asociación con el Cambisol húmico, le encontramos desarrollado sobre neises y localizado en la zona occidental de la Comunidad cerca de San Martín de Valdeiglesias, entre las poblaciones de Aldea del Fresno, Navas del Rey y Pelayos de la Presa. En esa zona se describió un perfil de este tipo de suelo cuyos datos analíticos principales aparecen en el siguiente cuadro.

Cuadro 38
PHAEZEM LUVICO (PHI)

Tipo de horizonte		A	B	C
Profundidad en centímetros		20,00	20,00	60,00
Determinaciones físicas	LL	26,00	44,00	40,00
	LP	16,00	16,00	16,00
	DR	2,60	2,60	2,60
	DA	1,60	1,70	1,90
	PER	220,00	45,00	30,00
	RA	24,00	28,00	20,00
	LR	19,00	12,00	13,00
Análisis mecánico	P	5,00	0,00	0,00
	G	25,00	25,00	30,00
	T. fina	70,00	75,00	70,00
	Ar	58,00	38,00	56,00
	L	25,00	19,00	15,00
	Ac	17,00	43,00	29,00
Determinaciones químicas	MO	2,60	0,70	0,30
	C	1,51	—	—
	N	0,15	0,05	0,05
	C/N	10,05	—	—
	CO ₃ Ca	0,00	0,00	0,00
	Salin.	0,40	0,30	0,40
	pH	7,30	6,70	7,20
	V	75,00	68,00	70,00

Por último, dentro de la descripción de los diferentes tipos de suelos que hemos reconocido y cartografiado en la Comunidad de Madrid, le corresponde el turno al *Solonchak gleico* (SCg), que es el único representante que tenemos en nuestra Comunidad del grupo de los Solonchaks.

Como dicen Gumuzzio *et al.*, en la submeseta castellana al sur de Madrid, se pueden encontrar pequeñas áreas de suelos salinos, localizadas principalmente en pequeñas depresiones dentro de llanuras aluviales más amplias y asociados muchas veces a facies evaporíticas constituidas fundamentalmente por yesos y margas yesíferas.

La F. A. O. define los Solonchaks como aquellos suelos que no mostrando típicas características flúvicas poseen propiedades sálicas y que no tienen otros horizontes de diagnóstico posibles más que un horizonte A, un horizonte H, un B cámbico, un horizonte cálcico o un gypico. En el caso nuestro, los Solonchaks gleicos que tenemos sólo tienen, además de las propiedades sálicas, un horizonte A y como diferenciación respecto a los demás Solonchaks, la presencia de propiedades gleicas dentro de una profundidad de 100 centímetros a partir de la superficie.

El término «propiedades sálicas» al que la F. A. O. hace mención en la definición de los Solonchaks, se refiere a una conductividad eléctrica del extracto saturado mayor de 15 dS m⁻¹ a 25° C durante alguna época del año dentro de los 30 primeros centímetros a partir de la superficie o mayor de 4 dS m⁻¹ dentro de esos mismos 30 cm. si el pH es mayor de 8,5. Indicaremos que el término dS m⁻¹ equivale al hasta ahora empleado mmhos/cm.

Los valores de la conductividad eléctrica de las muestras de las cuatro calicatas recogidas en el citado trabajo de Gumuzzio y colaboradores, calicatas todas ellas en la provincia de Toledo pero en zonas muy próximas a nuestra Comunidad, así como la tomada por nosotros en las cercanías del arroyo Pantueña, entre Loeches y Torrejón de Ardoz, están todas muy por encima de esas cifras que indica la F. A. O. y ponen de manifiesto el carácter fuertemente salino de estos suelos, pero que debido al predominio de los cationes divalentes calcio y magnesio frente al sodio y debido también al gran exceso de sales solubles, su evolución hacia formas más alcalinas se hace muy difícil.

A continuación ponemos un cuadro con las principales determinaciones analíticas del perfil tomado por nosotros.

Cuadro 39
SOLONCHAK GLEICO (SCg)

Tipo de Horizonte		A	C
Profundidad en centímetros		10,00	90,00
Determinaciones físicas	LL	65,00	—
	LP	28,00	—
	DR	2,80	—
	DA	1,40	—
	PER	1,00	—
	RA	42,00	—
	LR	18,00	—
Análisis mecánico	P	0,00	—
	G	0,00	—
	T. fina	100,00	—
	Ar	12,00	—
	L	26,00	—
	Ac	62,00	—
Determinaciones químicas	MO	2,10	—
	C	1,22	—
	N	0,19	—
	C/N	6,41	—
	CO ₃ Ca	20,00	—
	Salin.	30,00	—
	pH	8,30	—
	V	100,00	—

Estos suelos, en la clasificación francesa o C. P. C. S. de 1967, quedarían como Suelos salinos con eflorescencias salinas, y en la *Soil Taxonomy*, según sus criterios, los suelos salinos que tenemos en España quedarían incluidos en el orden Aridisoles, suborden Orthids y gran grupo de los Salorthids. En el caso concreto que nos ocupa, el Solonchak gleico entraría en el subgrupo Aquollic Salorthid.

5. DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LOS SUELOS

Los suelos de la Comunidad de Madrid, que de una forma bastante concisa hemos descrito, al estar como todos los demás suelos relacio-

nados con sus factores de formación y con las características del medio en el que se encuentran, presentan una determinada distribución geográfica.

Un esquema muy simplista de la distribución de los suelos en la Comunidad resultaría, distinguiendo cinco zonas dentro de ella. Una quedaría situada al noroeste de una hipotética línea que uniría las localidades de Robledo de Chavela, San Lorenzo del Escorial y Buitrago de Lozoya. Es la zona más húmeda y más accidentada y sus suelos más representativos son los Cambisoles húmicos y los Leptosoles úmbricos, es decir, lo que llamábamos antes «tierras pardas forestales» y «ranker».

Entre esta línea y otra igualmente hipotética que enlazara las localidades de San Martín de Valdeiglesias, Colmenar Viejo y Torrelaguna, línea que coincide con la falla de Torreldones, tenemos un espacio quizá algo menos accidentado y menos húmedo, donde dominan los Cambisoles dísticos y los Leptosoles igualmente dísticos.

Otra zona vendría delimitada por la línea antes citada, el río Jarama y el límite de la Comunidad hacia el suroeste.

Tres cuartas partes de este espacio está dominado, litológicamente, por los sedimentos arcósicos conocidos como «facies Madrid» y el resto por materiales calizos y yesosos del Mioceno. Dentro de esta gran zona con forma de triángulo podemos a su vez distinguir tres sectores. Uno situado entre la hipotética línea que antes hemos citado que coincidía con la falla de Torreldones y otra que uniría las localidades de Navalcarnero, Pozuelo de Alarcón, Alcobendas y San Sebastián de los Reyes. Este espacio es de claro dominio de la facies arcósica y las asociaciones de suelos que hemos cartografiado en él están formadas fundamentalmente por Cambisoles eútricos y dísticos, Regosoles dísticos y Luvisoles háplicos. En este sector todavía se conserva en algunos sitios restos del primitivo bosque mediterráneo de encinas como podemos ver en Quijorna y en el monte de El Pardo.

Otro sector de esta tercera zona es el comprendido entre la línea Navalcarnero-Alcobendas y la que uniría Torrejón de Velasco, Pinto y Coslada. Dentro de este espacio quedaría la capital Madrid. Igualmente es de claro dominio de los sedimentos arcósicos y en él los suelos que predominan ampliamente son los Luvisoles, generalmente los cálcicos y háplicos, como fácilmente puede contemplarse en los vaciados para los cimientos de los nuevos edificios dentro de Madrid. Las asociaciones de estos suelos vienen acompañadas por alguna otra a base de Cambi-

soles eútricos y de Regosoles. El último sector es el situado entre la última línea citada y el río Jarama. Es la parte ocupada por materiales calizos y yesíferos principalmente que dan lugar a un paisaje más seco y que podemos atravesar yendo por la carretera de Madrid a Andalucía. Dos son los tipos de asociaciones de suelos que hemos cartografiado aquí. Las dominadas por los Leptosoles, generalmente rendsinicos y móllicos, y las constituidas con Gypsisoles cálcicos y con algunos otros tipos de suelos como Regosoles calcáricos y gypsicicos y algún Calcisol háplico.

Otra zona o comarca muy claramente definida tanto por su fisiografía como por los materiales que la ocupan, es la comprendida entre los ríos Jarama y Henares y el límite nordeste de la Comunidad. Estos terrenos forman parte de lo que puede llamarse complejo fluvial Jarama-Henares, conjunto constituido por las terrazas de estos ríos y unos materiales detríticos sedimentarios parecidos a los arcósicos pero más finos situados en los escarpes de las terrazas o en los espacios que quedan fuera de ellas. Es zona, en general, muy llana, como es lógico, o muy suavemente ondulada. Aquí el predominio es casi exclusivo de las asociaciones de Luvisoles. De todas formas el desarrollo o evolución va siendo mayor cuanto más antigua es la terraza sobre la que se encuentra el suelo. Así vemos desde Fluvisoles, Cambisoles y Calcisoles en las terrazas más bajas a Alisoles gleicos en la superficie superior más antigua, resto de las grandes extensiones de «rañas» que encontramos en la vecina provincia de Guadalajara. Todos los demás niveles intermedios de terrazas están ocupados, como decimos, por Luvisoles generalmente cálcicos y crómicos.

El espacio que queda entre las terrazas y sus escarpes, constituido litológicamente por unos sedimentos finos y muy micáceos, quizá también de origen arcósico, está dominado igualmente por los mismos Luvisoles, aunque aquí también es frecuente el Luvisol háplico.

La última zona a considerar es también una comarca muy definida, tanto por sus características fisiográficas como litológicas. Es una comarca muy amplia, situada entre los ríos Henares, Jarama y Tajo. Geológicamente está formada casi exclusivamente por materiales terciarios, desde las margas y arcillas bicolors del tramo inferior y que vemos, por ejemplo, en Loeches, siguiendo con los yesos y margas yesíferas de Fuentidueña de Tajo o Villaconejos, las margas y calizas margosas blancas de la «serie blanca», visibles en las subidas a Torres de la

Alameda o a Campo Real y que termina con las calizas superiores duras, compactas, blancas o grises que son motivo de explotación en numerosas canteras y que son las que dan la típica fisonomía del Páramo, páramo que podríamos considerar continuación del vecino Páramo alcarreño. Este Páramo constituye una gran plataforma, no del todo llana, pues puede apreciarse en bastantes sitios un suave relieve ondulado, como consecuencia de deformaciones causadas por hundimientos provocados por disoluciones de materiales inferiores o por la plasticidad de gran parte de esos materiales inferiores.

Dentro de todo este conjunto que aparece cortado por el río Tajuña, además del relieve más o menos llano que hemos indicado, existe otro muy abrupto que viene representado por los escarpes de este Páramo que caen hacia los grandes ríos y que son más abruptos en las laderas orientadas al mediodía.

En las laderas y escarpes donde afloran los materiales terciarios blandos o que están cubiertas de derrubios y coluviones, dominan las asociaciones con suelos en general de poco desarrollo, tanto genético como efectivo y, por lo tanto, son los Leptosoles de todo tipo, principalmente mólicos, rendsinicos y líticos, los Regosoles calcáricos y gypsicos y los Gypsisoles cálcicos los suelos más frecuentes. En la plataforma superior típica del Páramo y generalmente sobre las calizas o materiales procedentes de alteración y fisuración de ellas, encontramos un predominio claro de los Luvisoles, sobre todo cálcicos y también crómicos, la antigua «terra rossa», y en las zonas de un Páramo erosionado o en parte destruido, tenemos también Calcisoles.

Por último, el espacio comprendido entre los escarpes y los cursos de agua importantes, es decir, zonas menos abruptas y que ya enlazan con las llanuras aluviales, suele ser de dominio de Cambisoles, Calcisoles y Regosoles, como ocurre hacia el Henares y Jarama, o de Gypsisoles y Cambisoles, si es hacia el Tajo.

Solamente nos queda por reseñar como espacios muy definidos dentro del territorio de la Comunidad de Madrid, las grandes vegas de los ríos Henares, Tajuña, Jarama y Tajo y otras más reducidas como las de los ríos Alberche, Guadarrama, Torote y Manzanares. Los suelos que dominan en estas vegas son casi exclusivamente los Fluvisoles, con pequeñas inclusiones de algún otro suelo.

6. EXTENSION DE LOS DISTINTOS TIPOS DE SUELOS

Aunque durante el transcurso de esta Memoria hemos ido haciendo referencia a la distinta extensión relativa ocupada por determinados suelos, vamos a incluir a continuación un cuadro en el que expondremos la superficie, siempre tomada de una forma aproximada de los distintos tipos y subtipos de suelos que hemos cartografiado en la Comunidad de Madrid, superficie expresada en hectáreas y en tanto por ciento de la superficie total de la Comunidad y también en relación con la que ocupa el tipo principal de suelo.

Cuadro 40

Tipo de suelo	% del total	Superficie total Ha.	Subtipo	% del tipo	Superficie total Ha.	% del total			
FL	6,68	53.000	FLe	33,40	17.700	2,23			
			FLc	66,60	35.300	4,45			
GL	0,14	1.100	GLm	64,00	700	0,09			
			GLk	36,00	400	0,05			
SC	0,04	300	SCg	100,00	300	0,04			
RG	7,43	59.000	RGe	2,04	1.200	0,15			
			RGc	39,66	23.400	2,95			
			RGd	49,83	29.400	3,70			
			RGy	8,47	5.000	0,63			
			LPe	2,00	3.000	0,37			
LP	18,85	150.000	LPd	16,00	24.000	3,01			
			LPk	11,30	17.000	2,14			
			LPm	21,00	31.500	3,96			
			LPu	17,35	26.000	3,27			
			LPq	32,35	48.500	6,10			
			CM	35,55	282.600	CMe	33,75	95.400	12,00
						CMd	35,32	99.800	12,55
CMu	23,35	66.000				8,30			
CMc	6,83	19.300				2,43			
CMv	0,43	1.200				0,15			
CL	4,84	38.500	CMg	0,32	900	0,12			
			CLh	74,30	28.600	3,60			
			CLi	25,20	9.700	1,22			
			CLp	0,50	200	0,02			
GY	3,20	25.500	GYk	100,00	25.500	3,20			
LV	21,75	173.000	LVx	9,20	16.000	2,00			

Cuadro 40 (Continuación)

Tipo de suelo	% del total	Superficie total Ha.	Subtipo	% del tipo	Superficie total Ha.	% del total
			LVk	61,90	107.000	13,47
			LVg	6,90	12.000	1,51
			LVh	22,00	38.000	4,77
PH	0,30	2.400	PHI	0,30	2.400	0,30
AL	0,90	7.000	ALh	87,20	6.100	0,78
			ALg	12,80	900	0,12
AT	0,32	2.600	ATu	100,00	2.600	0,32

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AUBERT, G. (1968): Classification des sols utilisée par les Pedologues Françaises. *F. A. O. World Soil Resources. Rep.* 32: 78-94.
- BUOL, S. W.; HOLE, F. D.; McCracken, R. J. (1981): Génesis y clasificación de suelos. Trillas. Mexico.
- ESPEJO, R. (1985): The ages and soils of two levels of «raña» surfaces in Central Spain. *Geoderma* 35: 223-239.
- ESPEJO, R. (1986): Procesos edafogénicos y edad de las formaciones tipo «raña» relacionadas con las estribaciones meridionales de los Montes de Toledo. *An. Edafol. Agrobiol.* 45: 655-680.
- F. A. O. (1970): Guía para la descripción de perfiles de suelos. Roma.
- F. A. O. (1974): Soil Map of the World. 1:5.000.000 I.- Legend. Paris.
- GUERRA, A. *et al.* (1968): Mapa de suelos de España. Península y Baleares. 1:1.000.000 C. S. I. C. Madrid.
- GUMUZZIO, J.; ALVAREZ, J. B. (1984): Características de Gipsiorthids en la Región Central Española. *An. Edafol. y Agrobiol.* 43: 93-110.
- GUMUZZIO, J.; BATLLE, J.; GUERRA, A. (1981): Contribución al estudio de suelos salinos en la Submeseta Sur (Toledo). *An. Edafol. y Agrobiol.* 40: 1073-1088.
- I. N. R. A. (1967): Classification des sols. Commission de Pedologie. Paris.
- JIMÉNEZ, R.; MARTÍN DE VIDALES, J. L.; GARCÍA, R. (1982): Significado de la presencia de horizontes Bt en suelos de las facies de Madrid. *An. Edafol. y Agrobiol.* 41: 1235-1248.

- KUBIENA, W. L. (1952): Claves sistemáticas de suelos. C. S. I. C. Madrid.
- LABRANDERO, J. L.; MONTURIOL, F. (1977): Fisiografía y suelos de la Región de Alcalá de Henares. Actas de la II. Reunión Nac. del G. E. T. Cuaternario, pp. 129-135.
- MONTURIOL, F. (1984): Capítulo *Suelos* en Estudio Agrobiológico de la Provincia de Toledo. Instituto de Edafología y Biología Vegetal (C. S. I. C.) y el Instituto Provincial de Investigaciones y Estudios Toledanos. Toledo. pp. 19-146.
- MONTURIOL, F. (1987): Capítulo *Suelos* en La Naturaleza de Madrid. Comunidad de Madrid. Consejería de Agricultura y Ganadería. Madrid. pp. 135-151.
- MONTURIOL, F.; GUERRA, A. (1975): Los modernos sistemas de clasificación de suelos y su aplicación en España. *Anales del Inst. Bot. «A. J. Cavanilles»*. Madrid. 32: 1375-1384.
- MONTURIOL, F.; HOYOS, A. (1981): Los suelos de la Comarca de Carabaña. *Anales de la Real Academia de Farmacia.* 47: 339-355. Madrid.
- MONTURIOL, F.; GUERRA, A., *et al.* (1975): Cartografía edafológica y capacidad de uso del suelo de la subregión de Madrid. COPLACO del Ministerio de la Vivienda e Instituto de Edafología y Biología Vegetal del C. S. I. C. Madrid.
- MONTURIOL, F.; ALCALÁ DEL OLMO, L.; BADORREY, T.; CARLEVARIS, J. J.; DE LA HORRA, J. L. (1979): Cartografía edafológica y capacidad de uso de los suelos de la Provincia de Santander. C. S. I. C., C. I. D. de la Diputación de Santander y Universidad de Santander. Santander.
- SOIL SURVEY STAFF (1951): Soil Survey Manual. *Handbook* núm. 18. Soil Conservation Service. U. S. D. A. Washington.
- SOIL SURVEY STAFF (1975): Soil Taxonomy. *Handbook* núm. 436. Soil Conservation Service. U. S. D. A. Washington.