

IV Reunión de Geomorfología  
Grandal d'Anglade, A. y Pagés Valcarlos, J., Eds.  
1996, Sociedad Española de Geomorfología  
O Castro (A Coruña)

## GLACIS CALCISOLICO Y SUELOS CON HORIZONTE CALCICO EN EL N.E. DE LA PROVINCIA DE GRANADA

Lozano, F.J.<sup>1</sup>, Sierra, C.<sup>2</sup>, Ortega, E.<sup>2</sup>, Marañés, A.<sup>1</sup> y Haro, S. de<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dpto. de Edafología y Química Agrícola. Fac. de Ciencias Experimentales.  
Cañada de S. Urbano s/n. Almería.

<sup>2</sup> Dpto de Edafología y Química Agrícola. Fac. de Farmacia. Campus de  
Cartuja s/n. Granada.

### RESUMEN

La importancia del estudio de las zonas semiáridas parece incuestionable ya que constituyen uno de los ecosistemas más extensos del mundo. España en concreto es el país de Europa que tiene las zonas más extensas y además coinciden con los ambientes socialmente más deprimidos, cuyas características derivan de la aridez ambiental.

En el sector nororiental de la provincia de Granada se localiza la Depresión de Baza, definida por un altiplano con una altitud media de 950 metros. La geomorfología queda dibujada por dos conjuntos: alineaciones montañosas y altiplanicie, dando ésta última un paisaje singular que por su extrema sequedad constituye uno de los paisajes más característicos de las zonas esteparias peninsulares.

La desigual evolución de los suelos nos permite detallar en el presente trabajo la unidad edafogeomorfológica del glacis calcisólico, desarrollada por denudación de la superficie del glacis lúvico antiguo y la materialización de suelos con horizonte cálcico, originado antiguamente por precipitación del carbonato cálcico ante la desecación del suelo en la estación seca, o petrocálcico originado tras repetidas redisoluciones y reprecipitaciones de la caliza, con fuerte cementación final.

**Palabras clave:** glacis, cálcico, Baza.

### ABSTRACT

Semiarid zones are the vastest ecosystems in the world, therefore their study is very important. Spain is the european country supporting mostly european semiarid zones, moreover these areas are underdeveloped because of their arid environment.

The Baza Depression is located at the north-east of Granada province and is a high plateau with 950m altitude average. Geomorphology is composed for two formations: a mountainous area and a high plateau; this offers a singular landscape making up one of the most characteristics Spanish sttepe.

In this study, the calcisolic glaxis edaphogeomorphological unit is detailed. This unit is developed by denudation of the old luvisc glaxis and soils with calcic horizon; this horizon was originated by calcium carbonate precipitation during the dry season, or in the case of petrocalcic horizon, originated by repeated redissolutions and reprecipitations of the calcium carbonate.

**Key words:** glaxis, calcic, Baza.

## INTRODUCCIÓN

El estudio de suelos y paleosuelos ha permitido proponer criterios para identificar fases de aridificación a lo largo del Cuaternario (FEDOROFF and COURTY, 1989).

Una aridez creciente favorece la evaporación, lo que provoca la acumulación de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  y de otras sales más solubles. Ahora bien, si la aridez se acentúa, el primer proceso no podrá tener lugar y se invierte la inercia edafológica con una manifiesta degradación del epipedon que hará imposible la movilización de caliza.

El glaxis que define el techo de la Formación de Baza es de edad cuaternaria según VERA (1970) y viene marcado por la asociación de gravas y cantos con una matriz arcillosa, de tintes rojos, buzando suavemente hacia el río Baza (E-W). Es sobre éste último estrato donde desarrollan una serie de suelos con horizonte cálcico, cuya morfología varía según la posición en la cuenca. Para SIERRA *et al.* (1990), el hecho definitorio es la presencia de un clima árido con irregular distribución de las lluvias que además lo hacen en forma de tormentas; por lo demás, habría que dar dos tipos diferentes según la organización del perfil: petrocálcicos o cálcicos, en razón al grado de cementación del horizonte enriquecido en carbonato cálcico. Señalan estos autores que la presencia de un horizonte cálcico, cementado la mayoría de las veces, es real en toda la superficie de las unidades que lo contienen, pero lo hace de forma discontinua y a veces aparece roto por el subsolado cuando se pretenden plantar almendros.

## CARACTERÍSTICAS GENERALES Y SITUACIÓN GEOGRÁFICA

La zona estudiada de aproximadamente 60  $\text{Km}^2$ , se localiza al SE de la Península Ibérica en el sector nororiental de la provincia de Granada y está enmarcada entre los meridianos 2° 40' y 2° 34' y los paralelos 37°30' y 37° 24'. Según BOSQUE (1971) "es una zona elevada y horizontal cuya acusada sequedad implica su incorporación a la mayor área esteparia de la Península y es lugar de paso y ruta natural entre el Levante español y Andalucía". Se trata de un terreno suavemente inclinado, dedicado a cereales o puntualmente a almendros; la población humana es escasa limitándose a algunos cortijos aislados y sin ningún núcleo de población en sus dominios.

Con respecto a la hidrografía, abarca básicamente algunas ramblas que surcan el altiplano. Como tales ramblas, se caracterizan por su fondo plano, pendiente suave y por la irregularidad en la circulación de las aguas; normalmente están secas y no discurre por ellas el agua, salvo en

circunstancias especiales tras las tormentas o fuertes aguaceros. En conjunto, la red hidrográfica se inicia como tal en el Cuaternario, a consecuencia del glaciario y periglaciario asentados en las áreas montañosas que rodean la Depresión.

### GEOMORFOLOGÍA

DERRUAU (1965), entiende por glacis "una topografía de pendiente longitudinal neta (1-5%) constante o ligeramente cóncava pero sin pendiente lateral". TRICART y CAILLEUX (1965), indican que se "han desarrollado principalmente durante periodos más fríos que el actual que facilitaban en gran manera la gelivación y suministraban grandes masas de derrubios que arrastraban las aguas de las tormentas".

Para su formación, señala LÓPEZ BERMÚDEZ (1973), se necesitan una serie de condiciones principalmente topográficas y climáticas que delimitan su extensión. Son las siguientes: "existencia de una superficie de erosión o relieve estructural sobre el cual se forman y que debe ser previa y sobre la que el propio glacis no actuará, limitándose a recubrir y rellenar los pequeños relieves. La segunda condición es la existencia de un clima árido, con deforestación que permitirá la acumulación y amplia distribución de los materiales sin llegar en ningún caso a potentes recubrimientos". En nuestra situación, el depósito previo lo constituyen los materiales de la Depresión de Baza, Formación que VERA (1970) describe diciendo que está constituida por margocalizas entre las que se intercalan niveles de yeso; el problema es el clima que obviamente tuvo que ser inicialmente diferente al árido hoy existente, base del modelado y la edafogénesis actual.

Para la denominación de glacis, siempre complicada, mantenemos la terminología de VERA (1970), Antiguo o Moderno, según el momento en que se individualizó la red fluvial, conectando también con los postulados de DUMAS (1966) que establece tres categorías: de erosión, cubierto y de acumulación.

El glacis que analizamos evolucionó sobre los materiales más modernos de la Formación de Baza, enterrados posteriormente por otros más recientes que proceden de la Sierra de las Estancias y marcan el paisaje con un color blanco o pardo pálido (claro), de ahí la denominación dada de glacis moderno claro de acumulación o glacis calcisólico de acuerdo con la composición pedónica.

Se pueden establecer tres subunidades morfológicas en el conjunto del área: una ligeramente inclinada a inclinada, a piedemonte de la Sierra de las Estancias, dominada desde el punto de vista edafológico por Calcisoles epi-pétricos; la segunda está afectada por fenómenos de neotectónica o halocinéticos que alabean el terreno y es edáficamente la más compleja, como se deduce de la composición pedónica: Calcisoles orti-háplicos, epi-pétricos y orti-lúvicos; finalmente, en el extremo distal y cuando la red hídrica comienza a diseñarse, afloran los materiales con yesos de la Formación Baza, constituyendo la subunidad salina definida por la presencia de Calcisoles gypsi-háplicos. Piedemonte, ondulamiento de glacis y los afloramientos de yesos, marcan diferencias en la morfología del terreno que dan idea de la actividad erosiva y el desarrollo del relieve, señalado este último además por procesos de disolución y la propia plasticidad del sustrato: aplanamiento, alabeamiento y desarrollo de rill-wash o bad-lands.

En el sector estudiado hay un amplio desarrollo de glacis con distinto grado de conservación y origen. La significación morfológica de esta superficie adosada al sistema montañoso de la Sierra de las Estancias es esencial para el conocimiento de los suelos que sobre ella se han desarrollado, hecho que permite la diferenciación en una unidad edafogeomorfológica (glacis calcisólico), mediante los 3 perfiles muestreados en la misma.

Lo somero de las aguas en régimen de albufera justifica la acumulación de las sales menos solubles ( $\text{CO}_3^{=}$ ,  $\text{CO}_3\text{H}^-$  y  $\text{SO}_4^{=}$ ), configurando la litofacies que define a la Formación de Baza.

Los procesos de disolución y la plasticidad del sustrato de la citada Formación son los principales responsables del modelado actual, conclusión que es independiente del origen, neotectónico o halocinético, y están incentivados por el yeso presente entre los materiales de la Formación.

En este caso la denudación del glacis lúvico no se debe a la erosión remontante, sino más bien a un arrastre lateral de los materiales que lo integran. En la actualidad se presentan recubriendo una amplia superficie, más o menos ondulada, denudada casi por completo, quedando sólo en el paisaje la forma de glacis pero no sus materiales, salvo en las hondonadas donde se conservan relictos, de ahí que los suelos sean en su mayoría Calcisoles.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### EDAFOLOGÍA

Se han analizado un total de 3 perfiles cuyos resultados han sido semejantes morfológica y analíticamente, incluida la mineralogía. Realizamos las siguientes experiencias analíticas:

**Carbonatos:** Calcímetro de Bernard; **Nitrógeno:** Método de Kjeldahl; **Carbono Orgánico:** Método de Tyurin; **Análisis mecánico:** Método de la pipeta de Robinson; **pH:** Suspensión tierra fina-agua en relación 1:1; **Determinación del % de humedad a 33 y 1500 KPa:** Método de RICHARDS (1954); **Reserva hídrica:** Calculada a partir de la ecuación:  $R = (pF_{33} - pF_{1500}) * P \text{ (dm)} * Da$  (Fórmula de SANTOS, 1979); **Capacidad y bases de cambio:** Método del Acetato amónico (1N y pH = 7.0) y Acetato sódico (1N y pH = 8.2); **Conductividad y sales solubles del extracto de saturación:** Método de Allison (1973) y las sales por Absorción atómica ( $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$ ), por Fotometría de llama ( $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$ ), Método de REITEMEIER (1943) para  $\text{CO}_3\text{H}^-$  y  $\text{Cl}^-$  y por precipitación con Sulfato de bario ( $\text{SO}_4^{=}$ ); **Fósforo asimilable:** Métodos de Olsen y Bray-Kurtz; **Potasio asimilable:** Métodos Oficiales de Análisis del M<sup>o</sup> de Agricultura; **Caliza Activa:** Por precipitación con Oxalato amónico; **Mineralogía de arcillas:** Difracción con Rayos X, solvatados con etilenglicol (Brunton, 1955), con DMSO y tratamiento térmico a 550°C. Las reflexiones son: Illita (10 Å); Esmectita (17 Å) y Paragonita (9.6 Å). La Clorita y Caolinita aisladas, son fácilmente identificables por sus picos. Cuando ambas están presentes, se reconocen calentando la muestra a 550°C, destruyéndose la Caolinita y conservándose la Clorita. La Paligorskita, al estar en baja

proporción es difícil de observar pues sus picos tienen una intensidad muy débil (6.44, 5.42, 4.49 y 4.18) para ser apreciados. En este caso se reconoce mediante microscopía electrónica.

## PARTE EXPERIMENTAL

### RESULTADOS Y DESCRIPCIÓN DE SUELOS

#### Perfil nº. 994-6

##### Características macromorfológicas

---

Localización.- 1 Km al E. del Cortijo de la Venta de Angulo; Coordenadas U.T.M.- 30S WG 321499  
Altitud.- 940 m; Posición fisiográfica.- Planicie; Uso.- Cultivo de cereales  
Material original.- Materiales de la Formación Baza; Drenaje.- Algo excesivamente drenado  
Pedregosidad.- Sin piedras; no hay afloramientos rocosos  
Clasificación.- Calcisol gypsi-háplico (FAO 1988); Calciorthid xerólico (USDA 1975)

##### Descripción

---

- Hor. A.- Prof. 15 cm; gris parduzco claro (10YR 6/2) en seco y pardo grisáceo (10YR 5/2) en húmedo. Franco. Sin estructura. No adherente, no plástico, suelto y blando. Frecuentes gravas calizas y de esquistos. Calcáreo. Abundantes raíces finas y muy finas. Límite neto y plano.
- Hor. C.- Prof. de 15 a 35 cm; gris claro (10YR 7/2) en seco y pardo grisáceo a gris pardo claro (10YR 5.5/2) en húmedo. Textura franca. No adherente, no plástico, suelto y blando. Frecuentes gravas de igual naturaleza que en el horizonte A. Calcáreo. Decece el número de raíces y son algo más gruesas. Límite brusco y plano.
- Hor. Cky.- Prof. de 35 a 55 cm; blanco (10YR 8/2) en seco y pardo muy pálido (10YR 7/3) en húmedo. Franco-arenoso. Nódulos y agregaciones vermiformes hasta los 45 cm. También hay cristales de yeso. Sin raíces.

## Resultados analíticos

ANÁLISIS TEXTURAL en %										
Hor.	Prof. cm	ARENAS					LIMO		Arcilla <0,002	
		Muy gruesa (2-1mm)	Gruesa (1-0,5)	Mediana (0,5-0,25)	fina (0,25-0,1)	muy fina (0,1-0,05)	Grueso (0,05-0,02)	Fino (0,02-0,002)		
A	0-15	7.7	6.9	7.9	13.5	11.6	12.2	20.1	20.1	
C	15-35	12.2	8.1	7.8	10.6	9.6	16.4	15.8	19.5	
Cky	35-45	16.3	11.9	11.7	14.7	8.9	4.5	14.2	17.8	
Hor.	pH (H <sub>2</sub> O)	Bases extraíbles [(cmol/Kg)(+)]				S	[(cmol/Kg)(+)] (dS*m <sup>-1</sup> )		Gravas %	
		Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>		C.E.C.	C.E.		
A	7.6	0.1	0.1	23.4	0.8	24.4	10.0	0.37	31	
C	7.8	0.0	0.0	68.8	0.0	68.8	9.3	0.33	40	
Cky	7.8	0.0	0.1	72.2	0.0	72.3	5.5	1.41	52	
Hor.	C.O. %	N%	C/N	mg/100g		%SO <sub>4</sub> Ca	%CO <sub>3</sub> Ca	%Humedad		H <sub>2</sub> O útil
				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O			33KPa	1500KPa	
A	0.73	0.068	11.7	33	5	0	26	28.87	10.29	39.27
C	0.69	0.063	11.0	33	4	3	26	32.51	11.60	30.92
Cky	0.46	0.043	10.7	20	4	9	43	42.98	16.99	-----

## MINERALOGIA DE ARCILLAS

Horizonte	Montmorillonita	Illitas	Caolinitas	Cloritas	Paragonita	Paligorskita
A	Trazas	80	5	15	-	-
C	Trazas	75	15	10	-	-
Cky	Trazas	75	10	15	-	Trazas

SALES (cmol\*Kg<sup>-1</sup>)

Horizonte	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	% Sales	% Hs
A	nd	0.21	0.46	nd	1.80	0.11	0.01	nd	0.11	45.30
C	0.11	0.22	0.51	nd	1.80	0.09	0.01	nd	0.12	45.52
Cky	0.21	0.17	0.48	nd	1.90	0.55	nd	nd	0.15	50.29

## Perfil nº 994-11

## Características macromorfológicas

Localización.- 100 m al W. de la Jauca Alta; Coordenadas U.T.M.- 30S WG 387417  
 Altitud.- 1020 m; Posición fisiográfica.- Pendiente convexa; Vegetación.- Retamar/Tomillar (<20%)  
 Material original.- Formación de Baza; Drenaje.- Moderadamente bien drenado  
 Pedregosidad.- Moderadamente pedregoso; Pocas rocas  
 Clasificación.- Calcisol orti-háplico (FAO 1988); Xerochrept calcixerólico (USDA, 1975)

### Descripción

Hor. A.- Prof. 27 cm; pardo a pardo pálido (10YR 5.5/2) en seco y pardo grisáceo oscuro a pardo grisáceo (10YR 4.5/2) en húmedo. Franco arenoso. Estructura granular fina, débil. Ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable, ligeramente duro. Frecuentes gravas de naturaleza esquistosa y caliza. Calcáreo. Abundantes raíces finas y muy finas. Límite inferior brusco y plano.

Hor. Ck.- Prof. mayor de 10 cm. Abundantes gravas y piedras de esquistos bastante meteorizados, asociados a una matriz terrosa de color gris claro (10YR 7/1.5) en seco y gris pardo claro (10YR 6/2) en húmedo. Franco arenoso. Estructura en bloques angulares. Ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable y ligeramente duro. Abundantes gravas esquistosas y cuarcíticas con acumulaciones pulverulentas de carbonato cálcico secundario. Calcáreo. Pocas raíces finas y muy finas. Límite inferior gradual.

### Resultados analíticos

#### ANÁLISIS TEXTURAL en %

Hor.	Prof. cm	ARENAS					LIMO		Arcilla <0,002	
		Muy gruesa (2-1 mm)	Gruesa (1-0,5)	Mediana (0,5-0,25)	fina (0,25-0,1)	muy fina (0,1-0,05)	Grueso (0,05-0,02)	Fino (0,02-0,002)		
A	0-27	10.5	8.5	9.8	14.9	12.8	13.8	19.8	9.9	
Ck	> 27	16.3	9.8	11.1	15.6	8.4	9.3	17.2	12.3	
Hor.	pH (H <sub>2</sub> O)	Bases extraíbles (cmol/Kg)				S	(cmol/Kg)	( dS/m )	Gravas%	
		Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>		C.E.C.	C.E.		
A	8.0	0.1	0.2	54.6	0.6	55.5	11.0	0.50	36	
Ck	8.2	0.1	0.1	52.0	0.8	53.0	10.6	0.29	63	
Hor.	C.O. %	N%	C/N	mg/100g		% Cal. act	% CO <sub>3</sub> Ca	% Humedad		H <sub>2</sub> O util
				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O			33 KPa	1500 KPa	
A	0.75	0.069	10.9	60	9	0	19	16.44	6.61	25.35
Ck	0.46	0.043	10.7	52	5	1	32	15.82	6.94	15.12

#### MINERALOGIA DE ARCILLAS

Horizonte	Montmorillonita	Illitas	Caolinitas	Cloritas	Paragonita	Paligorskita
A	Trazas	70	10	20	-	-
Ck	Trazas	65	15	20	-	Trazas

### Perfil nº. 994-98

#### Características macromorfológicas

Localización.- 1 Km al NE. de la Rambla de la Jauca; Coordenadas U.T.M.- 30S WG 419382  
 Altitud.- 1010 m; Posición fisiográfica.- Glacis; Vegetación.- Almendral de porte medio  
 Material original.- Materiales de la Formación Baza; Drenaje.- Bien drenado  
 Pedregosidad.- Pedregoso; no hay afloramientos rocosos  
 Clasificación.- Calcisol epi-pétrico (FAO 1988); Xerochrept arídico-petrocálcico (USDA 1975)

#### Descripción

Hor. Ap.- Prof. 15 cm; pardo muy pálido (10YR 7/3) en seco y pardo (10YR 5/3) en húmedo. Franco arenoso. Estructura granular fina, débil. Ligeramente adherente, plástico y suelto. Abundantes gravas calizas muy alteradas y restos de horizonte petrocálcico dentro de la matriz del suelo como consecuencia de la labor. Fuertemente calcáreo. Pocas raíces finas y muy pocas gruesas. Límite brusco y ondulado.

Hor. Cmk.- Prof. de 15 a 25 cm; costra caliza con niveles blancos y otros más rosados. Engloba granos de materiales calizos, dolomíticos y algunos esquistos.

#### Resultados analíticos

ANÁLISIS TEXTURAL en %										
Hor.	Prof. cm	ARENAS					LIMO		Arcilla <0,002	
		Muy gruesa (2-1mm)	Gruesa (1-0,5)	Mediana (0,5-0,25)	fina (0,25-0,1)	muyfina (0,1-0,05)	Grueso (0,05-0,02)	Fino (0,02-0,002)		
Ap	0-15	11.7	9.1	12.0	19.6	9.4	7.7	12.7	17.8	
Hor.	pH (H <sub>2</sub> O)	Bases extraíbles [(cmol/Kg)(+)]					[(cmol/Kg)(+)] (dS*m <sup>-1</sup> )		Gravas %	
		Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	S	C.E.C.	C.E.		
Ap	8.3	0.1	0.2	25.6	11.4	37.3	10.6	0.54	59	
Hor.	C.O.%	N%	C/N	mg/100g		Caliza act.	%CO <sub>3</sub> Ca	%Humedad		H <sub>2</sub> O útil
				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O			33KPa	1500KPa	
Ap	0.77	0.071	10.8	40	9	21	38	18.38	10.24	20.66

#### MINERALOGÍA DE ARCILLAS

Horizonte	Montmorillonita	Illitas	Caolinitas	Cloritas	Paragonita	Paligorskita
Ap	Trazas	75	10	15	-	-

## DISCUSIÓN

En cuanto a la génesis edafológica, el proceso se diseñó con la movilización lateral de  $(\text{CO}_3\text{H})_2\text{Ca}$  disuelto en las aguas de escorrentía procedentes de la vecina Sierra de las Estancias y posterior precipitación del  $\text{CO}_3\text{Ca}$  con distinto grado de consolidación a piedemonte (horizonte petrocálcico).

En la zona intermedia el manto aluvial reciente tiene doble origen: procede en parte del área sur, glacis de acumulación lúvico descrito por ROCA *et al.* (1994) y desarrolló a partir de sedimentos coluviales ricos en arcillas rubefactadas arrastrados desde la Sierra de los Filabres; de otra y en forma más generalizada están los materiales ya descritos de la Sierra de las Estancias (LOZANO *et al.*, 1993).

El justificante de esta yuxtaposición está en la permanencia de suelos rojos relictos en las vaguadas, definidos como Calcisoles orti-lúvicos por la poca potencia del horizonte árgico y el que éste se haya contaminado a menudo de caliza secundaria; en las otras posiciones fisiográficas los suelos tienen colores pálidos, son calcáreos y presentan horizonte cálcico o petrocálcico.

El glacis calcisólico de la Depresión de Baza se erosiona por arrastre lateral de los materiales que lo integran denudando la superficie y modificando el paisaje primitivo de glacis lúvico, relictos exclusivamente en las hondonadas, proceso que se intensifica tanto más cuanto más lejos del área fuente se encuentran, con total aplanamiento del glacis y afloramiento parcial de los materiales de la Formación Baza (rill-wash y bad-land), marcando la presencia de suelos gypsíferos.

Esta doble acomodación del terreno, alabeado y llano, condiciona el espesor de los Calcisoles y con ello la intensidad del proceso de humedectación-secado que conduce a la formación del horizonte petrocálcico de los Calcisoles epi-pétricos.

El origen del horizonte cálcico se encuentra en la Sierra de las Estancias, encargada de suministrar aguas carbonatadas que discurren entre la lámina aluvial y los materiales de la Formación de Baza subyacente donde precipita, según sea la intensidad del avenamiento.

Dentro del Grupo de los Calcisoles cartografiamos las unidades órticas y pétricas, cuyo carácter diagnóstico viene marcado por tener un horizonte cálcico o petrocálcico dentro de los 125 cm superficiales, no teniendo otros horizontes de diagnóstico más que un A órico o B cámbico penetrado por el horizonte cálcico.

La erosión es fundamentalmente hídrica laminar, proceso ya señalado que provoca un cambio geomorfológico con denudación del glacis moderno calcisólico, adquiriendo la superficie una forma secuencial erosiva de bad-land (salino-gypsico, concretamente), ya estudiado por SIERRA *et al.* (1993), o con desarrollo de arroyos poco profundos y cortos en las proximidades del Río Gallego, ondulado (Calcisol orti-háplico y orti-lúvico) y a piedemonte (Calcisol epi-pétrico). En el área de estudio la secuencia edáfica queda de la forma siguiente:

**Calcisol epi-pétrico ----> Calcisol orti-háplico ----> Calcisol gypsi-háplico**

Del estudio realizado cabe destacar la escasa evolución de los suelos, hecho que se pone de manifiesto con la mineralogía de las arcillas, todas ellas son heredadas y marcadas por el dominio de la ilita, dato que justifica la baja capacidad de cambio de los suelos.

El complejo de cambio está dominado por el calcio seguido en importancia por el magnesio. Los valores de carbono orgánico son moderados y el contenido en nitrógeno es bajo en todos los casos; la relación C/N manifiesta el alto grado de alteración de la materia orgánica. Otros macronutrientes como el fósforo presentan fuertes oscilaciones, mientras que el potasio es bajo en todos los casos.

Los valores termométricos y de precipitaciones observados en la Fig. nº 1 nos reflejan regímenes de humedad y temperatura edáficos de tipo Xérico/Árido y México, respectivamente, circunstancia que conlleva problemas a la hora de clasificar los suelos según SOIL TAXONOMY (1975), como señalan ORTEGA *et al.* (1990). De otra parte, hay que indicar la baja capacidad de almacenar agua útil que tienen los suelos, acentuando el escaso valor agrícola de las tierras del glacis calcisólico.

En SOIL TAXONOMY (1975), según consideremos el régimen de humedad Xérico o Árido, entrarían dentro de Ordenes diferentes, Aridisoles o Inceptisoles o más concretamente como Paleorthids/Calciorthids según tengan o no horizonte petrocálcico o como Xerochrepts calcixerólico.

### CONCLUSIONES

El área estudiada se define como glacis moderno claro de acumulación o calcisólico, que desarrolló a partir de un glacis antiguo de erosión y tras reajustes neotectónicos o halocinéticos ha modelado un relieve de glacis suavemente ondulado, conservando en las vaguadas restos del glacis rojo posterior.

Los suelos que constituyen el manto superficial son Calcisoles y pueden presentar horizonte cálcico o petrocálcico, siendo ésta última tipología la dominante en el área; el que presenten o no propiedades gypsíferas depende de la superficalidad de los materiales de la Formación de Baza (rill-wash y badlands).

Son suelos en su mayoría con moderado riesgo de erosión y degradación, de escaso valor agrícola, por lo que sería recomendable intentar reimplantar la vegetación climática.

### BIBLIOGRAFÍA

- BOSQUE, J., 1971. Granada. La tierra y sus hombres. *Secc. de Publ. de la Univ. de Granada*. 341p. Granada.
- DERRUAU, M., 1965. *Geomorfología*. 2ª Ed. Ariel S.A. Barcelona. 528p.
- DUMAS, B., 1966. Les glacis, formes de convergence. *Bull. Ass. de Geogr. Françaises*. Nº 344-345.
- F.A.O. - UNESCO, 1981. *Clave para la Clasificación de los Suelos utilizada en el Mapa de Suelos del Mundo a E. 1:5.000.000*. Vol. I. Leyenda. Ed. Soc. Española de Ciencias del Suelo. Madrid. p.58.
- F.A.O., 1988. *Soil Map of the world 1:5.000.000*. Food and Agriculture Organization the

- United Nations. Report 60. Rome.
- FEDOROFF, N. and COURTY, M.A., 1989. Indicateurs pédologiques d'aridification. Exemples du Sahara. *Bull. Soc. Geol. France* N° 8. V:43-53.
- LOPEZ BERMUDEZ, F., 1973. *La vega alta del Segura. Clima, Hidrología y Geomorfología*. Univ. de Murcia. 283p. Murcia.
- LOZANO, F. J., 1992. Estudio edáfico de la Hoja de Baza (994). Balance de Erosión y Degradación. *Tesis Doctoral del Serv. de Publ. de la Univ. de Granada*. Granada. 525p.
- LOZANO, F. J. et al., 1993. Cartografía y génesis de los suelos de montaña en la zona de Baza. Granada. *Actas XII Congr. Latinoamericano de la Ciencia del Suelo*. S.E.C.S. Tomo 2. p. 1020-1027. Salamanca.
- ORTEGA, E. et al., 1990. Characterization of soil moisture and temperature regimes in southern Spain. *14<sup>th</sup> International Congress of Soil Science*. p. V-353 - V-354. Kyoto. Japan.
- ROCA, A. et al., 1994. Suelos con horizonte árgico en la Depresión de Baza. *Actas II Reunión Nacional de Geomorf.* Tomo II. p. 339-351. Logroño.
- SIERRA, C. et al., 1990. *Mapa de suelos E. 1:50.000 de Baza (994). Proyecto LUCDEME*. M° de Agric.-ICONA. Dpto. de Edaf. y Quim. Agric. Univ. de Granada. Granada. 160p.
- SIERRA, C. et al., 1993. Estudio geoambiental y desarrollo de la zona de Baza. *Actas de la V Reunión Nacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio*. Murcia. p. 739-746.
- TRICART, J. et CAILLEUX, A., 1965. *Introduction à la géomorphologie climatique*. Tomo I.
- USDA. 1975. *Soil Taxonomy*. Soil Conservation Service. Handbook, n° 436.
- VERA, J.A., 1970. Estudio estratigráfico de la Depresión de Guadix-Baza. *Bol. Geol. y Min.* Vol. LXXXI (5). p. 429-462. Madrid.

### Pies de Figura

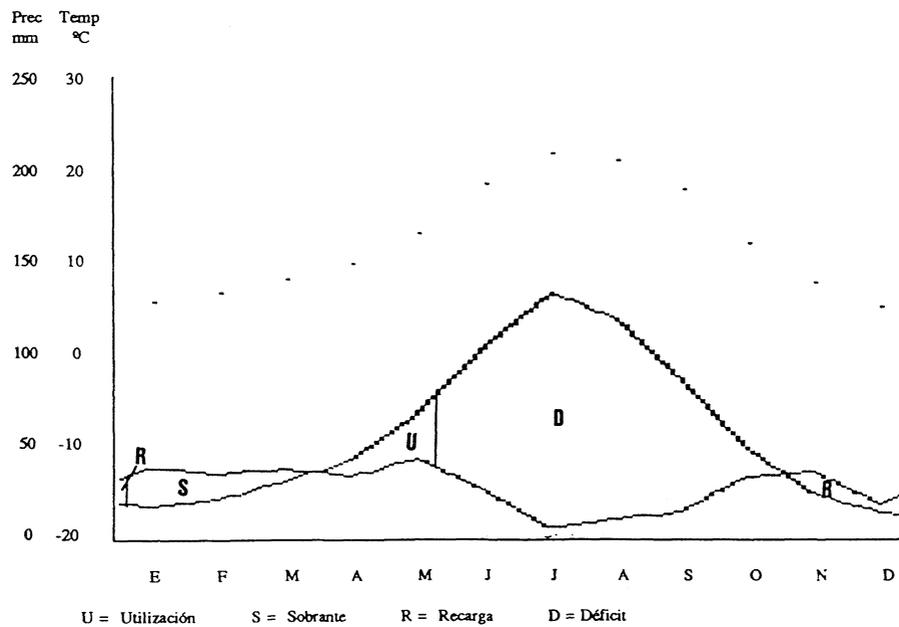
Fig. 1.- Ficha climática y regímenes de humedad y temperatura del P-994-98.

## FICHA CLIMÁTICA

PERFIL N° 994-98

Capacidad de Retención: 20.7 mm

	TEMP	PREC	ETP	ETR	VR	RU	EX	DEF
OCT.	12.9	34.5	50.2	34.5	—	—	—	15.6
NOV.	8.6	38.4	25.9	25.9	12.5	12.5	—	—
DIC.	6.0	21.0	15.6	15.6	5.4	18.0	—	—
ENE.	5.1	33.9	13.0	13.0	2.7	20.7	18.2	—
FEB.	6.3	30.8	16.8	16.8	—	20.7	14.0	—
MAR.	7.9	35.1	28.1	28.1	—	20.7	7.0	—
ABR.	9.9	31.2	40.0	40.0	-8.8	11.9	—	—
MAY.	13.4	41.8	67.1	53.7	-11.9	—	—	13.4
JUN.	18.7	25.1	104.9	25.1	—	—	—	79.9
JUL.	22.4	5.2	135.5	5.2	—	—	—	130.3
AGO.	21.7	9.8	121.1	9.8	—	—	—	111.3
SEP.	18.6	15.1	87.2	15.1	—	—	—	72.1
TOTAL	12.6	322.0	705.5	282.8	—	—	39.1	422.7

T<sup>s</sup>. media del suelo a 50 cm: 13.6°CT<sup>s</sup>. media de invierno del suelo a 50 cm: 6.8°CT<sup>s</sup>. media de verano del suelo a 50 cm: 20.3°C

Régimen de humedad: Xérico/Árido

Régimen de Temperatura: Mésico

Fig. n° 1.- Ficha climática y regímenes de humedad y temperatura del P-994-98.