



XII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo 1993  
Sociedad Española de la Ciencia del Suelo

---

# GUIA CIENTIFICA EXCURSION SEVILLA-SALAMANCA

Vicesecretarios:

J. L. MUDARRA, J. FORTEZA y E. MOLINA

Autores:

C. BAÑOS, L. CLEMENTE, J. FORTEZA, J.F. GALLARDO,  
E. MOLINA, J.L. MUDARRA Y J. PASCUAL.

Análisis laboratorio: R. LOPEZ y M.C. MACARRO.

# ITINERARIO SEVILLA-MERIDA



## RECORRIDO ITINERARIO SEVILLA - MERIDA:

### LA RUBEFACCION EN SUELOS DE SIERRA MORENA Y EXTREMADURA

#### RUBEFACCION SOBRE MATERIALES ACIDOS

##### .CATENA LAGOS DEL SERRANO.

La catena de suelos de LOS LAGOS DEL SERRANO se encuentra en plena Sierra Morena, en la provincia de Sevilla, término municipal de El Ronquillo, en el área de la urbanización denominada "LAGOS DEL SERRANO"

Se ubica en la hoja topográfica nº 940 "Castilblanco de los Arroyos", cerca del embalse de CALA.

El relieve de esta zona va de colinado a abrupto de tipo estructural, muy bien definido y perfectamente alineado según las direcciones de los pliegues, fruto de la intensa orogénia hertzinica que plegó y remodeló los materiales depositados y sedimentados durante el Paleozóico.

Sus altitudes oscilan entre los 300 y 330 metros s.n.m.. El sustrato geológico que da origen a los suelos, son pizarras devónicas, pizarras mosqueadas y alternancias flyschoide de pizarras, entre las que se interestratifican capas lenticulares de cuarcitas..

La red de drenaje se encaja profundamente dando formas estructurales que convergen en el embalse. La pendiente media de esta zona es de 6%, superando, no obstante en algunos puntos el 15%.

Esta zona constituye un área de metamorfismo de contacto, donde aparecen de forma aislada diques de rocas ultrabásicas que son inyecciones posteriores a las pizarras, aprovechando los planos de fractura. Hay, además algunos lechos plegados de cuarzo en forma de cuarcitas férricas probablemente hidrotermales.

Las pizarras presentan buzamientos con angulos variables con la horizontal que van desde 15º hasta 75º.

Para el estudio de la dinámica edafológica se han seleccionado cuatro

perfiles de suelo en posiciones fisiográficas diferentes, abarcando desde altos de ladera hasta zonas deprimidas con suelos de amplio desarrollo en profundidad. El conjunto de suelos seleccionados, con distinto grado de evolución de acuerdo con la posición fisiográfica, constituye la catena de suelos representativa de esta zona.

### Vegetación.

La vegetación correspondiente a los suelos de la catena de Serrano pertenece al dominio climácico *Quercion rotundifoliae*, subdominio *Pireto-Quercetum suberetosum*.

El bosque *climax* de este subdominio está prácticamente extinguido por la acción combinada de hombres y animales. Han persistido algunas encinas (*Quercus ilex L.*) y alcornoques (*Quercus suber L.*) de forma aislada.

El matorral corresponde al *Cistion ladaniferi* y a la asociación *Genisteto-Cistetum ladaniferi*, que es un jaral formado por muchas especies de *Cistus*, con *Phillyrea angustifolia L.*, *Erica australis L.*, *Lavandula stoechas L.*, *Lavandula pedunculata Cav.*, etc.

El pastizal natural corresponde al *Helianthemium* con *Vulpia dertomensis (All.) Volkart.*, *Plantago bellardi All.*, *Rumex bucephalophorus L.*, *Trifolium cherleri L.*, *Trifolium glomeratum L.*, etc.

### El Clima

Para realizar el estudio climático de las zonas se han utilizado los datos de la estación meteorológica del Pantano de Cala.

En el área representada por la estación "Pantano de Cala" las temperaturas experimentan fuertes contrastes a lo largo del año, siendo la temperatura media del mes más frío (Enero) de 9,0°C y la del mes más caliente (Julio) de 26,3°C. Sin embargo, este contraste es menor que en la zona de "Guadalcanal TV", puesto que la media de las mínimas para el mes de Enero (4,2°C) es superior, (en ningún mes se han alcanzado los 0°C) y las temperaturas máximas son algo superiores (34,7°C, en el mes de Julio).

La distribución de la pluviosidad, aun siendo irregular, lo es en menor grado que en la estación anterior. Coincide el mes más frío con la mayor precipitación (112.8 mm), siendo el único mes que supera los 100 mm. Los meses más calurosos corresponden con los de menor precipitación (5.4 y 3.5 mm en

Julio y Agosto, respectivamente) que es prácticamente 0 en algunos años.

De acuerdo con los datos de la tabla 1.6.2 el índice de aridez de Martonne tiene un valor de 26,4, y el de Martonne y Cottmann, 13,8. El índice de Emberger alcanza el valor de 58,8 y el de Dantin-Revenga, 2,3 que corresponde a zona semiárida. Según la sistemática de Papadakis, el área se clasifica con la nomenclatura SU-me (semicálido mediterráneo semiárido), correspondiendo un índice de 8 según la notación de Penman para evapotranspiración. De acuerdo con la clasificación climática de Thornthwaite la nomenclatura correspondiente a esta zona es C1 B'3 d c'3 es decir, Seco, Mesotérmico III con exceso de agua en invierno y gran falta en verano. Las temperaturas más moderadas del área durante la época lluviosa favorecen los procesos edafogenéticos, a pesar de todo, éstos están limitados por la escasa precipitación del período caluroso. De todas formas, las condiciones climáticas pueden considerarse favorables para el proceso de la rubefacción, sobre todo en áreas de fácil drenaje, pudiéndose admitir con toda seguridad los años más lluviosos sin que suponga un retroceso en los más secos.

PERFIL NUMERO: IV

Localidad: Carretera El Ronquillo-Lagos del Serrano.El Ronquillo (Sevilla).

Clasificación: Soil Taxonomy (1985): *Lithic-Xerorthent*

Posición Fiográfica: Pendiente convexa

Forma del Terreno Circundante: Clase 2 (Ondulado).

Pendiente en el perfil: Clase 3 (Inclinado).

Vegetación: Matorral de alta cobertura y porte notable ( 2m), correspondiente a la asociación *Genisteto-Cistetum ladaniferi*. Pastizal ausente. Suelo cubierto totalmente por hojarasca de *Cistus ladanifer*.

Especie	Cobertura aproximada (%)
Estrato arbóreo:	1
<i>Quercus rotundifolia</i>	1
Estrato arbustivo:	95
<i>Cistus ladanifer</i>	80
<i>Genista hirsuta</i>	15
<i>Lavandula stoechas</i>	1
Estrato herbáceo:	Ausente

Material original: Pizarras mosqueadas devónicas con cuarcitas.

Drenaje: Clase 6 (Excesivamente drenado).

Condiciones de humedad: Seco, todo el perfil.

Pedregosidad: Clase 2 (Pedregoso).

Afloramientos rocosos: Clase 1 (Moderadamente rocoso).

Evidencias de erosión: Hidrica, moderada, laminar.

Influencia antropica: Hay evidencias de incendios recientes.

<u>Hor.</u>	<u>Prof. (cm.)</u>	<u>Descripción</u>
Ah	0-10	Pardo rojizo oscuro (5YR3/3). en húmedo y pardo rojizo (5YR5/3). en seco; franco-arenoso; estructura en bloques subangulares medios, fuerte; ligeramente duro en seco, muy friable en húmedo, ligeramente plástico y ligeramente adherente en mojado; no calcáreo; abundantes poros finos y muy finos; abundantes raíces finas y muy finas, pocas medias; frecuentes fragmentos rocosos de tamaño piedra y grava, predominantemente angulosos: actividad biológica moderada: límite brusco e irregular; pH 5,1 (fuertemente ácido).

R

10-+

Roca madre continua, constituida por pizarra mosqueada. Se observan algunas fisuras, separadas más de 10 cm, por término medio.



PERFIL NUMERO: V

Localidad: Carretera El Ronquillo-Lagos del Serrano.El Ronquillo (Sevilla).

Clasificación: Soil Taxonomy (1985): *Dystric Xerochrept*

Posición Fisiográfica: Pendiente convexa

Forma del Terreno Circundante: Clase 2 (Ondulado).

Pendiente en el Perfil: Clase 1 (Suavemente inclinado)

Vegetación: Encinar moderadamente conservado, con matorral denso de porte elevado (2,5 m).

Especie	Cobertura aproximada (%)
Estrato arbóreo:	20
<i>Quercus rotundifolia</i>	20
Estrato arbustivo:	70
<i>Cistus ladanifer</i>	45
<i>Myrtus communis</i>	15
<i>Phlomis purpurea</i>	5
<i>Cistus salvifolius</i>	1
<i>Genista hirsuta</i>	1
<i>Phyllirea angustifolia</i>	1
<i>Lavandula stoechas stoechas</i>	1
<i>Helichrysum stoechas</i>	<1
Estrato herbáceo:	50
<i>Centaurea melitensis</i>	35
Gramineas (varias spp.)	10
<i>Malva silvestris</i>	5
<i>Centaureum eritraca</i>	<1

Material Original: Pizarras devónicas. con cuarcitas.

Drenaje: Clase 4 (Bien drenado).

Condiciones de Humedad: Seco todo el perfil.

Pedregosidad: Clase 1 (Moderadamente pedregoso).

Afloramientos Rocosos: Clase 0 (Muy poco rocoso).

Evidencias de Erosión: Hidrica. laminar, ligera.

Influencia Antropica: No se aprecia.

Hor.	Prof. (cm.)	Descripción
Ah	0-10	Pardo oscuro (5YR5/4), en humedo y pardo claro (7.5YR5/4), en seco; franco-limoso; estructura



en bloques subangulares, de medios a gruesos fuerte; ligeramente duro en seco, friable en húmedo, no plástico y no adherente en mojado; no calcáreo; frecuentes fragmentos rocosos de tamaño grava, angulosos; abundantes poros finos, muy finos, frecuentes medios; abundantes raíces finas, muy finas, y medias; actividad biológica alta (insectos); límite neto y plano; pH 5,1 (fuertemente ácido).

- |    |       |  |
|----|-------|--|
| B  | 10-30 | Rojo amarillento (5YR4/6), en húmedo y pardo claro (7.56/4) en seco; franco-limoso; estructura en bloques subangulares medios, fuerte; ligeramente duro en seco, friable en húmedo, ligeramente plástico y ligeramente adherente en mojado; muy pocos poros finos y muy finos; no se observan raíces; frecuentes fragmentos de roca alterada, tamaño grava, predominantemente angulosos; límite gradual y plano; pH 4,7 (muy fuertemente ácido). |
| BC | 30-55 | Rojo amarillento (5YR5/8) en húmedo, amarillo rojizo (7.5YR5/4), en seco; franco-limoso; estructura en bloques subangulares medios, fuerte; ligeramente duro en seco, friable en húmedo, ligeramente plástico y ligeramente adherente en mojado; muy pocos poros muy finos; no se observan raíces; abundantes fragmentos, tamaño grava y piedra, de roca alterada; límite gradual y plano.   |
| C  | 55-90 | Pizarra mosqueada muy alterada y fragmentada, abigarrada, pardo rojiza (5YR6/6) y negra (2.5Y2.5/0) en húmedo, amarillo rojiza (5YR6/6) y gris muy oscura (2.5Y3/0) en seco; no se observan poros ni raíces; límite gradual e irregular.   |
| R  | 90-+  | Roca madre (pizarra mosqueada) continua; gris muy oscuro a negro (2.5Y2.5/0) en húmedo, gris muy oscuro (2.5Y3.0) en seco.   |

PERFIL NUMERO: VI

Localidad: Carretera El Ronquillo-Lagos del Serrano. El Ronquillo (Sevilla)  
Clasificación: Soil Taxonomy (1985): *Haploxeralf*  
Posición Fisiográfica: Depresión en pendiente cóncava.  
Forma del Terreno Circundante: Clase 2 (Ondulado).  
Pendiente en el Perfil: Clase 1 (Llano o casi llano).  
Vegetación: Dehesa aclarada de *Quercus rotundifolia*, con pastizal muy denso de gramíneas heníferas, acompañadas por *Mentha pulegium*.

Especie	Cobertura aproximada (%)
Estrato arbóreo:	20
<i>Quercus rotundifolia</i>	20
Estrato arbustivo:	Ausente
Estrato herbáceo:	100
Gramíneas (varias spp.)	95
<i>Mentha pulegium</i>	5
<i>Centaurea spp.</i>	<1
<i>Hypericum sp.</i>	<1

Material Original: Pizarras mosqueadas devónicas con cuarcitas.  
Drenaje: Clase 3 (Moderadamente bien drenado).  
Condiciones de Humedad: Algo húmedo por debajo de 30 cm.  
Pedregosidad: Clase 1 (Moderadamente pedregoso).  
Afloramientos Rocosos: Clase 0 (Muy poco rocoso).  
Evidencias de Erosión: Nula. Zona de deposición.  
Influencia Antropica: No se aprecia.

Hor.	Prof. (cm.)	Descripción
Ah	0-10	Pardo oscuro (7.5YR4/4), en húmedo y pardo intenso (7.5YR6/4), en seco; franco: estructura en bloques subangulares medios, fuerte; duro en seco, friable en húmedo, ligeramente plástico y ligeramente adherente en mojado; no calcáreo; abundantes poros finos y muy finos; abundantes raíces finas y muy finas, muy pocas medias; actividad biológica alta (insectos); límite neto e irregular; pH 5.7 (moderadamente ácido).
2A	10-25	Pardo oscuro (7.5YR3.5/2), en húmedo, pardo (10YR5/3), en seco; franco-arcilloso:

estructura en bloques subangulares medios, fuerte; duro en seco, friable en húmedo, plástico y adherente en mojado; frecuentes poros finos y muy finos; frecuentes raíces finas y muy finas; límite gradual y plano; pH 5.4 (fuertemente ácido).

- |     |        |  |
|-----|--------|--|
| 2Bt | 25-60  | Pardo rojizo oscuro (5YR3/3) en húmedo, pardo (7.5YR5/4) en seco; franco-arcilloso; estructura en bloques subangulares medios, fuerte; duro en seco, firme en húmedo, muy plástico y muy adherente en mojado; se observan cutanes; pocos poros finos y muy finos; pocas raíces finas; pocos fragmentos de cuarcita; límite gradual y plano; pH 5,5 (fuertemente ácido).                                |
| 2BC | 60-150 | Pardo amarillento (10YR4/4) en húmedo, pardo amarillento claro (10YR6/4) en seco; franco; estructura en bloques subangulares finos, moderada: friable en húmedo, ligeramente plástico y ligeramente adherente en mojado; pocos poros finos; no se observan raíces; frecuentes fragmentos de pizarra mosqueada y cuarcita. de tamaño grava y piedra; límite neto y plano; pH 5,6 (moderadamente ácido). |
| 2R  | 150 +  | Roca madre continua, constituida por pizarra mosqueada, dominante, y cuarcitas.  |

PERFIL NUMERO: VII

Localidad: Carretera El Ronquillo-Lagos del Serrano.El Ronquillo (Sevilla).

Clasificación: Soil Taxonomy (1985): *Ultic Palexeralf*

Posición Fisiográfica: Pendiente cóncava.

Forma del Terreno Circundante: Clase 2 (Ondulado).

Pendiente en el Perfil: Clase 1 (Suavemente inclinado).

Vegetación: Matorral de alta densidad y porte arbustivo (hasta 2.5 m. de altura), dominado por elementos del *Genisto-Cistetum ladaniferi*.

Especie Cobertura aproximada (%)

Estrato arbóreo: Ausente

Estrato arbustivo: 80

<i>Cistus ladanifer</i>	60
<i>Genista hirsuta</i>	5
<i>Ulex eriocladus</i>	5
<i>Lavandula stoechas stoechas</i>	10
<i>Helichrysum stoechas</i>	1

Estrato herbáceo: 30 Pastizal agostado de gramíneas y compuestas cubriendo un 25-30% de la superficie. Las especies principales que lo componen son:

<i>Centaurea melitensis</i>	+++
<i>Crepis capilaris</i>	+
<i>Brija maxima</i>	+
<i>Tolpis barbata</i>	+
<i>Leontodon sp.</i>	+
<i>Gastridium ventricosum</i>	++
<i>Agrostis pourretii</i>	++
<i>Plantago coronopus</i>	+
<i>Colostephus sp.</i>	+
<i>Linum bienne</i>	+
<i>Centaureum maritimum</i>	+
<i>Lofia gallica</i>	+
<i>-Asphodelus aestivus</i>	<1

Material Original: Pizarras devónicas y algunas cuarcitas.

Drenaje: Clase 4 (Bien drenado).

Condiciones de Humedad: Seco, todo el perfil.

Pedregosidad: Clase 2 (Pedregoso).

Afloramientos Rocosos: Clase 1 (Moderadamente rocoso).

Evidencias de Erosión: Hidrica, laminar, ligera.

Influencia Antropica: No se aprecia.

<u>Hor.</u>	<u>Prof. (cm.)</u>	<u>Descripción</u>
Ah	0-10	Pardo rojizo oscuro (5YR3/4) pardo (7.5YR5/4) en seco; franco; estructura en bloques subangulares, finos, débil; ligeramente duro en seco, friable a firme en húmedo, ligeramente plástico y no adherente en mojado; no calcáreo; pocos fragmentos rocosos, de tamaño grava y piedra, angulosos; abundantes poros finos, muy finos y medios; abundantes raíces finas, muy finas, y medias; actividad biológica alta (insectos); limite neto y plano; pH 5,6 (moderadamente ácido).
AB	10-20	Rojo amarillento (5YR5/6), en húmedo y amarillo rojizo (5YR7/6) en seco; franco; estructura en bloques subangulares medios, fuerte; duro en seco, friable en húmedo, plástico y adherente en mojado; no calcáreo; pocos fragmentos de roca alterada, tamaño grava y piedra, angulosos; frecuentes poros finos y muy finos; frecuentes raíces muy finas; actividad biológica moderada; limite neto e irregular; pH 5,2 (fuertemente ácido).
Bt1	20-28	Rojo (2.5YR4/6) en húmedo, rojo claro (2.5YR6/8), en seco; arcilloso; estructura en bloques subangulares medios, fuerte; ligeramente duro en seco, friable en húmedo, plástico y adherente en mojado; pocos poros finos; no se observan raíces; limite neto y ondulado; pH 4,6 (muy fuertemente ácido).
Bt2	28-55	Rojo (10R4/6) en húmedo, rojo (10R5/8) en seco; arcillosos; frecuentes manchas medias, destacadas rojas (2.5YR4/6) en húmedo, rojo claro (2.5YR6/8) en seco; estructura en bloques subangulares medios, muy fuerte; ligeramente duro en seco, friable en húmedo, muy plástico y muy adherente en mojado; no se observan poros ni raíces; límite gradual y plano; pH 4,7 (muy fuertemente ácida).
BC	55-70	Rojo (10R4/6) en húmedo y rojo (10R5/8) en seco; muchas manchas (ocupando el 50% de la masa del suelo) rojas (2.5YR4/6) y grises (2.5Y6/0) en húmedo, rojo claro (2.5YR6/8) y blanco (2.5Y8/0), respectivamente, en seco; arcilloso; estructura en bloques subangulares medios, moderadamente fuerte; muy duro en seco,

friable en húmedo, muy plástico y muy adherente en mojado; algunos fragmentos de roca alterada; no se observan poros ni raíces; límite gradual y plano; pH 4,6 (muy fuertemente ácida).

C                    70-75                    Roca madre fragmentada y alterada; tierra fina franco-arcillosa; gris (2.5Y6/0) en húmedo, blanco-grisáceo (2.5Y8/0) en seco; tierra fina arcillosa; sin estructura (masiva); pH 4,7 (muy fuertemente ácida).

R                    75-+                    Pizarra mosqueada continua gris muy oscuro a negro (2.5Y2.5/0) en húmedo, gris muy oscuro (2.5Y3/0) en seco.

Tabla 2.1

PERFIL	HORIZON.	PROFUND.	pH	C%	m.o.%	N%	C/N
IV	Ah	0 - 10	5.1	0.66	1.13	0.05	13.2
	R	10 - +					
V	Ah	0 - 10	5.1	3.02	5.21	0.23	13.1
	B	10 - 30	4.7	1.32	2.27	0.12	11.0
	BC	30 - 55	4.7	1.16	2.0	0.11	10.5
	C	55 - 90	4.7	0.52	0.9	0.05	10.4
	R	90 - +					
VI	Ah	0 - 10	5.7	1.96	3.38	0.14	14.0
	2A	10 - 25	5.4	2.3	3.97	0.21	10.9
	2Bt	25 - 60	5.5	1.26	2.12	0.11	11.4
	2BC	60 - 15	5.6	0.46	0.79	0.04	11.5
	R	150 - +					
VII	Ah	0 - 10	5.6	2.96	5.11	0.22	13.4
	AB	10 - 20	5.2	1.66	2.06	0.15	11.0
	Bt1	20 - 28	4.6	0.66	1.14	0.06	11.0
	Bt2	28 - 55	4.7	0.38	0.66	0.04	9.5
	BC	55 - 70	4.6	0.44	0.75	0.04	11.0
	C	70 - 75	4.7	0.12	0.21	0.01	12.0
	R1	75 - +					





Tabla 2.3

PERFIL	HORIZON.	PROFUND.	Arcilla	Limo	Ar.G.	Ar. F.
IV	Ah	0 - 10 10 - +	17.00	32.50	26.50	24.00
V	Ah	0 - 10	20.00	41.60	22.70	15.70
	B	10 - 30	24.50	47.00	20.30	8.20
	BC	30 - 55	22.60	44.00	25.00	8.40
	C	55 - 90	21.00	43.00	25.40	9.60
	R	90 - +				
VI	Ah	0 - 10	28.50	35.50	18.00	18.00
	2A	10 - 25	31.00	40.00	15.50	13.50
	2Bt	25 - 60	39.00	36.00	18.30	6.70
	2BC	60 - 15	22.50	33.50	38.70	5.30
	R	150 - +				
VII	Ah	0 - 10	21.00	27.00	24.30	27.70
	AB	10 - 20	23.25	30.50	21.85	24.40
	Bt1	20 - 28	41.50	30.50	12.60	15.40
	Bt2	28 - 55	59.50	22.20	4.50	13.80
	BC	55 - 70	47.00	33.50	6.20	13.30
	C	70 - 75	34.00	39.00	9.60	17.40
	R1	75 - +				

Tabla 2.4

		ANALISIS QUIMICO									
Perf	Hori	p.cal	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MnO
IV	Ah	8.52	67.70	14.70	5.38	1.35	0.10	0.81	1.17	0.22	0.06
	R	4.68	65.88	16.83	7.87	1.45	0.15	0.59	1.72	0.13	0.07
V	Ah	9.93	57.74	18.66	7.65	1.57	0.10	0.79	2.32	0.37	0.11
	B	8.55	52.81	24.77	7.16	1.65	0.05	0.71	2.68	0.40	0.25
	BC	7.15	51.75	25.66	8.44	1.47	0.10	0.82	2.72	0.42	0.18
	C	6.30	54.78	25.16	7.53	1.45	0.05	0.75	2.67	0.35	0.21
	R	5.04	57.94	21.08	7.97	1.70	0.05	0.70	2.95	0.41	0.32
VI	Ah	8.25	62.10	18.85	6.85	1.57	0.16	1.16	1.12	0.28	0.08
	2A	10.12	59.53	19.20	5.62	1.50	0.09	0.87	1.18	0.17	0.13
	2Bt	9.45	54.10	21.05	11.3	1.32	0.06	1.10	1.53	0.11	0.13
	2BC	5.67	60.95	18.36	8.94	1.17	0.08	0.75	1.85	0.26	0.21
	R	4.77	62.80	17.94	6.56	1.43	1.15	1.07	3.00	0.40	0.15
VII	Ah	7.83	71.60	10.51	5.71	1.31	0.14	0.45	1.17	0.12	0.11
	AB	6.81	68.80	13.29	6.25	1.12	0.08	0.36	1.26	0.15	0.11
	Bt1	6.47	62.92	16.81	8.75	1.02	0.08	0.47	1.35	0.16	0.19
	Bt2	8.15	54.60	21.83	11.66	1.33	0.08	0.38	0.66	0.12	0.12
	BC	7.04	57.16	21.06	10.04	1.42	0.07	0.80	0.09	0.13	0.12
	C	5.18	59.87	21.77	7.19	1.65	0.08	0.95	2.16	0.20	0.17
	R1	4.60	76.14	10.12	4.06	1.35	0.36	0.70	1.89	0.10	0.12
	R2	4.37	79.82	9.06	3.27	0.72	0.10	0.36	1.67	0.15	0.05
	R3	4.96	62.55	20.07	6.55	1.13	0.18	0.31	2.06	0.29	0.23
	R4	5.49	64.35	17.54	6.96	1.25	0.17	1.17	1.61	0.16	0.14
	R5	5.34	59.94	23.63	5.77	1.39	0.21	0.90	2.02	0.23	0.07
	R6	6.00	57.35	22.47	5.59	1.04	0.14	0.79	3.04	0.42	0.15
	R7	5.58	57.01	23.88	8.10	1.38	0.15	0.72	3.26	0.25	0.09
	R8	5.98	54.36	21.93	9.66	2.45	0.18	1.63	2.64	0.29	0.01
	R9	5.32	58.44	21.21	6.97	1.70	0.05	0.78	2.95	0.44	0.25
R10	5.66	52.90	22.88	14.39	1.45	0.08	0.99	1.27	0.16	0.02	

## CATENA LAGOS DEL SERRANO.

La zona de los lagos del Serrano presenta un relieve que va de ondulado a suavemente ondulado, con erosión hídrica moderada o nula. Los suelos de esta zona se desarrollan sobre pizarras Devónicas mosqueadas, de medio a alto grado de metamorfismo.

Esta zona constituye un área de metamorfismo de contacto, donde aparecen de forma aislada diques de rocas ultrabásicas que son inyecciones posteriores a las pizarras, aprovechando los planos de fractura. Hay, además algunos lechos plegados de cuarzo en forma de cuarcitas férricas probablemente hidrotermales.

Las pizarras presentan buzamientos con ángulos variables con la horizontal que van desde 15° hasta 75°.

Para el estudio de la dinámica edafológica se han seleccionado cuatro perfiles de suelo en posiciones fisiográficas diferentes, abarcando desde altos de ladera hasta zonas deprimidas con suelos de amplio desarrollo en profundidad. El conjunto de suelos seleccionados, con distinto grado de evolución de acuerdo con la posición fisiográfica, constituye la catena de suelos representativa de esta zona.

**Determinaciones químicas generales: materia orgánica, pH, carbonatos, capacidad de cambio y cationes de cambio.**

La tabla 2.1 muestra los resultados de las determinaciones de pH, materia orgánica y carbonatos.

Los perfiles representativos de esta catena presentan valores en el contenido en materia orgánica que varían entre 3,4%, en el horizonte A del perfil VI. y 5,2% en el horizonte A del perfil V. El valor más bajo entre los horizontes superiores corresponde el horizonte A del perfil IV con 0,74%. El contenido en materia orgánica disminuye de forma gradual con la profundidad.

Las razones C/N de los epipedones de los perfiles son del orden de 13. Estos valores concuerdan con los esperados para suelos cuya cubierta vegetal y demás factores ecológicos corresponden a los de estos perfiles. Teniendo en cuenta estas razones y la fuerte acidez de los suelos, el humus puede clasificarse como Mull forestal tendiendo a Moder o Moder típico. Como se ha comentado anteriormente, la reacción del suelo es muy ácida y se acentúa con la profundidad, lo cual está de acuerdo con la naturaleza del material

original (pizarras con inclusiones de cuarcitas).

Como es de esperar, en suelos con esta acidez, no se han detectado trazas de carbonatos en ningún horizonte.

La tabla 2.2 contiene los resultados de la capacidad de cambio de bases ( $\bar{C}$ ), cationes de cambio (S) y grado de saturación (V) de los suelos.

Aunque existen algunas diferencias en los valores de la capacidad de cambio de los distintos suelos de la catena, todos tienen como característica común el bajo grado de saturación en bases.

En general, la capacidad de cambio de los horizontes superficiales es mayor que la de los horizontes subyacentes, como consecuencia de la incidencia de la materia orgánica en los valores debidos a la fracción mineral del suelo. Esta circunstancia se da, principalmente, en los perfiles V y VI, cuyas capacidades de cambio en los horizontes superficiales son de 14,0 y 20,0 meq/100 g respectivamente, mientras que los mayores valores de los horizontes más profundos de cada perfil son 10.0 y 17.6 meq/100g.

Por el contrario, los valores más altos en el perfil VII corresponden a los horizontes más profundos, donde existe acumulación de arcilla como consecuencia de un fuerte proceso de lavado.

En cualquier caso, los valores de la capacidad de cambio en esta catena son bajos (el mayor valor determinado es 20 meq/100g), lo que puede ser indicativo de la naturaleza micácea y caolinitica, fundamentalmente, de las arcillas.

Es significativo que el perfil menos ácido (perfil VI), es también el que mayores valores de capacidad de cambio tiene, no obstante, este perfil no es el que presenta mayor grado de saturación, como cabría esperar por el valor del pH. El pH algo más elevado que los demás perfiles favorece, comparativamente con estos la formación de intergrados vermiculita-clorita e incluso de vermiculita lo que explicaría la mayor capacidad de cambio que presenta, pero el pH sigue siendo lo suficientemente bajo para que exista un fuerte lavado de bases y una absorción de  $Al^{+++}$  por el complejo de cambio importante, lo que da lugar a la desaturación de este perfil.

Respecto al grado de saturación hay que destacar que los horizontes superficiales presentan valores más altos. Este hecho puede deberse al aporte de cationes cambiabiles por la materia orgánica ( $Ca^{++}$  y  $K^+$ , principalmente) por un lado, y al lavado lateral por otro. De todas formas, como se ha comentado, los suelos presentan una fuerte desaturación en la que influye no solo la presencia directa de hidrogeniones, sino también los originados por la



hidrólisis de los iones  $Al^{+++}$  que en alta proporción se hallan presentes en el complejo de cambio, siendo en varios horizontes el catión mayoritario. En el perfil V la presencia de  $Al^{+++}$  en el complejo de cambio es prácticamente uniforme, con un pequeño aumento en el horizonte B, donde también crece el grado de desaturación. El mismo fenómeno ocurre en el perfil VI alcanzándose el máximo valor (4,8 meq/100g) en el horizonte 2Bt que a su vez es el de menor saturación de este perfil (16.5%). En el perfil VII el  $Al^{+++}$  guarda mayor relación con el contenido en fracción arcilla que con el grado de saturación.

El  $Ca^{++}$  de cambio se encuentra en mayor proporción en los horizontes superficiales que en los más profundos, donde decrece rápidamente. Esta mayor presencia en superficie es debida a las aportaciones que de este catión suministra la materia orgánica al suelo, donde forma disoluciones diluidas y aumenta fuertemente su actividad, con lo que es retenido fácilmente por el complejo de cambio.

En general, el  $Mg^{++}$  aumenta con la profundidad, a excepción del perfil V. En este se dan los mayores valores en superficie permaneciendo prácticamente constante en profundidad. Esto podría ser consecuencia del lavado lateral de materiales de alguna discontinuidad litológica próxima al perfil, con lo que la materia orgánica fijaría este catión presente en la solución circulante. Sin embargo la secuencia normal es su aumento en profundidad, lo que es indicativo de la procedencia por alteración del material original. Su mayor movilidad respecto al  $Ca^{++}$  y, menor poder de fijación por el complejo de cambio, permiten su lavado y cierta acumulación en los horizontes inferiores.

El  $K^+$  presenta valores de cambio muy bajos, lo que se debe a la fuerte acidez de los suelos. En efecto, dicha acidez propicia la sustitución del  $K^+$  interlamina de las micas por hidrogeniones, perdiéndose con gran facilidad por lavado.

El  $Na^+$  está presente en el complejo de cambio en cantidades muy pequeñas y, en la mayoría de las ocasiones solo a nivel de trazas. Esta baja presencia está de acuerdo con la poca facilidad que tiene de ser absorbido y alta solubilidad.

#### Análisis granulométrico.

En la tabla 2.3 se muestran los resultados del análisis granulométrico

realizado sobre cada horizonte de los perfiles que componen esta catena.

Atendiendo solo a los horizontes superficiales, los suelos pueden clasificarse según su textura del modo siguiente: Perfil IV franco-arenoso, Perfil V franco-limoso y los perfiles VI y VII francos.

En el perfil VII el contenido en arena gruesa decrece fuertemente con la profundidad, pasando de 24,3% en el horizonte Ah a 6,2% en el BC. En los demás perfiles el contenido en arena gruesa no decrece con la profundidad, siendo la arena fina la que disminuye a medida que se desciende en el perfil.

El perfil V da un índice de lavado de arcilla de 1,22 no obstante, cuando se tiene en cuenta que el horizonte C tiene un porcentaje de arcilla superior al de horizonte Ah y próximo al B, se deduce que este índice es consecuencia de la alteración del material original. La relación arcilla/limo permanece constante en el perfil situándose el mayor valor en el horizonte C.

El perfil VI tiene un incremento moderado de arcilla con la profundidad, descendiendo acusadamente en el horizonte 2BC. La relación arcilla/limo, sin embargo, pasa de 0,80 en el horizonte Ah y 0,77 en el 2A a 1,08 en el 2Bt y 0,67 en el 2BC.

En el perfil VII es donde se dan los mayores índices de lavado de arcilla y las mayores relaciones arcilla/limo lo que es un fiel reflejo de la evolución de este perfil. El índice de lavado del horizonte Bt1 con respecto al AB es de 1,78, siendo en el Bt2 con respecto a este de 1,43. La relación arcilla/limo pasa de 0,78 en el horizonte Ah a 1,36 en el Bt1 y 2,68 en el Bt2.

#### **Análisis químico total de los suelos**

La tabla 2.4 contiene los resultados del análisis químico total de esta catena.

Como puede observarse las pérdidas por calcinación son bajas, en general. En los perfiles V y VI los valores más altos de la p.c. corresponden a los horizontes superficiales, lo que quiere decir que la contribución de la materia orgánica, en estos perfiles, es superior a la correspondiente a la deshidratación por pérdida de agua de cristalización o de los OH estructurales de la arcilla. En el perfil VI la pérdida por calcinación en los horizontes Ah y 2A es 8,25% y 10,12% respectivamente, lo que concuerda con los contenidos en materia orgánica, arcilla y limo de ambos horizontes.

En el perfil VII el horizonte AH tiene una pérdida por calcinación



superior a la que presentan los horizontes subsuperficiales. No obstante, el valor más alto se alcanza en el horizonte más arcilloso (8,15% en el Bt2). De todas formas, este valor puede considerarse bajo para un horizonte con un contenido en arcilla de 59,5%, lo que parece indicar que esta pertenece al grupo del caolín mayoritariamente. Finalmente, las pizarras que dan origen a estos suelos tienen pérdidas por calcinación del orden del 5%.

El contenido en  $\text{SiO}_2$ , de forma general, disminuye al aumentar la proporción de arcilla en el horizonte. La proporción de  $\text{SiO}_2$  aumenta con el lavado enriqueciéndose los horizontes en cuarzo libre por este proceso. De hecho, los horizontes superficiales son los que presentan mayores contenidos en  $\text{SiO}_2$  (67,70% en el perfil IV, 57,74% en el V, 62,10% en el VI y 71,6% en el VII). La proporción de  $\text{SiO}_2$  en las pizarras que dan origen a estos suelos es muy variable, oscilando entre 79,82% y 52,9%, lo que refleja su amplia variedad de composición. Las pizarras de esta zona contienen cristales de cuarzo de tamaños, formas y en cantidades muy variables de una a otra, lo que se pone de manifiesto en el análisis químico de las mismas.

El porcentaje de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  aumenta en los horizontes en los que lo hace el contenido en fracción arcilla. En general, el contenido en  $\text{Al}_2\text{O}_3$  varía de forma inversa a como lo hace el  $\text{SiO}_2$ . La proporción de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  en las pizarras varía entre 9,06% y 23,88%, lo que viene a corroborar la amplia gama de composiciones que se había apuntado en la discusión del  $\text{SiO}_2$ .

Comparando los contenidos en  $\text{Al}_2\text{O}_3$  que presentan los horizontes de cada perfil con el de las pizarras se deduce que el perfil IV ha sufrido un empobrecimiento por emigración lateral, mientras que los perfiles V, VI y VII presentan enriquecimiento en dicho componente con acumulación en profundidad. Este enriquecimiento y acumulación de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  es debida a un proceso de iluviación en el perfil VII, iluviación y lavado lateral en el perfil V y lavado lateral, principalmente, en el perfil VI.

El contenido en  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  total varía dentro del perfil de forma similar a como lo hace el de arcilla siguiendo, además, una relación directa con el índice de rubefacción (Torrent et al., 1983).

La proporción de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  experimenta aumentos importantes al pasar de los horizontes superficiales o subsuperficiales al horizonte B, este aumento es especialmente considerable en los perfiles VI y VII. En el primero, se pasa de 3,62% en el horizonte 2A a 11,58% en el 2B mientras que en el segundo, se pasa sucesivamente de 3,71% en el horizonte Aa a 8,75% en el Bt1 y a 11,56% en el Bt2, lo que indica un claro proceso de acumulación de óxidos y

oxihidróxidos en estos horizontes.

Las pizarras contienen cantidades de  $Fe_2O_3$  muy variables. Estas diferencias de composición son consecuencia, no solo de los propios gradientes de equilibrios de fases durante el proceso metamórfico, si no también de los buzamientos variables que presentan estas pizarras estando en algunos casos incluso plegadas. Las soluciones que percolan a través del suelo llegan a las pizarras circulando por los planos de fractura de las mismas y produciendo su alteración, que comienza por las motas en las pizarras mosqueadas. Esta alteración libera bases que son lavadas inmediatamente, y  $Fe_2O_3$  y  $Al_2O_3$ , menos móviles, que quedan en parte sobre el nódulo y en parte se solubilizan precipitando sobre planos inferiores. De esta forma las pizarras actúan como emisores y receptores de  $Fe_2O_3$  y  $Al_2O_3$  además de  $SiO_2$ .

El contenido en  $CaO$  presenta valores bajos en todos los perfiles de la catena. Las cantidades de  $CaO$  en los distintos horizontes de cada perfil son inferiores, en general a los que presentan las pizarras y, están próximos a los correspondientes al  $Ca^{++}$  del complejo de cambio. Los horizontes superficiales tienen contenidos en  $CaO$  superiores a los que presentan los horizontes más profundos, lo que puede ser debido al aporte de este catión por la materia orgánica. Estos datos indican que el  $CaO$  de las pizarras ha sido liberado casi en su totalidad, emigrando del perfil por efecto del lavado y quedando solamente presente el absorbido por el complejo de cambio y/o el suministrado por la descomposición de la hojarasca.

El porcentaje de  $MgO$  experimenta pocas variaciones en todos los perfiles. Así en el perfil V oscila entre 0,7 y 0,8% en todos los horizontes, en el VI entre 1,1 y 0,8% y en el VII en torno al 0,4%. Estos valores son del mismo orden que los de las pizarras en el caso de los perfiles V y VI, y menores respecto al VII. La degradación de las pizarras libera  $Mg^{++}$  que parcialmente se pierde por lavado. Una pequeña proporción queda absorbida por el complejo de cambio y otra se recombina para dar minerales de neoformación.

El contenido en  $K_2O$  varía entre 0,66% en el horizonte Bt2 del perfil VII y 2,87% en el C del perfil V.

En los perfiles con un grado de evolución incipiente (V y VI) el porcentaje de  $K_2O$  aumenta al hacerlo la proporción de arcilla, mientras que el perfil VII, mucho más evolucionado, la proporción de  $K_2O$  decrece al aumentar el contenido de arcilla de cada horizonte.

La disminución de la proporción de  $K_2O$  en los horizontes de los perfiles IV, V y VI con respecto al que presenta la roca madre indica:

- Alteración con pérdida por lavado en los horizontes superficiales.
- En los horizontes subsuperficiales o más profundos se simultanea la alteración con pérdida de potasio por lavado con la acumulación de arcilla que, proviene de la microdivisión de las pizarras en su mayor parte, con proporciones menores de neoformación. Esta circunstancia explica que aunque el contenido en  $K^+$  sea menor que el de la roca original, aumente en profundidad.

En el perfil VII, la disminución acusada en la proporción de  $K_2O$  al descender a horizontes con alto contenido en fracción arcilla, debido a la gran importancia que ha tenido la iluviación en este perfil indica que la mayor parte de los minerales de dicha fracción son de neoformación, perteneciendo al subgrupo del caolín, principalmente.

Las pizarras presentan porcentajes de  $K_2O$  variables como consecuencia de la propia variabilidad de la composición de las pizarras y del efecto de la diferente orientación de los planos de fractura que unas veces favorecen la circulación de percolados y en otras lo impiden.

El  $Na_2O$  está presente, en general, en proporciones muy bajas, aumentando moderadamente en las pizarras.

Los valores de  $MnO_2$  son bajos en todos los perfiles de la catena, siguiendo un cierto paralelismo en su distribución con el contenido en  $Fe_2O_3$  con acumulación menos acusada en los horizontes argílicos. Estas bajas proporciones están de acuerdo con la mayor facilidad de reducción, solubilidad y por tanto, fácil movilidad.