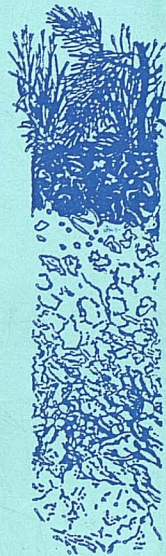


**UNIVERSIDAD DE GRANADA**  
DPTO. EDAFOLOGIA Y QUIMICA AGRICOLA

**TESIS DOCTORAL**

**LOS SUELOS DEL MACIZO DE SIERRA NEVADA  
EVALUACION DE SU CAPACIDAD DE USO**

**MEMORIA**



*MANUEL SANCHEZ MARAÑON*

GRANADA  
MCMXCII

LOS SUELOS DEL MACIZO DE SIERRA NEVADA (GRANADA).  
EVALUACION DE SU CAPACIDAD DE USO

Manuel Sánchez Marañón

Universidad de Granada

Granada 1.992

A Mercedes, a Esperanza, a mi madre y hermanos

Este estudio ha sido realizado en los laboratorios del Departamento de Edafología y Química Agrícola en la Facultad de Farmacia en Granada y en la E. U. Politécnica de Almería. Una parte de la labor de gabinete ha sido realizada en el Servicio de Estudios e Informes del I.A.R.A. en Sevilla.

El estudio se enmarca y ha sido financiado parcialmente en el proyecto LUCDEME (Lucha Contra la Desertificación en el Mediterráneo).

## AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a los doctores D. Rafael Delgado Calvo-Flores, D. Gabriel Delgado Calvo-Flores y D. Jesús Párraga Martínez, por su acertada dirección en el presente trabajo y el interés puesto en la corrección de los distintos capítulos.

Quiero agradecer también al Dpto. de Edafología y Química Agrícola, y en especial a los directores del mismo durante el período de elaboración de este estudio, D. Miguel Delgado Rodríguez, D. José Aguilar Ruiz y D. Mariano Simón, el haberme permitido trabajar en dicho Dpto. y tener acceso al material necesario para la realización del estudio.

Mi reconocimiento a la labor de orientación que el Dr. D. Gonzálo Almendros, del Instituto de Edafología y Biología Vegetal José María Albareda (CSIC, Madrid), imprimió al estudio de la materia orgánica y lo provechoso de su colaboración. En el mismo sentido, hago lo propio hacia los Drs. D. Enrique Barahona y D. Angel Iriarte, de la Estación Experimental del Zaidín (CSIC, Granada), por poner a mi disposición el equipo informático y por las sugerencias acerca del estudio estadístico.

Así mismo, mi gratitud a mis antiguos compañeros del Servicio de Estudios e Informes del I.A.R.A. en Sevilla, en especial para D. Rafael Collado, y para aquellos jefes y órganos directivos del mismo, que me permitieron compatibilizar este estudio con el resto de los trabajos.

Finalmente, hago extensible mi gratitud a todas aquellas personas, familiares, amigos y compañeros del Departamento de Edafología en Granada y Almería, que en alguna u otra forma han colaborado para hacer posible el que este trabajo haya concluido satisfactoriamente. Quiero mencionar también el apoyo recibido por parte del Grupo de Investigación de Ciencias del Suelo y Geofarmacia, de la Universidad de Granada, y a la persona de D. Miguel Soriano por sus sugerencias en los tratamientos informáticos.

# INDICE

## PARTE I. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

Objetivos .....	22
Capítulo 1. Localización geográfica de la zona de estudio.....	31
Capítulo 2. Antecedentes sobre los suelos de Sierra Nevada .....	39
I.2.1. Introducción.....	41
I.2.2. Trabajos de investigación en diferentes sectores.....	44
I.2.3. Estudios de perfiles puntuales.....	49
I.2.4. Génesis de los suelos.....	52
I.2.5. Estudios cartográficos.....	57
Capítulo 3. Antecedentes sobre la evaluación de los suelos de Sierra Nevada.....	59
Capítulo 4. Material y métodos .....	67
I.4.1. Fase A) Trabajos preliminares de gabinete.....	69
I.4.2. Fase B) Labores de campo.....	71
I.4.3. Fase C) Análisis de laboratorio.....	73
I.4.4. Fase D) Interpretación y valoración de los datos.....	82

## PARTE II. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA

Capítulo 1. Geología.....	89
II.1.1. Introducción.....	91
II.1.2. Complejo Nevado-filábride.....	96
II.1.3. Complejo Alpujárride.....	103
II.1.4. Terrenos postorogénicos.....	108
II.1.5. Material de partida de los suelos.....	110
II.1.6. Materiales con riesgos de toxicidad.....	112
Capítulo 2. Relieve.....	115
II.2.1. Cotas.....	117
II.2.2. Hidrografía.....	123
II.2.3. Pendientes.....	125
II.2.4. Orientación geográfica.....	128
II.2.5. Morfología.....	138
II.2.6. Perfiles topográficos.....	147
II.2.7. Procesos geomorfológicos. Cronología.....	156
II.2.8. El relieve como factor formador de los suelos.....	161
Capítulo 3. Clima.....	165
II.3.1. Introducción.....	167
II.3.2. Análisis de los parámetros climáticos.....	169

II.3.3.	Clasificación General del clima.....	188
II.3.4.	Diagramas bioclimáticos.....	203
II.3.5.	Regímenes de humedad y temperatura del suelo.....	229
<b>Capítulo 4.</b>	<b>Vegetación.....</b>	<b>237</b>
II.4.1.	Introducción.....	239
II.4.2.	Corología.....	246
II.4.3.	Bioclimatología.....	248
II.4.4.	Ecosistemas vegetales.....	253
II.4.5.	Vegetación y uso actual.....	279
<b><u>PARTE III. ESTUDIO DE LOS SUELOS</u></b>		
<b>Capítulo 1.</b>	<b>Unidades cartográficas de suelos.....</b>	<b>289</b>
III.1.1.	Introducción.....	291
III.1.2.	Controles cartográficos.....	292
III.1.3.	Parámetros edáficos determinantes en la cartografía.....	295
III.1.4.	Descripción de las unidades cartográficas.....	301
<b>Capítulo 2.</b>	<b>Perfiles y sondeos de suelo.....</b>	<b>381</b>
<b>Capítulo 3.</b>	<b>Consideraciones sobre la clasificación de los suelos.....</b>	<b>505</b>
III.3.1.	Introducción.....	507
III.3.2.	Orden Mollisol.....	508
III.3.3.	Orden Alfisol.....	511
III.3.4.	Orden Inceptisol.....	513
III.3.5.	Orden Entisol.....	519
<b>Capítulo 4.</b>	<b>Secuencias de suelos.....</b>	<b>529</b>
III.4.1.	Introducción.....	531
III.4.2.	Secuencias de suelos del área carbonatada.....	536
III.4.3.	Secuencias de suelos en el área silícica.	546
<b>Capítulo 5.</b>	<b>Estudio estadístico de perfiles y sondeos... 557</b>	
III.5.1.	Análisis de la varianza.....	559
III.5.2.	Análisis factorial.....	587
III.5.3.	Apéndice estadístico (tablas).....	620
<b>Capítulo 6.</b>	<b>Estudio de la materia orgánica de Umbrepts.. 711</b>	
III.6.1.	Introducción.....	713
III.6.2.	Fraccionamiento de la materia orgánica... 720	
III.6.3.	Análisis orgánico elemental de los ácidos húmicos.....	729
III.6.4.	Fraccionamiento de los ácidos húmicos por Gel-filtración.....	734
III.6.5.	Propiedades ópticas de los ácidos húmicos.....	737
III.6.6.	Consideraciones finales.....	746



## **PARTE IV. EVALUACION DE LA CAPACIDAD DE USO DE LOS SUELOS**

<b>Capítulo 1. Introducción.....</b>	<b>753</b>
IV.1.1. Problemática de la evaluación y planificación de zonas de montaña.....	755
IV.1.2. Empleo de las cartografías de suelos en la evaluación.....	764
IV.1.3. La evaluación de tierras con fines forestales.....	775
IV.1.4. Objetivos de la evaluación de los suelos del área.....	807
<b>Capítulo 2. Caracterización de la capacidad agrológica..</b>	<b>815</b>
IV.2.1. Introducción.....	817
IV.2.2. Descripción del método.....	818
IV.2.3. Aplicación del método.....	821
IV.2.4. Resultados.....	823
<b>Capítulo 3. Clasificación de las condiciones de           fertilidad.....</b>	<b>829</b>
IV.3.1. Introducción.....	831
IV.3.2. Metodología.....	832
IV.3.3. Aplicación del método.....	833
IV.3.4. Resultados.....	836
<b>Capítulo 4. Usos agronómicos: Agrícolas, forestales, y           pastos.....</b>	<b>841</b>
IV.4.1. Descripción del método de evaluación de suelos para usos agronómicos.....	843
IV.4.2. Resultados obtenidos en la aplicación del método al área de estudio.....	866
<b>Capítulo 5. Clasificación de los suelos con vistas a la           reforestación en la zona mediterránea.....</b>	<b>885</b>
IV.5.1. Introducción.....	887
IV.5.2. Metodología.....	890
IV.5.3. Aplicación del método.....	892
IV.5.4. Resultados.....	897
IV.5.5. Selección de especies forestales.....	902
<b>Capítulo 6. Estimaciones sobre la erosión del suelo.....</b>	<b>909</b>
IV.6.1. Introducción.....	911
IV.6.2. Generalidades sobre la erosión eólica.....	913
IV.6.3. Cálculos sobre la erosión eólica.....	917
IV.6.4. Cálculos sobre la erosión hídrica.....	925
<b>Capítulo 7. Planificación de uso del suelo.....</b>	<b>931</b>
IV.7.1. Premisas.....	933
IV.7.2. Resultados.....	936
<b>Conclusiones.....</b>	<b>945</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>953</b>

## MAPAS TEMATICOS

- Mapa n° 1. Pendientes
- Mapa n° 2. Orientaciones topográficas
- Mapa n° 3. Suelos
- Mapa n° 4. Capacidad agrológica
- Mapa n° 5. Unidades F.C.C.
- Mapa n° 6. Aptitud para usos agrícolas
- Mapa n° 7. Aptitud para usos forestales. Labores manuales o con maquinaria ligera
- Mapa n° 8. Aptitud para usos forestales. Labores con maquinaria pesada
- Mapa n° 9. Aptitud para el cultivo de pasto. Labores manuales
- Mapa n° 10. Aptitud para el cultivo de pasto. Labores con maquinaria ligera y tractor convencional
- Mapa n° 11. Aptitud de los suelos para la reforestación
- Mapa n° 12. Zonas de aptitud para diferentes especies forestales
- Mapa n° 13. Riesgos de erosión
- Mapa n° 14. Planificación de uso

# **PARTE I**

## **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

## OBJETIVOS

Sierra Nevada es un macizo montañoso situado al Sureste de Granada, con una distancia aproximada de 24 Km en línea recta entre el centro de la capital y la línea de cumbres. En su vertiente Sur, comprende una parte de la comarca de la Alpujarra, donde se asientan importantes núcleos de población.

Como toda zona de montaña, Sierra Nevada presenta dificultades para el asentamiento humano, lo que ha preservado relativamente estas zonas hasta el presente, aunque en la vertiente Sur, el mayor poblamiento de la Alpujarra ha supuesto un empleo más extensivo del medio.

¿ Qué recursos ofrece este área de montaña ?. En primer lugar y explotada desde tiempos muy antiguos, Sierra Nevada, a través de sus ríos, es la reserva hidrológica que permite el abastecimiento de agua para el consumo humano en la ciudad de Granada y lo que es más importante, para la puesta en riego de gran parte de la "Vega". Es éste un aspecto que debe estar presente en el uso del macizo. En sí misma, la Sierra es una fuente de recursos importantes por su escasez en la región, como son: los pastos de verano y los bosques. Su situación, al Sur de la Península Ibérica, condiciona un clima especial y hace de este área una reserva ecológica de primera magnitud. Son muchas las especies vegetales y animales endémicos, que justifican la consideración de este espacio como reserva natural. También

como actividades económicas de la Sierra cabe citar la minería, que desde tiempos ancestrales ha llegado hasta el presente. Finalmente, las zonas nivales permiten la práctica de los deportes de invierno, de gran trascendencia económica para la región.

El uso de un área determinada viene condicionado por dos aspectos: a) la aptitud de dicha zona para el uso expresado como rendimiento (de productos, sociales, etc.) y b) los riesgos de pérdida de la aptitud por degradación con el uso o causas naturales; cabe destacar en este último apartado la erosión hídrica y eólica de los suelos. Tanto la aptitud como los riesgos son función de los caracteres físicos de la tierra a emplear.

El uso correcto debe conjugar los máximos rendimientos con las mínimas pérdidas de aptitud. El problema de la planificación a nivel local es encontrar ese uso correcto, pero a nivel más general se trata de decidir que empleo se va a dar a cada área de tierras integrando la máxima aptitud y mínimo riesgo, como usos rentables de la tierra en un esquema de producción y que cubran las aspiraciones sociales. En pocas palabras y teniendo en cuenta un modelo económico no autárquico, el uso de la tierra debe ser planificado en base al medio físico y los aspectos socioeconómicos.

La F.A.O. en su "Esquema para la Evaluación de

Tierras" (1.976), especifica que el suelo es el carácter más importante que condiciona el uso de la tierra y que por tanto, gran parte de los trabajos de evaluación y planificación deben basarse en estudios edáficos.

Los principales objetivos de la presente tesis doctoral son, en primer lugar, el estudio global de los suelos de la parte más característica de Sierra Nevada (Sector Centro-Occidental) y, por otra, evaluar la aptitud de este macizo para usos agronómicos (agrícolas, pecuarios y forestales), en base a las propiedades del suelo y otros caracteres físicos de la tierra.

Estos objetivos globales del estudio conllevan una serie de objetivos parciales que se relacionan a continuación:

1) Conocimiento exhaustivo del medio natural en sus aspectos de relieve, geología y vegetación.

2) Estudio agroclimático con el fin de realizar la clasificación del clima de acuerdo con sus posibilidades agrícolas y selvícolas.

3) Conocimiento de la distribución de los suelos en el paisaje y los caracteres intrínsecos y extrínsecos más importantes de los mismos, para el levantamiento de un mapa de suelos a escala 1:50.000, empleando la clave "Soil Taxonomy".

4) Estudio de interrelaciones entre las distintas tipologías a través del establecimiento de secuencias

genéticas de suelos.

5) Análisis estadístico detallado de los resultados al objeto de definir de una manera fiable el sistema edáfico, evidenciar algunas de sus principales relaciones, confirmar y simplificar los controles edafogenéticos de la zona, etc.

6) Caracterización de la materia orgánica de los principales suelos del macizo, Umbrepts bajo matorral y pinar de repoblación, escogidos por su representatividad, grado de conservación e importancia ecológica. Este objetivo es doble: 1) Contribuir al conocimiento de aspectos compositivos y genéticos aún no estudiados hasta la fecha. 2) Investigar los efectos de la repoblación forestal sobre el suelo, a través de la materia orgánica, lo que aportará resultados de gran interés respecto a la evaluación de la zona para usos forestales.

7) Evaluación de la capacidad de uso de los suelos, partiendo de metodologías generales que centren la vocación de uso de la zona, y posteriormente, aplicar métodos específicos para las distintas modalidades de uso agronómico, con mayor énfasis en el forestal. También se estiman los riesgos de erosión hídrica y eólica como parte importante de la planificación.

8) Realizar un esquema sobre la planificación de uso del área de estudio basado en todos los anteriores datos.

Por último, el estudio que se presenta aporta resultados sobre el medio suelo, clave del ecosistema, que quisieramos permitan en un futuro inferir el curso y freno



de la desertificación del Sureste de España, ya que Sierra Nevada constituye una barrera y a la vez pudiera ser causa de estos procesos.

En suma, esta Tesis se acerca más al ámbito de la Edafología Aplicada, a pesar de que se han dedicado importantes esfuerzos a aquellos aspectos compositivos, genéticos o de comprensión del funcionamiento del sistema edáfico de Sierra Nevada, que no habían sido considerados hasta la fecha.

de estos procesos, también se debe tener en cuenta el hecho de que el sistema de relaciones internacionales, en sus aspectos económicos, políticos y culturales, ha experimentado cambios profundos que afectan directamente a la actividad científica y tecnológica. En este sentido, el desarrollo de la ciencia y la tecnología en un país depende no solo de los recursos humanos y materiales, sino también de la capacidad de innovación y de la cooperación internacional. El sistema de relaciones internacionales, en sus aspectos económicos, políticos y culturales, ha experimentado cambios profundos que afectan directamente a la actividad científica y tecnológica. En este sentido, el desarrollo de la ciencia y la tecnología en un país depende no solo de los recursos humanos y materiales, sino también de la capacidad de innovación y de la cooperación internacional.

El desarrollo de la ciencia y la tecnología en un país depende no solo de los recursos humanos y materiales, sino también de la capacidad de innovación y de la cooperación internacional. El sistema de relaciones internacionales, en sus aspectos económicos, políticos y culturales, ha experimentado cambios profundos que afectan directamente a la actividad científica y tecnológica. En este sentido, el desarrollo de la ciencia y la tecnología en un país depende no solo de los recursos humanos y materiales, sino también de la capacidad de innovación y de la cooperación internacional.

El sistema de relaciones internacionales, en sus aspectos económicos, políticos y culturales, ha experimentado cambios profundos que afectan directamente a la actividad científica y tecnológica. En este sentido, el desarrollo de la ciencia y la tecnología en un país depende no solo de los recursos humanos y materiales, sino también de la capacidad de innovación y de la cooperación internacional.

La zona de estudio se encuentra comprendida entre los paralelos  $36^{\circ} 54' 10''$  y  $37^{\circ} 40' 00''$  de latitud y los meridianos  $83^{\circ} 10' 00''$  y  $83^{\circ} 40' 00''$  de longitud.

El clima de esta zona es templado y se caracteriza por ser predominantemente seco. El relieve de la provincia es principalmente la mayor parte del territorio ocupado por las cordilleras de Sierra Nevada.

El perímetro de esta zona de estudio se define por el Norte, Norte Oeste y Oeste por la cordillera de Sierra Nevada, al Oeste por la cordillera de Sierra Nevada, al Sur por el servicio geográfico del Estado y al Este por el río Guadalquivir.

El relieve de esta zona es predominantemente montañoso y se caracteriza por ser predominantemente seco.

## CAPITULO 1

### LOCALIZACION GEOGRAFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO

RECEIVED BY THE BOARD OF DIRECTORS  
OF THE CORPORATION

La zona de estudio se encuentra comprendida entre los paralelos  $36^{\circ} 54' 40'',2$  y  $37^{\circ} 10' 04'',8$  de latitud Norte, y los meridianos  $3^{\circ} 11' 10'',9$  y  $3^{\circ} 31' 10'',9$  de longitud Oeste.

Dicho sector se ubica en Andalucía Oriental, concretamente en el Sureste de la provincia de Granada y comprende la mayor parte del ámbito occidental de la unidad territorial de Sierra Nevada.

El perímetro areal está delineado por los límites Norte, Este y Oeste de la Hoja topográfica nº 1.027 (20-42) de "Güejar Sierra" a escala 1:50.000, editada por el Servicio Geográfico del Ejército, y el contacto geológico entre Alpujárrides y Nevadofilábrides en la Hoja topográfica nº 1.042 (20-43) de "Lanjarón", también a escala 1:50.000 (IGME, 1.979), que constituye el lindero meridional.

La extensión aproximada es de 78.400 ha, lo que representa un 6,25% del total provincial. Forma parte de las comarcas administrativas agrícolas de la Vega, Guadix, Valle de Lecrín y Las Alpujarras.

El territorio está comprendido por los municipios de Bérchules, Beznar, Busquistar, Bubión, Cáñar, Capileira, Carataunas, Cástaras, Dílar, Dúrcal, Güejar Sierra, Huetor

Vega, Jeres del Marquesado, Juviles, Lanjarón, La Taha, Lecrín, Lugros, Monachil, Nigüelas, Orgiva, Pampaneira, Pinos Genil, Pórtugos, Soportújar y Trevélez.

Los núcleos de población se encuentran fundamentalmente en la vertiente meridional, en lo que se denomina la Alpujarra Alta, constituida por los pueblos de Trevélez, Bérchules, Alcútar, Busquistar, Atalbéitar, Ferreïrola, Pórtugos, Mecina Fondales, Pitres, Capilerilla, Pampaneira, Bubión, Capileira, Carataunas, Soportújar y Cáñar. En la cuenca del río Genil, y en el extremo NW de la zona, encontramos los pueblos de Pinos Genil y Güejar Sierra.

La situación y acceso a la zona se muestra en la figura I-1-1. La aproximación por el Sur se realiza desde la costa mediterránea por la carretera nacional N-340, tomando la comarcal C-333 que bordea la Sierra de la Contraviesa y cruza el río Guadalfeo. Por el Norte es posible tomar contacto con la zona desde la capital de Granada.

En el interior, el territorio puede atravesarse de Norte a Sur, cuando las condiciones climáticas lo permiten, desde Pinos Genil hasta Capileira circulando por las carreteras locales GR-460, GR-420, GR-411 y cruzando la divisoria de aguas por el Veleta y la Loma del Pico

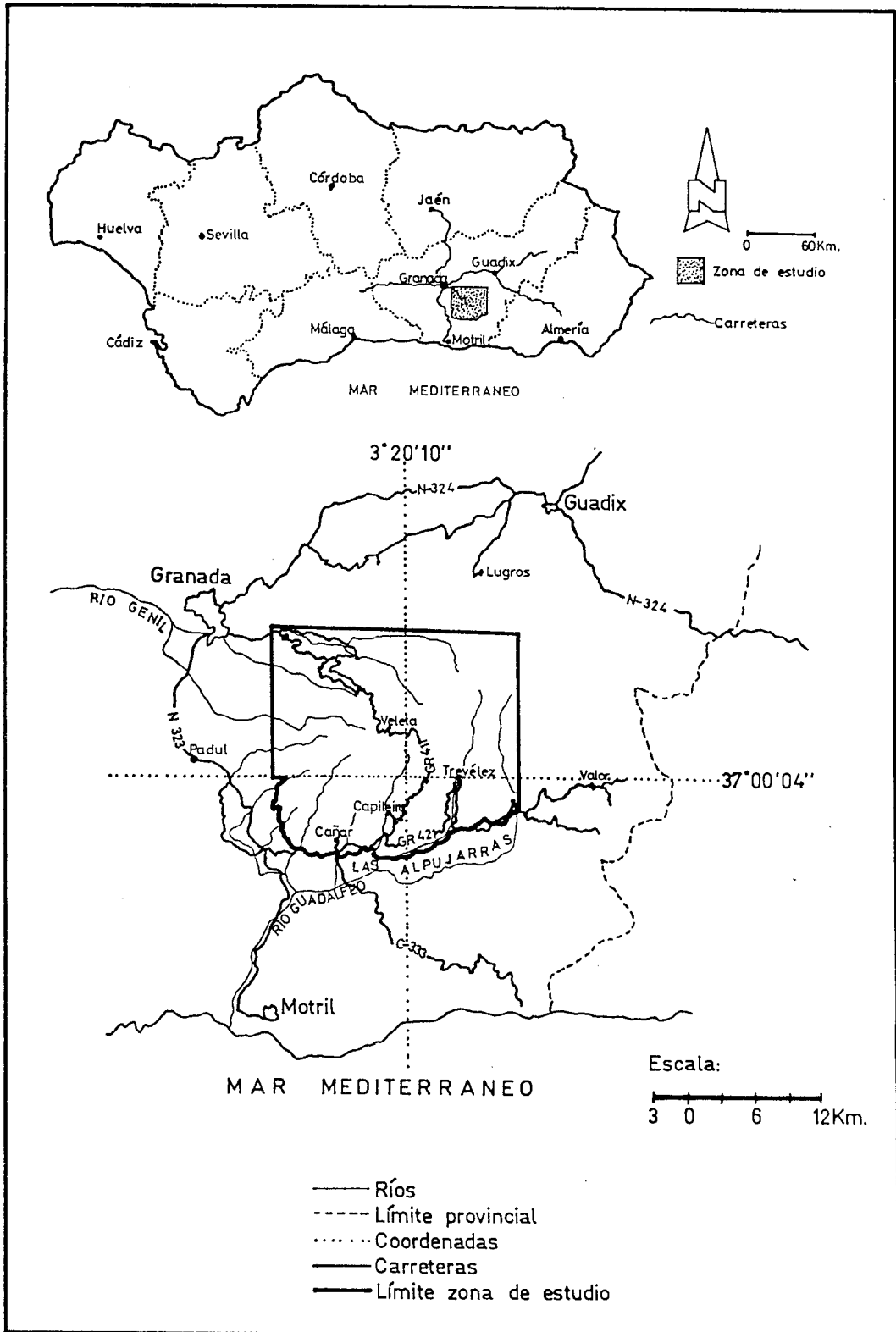
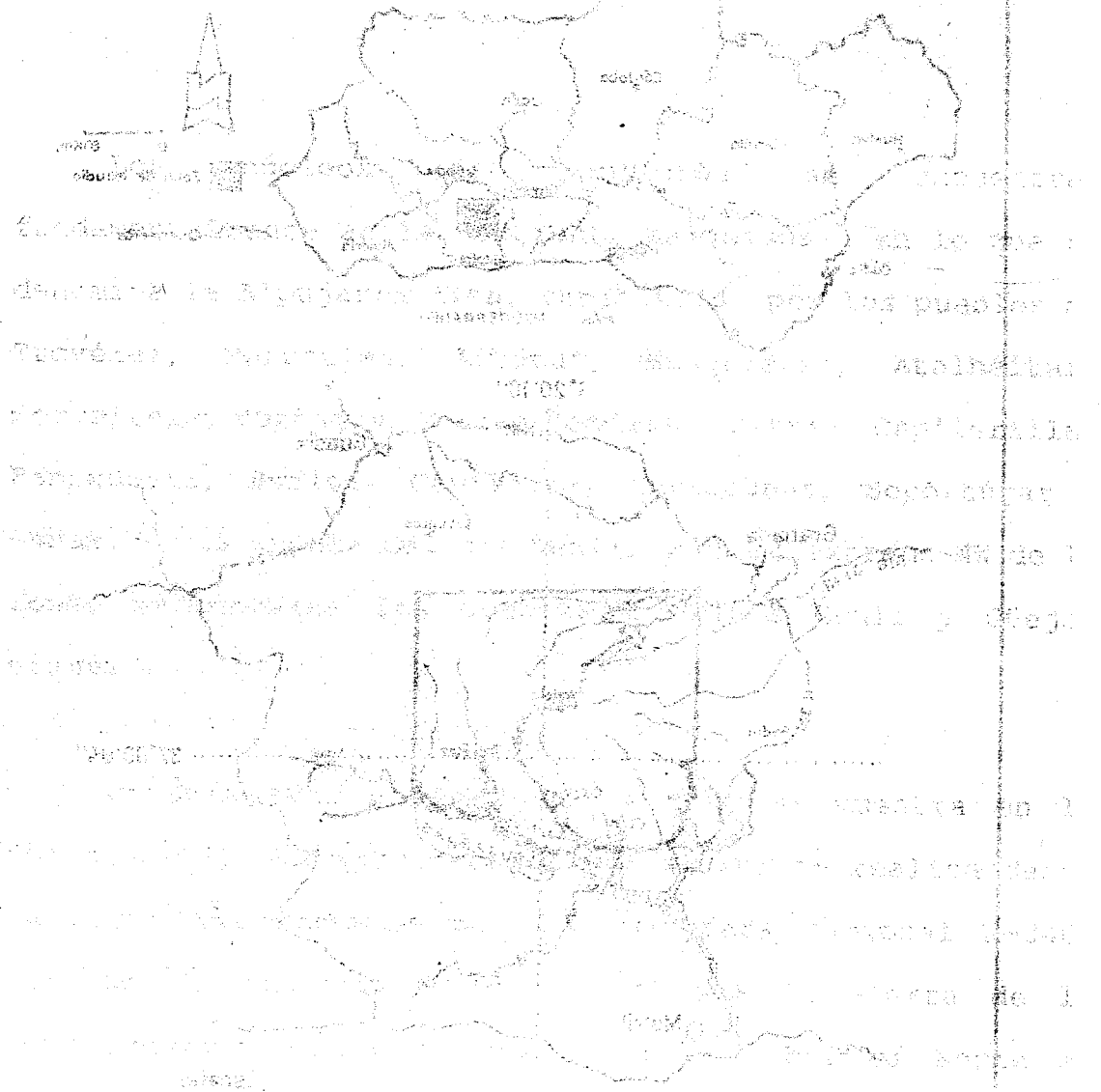


Figura I-1-1 Mapa de localización

Map of Portugal, showing the outline of the country and its major regions. The map is titled 'Map of Portugal' and includes a scale bar and a north arrow.



Map of Portugal, showing the outline of the country and its major regions. The map is titled 'Map of Portugal' and includes a scale bar and a north arrow.

Map of Portugal, showing the outline of the country and its major regions. The map is titled 'Map of Portugal' and includes a scale bar and a north arrow.

Map of Portugal, showing the outline of the country and its major regions. The map is titled 'Map of Portugal' and includes a scale bar and a north arrow.



Mulhacén. En el cuadrante noroccidental la vía principal tiene toda una suerte de bifurcaciones que son el acceso al pueblo de Güejar Sierra, la variante del Dornajo y comunicaciones de Prado Llano, acceso a Borreguiles y diversas pistas que surcan densamente la cuenca alta del río Monachil y que incluso llegan a la del Dílar.

La mayoría de los pueblos de la zona de la Alpujarra están conectados con la carretera GR-421 que discurre, entre Cáñar y Bérchules, a una altitud media de 1.300 m., por todo el borde Sur. El vertice NE es alcanzado por la carretera que comunica Jeres del Marquesado con Aldeire.

Las principales pistas o caminos forestales son: la de la Cantera de Piedra del río Dílar a través de la Cortichuela; las del Purche y accesos a San Jerónimo en la cuenca del Monachil; accesos al Hotel del Duque y al Charcón; la pista al Sur de los Alayos desde Ermita Vieja; acceso a la Dehesa del Camarate; pista a las minas de hierro desde Bérchules, las que comunican las repoblaciones del Este del Picón de Jeres; la que va desde Soportújar hasta la casa forestal por la Cuesta de los Bancalillos etc...

Mención especial merecen las veredas, algunas ancestrales, que surcan toda el área con fines ganaderos, agrícolas, montañeros, etc. Muchas de ellas proceden de antiguas acequias árabes y actualmente cumplen en parte

importante de su recorrido ambos fines.

El pueblo de...  
comunicación...  
diversas...  
rio Montañón y que incluso llegan a la del Gila.

La mayoría de los pueblos de la zona de la Alpujarra  
están conectados con la carretera N-421 que discurre  
entre Gájar y Barchulén, a una altura media de 1.300 m.  
por todo el borde sur. El valle de N-421 es alcanzado por la  
carretera que comunica Jerez del Barquero con Alhaurín.

Las principales áreas o caminos forestales son: la de  
la Carretera de Jerez del Barquero al río Gila a través de la  
Cortijuela; las del núcleo y sucesos a San Sebastián en la  
cuenca del Montañón y acceso al Pinar del Pinar y el  
Olivar; la parte al sur de los Alayos desde Santa Victoria  
acceso a la Dehesa del Comarcal para a las áreas de  
pino de las Barchulén, las que comunican las explotaciones  
del río del Pinar de Jerez y desde Jerez al  
por la zona forestal por la Carretera de las Barchulén.

Reserva forestal...  
que cubren toda el área...

Los suelos de Sierra Nevada y su zona adyacente natural han sido estudiados a partir de los datos que se han obtenido.

Inicialmente se hicieron un estudio detallado físico y químico de los suelos de las montañas de las características físicas químicas y biológicas que se han obtenido se analizaron las influencias de las condiciones y se estudió el desarrollo de los suelos y la distribución espacial de ellos.

## CAPITULO 2

### ANTECEDENTES SOBRE LOS SUELOS DE SIERRA NEVADA

SECRET

NOVEMBER 1954

## **I-2-1 - INTRODUCCION**

Los suelos de Sierra Nevada y su relación con el medio natural han sido estudiados a partir de la década de los años cincuenta.

Inicialmente se denota un interés científico en la génesis y geoquímica de los suelos, deducidas a partir de sus características físico-químicas y su morfología. En el mismo sentido se analizan las influencias de los factores formadores y se intenta sistematizar los criterios sobre la distribución espacial de suelos.

El avance en el conocimiento edáfico del macizo y sus estribaciones continúa ininterrumpidamente, en las líneas de investigación mencionadas, durante los años sesenta y setenta, aunque predomina el tratamiento de tipologías puntuales y la resolución de problemas edafogenéticos específicos.

A finales de los setenta y claramente con el inicio de los años ochenta, se generalizan los estudios que abordan la investigación edafológica de amplios sectores, comprobándose las interrelaciones existentes entre el suelo y los diferentes parámetros medioambientales. Es el momento de la profundización de los aspectos genéticos de las fases mineral y orgánica, con una mayor incidencia, sin duda, en

la caracterización mineralógica de los suelos y en la estimación del alcance de los procesos geoquímicos y alteraciones superficiales.

La última década ha sido especialmente prolífera en estudios cartográficos monoespecíficos o bien en trabajos más ambiciosos, en los que una parte fundamental de los mismos consistió en aportar mapas de distribución de unidades de suelos, cada vez mejor definidas y delimitadas con un mayor grado de exactitud, merced al conocimiento acumulado sobre la dinámica edafogenética.

La taxonomía edáfica y la denominación de los suelos según los diferentes sistemas de clasificación que van apareciendo sucesivamente en el tiempo, está presente en todos esos estudios.

Muy recientemente se está buscando la aplicabilidad práctica de los mapas de suelos, mediante la elaboración y empleo de sistemas de evaluación adaptados al área. Se intenta valorar la capacidad de los suelos para usos propios de montaña, fundamentalmente con la optimización de los ya existentes.

En un repaso minucioso de los trabajos edáficos cuyo material se ubica en el macizo de Sierra Nevada es posible agrupar los estudios según los aspectos específicos en los que profundizan. No obstante en la mayoría de ellos se

reconoce una estructura básica común imprescindible, conformada por la caracterización, definición y clasificación de los suelos en los que se sustenta el trabajo.

Este libro es el resultado de un trabajo de investigación y de una experiencia de enseñanza que se ha desarrollado en el curso de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Tucumán. El curso es obligatorio para los estudiantes de la carrera de Ingeniería Agrícola y de Ingeniería Agrícola y Forestal. El curso tiene como objetivo principal proporcionar a los estudiantes los conocimientos básicos necesarios para el estudio y el manejo de los suelos. El curso se divide en tres partes: caracterización, definición y clasificación de los suelos. La primera parte trata sobre la caracterización de los suelos, es decir, sobre los factores que influyen en la formación y el desarrollo de los suelos. La segunda parte trata sobre la definición de los suelos, es decir, sobre los criterios que se utilizan para clasificarlos. La tercera parte trata sobre la clasificación de los suelos, es decir, sobre los sistemas de clasificación que se utilizan para agrupar los suelos en clases homogéneas. El curso se imparte en forma teórica y práctica. En las clases teóricas se exponen los conceptos básicos y se analizan ejemplos de suelos. En las clases prácticas se realizan trabajos de campo y de laboratorio para aplicar los conocimientos adquiridos en las clases teóricas. El curso es de gran importancia para los estudiantes de la carrera de Ingeniería Agrícola y Forestal, ya que les proporciona los conocimientos necesarios para el estudio y el manejo de los suelos, que es una de las disciplinas más importantes de la agronomía.

## I-2-2 - TRABAJOS DE INVESTIGACION EN DIFERENTES SECTORES

Un primer bloque temático precursor y a la vez núcleo de los trabajos edafológicos en la Sierra, está constituido por el conjunto de tesis de doctorado y de licenciatura, que han centrado sus esfuerzos en abrir vías de investigación en sectores concretos, con una dinámica específica y con un grado de resolución dispar de los problemas planteados.

Raya (1.959) estudia la génesis de algunos suelos de Sierra Nevada considerando a la roca madre, a la altitud y a la orientación geográfica los factores formadores más influyentes. Establece una clara secuencia altitudinal cuyos intervalos de cota varían en función de la orientación. En la ladera Norte y sobre materiales del núcleo cristalino las Tierras Pardas ascenderían hasta 2.500 m., situándose por encima la tipología Ranker. Este límite es manifiestamente menor en la vertiente Sur.

Habrá que esperar un período de quince años hasta que Párraga (1.974, 1.980) y Delgado Calvo-Flores (1.977, 1.980) centren sus trabajos doctorales en la profundización de diversos aspectos edáficos de los suelos de la Dehesa del Camarate, el primer autor, y en la cuenca alta del río Dílar, el segundo.



En la Dehesa del Camarate, caracterizada por mantener masas forestales autóctonas, Párraga (op. cit.) recoge y analiza una serie de perfiles con dos tipos fundamentales de horizonaciones: A - C y A - B - C. El epipedón dominante es el úmbrico, en algunos casos el móllico y rara vez el hístico. El espesor del solum es muy variable (20 - 100 cm.); las texturas son francas y franco arenosas; pH cercano a 7; alto contenido relativo en materia orgánica; alta capacidad relativa de intercambio catiónico y saturación de bases inferior a 50%.

Por último se estudia la micromorfología, se clasifican los tipos de humus y se describen los procesos edafogenéticos más influyentes en la zona: humificación, empardecimiento, arcillización, pseudogleyización, ilimerización y podzolización.

Delgado Calvo-Flores (1.977), en el Barranco Hondo, establece un balance geoquímico de las alteraciones superficiales, que posteriormente (1.980) extiende a toda el área nevadofilábride de la cuenca del río Dílar. La investigación en el último trabajo citado se fundamenta en un estudio edafológico con un análisis de los factores formadores (incluida la edad relativa de los suelos), una cartografía detallada de fases de suelos y la caracterización muy precisa de 13 perfiles con una especial atención a los aspectos mineralógicos. Así mismo, de la investigación de 39 perfiles seriados en el relieve y el

muestreo y análisis de aguas del río Dilar, establece los principales caracteres edafológicos y geoquímicos del macizo.

En un breve esbozo de la problemática edáfica de este área, Delgado Calvo-Flores (1.980) distingue un grupo mayoritario de suelos en las laderas secas: Entisoles en las áreas muy erosivas y actuales, Inceptisoles postwürmienses desaturados (Umbrepts), Inceptisoles degradados por causas antrópicas (Ochrepts) y Mollisoles protegidos por la vegetación y con sustratos saturados (Xerolls y Borolls). Un segundo grupo está representado por los suelos de los prados húmedos: Aquepts.

Hoyos (1.979), estudia ocho perfiles de suelos ácidos, bajo vegetación herbácea y de distintos tipos de bosque, con el fin de determinar la influencia de la vegetación sobre la materia orgánica del suelo. Salvo en el caso del roble, las hierbas parecen controlar una materia orgánica mejor humificada que la que origina el bosque; debido a que éste suministra restos más acidificantes.

Serrano (1.984) centra sus investigaciones en la influencia de la repoblación de *Pinus sylvestris* y *uncinata* en los suelos de la vertiente Sur. Genéticamente, en los suelos de Sierra Nevada, reconoce procesos de melanización y empardecimiento así como una leve podzolización química. En base al estudio de un número importante de perfiles, no

se detectan diferencias notables entre los suelos con vegetación natural de matorral y los que soportan pinos de repoblación, manteniendo constantes los demás controles (pendiente, roca, clima...). Algunas modificaciones apreciables, por ejemplo leve rebasificación, parecen estar inducidas por las labores de preparación del terreno para reforestar (mezcla de horizontes profundos).

La caracterización y distribución de los suelos de la vertiente NW sobre materiales nevadofilábrides fue uno de los objetivos del trabajo de Sánchez Marañón (1.985). Se construye un mapa de suelos a escala 1:50.000 en un área de 220 Km<sup>2</sup>, que incluye parte de las cuencas de los ríos Dílar, Monachil, Genil, Alhama y Jeres, entre 1.250 m. y 3.482 m. de altitud. Las principales tipologías encontradas son los Xerumbrepts y Criumbrepts con o sin horizonte B de alteración. Junto a ellos son destacables también las unidades de suelos erosivos Xerorthents y Criorthents, así como otros de menor extensión: Haplumbrepts, Xerochrepts, Haploxerolls, Fluvents y Aquents.

Sánchez Gómez (1.990) estudia la dinámica de la cuenca del río Lanjarón mediante un estudio geomorfológico y edáfico de la misma. El autor plantea la hipótesis de la existencia de tres períodos climáticos en el área con diferencias en la edafogénesis y morfogénesis. Una dinámica precuaternaria; otra durante el Cuaternario glacial; y finalmente una tercera postglacial o actual.

Fuera de los límites del área de estudio, razón por la que no se detallan, destacan también en el macizo de Sierra Nevada los trabajos de Martínez Garzón (tesis de licenciatura, 1.986 y tesis doctoral, 1.991) y Gil de Carrasco (tesis doctoral, 1.988), que caracterizan los suelos en el paisaje del extremo oriental de Sierra Nevada. La ralentización de la meteorización con la altitud, las diferencias en determinados parámetros físico-químicos inducidas por la orientación, la zonación altitudinal del horizonte cámbico y del carácter dístrico, y la relación geomorfología - parámetros de suelo, son algunas de sus conclusiones.

### I-2-3 - ESTUDIOS DE PERFILES PUNTUALES

La caracterización de suelos mediante recogida, análisis y clasificación de perfiles puntuales en Sierra Nevada comienza, al menos de acuerdo con nuestros datos, con Franz (1.956) al estudiar un Ranker pardo mulliforme a 2.500 m. de altitud.

Posteriormente en la Conferencia Internacional de Arcillas (SEA - AIPEA, 1.972) se presenta un Ranker sobre anfibolitas a 2.300 m. y un suelo Pardo alpino sobre micasquistos a 2.410 m., ambos en la cuenca del río Monachil.

Aguilar et al. (1.972) encuentran en el barranco de San Juan un Histosol eútrico y un Histosol dístrico, situados a 2.600 y 2.750 m. respectivamente, caracterizándolos desde el punto de vista analítico, macro y micromorfológico; definiendo también las principales comunidades vegetales.

Delgado Calvo-Flores et al. (1.972a) describen en detalle 4 perfiles en el Barranco Hondo desde 2.000 a 2.500 m. de cota, pertenecientes a los subgrupos Criumbrept éntico y Criorthent lítico. Establecen la presencia de una catena geoquímica, referida a las formas de hierro libre.

En la IX Reunión Nacional de Suelos (1.980) se describen pormenorizadamente 4 suelos de la vertiente Norte, correspondientes a tipologías Haploxeroll, Xerochrept, Criumbrept y Criaquent, en una secuencia altitudinal que va desde 1.900 m. hasta 2.830 m. Así mismo, en la vertiente Sur y sobre rocas ácidas metamórficas, en pendientes moderadamente escarpadas y en torno a los 1.300 m. de altitud, se discuten los aspectos analíticos y genéticos de dos Alfisoles (Haploxeralf últico y Palexeralf últico) y un Xerochrept formado sobre un manto de derrubios que han fosilizado un suelo rojo previo.

Circunscritos a la Dehesa del Camarate Párraga y Aguilar (1.981) y Párraga et al. (1.981) describen las características mineralógicas, macro y micromorfológicas de un conjunto de Haplumbrepts énticos y típicos, dos Mollisoles, un Histosol y un Ultisol, en una gama de pendientes comprendida entre el 15% y el 45%, y desde 1.760 hasta 2.230 m. de altitud.

Delgado Calvo-Flores et al. (1.982a, 1.982b, 1.982c, 1.982d) estudian en detalle 4 perfiles de Inceptisoles (Criochrept típico, Criumbrept éntico, Xerumbrept típico y Haplumbrept típico) 2 Mollisoles (Haploxeroll últico - páquico y Hapludoll ácuico - éntico) y 3 Entisoles (2 Criorthents típicos y 1 Aquent), todos ellos en la cuenca alta del río Dílar. En todos los casos el material original está constituido por derrubios de micasquistos y cuarcitas.

Los componentes minerales de la fracción gruesa del suelo son micas, cuarzo, feldespatos, clorita y oxihidróxidos de hierro; las arcillas de los horizontes más evolucionados están constituidas por illita, interestratificados illita - montmorillonita y menores proporciones de caolinita, clorita, montmorillonita, paragonita, gibsita y goetita.

Otros puntos muestreados en el área de estudio son los que se describen en los trabajos de Barahona et al. (1.982a), Sierra et al. (1.982), AMA (1.984), Delgado et al. (1.985) y Párraga et al. (1.985), que analizan perfiles de la vertiente Sur de Sierra Nevada, en el área de la Alpujarra, destacando las tipologías de Xerumbrepts y Criumbrepts y algún Haploxeralf, Xerochrept y Xerorthent.

Recientemente, se están evidenciando algunas deficiencias en los sistemas de clasificación de suelos para establecer una correcta taxonomía de ciertos grupos de suelos de Sierra Nevada. Ello ha quedado de manifiesto en los trabajos de Aguilar et al. (1.986) para suelos hidromorfos y en Delgado Calvo-Flores et al. (1.988) para suelos agrícolas construidos en bancales. Por el contrario, de otras tipologías (Umbrept, Xeroll, etc.) se conoce perfectamente la variabilidad de sus propiedades físico-químicas y la asimilación a los correspondientes subgrupos de la Soil Taxonomy (USDA, 1.975) es indudable (Delgado Calvo-Flores et al. 1.988).

## I-2-4 - GENESIS DE LOS SUELOS

Un tercer bloque temático a considerar en esta exposición de antecedentes es la génesis de los suelos de la zona. Aunque los trabajos hasta ahora referidos tratan determinados aspectos genéticos de forma subsidiaria, en los que a continuación se detallan, la edafogénesis constituye su principal objetivo. Entre ellos cabe distinguir dos grupos en función de que analicen la influencia general de los factores formadores o se detengan específicamente en caracterizar la geoquímica de las alteraciones superficiales.

Gutiérrez Ríos y Medina Ortega (1.946, 1.950) y Hoyos de Castro y Medina Ortega (1.951) mediante un análisis de los procesos de erosión y formación de arcillas establecen la primera secuencia altitudinal de suelos de Sierra Nevada, caracterizada por una distribución en anillos concéntricos. En materiales calizos se distinguen Terras rossas y Terras fuscas, cuyo límite estaría en 1.600 m. En el área del núcleo cristalino encuentran hacia los 2.000 m. Tierras pardas alpinas podzolizadas, a mayor altura Ranker mulliforme y más arriba Mullranker y Suelos brutos alpinos.

En general, los autores destacan el escaso desarrollo de los suelos y la naturaleza heredada de las arcillas, atribuyendo estos caracteres a los condicionantes de clima,



pendiente y consistencia de las rocas.

Prieto (1.971) (realizado el estudio edafológico por el Dr. Guardiola, C.S.I.C.) corroboraría en el barranco del río Monachil la secuencia anterior para los suelos bien drenados, estableciendo otra correspondiente a las áreas mal drenadas (Anmoor de tundra, de vallecitos nevados y de valle).

Bosque Maurel (1.961) y Alías y Pérez Pujalte (1.968) matizarían la secuencia en la ladera Sur de Sierra Nevada al indicar la cota de paso de los tipos Tierra parda, Ranker y Suelos brutos, estimada en 1.700 m. y 2.800 - 2.900 m., respectivamente.

El análisis integrado de los factores formadores de los suelos de Sierra Nevada se realizó exhaustivamente por Delgado Calvo-Flores et al. (1.982f) en de la vertiente Norte. En este trabajo se describe la influencia que sobre el suelo tiene el clima, con una clara zonación altitudinal; el relieve, fundamentalmente en relación a la cota y la pendiente; el material original, formado en exclusiva por materiales ácidos derrubiados; los controles de las comunidades vegetales; y la edad de los suelos, siempre posterior al würmiense.

El estudio individualizado de los factores formadores más influyentes en la génesis se ha abordado en diferentes

trabajos, entre los que sobresalen los siguientes. Delgado Calvo-Flores et al. (1.982e) caracteriza el relieve y el control que ejerce sobre determinados parámetros de los suelos. Párraga et al. (1.983) analizan suelos forestales y los condicionantes que sobre ellos ejercen la cota, la pendiente y el tipo de vegetación. Según el carácter mejorante de los restos vegetales, los autores establecen la secuencia aceral>melojar>encinar>matorral. Algunas modificaciones inducidas por la repoblación de coníferas han sido detectadas por Párraga et al. (1.985) y Delgado Calvo-Flores et al. (1.987).

Las características edafoclimáticas de la vertiente Sur - Suroeste de Sierra Nevada quedaron bien definidas en los trabajos de Delgado y Ortega (1.985) delimitando altitudinalmente los regímenes de humedad (xérico y xérico de alta montaña) y de temperatura (término, méxico, frígido y críco).

Las investigaciones sobre la mineralogía y las alteraciones superficiales en relación a la génesis de la fracción mineral de los suelos, se han localizado principalmente en la cuenca del río Dílar y puntualmente en la Dehesa del Camarate donde se relacionó el quimismo con la mineralogía (Fernández et al. 1.981).

Delgado Calvo-Flores et al. (1.979) en suelos del Barranco Hondo, indica que el único horizonte que

manifiesta variaciones mineralógicas importantes respecto a la roca es el A, con una pérdida del 9% de albita. Se estima para los suelos una edad de  $4.424 \pm 980$  años.

Posteriormente, Delgado Calvo-Flores et al (1.981) cuantificó la meteorización química. Comparando la mineralogía de los horizontes reactivos y de los materiales inalterados, resultan modificaciones de materia muy pequeñas o indiscernibles. Los minerales que se meteorizan son moscovita, paragonita, oligoclasa, hornblenda, dolomita, calcita y clorita, aproximadamente un total de 400.000 Kg/año, en el área estudiada de la cuenca alta del río Dílar. Por otra parte, Delgado Calvo-Flores et al. (1.983) demuestran el carácter inestable de las micas y feldespatos originales, tendiendo a neoformarse caolinita, montmorillonita y gibsita. Para ello analizan las soluciones del suelo y emplean diagramas de estabilidad.

Por último, merece destacarse la interpretación de la génesis de los suelos de Sierra Nevada que realizan Barahona et al. (1.982b), a partir de un análisis factorial del modo R con rotación varimax de 33 características de 8 perfiles de Sierra Nevada estudiados con detalle mineralógica y analíticamente. Atendiendo al origen de las distintas fases minerales de la arcilla presentes en el suelo, la illita, paragonita, serpentina y talco son heredadas. La clorita es mayoritariamente heredada y en parte neoformada. Las fases de transformación están

constituidas por interestratificados illita - montmorillonita, y las de neoformación por caolinita, montmorillonita y accesoriamente por gibsita, goetita y lepidocrocita. Otros factores importantes en la génesis del suelo son la acumulación de materia orgánica y los procesos hidrolíticos y complejantes de la misma, la liberación de hierro y formación de oxi-hidróxidos, la influencia de la grava en el quimismo del suelo, etc.

Barahona et al. (1.986), estiman el grado de evolución y el tiempo de formación de los suelos de un sector de Sierra Nevada, a partir de la velocidad de los procesos de formación de caolinita, deducida de un balance de meteorización que presupone que la caolinita formada cada año es compensada por la caolinita que se erosiona. El grado de evolución del suelo obtenido es de 0,05 cm/año y el tiempo de formación alrededor de 2.500 años.

## I-2-5 - ESTUDIOS CARTOGRAFICOS

Existen estudios cartográficos a nivel regional (Pérez Pujalte y Prieto Fernandez, 1.980; CSIC - IARA, 1.989) que incluyen en su delimitación perimetral el área objeto de este trabajo.

Los principales antecedentes referidos a la elaboración de mapas de unidades básicas de suelos, además de las tesis referidas, hay que buscarlos en la realización del Proyecto de Lucha Contra la Desertización del Mediterráneo (LUCDEME), que presenta mapas de suelos a escala 1:100.000 con los criterios y denominación FAO (1.974). Se han publicado las hojas de Güejar Sierra (Delgado Calvo-Flores et al., 1.988) en el núcleo occidental de Sierra Nevada y las de Aldeire (Aguilar et al., 1.986) y Gergal (Ortega et al., 1.986) en el sector más oriental de Sierra Nevada. Los aspectos más importantes que se desprenden de todos ellos son la distribución altitudinal concéntrica de las unidades cartográficas, así como el aumento del carácter dístico y el escaso desarrollo del suelo hacia cotas superiores.

Otros trabajos anteriores sobre distribución de suelos en el área son los de Delgado y Simón (1.982), Delgado Calvo-Flores et al. (1.982g) y Sánchez Marañón et al. (1.987a). Estos dos últimos, ubicados en el sector Noroeste

de Sierra Nevada, son los únicos hasta ahora que han realizado una cartografía con la nomenclatura Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1.975). El más reciente se circunscribe a un amplio sector (220 Km<sup>2</sup>) y define 15 unidades básicas de suelos y 4 misceláneas, siendo mayoritarias las unidades de Xerumbrept típico y éntico y Criumbrept típico y éntico. En el conjunto del área los Inceptisoles ocupan el 47,8%, las Areas Misceláneas pedregoso-rocosas el 25,8%, los Entisoles el 23,2% y los Mollisoles el 3,2%.

[Faint, mostly illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the page]

[Faint, mostly illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the page]

El presente trabajo se fundamenta en los antecedentes  
que existen sobre la Sierra Nevada de Santa Marta  
y en particular en los estudios realizados en el  
campo de la edafología y la microbiología de los  
suelos de esta zona. Los datos obtenidos en  
estas investigaciones se han utilizado para  
elaborar el presente informe, el cual tiene  
como finalidad proporcionar información sobre  
los suelos de la Sierra Nevada de Santa Marta  
y su importancia en el desarrollo de la agricultura  
de esta zona.

El presente informe se divide en tres partes:  
1. Descripción general de la Sierra Nevada de Santa Marta.  
2. Descripción de los suelos de la Sierra Nevada de Santa Marta.  
3. Conclusión.

### CAPITULO 3

## ANTECEDENTES SOBRE LA EVALUACION DE LOS SUELOS DE SIERRA NEVADA

The following text is a very faint, low-contrast scan of a document. It appears to be a list or a set of instructions, but the characters are mostly illegible due to the quality of the scan. Some faint words like "List" or "Instructions" might be present at the beginning, but the rest of the text is too light to read accurately.

Faint header text, possibly a title or section name.

A line of faint text, possibly a subtitle or a specific instruction.

Another line of faint text, possibly a date or a reference number.



En el capítulo anterior se han citado los numerosos trabajos e investigaciones que han recogido diferentes aspectos sobre la edafología de este área: caracterización y clasificación de perfiles, génesis, micromorfología de algunos suelos, influencia de los factores formadores, distribución y cartografía de los principales grupos, geoquímica y alteraciones superficiales, mineralogía de arcillas y arenas, etc. Sin embargo, los estudios sobre la calificación de aptitud del suelo, a la hora de discernir el uso más acorde a sus potencialidades, recursos naturales y exigencias medioambientales, son escasos.

Hasta finales de la década de los setenta no existen precedentes de evaluación de suelos en la zona y en su conjunto los estudios realizados, no se ajustan a un proceso de evaluación como tal, sino que más bien persiguen la ordenación del territorio en base a criterios dispares, entre los que no juegan un papel destacado los datos edáficos. Otro aspecto interesante a considerar es el nivel de generalización de los estudios y la utilización de escalas de trabajo de escaso detalle.

Pezzi y García Rossell (1.978) elaboran un mapa de unidades paisajísticas y geomorfológicas de Sierra Nevada; Egeogran (1.983) plantea una reordenación del suelo en las Alpujarras con bases socioeconómicas; Martín et al. (1.982) y la Junta de Andalucía (1.985) delimitan zonas

socioterritoriales de características homogéneas y con diferentes niveles de necesidad de protección, en base a la existencia de ecosistemas naturales de gran valor ecológico para ésta y zonas adyacentes. Jiménez (1.991) cartografía estos sistemas naturales.

El primer trabajo específico de evaluación de suelos es el realizado por Sánchez Marañón (1.985), donde se valora la capacidad de uso de un sector noroccidental de Sierra Nevada, basándose en el suelo considerado en un sentido amplio (suelo + factores edafogenéticos) y de acuerdo con las especificaciones de la F.A.O. (1.976). Se analiza la aptitud de los suelos frente a usos agrícolas, forestales, ganaderos, ingenieriles y turísticos.

El estudio parte de un mapa de suelos a escala 1:50.000 del sector considerado, y de una descripción minuciosa de los factores formadores. A partir de esta información de base se escogieron dos zonas piloto comprendidas en el área total, que recogían todas las posibles combinaciones de características y de cualidades de la tierra, que se sabían influyentes en el valor de la tierra para un aprovechamiento concreto.

Para cada una de las cualidades de la tierra establecidas (quince cualidades en total, agrupadas en tres conjuntos según su influencia en el manejo del suelo, en el crecimiento de las plantas o relacionadas con la pérdida de

la capacidad), se diseñó una sitemática de clases, a partir de la cual era posible la delimitación cartográfica de las diferentes clases de cada cualidad en las dos zonas piloto.

La superposición de las cartografías de clases de cualidad, significaba la obtención de unidades de tipos de tierras perfectamente delimitadas, y definidas por una combinación de clases de cualidades, exclusiva para cada tipo de tierra.

La siguiente fase en el modelo de evaluación ideado, consistía en disponer de unos criterios en relación al grado de limitación que suponían las clases de cada cualidad frente a un uso concreto. En este sentido, se adoptaron tres niveles de limitación posible de una cualidad, según la clase con la que se manifestara en cada tipo de tierra. De este modo se tabuló el grado de limitación de todas las cualidades de la tierra, según el uso específico, estimando tres niveles posibles de limitación: Limitantes absolutos, limitantes menores y limitantes mayores.

El establecimiento de una clasificación de aptitud, adoptada en relación al número y grado de las limitaciones existentes en cada tipo de tierra, posibilitó el adjudicar una clase de aptitud a cada porción de terreno de las zonas piloto, en base al uso concreto evaluado. Así se distinguieron cuatro clases de aptitud (No apto, apto,

moderadamente apto y marginalmente apto), y tres subclases que se refieren al tipo o tipos de limitación fundamentales en la unidad de tierras (s: limitaciones de suelo, m: limitaciones de manejo, c: limitaciones climáticas).

A partir de este momento, fue posible adjudicar a cada tipo de tierra una clase de aptitud frente a los usos evaluados. Por último, recurriendo a los parámetros de medio físico, se invierte el proceso, hasta expresar cada una de las clases de aptitud obtenidas, en criterios físicos diagnósticos, fácilmente controlables con las cartografías temáticas realizadas a nivel de toda el área, y con los que es posible extrapolar los resultados de aptitud obtenidos en las áreas piloto.

El resultado del proceso evaluativo es la obtención de cartografías de aptitud del área total, frente a cada uno de los usos considerados. Entre las conclusiones finales, merece destacar que los "Xerumbrepts y Criumbrepts típicos" son los suelos de mayor potencialidad. Las limitaciones sobrevienen en todos los casos por restricciones climáticas y en menor grado, por la rocosidad superficial, la fertilidad de los suelos y la pendiente.

En conjunto la zona presenta una vocación claramente forestal con un posible aprovechamiento conjunto de los pastos naturales de primavera-verano, y una deficiente capacidad para los cultivos agrícolas y de plantas

forrajeras.

La Agencia de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía publica en 1.987 una evaluación ecológica de los recursos naturales de Andalucía, intentando, según indican los autores, una aproximación al conocimiento necesario para planificar el uso y protección de las tierras. Se elabora un mapa de capacidad de uso y protección a escala 1:400.000.

El sistema de evaluación empleado fue diseñado por De la Rosa y Magaldi (1.982) y se ajusta, en general, a las líneas metodológicas de Sánchez Marañón (op. cit.) con las peculiaridades propias que imprimen la escala de trabajo, el nivel de información disponible y la operatividad de los sistemas informáticos y de teledetección.

La unidad de trabajo es la "tierra", evaluándose todo el territorio andaluz para utilizaciones agrícolas, ganaderas, forestales y naturales, atribuyendo una capacidad a cada tierra en este orden decreciente según su posible intensidad de uso. Se resalta también la necesidad de protección de las zonas con interés ecológico.

La poderación de seis criterios diagnósticos (pendiente, suelo, riesgo de erosión, deficiencia bioclimática, uso forestal e interés ecológico) sirve para obtener las clases y subclases de capacidad de las tierras.

En el área aparecen con diferente representación cinco clases de capacidad, aunque en su mayor parte pertenece a la clase X, definida como tierras de interés ecológico, donde no es recomendable el cambio de uso, sino que merecen una protección especial. La ley 2/89 por la que se aprueba el inventario de Espacios Protegidos de Andalucía incluye toda esta zona con la calificación de Parque Natural.

Las tierras incluidas en la clase X soportan un bosque natural (subclase n) o con un arbolado de repoblación (subclase f) de alta densidad y calidad, y/o ecosistemas naturales que han de orientarse hacia fines de conservación, vida silvestre, recreación e intereses científicos.

El presente trabajo de tesis se ha desarrollado en el marco de la asignatura de Estadística de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad de Zaragoza. El autor desea agradecer a los profesores que han colaborado en el desarrollo de este trabajo, y en especial a los profesores de la asignatura de Estadística, por su valiosa ayuda y orientación durante el desarrollo de este trabajo. También desea agradecer a sus familiares y amigos por su apoyo y comprensión durante el desarrollo de este trabajo.

Este trabajo se ha desarrollado en el marco de la asignatura de Estadística de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad de Zaragoza. El autor desea agradecer a los profesores que han colaborado en el desarrollo de este trabajo, y en especial a los profesores de la asignatura de Estadística, por su valiosa ayuda y orientación durante el desarrollo de este trabajo. También desea agradecer a sus familiares y amigos por su apoyo y comprensión durante el desarrollo de este trabajo.

## CAPITULO 4

### MATERIAL Y METODOS





La metodología seguida en el estudio puede estructurarse en cuatro fases consecutivas. La fase A se refiere a los trabajos preliminares de gabinete, la fase B a las labores de campo, la fase C a la analítica de laboratorio, y la fase D corresponde a la interpretación y valoración de los datos obtenidos en las fases anteriores, así como a la elaboración y redacción de la memoria y cartografías adjuntas.

#### **I-4-1 - FASE A) TRABAJOS PRELIMINARES DE GABINETE**

En primer lugar se realizó una revisión bibliográfica en la que se registraron especialmente datos referentes a las propiedades, distribución y evaluación de los suelos de la zona o de áreas limítrofes, con caracteres similares. Asimismo se recogió la información básica disponible sobre el clima, geología, vegetación, relieve y edad de los suelos, para caracterizar el medio natural.

Utilizando los centros de menor distorsión de pares estereoscópicos de fotografías aéreas a escala aproximada 1:18.000, se realizó una labor de fotointerpretación de las pendientes, con los criterios de Barahona (1.980), y de los suelos mediante las técnicas de análisis de patrones y análisis de elementos (Gossen, 1.968), para toda la zona. En ambos casos se delineó una cartografía preliminar a escala 1:25.000 (mapa base de trabajo), determinando la

inclinación media de las unidades de pendiente en el mapa topográfico, con ayuda de la distancia entre curvas de nivel.

De acuerdo con los resultados obtenidos en los puntos anteriores se arbitraron las pautas de trabajo sucesivas encaminadas a completar la caracterización del medio físico, en aquellos aspectos directamente relacionados con los suelos y su potencialidad de uso. Especial atención se puede denotar en la caracterización climática del sector, cuyas especificaciones metodológicas figuran en el capítulo correspondiente por motivos de coherencia.

Por último se proyectaron un conjunto de itinerarios de campo con el objeto de reconocer y definir las unidades de suelo planteadas, comprobar los límites establecidos o la corrección de los mismos en su caso, seleccionar puntos de muestreo de calicatas y sondeos, y recoger datos del medio (pendiente, rocosidad, evidencias de erosión, formas de relieve, etc.). La fase de establecimiento de áreas piloto ha podido ser eliminada en nuestro caso, al poseer nuestro equipo de investigación algunos datos concretos de partes menores de la zona.

## I-4-2 - FASE B) LABORES DE CAMPO

En correspondencia con el diseño del muestreo, se inició la labor de campo distinguiendo tres niveles de recogida de información, con una densidad variable: Perfiles, Sondeos y Observaciones.

Las observaciones puntuales consistieron en recoger datos de superficie sobre la pendiente, altitud, rocosidad, pedregosidad, material de partida, formas de relieve, drenaje, evidencias de erosión y vegetación; además de aquellas otras notas sobre las características visibles estimadas como influyentes en la comprensión y comprobación de los patrones cartográficos. Los puntos observados disponen de los datos exigidos para el estudio del medio físico además de la profundidad del suelo, distribución de horizontes, color y tipología aproximada estimada in situ. En el cuaderno de campo se registraron cerca de 400 observaciones, que suponen una densidad de  $0,5/\text{Km}^2$ , con una distribución irregular en base a las comunicaciones existentes y a la intencionalidad de los itinerarios, trazados con objeto de cubrir el total de unidades de suelos fotointerpretadas, cortando el máximo número de límites entre unidades (Soil Survey Staff, 1.975)

El material edáfico para análisis de laboratorio se obtuvo en primer lugar de la apertura de calicatas al

efecto. Un primer grupo de pequeñas calicatas designadas como sondeos se realizaron con una densidad de  $0,14/\text{Km}^2$ , intentando cubrir inicialmente la mayor superficie posible. La localización posterior de los mismos fue replanteada, intensificando el muestreo en los terrenos que mayores dificultades ofrecían en la delimitación de las unidades básicas o en la resolución de los suelos constituyentes.

De cada uno de ellos se recogió una pequeña cantidad de la parte superficial del suelo (capa arable) para una determinación analítica básica. Además se anotaron todos los caracteres citados en las observaciones.

El levantamiento de 35 perfiles de suelo con una completa descripción de los mismos y la toma de una muestra por horizonte diferenciado, en cantidad suficiente para el posterior tratamiento analítico, completa la labor de campo para la que se emplearon las normas FAO (1.977), Soil Survey Staff (1.951 y 1.975) y Munsell (1.954).

En total, la densidad de observaciones, sondeos y perfiles es de  $0,69/\text{Km}^2$  (545 puntos de recogida de información sobre el suelo), lo que es adecuado para un mapa de semidetalle 1:50.000 (escala de publicación), tal como indica Nieves Bernabé et al. (1.985), suponiendo la máxima eficiencia edafológica de 20 y un grado de análisis entre 0,8 y 0,7, teniendo en cuenta en este último el volumen de estudios de suelos previos en el área.

### **I-4-3 - FASE C) ANALISIS DE LABORATORIO**

Los tres procesos analíticos que figuran en los esquemas adjuntos (figuras I-4-1, I-4-2 y I-4-3) definen los trabajos de laboratorio realizados, con determinaciones comunes a todos los horizontes de los perfiles, una analítica restringida en el caso de los sondeos y la caracterización de la materia orgánica de algunos perfiles.

#### **pH**

La primera medida de pH se obtuvo sobre la muestra de campo en una suspensión suelo-agua en proporción de peso 1:1.

#### **Tamizados**

Una vez secada la muestra al aire se realizó un tamizado a 2 mm. con la separación de la tierra fina y grava, calculando el porcentaje en peso de ambas fracciones. La granulometría de las arenas fue establecida por tamizado mecánico.

#### **Molienda**

Una pequeña parte de la tierra fina se separó del conjunto para someterla a una molienda con mortero mecánico

de ágata hasta obtener la fracción menor de 0,5 mm, necesaria para algunos de los análisis.

### Análisis granulométrico

El porcentaje de las distintas fracciones de tamaño, se calculó siguiendo el análisis granulométrico descrito en Soil Conservation Service (1.972), separando las arenas por tamizado y el limo y la arcilla mediante la pipeta de Robinson.

### Retención de agua, Cm y agua útil

Se calculó la retención de agua a 33 y 1.500 KPa con la membrana de Richards (1.954). Estos datos junto con las densidades aparentes y el Cm han permitido calcular el agua útil (mm. de agua retenidos por cm. de espesor). Las densidades aparentes se hallaron mediante ecuaciones de correlación, aplicando a los suelos del núcleo silícico la fórmula establecida por Delgado Calvo-Flores (1.980) y una densidad media de gravas de 2,4 g/cm<sup>3</sup>, y al resto la de Santos Francés (1.979) y una densidad media de las gravas de 2,2 g/cm<sup>3</sup>. El Cm o porcentaje de tierra fina en volumen fue establecido a partir del porcentaje en peso de gravas y la densidad de las gravas.

### Humedad

El Carbono orgánico, Hierro libre, Nitrógeno total, Bases de cambio y Capacidad de intercambio catiónico, contenido en Carbonatos y Fósforo asimilable, están ajustados a peso seco por lo que fue necesario calcular la humedad mediante calentamiento en estufa unas ocho horas a 110°C.

### Carbono orgánico

Para la determinación del carbono orgánico se empleó el método Tyurin (1.936) descrito por Kononova (1.961).

### Nitrógeno

El nitrógeno total se estableció por el método Kjeldhal (CSIC, 1.969).

### Carbonatos

El contenido en carbonato se midió con el calcímetro Bernard.

### Hierro libre

La medida de hierro se obtuvo mediante colorimetría,

previa extracción con citrato - ditionito de sodio (Holgrem, 1.967).

### Fósforo asimilable

La determinación de fósforo se realizó mediante colorimetría previa extracción con una solución de acetato Amónico (CSIC, 1.969).

### Capacidad de intercambio catiónico y bases de cambio

La capacidad de cambio de cationes y las bases de cambio se midieron pasando las soluciones de desplazamiento en tubos de percolación. En los suelos del núcleo silícico se procedió al paso sucesivo de Acetato Amónico a pH 7 y Cloruro sódico acidulado. En suelos con carbonatos se procedió a la extracción de las bases de cambio con Acetato Amónico (pH 7) y la capacidad de cambio fue medida por paso sucesivo de Acetato sódico (pH 8,2) y Acetato Amónico (pH 7) (Soil Conservation Service, 1.972). Sodio, Potasio y Calcio, fueron medido por fotometría de llama; posteriormente los alcalinotérreos se determinaron por complexometría (EDTA y Erio T), obteniendo el contenido de magnesio por diferencia. La determinación de Amonio se realizó en un destilador Bouat Microkjeldahl.



## Fraccionamiento de la materia orgánica

El estudio de la materia orgánica se realizó en los horizontes Ah de algunos suelos seleccionados: Umbrepts. Previo al fraccionamiento, se determinó el carbono orgánico total por vía seca empleando un analizador "Carmhograph-12".

En primer lugar se procedió a la separación de la materia orgánica libre o ligera por flotación en una mezcla bromoformo-etanol al 50%, de densidad 1,8 (Monnier et al., 1.962), operación que se repitió dos veces por cada gramo de carbono de la muestra. El residuo de suelo suspendido en la mezcla de densidad 1,8, se desagregó con un generador de ultrasonidos "Sonifier B-12" y se recogió por centrifugación otra fracción sobrenadante de humina heredada, repitiéndose la operación varias veces. Las fracciones separadas se valoran con el analizador "Carmhograph 12" (Chouliares et al., 1.975, Duchaufour y Souchier, 1.977).

Una vez desecado el residuo de suelo (fracción pesada), se realizan tratamientos repetidos con pirofosfato e hidróxido sódico 0,1 M (Dabin, 1.971), para la extracción de los ácidos húmicos (AH) y los ácidos fúlvicos (AF), precipitándose los primeros con HCl a pH:1, y valorándose ambas fracciones en carbono, a partir de alícuotas desecadas y descarbonatadas, en el analizador de carbono ya

citado.

El residuo de la extracción de los AH es posteriormente tratado con  $\text{Na}_4\text{S}_7\text{O}_7$ , para la extracción de la fracción ligada a los óxidos, y con HCl-FH 1N y con HCl 1N para la liberación de la humina de insolubilización extraíble ligada a las arcillas (Merlet, 1.971). Posteriormente, los AH y AF de estas fracciones se solubilizan con NaOH 0,5N. En el suelo permanece un porcentaje de carbono correspondiente a la humina no extraíble, que se valora en C.

#### Extracción de los ácidos húmicos (AH)

De forma paralela a los procedimientos anteriores, se realiza una extracción cualitativa de los AH con sosa y pirofosfato sódico, separando previamente los restos vegetales no humificados por flotación en agua. Posteriormente se precipitan con HCl y purifican mediante dos tratamientos con HCl-HF 1%(1:1) seguidos de ultracentrifugación a pH alcalino para la eliminación de los coloides liberados. Una vez precipitados y en forma de gel, los AH son dializados durante una semana en bolsas de celofán y desecados por liofilización.

#### Filtración de los ácidos húmicos

La filtración de los AH a través de gel se realizó en

columna "Pharmacia K-25/45" rellena con Sephadex G-50, utilizando agua destilada como eluyente, y registrando las curvas densitométricas en flujo continuo con un espectrofotómetro Graphicord UV-240, OPI-2 a la longitud de onda de 450 nm.

### Espectros visibles de los ácidos húmicos

Los espectros visibles y sus derivadas se obtuvieron a partir de sales sódicas de los ácidos húmicos de concentración = 136 ppm de C con un espectrofotómetro Graphicord UV-240 (Kononova, 1.966).

### Análisis elemental orgánico de los ácidos húmicos

El análisis elemental libre de cenizas (ignición en horno de mufla, 12h a 700°C) se efectuó con un aparato Perkin-Elmer 240-C.

### Espectros de infrarrojos de los ácidos húmicos

La caracterización mediante espectroscopía infrarroja se realizó con un espectrógrafo Perkin-Elmer 580-B a partir de pastillas de KBr con 1,5 mg de muestra pesados en microbalanza.

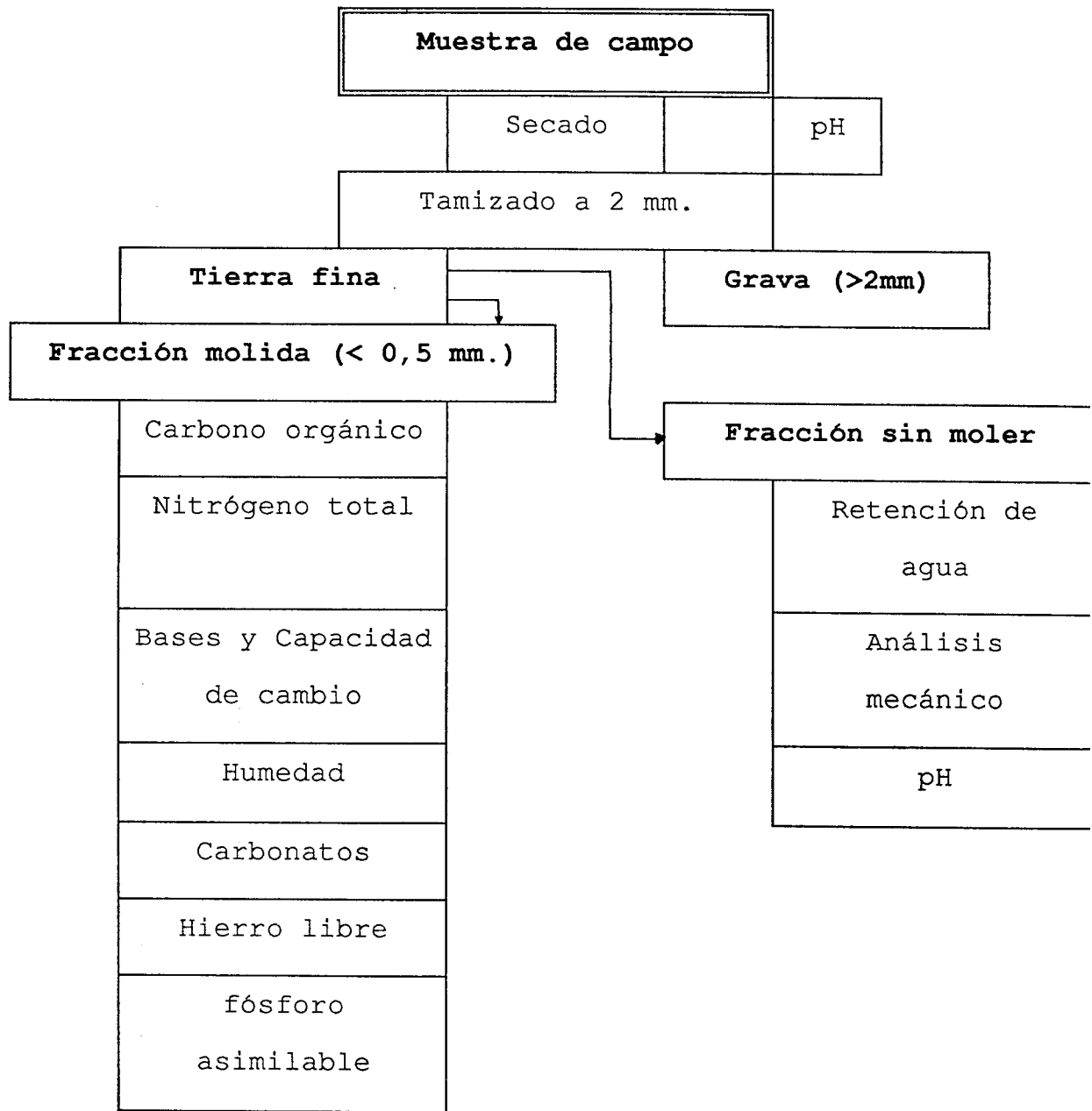


Figura I-4-1 Análisis de los horizontes de los perfiles de suelo

<b>Muestra de campo</b>		
		pH
	Secado	
	Tamizado (2 mm.)	
	<b>Tierra Fina</b>	
<b>Fracción molida</b>		<b>Fracción sin moler</b>
Carbono orgánico		Análisis mecánico

**Figura I-4-2 Análisis de los sondeos**

<b>Horizonte Ah</b>		
Determinación del C		
<b>Fraccionamiento del humus</b>		<b>Extracción de ácidos húmicos</b>
Materia orgánica libre		Análisis elemental orgánico
Humina heredada		Filtración en gel
Acidos húmicos y Acidos fúlvicos		Espectrografía visible
Humina de insolubilización extraíble		Espectrografía infrarroja
Humina no extraíble		

**Figura I-4-3 Análisis de la materia orgánica del horizonte Ah de algunos perfiles**

#### I-4-4 - FASE D) INTERPRETACION Y VALORACION DE LOS DATOS

La última fase de valoración e interpretación de los datos aportados en los trabajos previos de gabinete, campo y laboratorio, consistió en la definición y clasificación de los perfiles y sondeos de suelos, así como en un tratamiento estadístico de los datos; labor con la que fue posible caracterizar y delinear las unidades cartográficas, para finalizar con la evaluación de los suelos del área.

Para el estudio estadístico se partió de 136 muestras de capa arable, procedentes de 105 sondeos y 31 perfiles descritos en la memoria. Se han utilizado 11 variables analíticas y morfológicas de cada muestra, lo que supone un total de 1.496 datos. También se realizó un estudio estadístico de los 31 perfiles de suelo, con un total de 90 muestras y 23 variables. Este trabajo se realizó un microordenador HP-9186-S con dos bases de datos.

Se utilizaron técnicas de análisis de factores y análisis de la varianza. El análisis de factores en modo R se efectuó partiendo de los valores y autovectores de la matriz de correlación. La obtención de autovalores y autovectores se realizó mediante el algoritmo no iterativo de Householder, Ortega y Wilkinson (HOW) (Cooley y Lohnes, 1.971). Para obtener una estructura ortogonal simple de las

cargas de las variables, se utilizó la rotación "Varimax" de Kaiser. El programa fue construido por Barahona (comunicación personal) basándose en los algoritmos indicados por Joreskorg et al., (1.976) y Cooley & Lohnes (1.971).

El análisis de la varianza se realizó con el programa ANOVA1, diseñado por Barahona (com. per.) a partir de los algoritmos indicados por Webster (1.977), determinando la F de Snedecor y la t de Student.

La clasificación de los perfiles se ha realizado utilizando los sistemas FAO (1.974), FAO (1.988) y USDA (1.975 y 1.985), alcanzando en la última el nivel subgrupo, con una discusión pormenorizada de las propiedades de los suelos, los criterios clasificatorios y las secuencias genéticas más evidentes.

Se ha construido un mapa básico de suelos a escala 1:50.000. La escala y el nivel de información manejada define al mapa como semidetallado y válido para actividades de planificación de uso.

La pureza de las unidades cartográficas y los criterios para su definición, se han establecido de acuerdo con el Soil Survey Manual (Soil Survey Staff, 1.975), la leyenda FAO-UNESCO (1.974) y el proyecto LUCDEME (Delgado et al. 1.988).

La unidad cartográfica se define y toma su nombre de los suelos dominantes, que son aquellos que individualmente ocupan más del 20% de la superficie y en conjunto más del 80%; no se tienen en cuenta aquí los conceptos de taxadjuntos o suelos similares del Soil Survey Manual (Soil Survey Staff, op. cit.).

Como suelos minoritarios se incluyen los que en su totalidad ocupan menos del 20%, existiendo dos clases de ellos: los que suponen aisladamente más del 5%, que serían inclusiones, y aquellos que tienen una extensión inferior al 5% de la superficie que de acuerdo con las normas del proyecto LUCDEME, no se deberían considerar. Las características de distribución de los suelos de montaña, hacen difícil la distinción entre estas dos clases; por tanto, todos los suelos no principales se incluyen como suelos minoritarios sin diferenciar.

El límite mínimo de las unidades misceláneas rocosas y pedregoso-rocosas se ha establecido en el 90% de cobertura (Soil Survey Staff, 1.975) . La caracterización y denominación de las unidades cartográficas se realizó en base a los perfiles, sondeos y observaciones recogidas, tal como se ha expuesto.

A la escala de trabajo no es operativa la distinción entre "complejo", "asociación" o "grupo indiferenciado"



(Soil Survey Staff, op. cit.), aunque la mayor parte de las unidades cartográficas son complejos.

La estimación de la aptitud de las unidades de suelos frente a unos usos predeterminados constituyó la última parte del trabajo, reconociendo previamente los riesgos erosivos de los suelos según el método USLE (Wischmeier & Smith, 1.978).

Los criterios y conceptos manejados en la evaluación de suelos figuran en los capítulos correspondientes para que puedan ser seguidos con mayor rigor, dada la especificidad de las metodologías empleadas: Capacidad Agrológica (MAPA, 1.974), Aptitud para la reforestación (Bonfils, 1.978), Clasificación de las condiciones de fertilidad (Sánchez et al., 1.982), y Capacidad para usos agronómicos: Agrícolas, pastos y forestales (Delgado et al., 1.987). En general, los métodos de evaluación utilizados son cualitativos, indirectos y a nivel de reconocimiento de la aptitud actual. En ningún caso se consideran aspectos socioeconómicos de forma explícita.

En cada caso se elabora un mapa de aptitud a escala 1:50.000 de cuya superposición se obtiene una planificación del terreno, adjudicando a cada porción de suelo el uso más adecuado.

Los datos estadísticos que se presentan en este informe corresponden a los resultados de la encuesta de los hogares de las ciudades de Bogotá, Medellín y Cali, realizados durante el mes de agosto de 1972. Los datos correspondientes a las ciudades de Bogotá y Medellín, se refieren al mes de agosto de 1972, mientras que los datos correspondientes a la ciudad de Cali, se refieren al mes de agosto de 1971.

Los datos estadísticos que se presentan en este informe corresponden a los resultados de la encuesta de los hogares de las ciudades de Bogotá, Medellín y Cali, realizados durante el mes de agosto de 1972. Los datos correspondientes a las ciudades de Bogotá y Medellín, se refieren al mes de agosto de 1972, mientras que los datos correspondientes a la ciudad de Cali, se refieren al mes de agosto de 1971. Los datos estadísticos que se presentan en este informe corresponden a los resultados de la encuesta de los hogares de las ciudades de Bogotá, Medellín y Cali, realizados durante el mes de agosto de 1972. Los datos correspondientes a las ciudades de Bogotá y Medellín, se refieren al mes de agosto de 1972, mientras que los datos correspondientes a la ciudad de Cali, se refieren al mes de agosto de 1971.

Los datos estadísticos que se presentan en este informe corresponden a los resultados de la encuesta de los hogares de las ciudades de Bogotá, Medellín y Cali, realizados durante el mes de agosto de 1972. Los datos correspondientes a las ciudades de Bogotá y Medellín, se refieren al mes de agosto de 1972, mientras que los datos correspondientes a la ciudad de Cali, se refieren al mes de agosto de 1971.

## **PARTE II**

### **CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA**

II PART II

ANON AI TO PHIAEIMS SAKTBIEMDCAI

... de la zona objeto del presente estudio, en el que  
se muestra el desarrollo de los procesos geológicos  
que han actuado en el territorio, desde el momento  
de su formación hasta el presente. En este sentido,  
el estudio de la geología de un territorio, no sólo  
tiene un valor científico, sino también un valor  
práctico, ya que permite conocer el origen y  
evolución de los fenómenos geológicos que se  
producen en el territorio, así como sus  
consecuencias. Este conocimiento es fundamental  
para la planificación y desarrollo del territorio,  
ya que permite conocer los riesgos geológicos  
que existen en el territorio, así como las  
medidas que deben adoptarse para evitarlos.  
En este sentido, el estudio de la geología de un  
territorio, es una herramienta fundamental para  
la planificación y desarrollo del territorio.

## CAPITULO 1

### GEOLOGIA



## II-1-1 - INTRODUCCION

El área objeto del presente estudio se encuentra enclavada en la parte occidental de la Zona interna o Zona bética (Fallot, 1.948). Desde el punto de vista de la Tectónica Global, este conjunto estructural, incluido en las Cordilleras Béticas, corresponde a dominios paleogeográficos alejados de su posición actual y pertenecientes al ámbito de la Placa Africana, conjuntamente con las Zonas internas mogrébides del norte de Africa (Fontboté y Vera, 1.983). Para Andrieux et al. (1.971) (in Fontboté, 1.983), la Zona bética correspondía a una unidad litosférica - Microplaca de Alborán - individualizada en el Mesozoico, la cual tuvo un comportamiento autóctono respecto a la Placa Ibérica y a la Africana.

La estructura tectónica de la Zona bética, correspondiente al Sistema Alpino, está caracterizada por una superposición de varias etapas de deformación, cuyo rasgo estructural más llamativo es el apilamiento de unidades alóctonas (mantos de corrimiento, escamas, etc.) con vergencia NNW. Después de numerosas revisiones la división de la Zona interna ha quedado establecida en tres grupos, de abajo arriba: Complejo Nevado-Filábride, Complejo Alpujárride y Complejo Maláguide, con características litológicas y estructurales diferentes

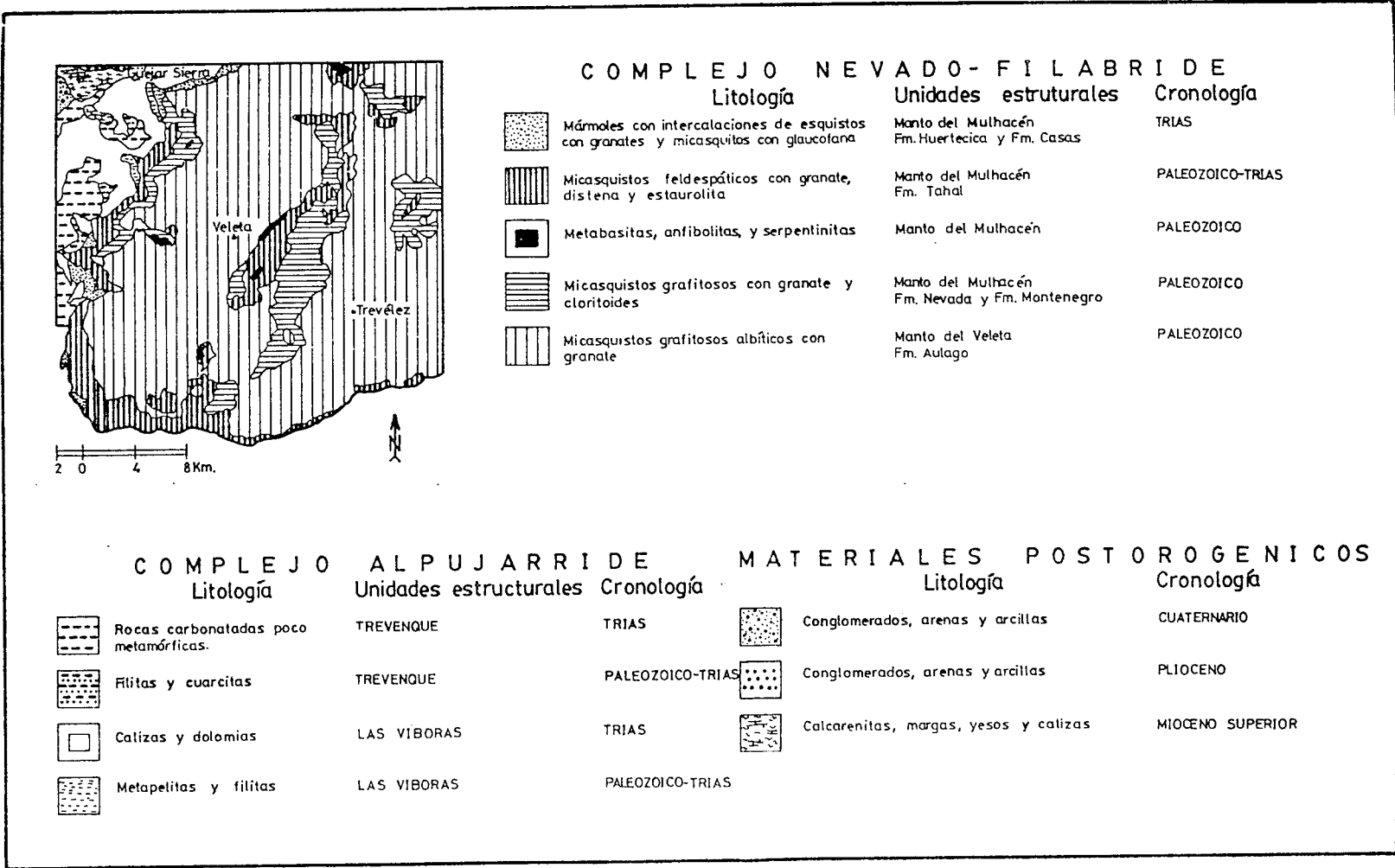
(Fontboté y Vera, 1.983; Junta de Andalucía, 1.985).

La distribución y denominación de los materiales que afloran en el sector estudiado se resumen en la figura II-1-1. Se observa que la mayor parte del área está ocupada por rocas pertenecientes al Complejo Nevado-Filábride, apareciendo hacia el oeste el Complejo Alpujárride y finalmente en el ángulo NW, se reconocen materiales neógeno - cuaternarios de la Depresión de Granada.

La cartografía del IGME (1.979 y 1.980) distingue para este área una serie de unidades dentro de cada Complejo. Así para los terrenos nevadofilábrides, constituidos por rocas metamórficas, esencialmente micasquistos, diferencia de techo a muro: 1- Formación de mármoles conglomeráticos y metacineritas; 2 - Manto del Mulhacén con las unidades de las Sabinas, la Caldera y San Francisco, las dos primeras correlacionables en la vertiente Sur de Sierra Nevada con las unidades de Lanjarón y Soportújar; y 3 -Manto del Veleta con la unidad de la Yeguas en la Hoja de Gúejar Sierra y la unidad de Peña Caballera en la Hoja de Lanjarón.

Dentro de los materiales alpujárrides se discriminan tres unidades, que son de abajo a arriba: Víboras, Trevenque y Guájares, encontrándose en las dos primeras las formaciones típicas de todos los mantos alpujárrides (formación detrítica basal y formación carbonatada





**Figura II-1-1 Mapa geológico de la zona de estudio**  
 (Adaptado de Junta de Andalucía, 1.985)



superior). Del último sólo aflora, al E de las minas de Cerrajón y al W del pueblo de Lanjarón, la formación detrítica en klippe aislados. En el borde occidental del área los materiales carbonatados de la unidad del Trevenque se sustituyen más al S por los mantos alpujárrides de la Herradura, Alcazar y Cástaras.

Los materiales neógeno-cuaternarios de la Depresión de Granada son de naturaleza esencialmente detrítica, destacando los conglomerados heterométricos de la "Blok-formation".

De acuerdo con las peculiaridades de este trabajo, se describe a continuación la tipología de los materiales aflorantes, basándose en la información de que se dispone, dejando en un segundo plano otros aspectos geológicos de poca incidencia en la constitución de los suelos del sector considerado. Por último, se puntualizarán algunos aspectos sobre el material de partida de los suelos, así como de la existencia de materiales con elementos pesados, que pudieran causar cierta toxicidad sobre las plantas.

## II-1-2 - COMPLEJO NEVADO-FILABRIDE

Definido inicialmente por la escuela holandesa (Egeler y Simon, 1.969), corresponde al antiguo Mischungzone y Cristalino de Sierra Nevada de Brouwer (1.926). Actualmente también se acepta la denominación de Complejo de Sierra Nevada (Puga et al., 1.974).

Este Complejo comprende sucesiones de materiales metamórficos, y se define tectónicamente como una pila de pliegue-mantos separados por zonas de cizalla (García Dueñas et al., 1.988).

En lo referente a deformación y metamorfismo, los autores recogidos en el Mapa Geológico-Minero de Andalucía (Junta de Andalucía, 1.985) concluyen esencialmente en su edad alpina y en la existencia de tres episodios de metamorfismo atribuibles a diferentes condiciones de presión y temperatura, junto a tres fases de plegamiento. Puga y Díaz de Federico (1.976 y 1.978) han puesto de manifiesto una etapa prealpina con tres fases deformacionales y dos metamórficas, y una segunda etapa alpina con dos acontecimientos principales: Eoalpino y Alpino. El último con tres fases de deformación.

Siguiendo el criterio de Puga (1.971), según el cual un conjunto de rocas limitado por una superficie tectónica

y con un tipo definido de metamorfismo constituye una unidad tectónica diferenciable del conjunto, Puga et al. (1.974 y 1.976) distinguen en Sierra Nevada dos grandes unidades netamente distintas, de abajo arriba, el manto del Veleta y el manto del Mulhacén, cada uno de ellos con diferentes unidades o mantos menores. Posteriormente Martínez (1.985) establece seis formaciones válidas y correlacionables para la Sierra de los Filábres y Sierra Nevada, denominadas de abajo arriba: Fm. Aulago, Fm. Montenegro, Fm. Tahal, Fm. Huertecica, Fm. Casas y Fm. Nevada.

Para la descripción de las rocas nevadofilábrides recogemos las ideas de Fontboté (1.983). Este autor distingue dos grandes grupos o mantos, Grupo del Veleta y Grupo del Mulhacén.

#### II-1-2-1 - Grupo del Veleta

Las rocas de este grupo son las más profundas desde el punto de vista tectónico y están constituidas por una monótona asociación de matapelitas y cuarcitas, con una potencia superior a 5.000 m. Se trata de alternancias rítmicas, decimétricas, de micasquistos y cuarcitas o bien de micasquistos exclusivamente.

Los micasquistos son bastante homogéneos, calificables como grafitosos con granate (almandino) y cloritoide,

siendo común la plagioclasa rica en sodio (albita) y en menor medida la biotita. Las cuarcitas son bastante feldespáticas, presentándose a veces como itacolunitas de roca deshojada en láminas delgadas muy deleznables. La estratificación suele estar transpuesta por la esquistosidad principal, apareciendo en muchos casos las cuarcitas como lentejones (peces tectónicos). Diseminadas por el área también aparecen anfibolitas, serpentinitas y epidotitas.

Estos materiales se han agrupado en la formación Aulago y ocupan un porcentaje importante de los afloramientos de la zona desde la cuenca del río Maitena, al norte, hasta el pueblo de Mecina Fondales, al sur.

#### II-1-2-2 - Grupo del Mulhacén

Al contrario de lo que ocurre en el del Veleta, el Grupo del Mulhacén se caracteriza por una considerable variedad litológica; se distinguen cuatro términos de arriba abajo: Formación carbonática, Formación volcanosedimentaria, Formación metapelítica superior y Formación metapelítica inferior.

Formación metapelítica inferior.- Se caracteriza por la presencia de micasquistos oscuros grafitosos de dos micas y porfidoblastos de diversos minerales, con restos de metamorfismo antealpino, razón por la que se considera como

perteneciente a un zócalo antealpino.

Los minerales más frecuentes son la estaurolita, en porfidoblastos de 2 a 3 cm., y la distena, en agregados que pseudomorfizan antiguos cristales prismáticos de andalucita. Existen también inclusiones grafitosas de quiastolita y granates. Este tipo de paragénesis es especialmente característica en el afloramiento de la Loma del Mulhacén. En otros sectores de este zócalo son comunes los micasquistos con cloritoide y granate.

La formación Montenegro corresponde con dicho zócalo.

Formación metapelítica superior.- Está compuesta predominantemente por micasquistos de tonos claros, grisáceos, verdosos o parduzcos, constituyendo la cobertera sobre el zócalo oscuro anteriormente definido.

Las metapelitas mayoritarias son micasquistos con albita, clorita y mica incolora. Otros minerales como granate, distena, epidota, estaurolita, biotita y grafito, pueden encontrarse en cantidades variables. Entre los micasquistos se encuentran algunos tramos poco gruesos de cuarcitas, así como intercalaciones de ortoanfibolitas y de serpentinitas.

Por las características litológicas y su posición relativa, esta unidad de cobertera se identifica con la

formación Tahal. Algunos de los afloramientos más importantes se sitúan al N de la Cruz del Contadero, Cabecera del río Juntillas, Prado Chapitel y ladera occidental de la Atalaya de Soportújar.

Formación volcanosedimentaria.- Se correlaciona con la parte superior de la Formación Tahal y parte de la Formación Casas.

Sin límites bien definidos respecto a la formación metapelítica de la cobertera, aparecen intercalaciones de mármoles y gneises procedentes de rocas volcánicas, entre rocas metapelíticas, que no suelen representar más del 50% del volumen total.

Los micasquistos más característicos son granatíferos, ricos en mica blanca porfidoblástica y poco feldespáticos. En algunos suelen aparecer calcita, epidota y anfíbol. Los gneises de las laderas occidentales de Sierra Nevada tienen una potencia de varias decenas de metros, originados a partir de materiales de composición riolítica y/o queratofídica, esencialmente piroclásticas.

Formación carbonática.- La potencia de esta formación varía desde centenares hasta sólo unos metros, pudiendo acuñarse por causas tectónicas. Las rocas predominantes son mármoles calcíticos cipolínicos, blancos y azulados, bandeados con listado blanco oscuro, debido este último a



inclusiones de material carbonoso y/o de menas metálicas oscuras. También aparecen mármoles dolomíticos grisáceos o amarillentos. Las intercalaciones más frecuentes son de metapelitas y metavolcanitas.

Los mármoles suelen contener como minerales característicos moscovita, flogopita, clorita, epidota y albita.

Finalmente señalar para el Grupo del Mulhacén la existencia de una formación de mármoles y metatufitas con un origen y definición controvertido entre los autores citados, localizada en retazos muy discontinuos entre varias unidades tectónicas y en el contacto de alpujárrides y nevadofilábrides. Su carácter más distintivo es la impureza de los mármoles, con inclusiones diversas, que pasan a ser brechoides. Los principales enclaves carbonatados se ubican en Haza Llana y Raya de la Dehesa, junto a un número importante de núcleos reducidos y dispersos, en general, en los contactos tectónicos comentados.

Existen también afloramientos de rocas máficas y ultramáficas, más o menos profundamente transformadas por el metamorfismo, generalmente ortoserpentinitas y ortoanfibolitas. Aunque diseminados, son más frecuentes en el Grupo del Mulhacén que en el del Veleta.

Los análisis composicionales de determinados afloramientos de rocas ultramáficas de la Zona bética, sugieren resultados contradictorios respecto a su afinidad magmática y ambiente geotectónico de generación de las mismas. Así para unos autores representan magmas de afinidad alcalina o transicional en situación de intraplaca continental (Gómez Pugnare, 1.981; Muñoz, 1.986; Muñoz et al., 1.988), mientras que otros (Puga, 1.977; Bordinier et al., 1.987; Puga et al., 1.988) lo interpretan como restos de corteza oceánica y magmas de afinidad toleítico-transicional.

## II-1-3 - COMPLEJO ALPUJARRIDE

Comprende varios mantos bien representados en toda la Zona Bética y que reciben nombres locales según el lugar donde se han definido. Este complejo es nétamente distinto, en cuanto a sus características litoestratigráficas, respecto a los Complejos Nevadofilábride y Maláguide, entre los que se sitúa. No obstante, aunque el apilamiento de unidades alóctonas es evidente con claras superficies de corrimiento, la delimitación exacta así como la sistematización y correlaciones de unidades en el orógeno bético, plantean aún graves dificultades (Fontboté, 1.983).

Las dos características comunes más destacadas, junto al carácter estructural ya comentado son, de una parte, la inexistencia de paragénesis metamórficas y deformaciones prealpinas (si existieron debieron quedar obliteradas por las del ciclo alpino) y, por otra, la especial litoestratigrafía. Se distinguen dos conjuntos: el inferior, compuesto por micasquistos y filitas de edad antetriásica y del Trías inferior; y el superior, formado por calizas y dolomías de edad triásica media y superior, con litofacies idénticas o afines a las del Trías alpino (Fontboté y Vera, 1.983).

El grado de metamorfismo de los materiales alpujarrides es muy variable, siendo su grado creciente

desde los términos litológicos más altos a más bajos de cada manto, coincidiendo con la polaridad estratigráfica, de manera que los términos más modernos suelen estar menos metamorfizados. También es común que los Alpujárrides más altos en la pila de mantos contengan materiales con igual o mayor metamorfismo que los inmediatamente más bajos (Junta de Andalucía, 1.985).

En lo concerniente a las peculiaridades geológicas de los materiales alpujárrides que afloran en la parte W, NW y borde SW del área de estudio, nos remitiremos en su comentario a trabajos específicos de índole estructural, estratigráfico y mineralógico, que se desarrollaron en este sector.

A este respecto, Gallegos (1.971 y 1.975) distinguía en los Alpujárrides al oeste de Sierra Nevada, cuatro unidades tectónicas, que de abajo arriba son: Manto de las Víboras, Manto de Vacaril, Manto del Trevenque y Manto de Fuente Piedra. El manto de Vacaril no aparece en el área aquí tratada y el de Fuente Piedra tiene muy escasa representación.

Delgado et al. (1.981) redefine las unidades anteriores introduciendo modificaciones y reuniendo investigaciones diversas. Concretamente, en el sector considerado de Sierra Nevada establece cuatro unidades: La Unidad de San Jerónimo, definida a lo largo de la variante

Collado de las Sabinas, la Unidad de las Víboras establecida en un corte de la carretera de Granada a Sierra Nevada, la Unidad del Cerrajón levantada en el Cerro Cerrajón, y la Unidad del Trevenque, que aflora en algunos de los picos más característicos de la baja montaña de Sierra Nevada, tales como el Pico de la Carne, el Trevenque y los Alayos del Dilar.

Debido a la magnitud de los afloramientos y fines del estudio, se definen a continuación la unidad inferior o Unidad de las Víboras y la Unidad del Trevenque, superpuesta a la anterior, con sus correspondientes formaciones detríticas basales y carbonatadas superiores (figura 1).

### **II-1-3-1 - Unidad de las Víboras**

Los trabajos de Arana y Martín (1.975, 1.976), Martín y Arana (1.976), Martín (1.978, 1.980) y Delgado et al. (1.981) modificaron la idea original de Gallegos (op. cit.), debido a la comprobación de repeticiones tectónicas en la misma unidad.

En esencia, los autores establecieron dos escamas tectónicas, reconociendo en cada una de ellas y de abajo arriba los siguientes términos:

1 - Filitas, cuarcitas y/o calcoesquistos, compuestas

esencialmente por cuarzo, plagioclasas, micas blancas y clorita, y en menor cuantía por calcita, óxidos y sulfuros de hierro, grafito, turmalina y zircón. La esquistosidad es muy patente.

2 - Dolomías basales o secundarias, de un origen diagenético tardío ligado a la acción de fluidos ricos en  $Mg^{2+}$ , procedentes de metapelitas inferiores, con moteados de recristalización posterior.

3 - Calizas tableadas con intercalaciones calco-arcillosas y calizas blancas compactas.

4 - Niveles calizos con intercalaciones de cuerpos dolomíticos estratiformes, que contienen mineralizaciones de fluorita, galena y esfalerita.

#### II-1-3-2 Unidad del Trevenque

El nivel inferior está constituido por metapelitas similares a las de la unidad de las Víboras, aunque de carácter predominantemente leucocratas, tonalidades verde claro y abundantes niveles cuarcíticos. La textura del conjunto de las filitas es muy esquistosa. Los afloramientos de este nivel son muy reducidos en el área.

El paquete carbonatado superior de la unidad está compuesto por materiales casi exclusivamente dolomíticos,

fuertemente brechificados y tectonizados. Su potencia ha sido estimada en más de 1.500 m. Suelen denominarse kakiritas , dolomías kakiritizadas, y más correctamente cataclasitas, cuando el material aparece muy triturado y con un notable grado de recristalización.

### II-1-3-3 Otras Unidades Alpujárrides

En el extremo suroccidental del área de estudio, en una estrecha banda de dirección N-S entre 36° 55' y 37° 00' de latitud, aparecen unidades tectónicas alpujárrides de escasa representación areal respecto al total, distintas del manto del Trevenque, aunque conservan rasgos litológicos similares. Son las unidades del manto de la Herradura, con mármoles, calizas y dolomías en el techo y esquistos de grano fino en la base. Otras unidades pertenecen al manto de Alcazar y Cástaras, con una formación detrítica basal compuesta por filitas, cuarcitas, algo de yeso y calcoesquistos, y la formación cabonatada superior con dolomías, calizas y mármoles.

## II-1-4 - TERRENOS POSTOROGENICOS

Los materiales más antiguos que son visibles en el sector noroeste del mapa geológico se atribuyen al Tortoniense y se corresponden con el tramo superior de González Donoso (1.967).

Los materiales miocenos están formados por limos, arcillas, conglomerados y localmente algún lecho calizo. En los limos aparece, en ocasiones, yeso disperso. Sobre estos limos basales (Dabrío et al., 1.978) se sitúa un segundo tramo de calizas, estratigráficamente discordante, muy detríticas y con abundantes restos orgánicos. Encima aparece un nuevo tramo constituido por limos, arenas y conglomerados cuyo techo llega al Plioceno.

Una considerable extensión de los terrenos postorogénicos que aquí afloran, corresponden a conglomerados miocenos y pliocenos denominados originariamente como "Block Formation" o Formación Pinos Genil (González Donoso, 1.967).

La "Block" está formada por materiales de una enorme heterometría, con bloques de varios metros de diámetro y composición, en conjunto, totalmente detrítica.

Los materiales cuaternarios que aparecen son de



piedemonte, coluviales y aluviales.

## II-1-5 - MATERIAL DE PARTIDA DE LOS SUELOS

La influencia de la roca en la formación de los suelos del área estudiada se manifiesta esencialmente en tres aspectos: Composición mineralógica, compacidad de la roca y procesos geológicos de superficie.

La variabilidad litológica existente en la zona induce la presencia de abundantes litosecuencias. La de más alto rango se encuentra constituida por los suelos pertenecientes a las dos grandes unidades litológicas del área: Complejo Alpujárride y Complejo Nevado-Filábride. Los suelos del área alpujárride están desarrollados sobre rocas carbonatadas de bajo grado de metamorfismo, y los del área nevadofilábride sobre rocas metamórficas de grado medio-alto, de naturaleza ácida, ricas en tectosilicatos y filosilicatos (micasquistos y cuarcitas). A grandes rasgos, es posible diferenciar así dos grandes zonas con suelos netamente diferentes, una zona caliza y otra silícica.

El papel diferenciador de la roca sobre el suelo se manifiesta también dentro de los dos ámbitos de rocas carbonatadas y silícicas. Dado el escaso desarrollo de los suelos, en términos generales, rocas contrastantes tienden a dar tipologías de suelos contrastantes. Este hecho se manifiesta, quizás, con más intensidad en la zona carbonatada y ello se debe a la gran importancia que posee

la compacidad de la roca.

Las rocas más compactas mantienen, con mayor frecuencia, suelos antiguos y con material más evolucionado edafogenéticamente, protegidos de la erosión. De igual forma, las calizas duras, poco o nada fisuradas, condicionan perfiles someros de suelos. Por contra, las dolomías tectonizadas favorecen la profundización del perfil, pero también, los procesos erosivos al suministrar materiales de fácil movilización.

A pesar de que los hechos descritos son incontestables, también es cierto que el carácter montañoso de la zona y su historia geológica más reciente, difuminan la influencia sobre el suelo del sustrato rocoso. En efecto, el verdadero material original sobre el que se desarrollan los suelos del área, está constituido por depósitos glaciares, periglaciares, coluviales, etc., representados por una mezcla de rocas y formados a raíz de movimientos laterales de materiales diversos, que provocan la acumulación de derrubios de ladera.

El efecto uniformizador de los derrubios es función de la intensidad de los procesos superficiales que lo han generado. Por ello en el área silícica adquiere su máxima expresión, siendo en muchos casos la causa de la imposibilidad de separación de unidades de suelos entre rocas contrastantes, por ejemplo cuarcitas y anfibolitas.

## II-1-6 - MATERIALES CON RIESGOS DE TOXICIDAD

En el área existen rocas con una presencia destacada en su constitución de metales pesados, puesta de manifiesto por Puga (1.971), concretamente, anfibolitas, serpentinitas y epidotitas.

Esta característica puede suponer riesgos de toxicidad para los organismos vivos, iniciándose en las plantas los niveles inadecuados de elementos metálicos, que a través del ciclo trófico podrían perjudicar al hombre. De hecho, la flora de este tipo de rocas es específica según describen Rivas Goday (1.969) y Rivas Goday y López (1.979).

Dadas las características de este estudio de suelos, es interesante exponer la distribución de los materiales referidos en un mapa esquemático elaborado a partir de los datos de Puga y Díaz de Federico (1.978) (figura II-1-2).

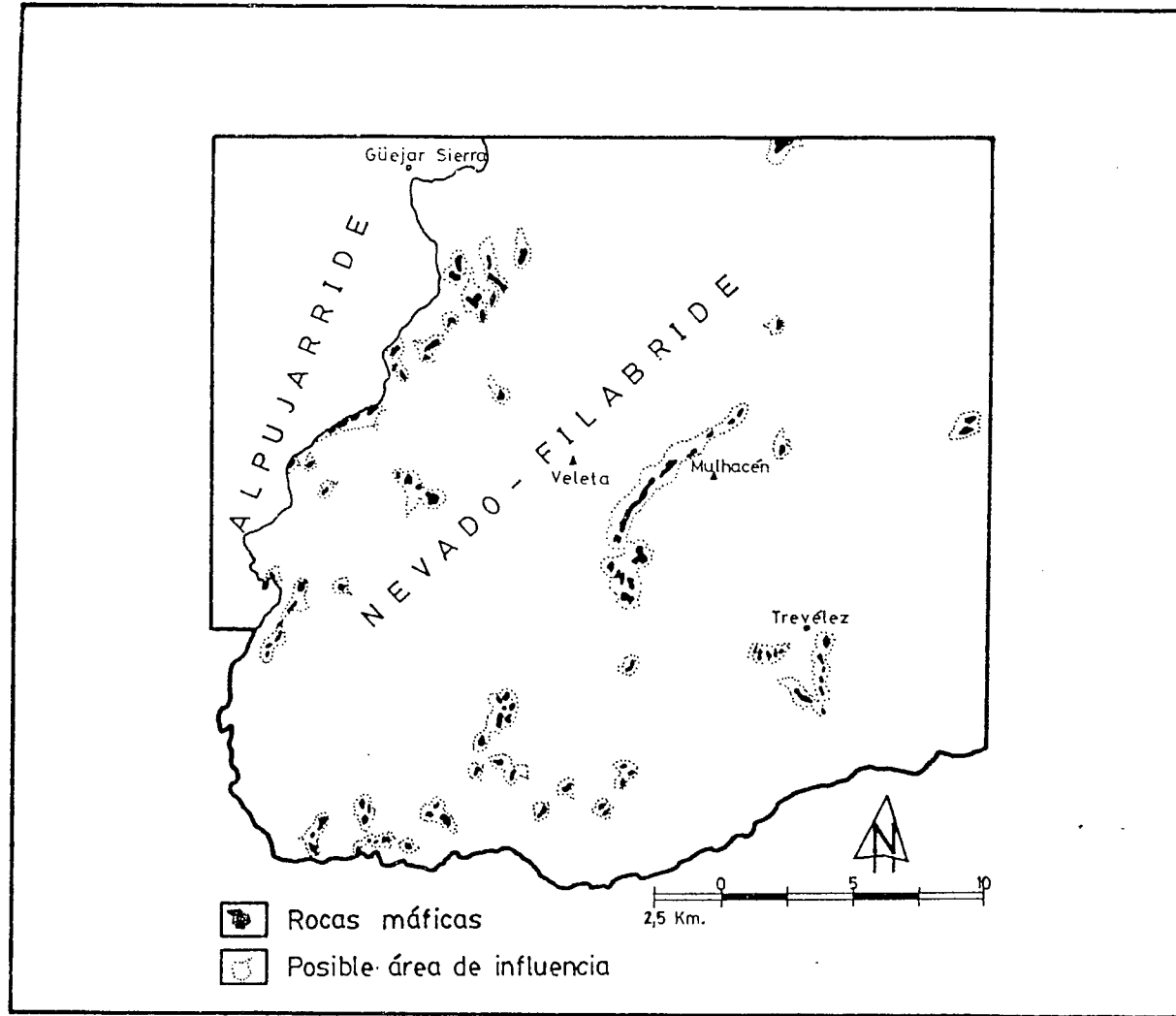
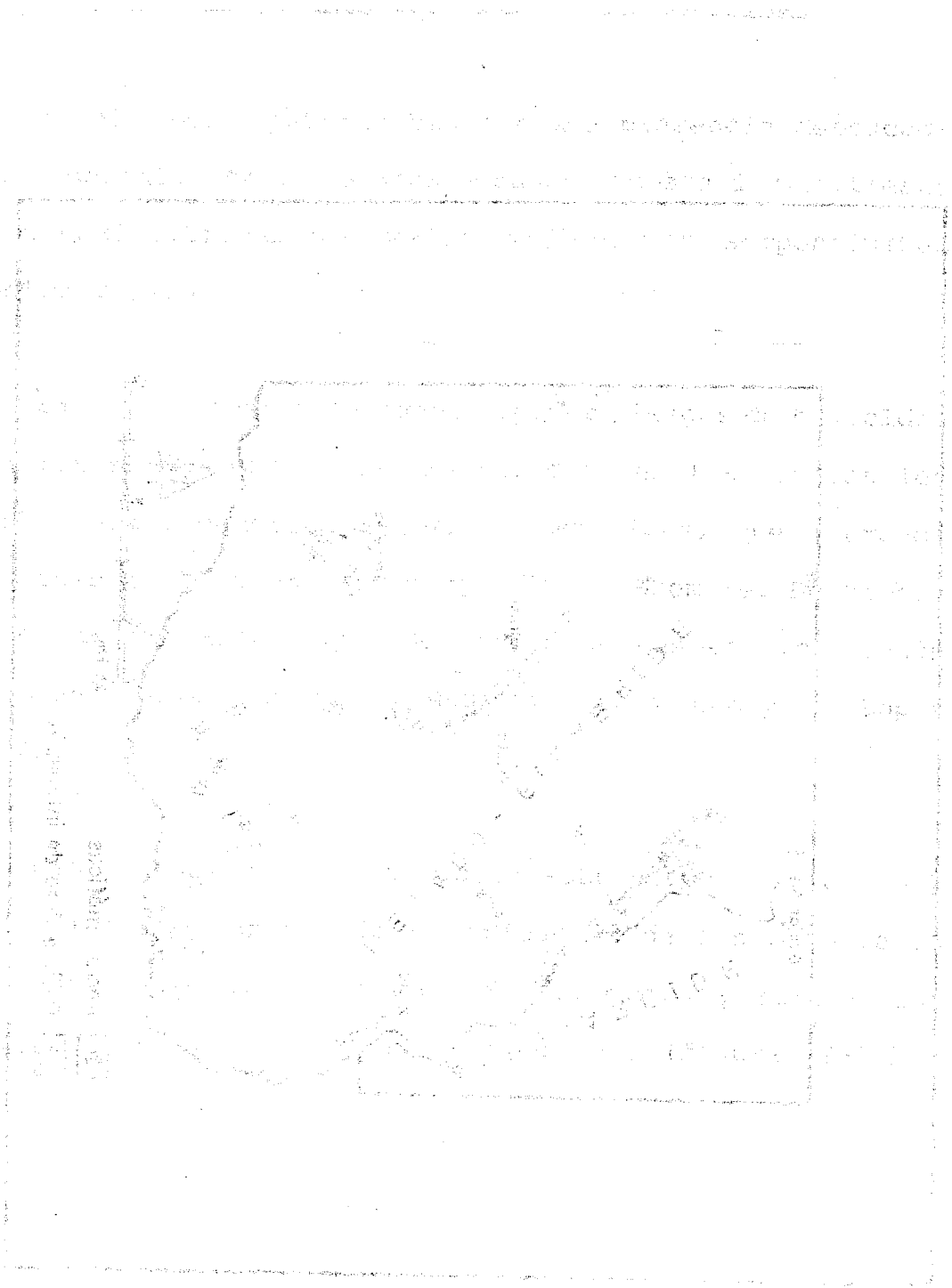


Figura II-1-2 Principales áreas con riesgo de toxicidad debido al sustrato rocoso  
(Adaptado de Puga y Díaz de Federico, 1.978)

Handwritten text on the left margin, possibly a title or reference, including the word "Handwritten" and "Handwritten".



estudio de parafinación reemplaza el uso de  
parafina. Citar, pidiendo, etc., reemplaza  
comunicación de verdad. El estudio de la  
parafinación con el uso de

1992 - 1992

La información utilizada en el estudio  
de la parafinación reemplaza el uso de  
parafina. Citar, pidiendo, etc., reemplaza  
comunicación de verdad. El estudio de la  
parafinación con el uso de

## CAPITULO 2

### RELIEVE

SECRET

SECRET



Los aspectos más destacables del relieve de la zona de estudio se describirán basándose en los siguientes caracteres: Cotas, hidrografía, pendientes, morfología y procesos de modelado. Se analizarán exclusivamente aspectos relacionados con los suelos.

## II-2-1 - COTAS

La diferencia altitudinal en el área oscila desde 3.482 m. sobre el nivel del mar (s. n. m.) en el pico Mulhacén (máxima cota de Sierra Nevada y de la Península Ibérica) hasta los 460 m. s. n. m. en el cauce del río Trevélez, aguas abajo de su intersección con el río Poqueira. La menor cota en la vertiente Norte es de 750 m. en el río Genil, al oeste de Pinos Genil.

Realizada la curva altimétrica de frecuencias (figura II-2-1), que representa en un sistema de coordenadas el porcentaje de superficie ocupado por un intervalo de cota (cada 100 m.), se obtiene como cota media más frecuente 1.750 m. Más de la mitad de la superficie está comprendida entre 1.500 y 2.500 m., contabilizándose así un 80% del total areal (784 Km<sup>2</sup>) entre 1.300 y 2.800 m. Los sectores más bajos de 1.000 m. y por encima de 3.000 m., representan en conjunto un 6,7%, es decir 52,8 Km<sup>2</sup>.

El cómputo referido viene a destacar el carácter de

alta montaña que caracteriza a la zona, cuyos techos altitudinales más destacables en el núcleo nevadofilábride son, junto al ya citado Mulhacén, el Veleta (3.398 m.), el Horcajo de Trevélez (3.182 m.), el Picón de Jeres (3.094 m.), el Caballo (3.013 m.), el Cerro del Mojón Alto (3.109 m.), etc. En la orla alpujárride, de menor cota, destacan las elevaciones del Dornajo (2.070 m.), el Cerro del Trevenque (2.079 m.), el Cerro Cortichuela (1.998 m.), el Cerro del Castillejo (1.900 m.), Huenes (1.809 m.) etc.

Una representación gráfica más precisa de las cotas del terreno en función de las superficies correspondientes es la curva hipsográfica (figura II-2-2). En ella es fácil determinar la superficie existente por encima de una cota dada.

Sobre la curva hipsográfica se han definido una serie de índices paramétricos que caracterizan la distribución altitudinal, resultando: Altura media=1.550 m.; Altitud media=2.030 m.; Coeficiente de masividad=1,98; Coeficiente orográfico=3.069.

Cabe destacar de estos resultados el elevado valor de la altura media y del coeficiente orográfico, que vienen a corroborar la importante altitud de la zona y un relieve accidentado cuyo perfil modelo coincide con el trazado de la curva.

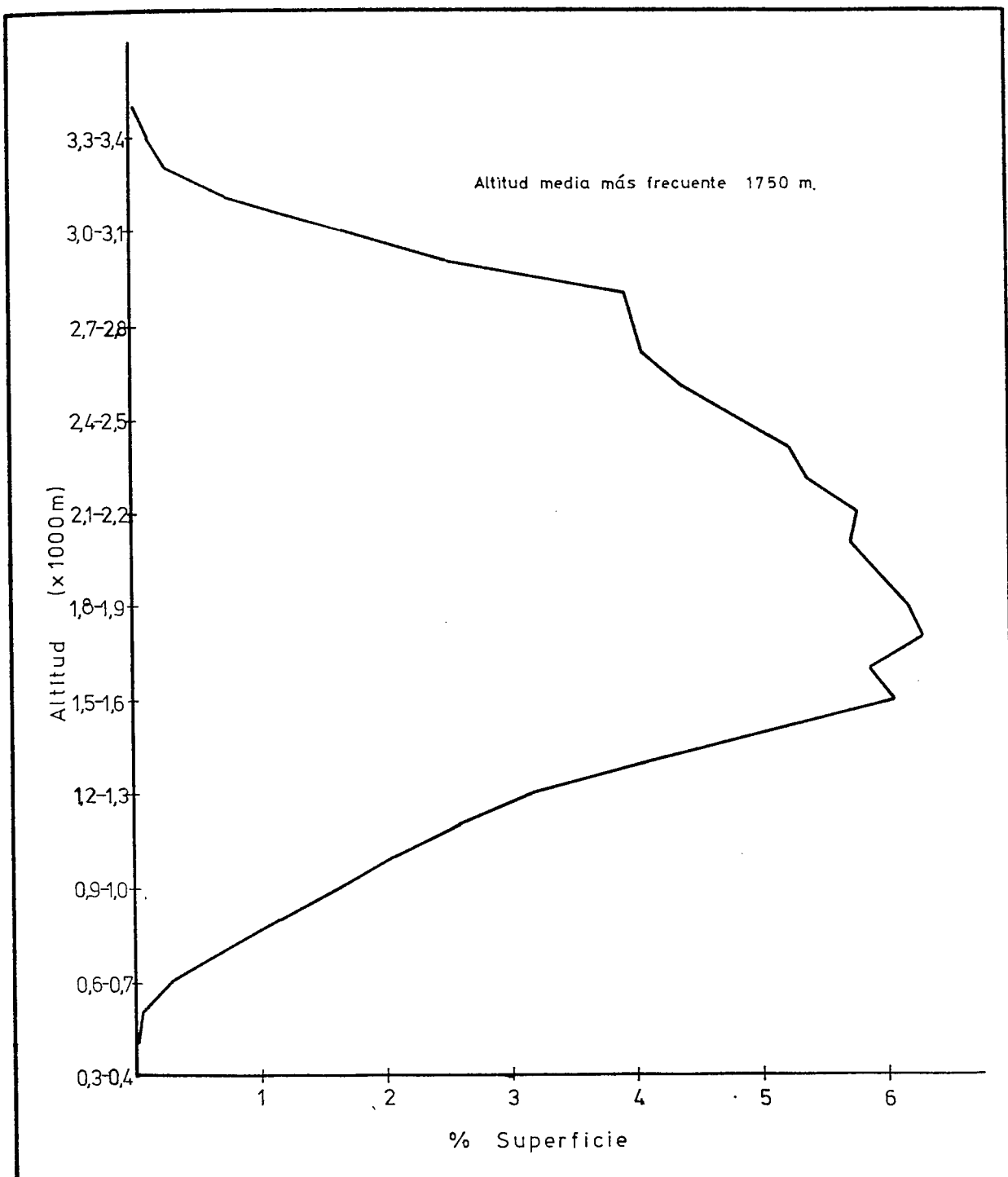


Figura II-2-1 Curva altimétrica

1. The first part of the report discusses the general situation of the country and the progress of the work done during the year.

2. The second part of the report deals with the various projects and schemes which have been carried out during the year.

3. The third part of the report contains a detailed account of the work done in the various departments of the organization.

4. The fourth part of the report deals with the financial position of the organization and the progress of the work done in the various departments.

5. The fifth part of the report contains a detailed account of the work done in the various departments of the organization.

6. The sixth part of the report deals with the financial position of the organization and the progress of the work done in the various departments.

7. The seventh part of the report contains a detailed account of the work done in the various departments of the organization.

8. The eighth part of the report deals with the financial position of the organization and the progress of the work done in the various departments.

9. The ninth part of the report contains a detailed account of the work done in the various departments of the organization.

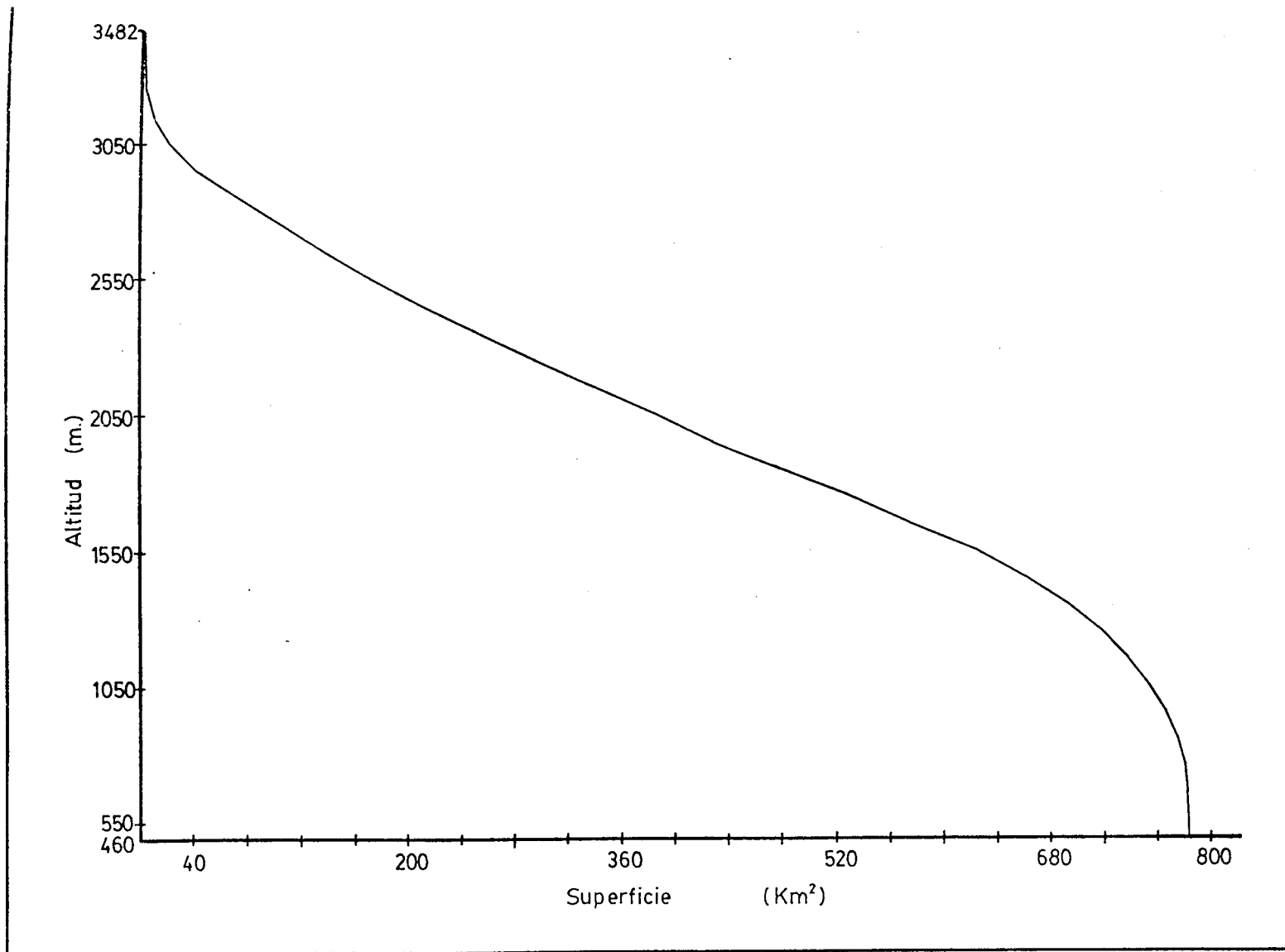
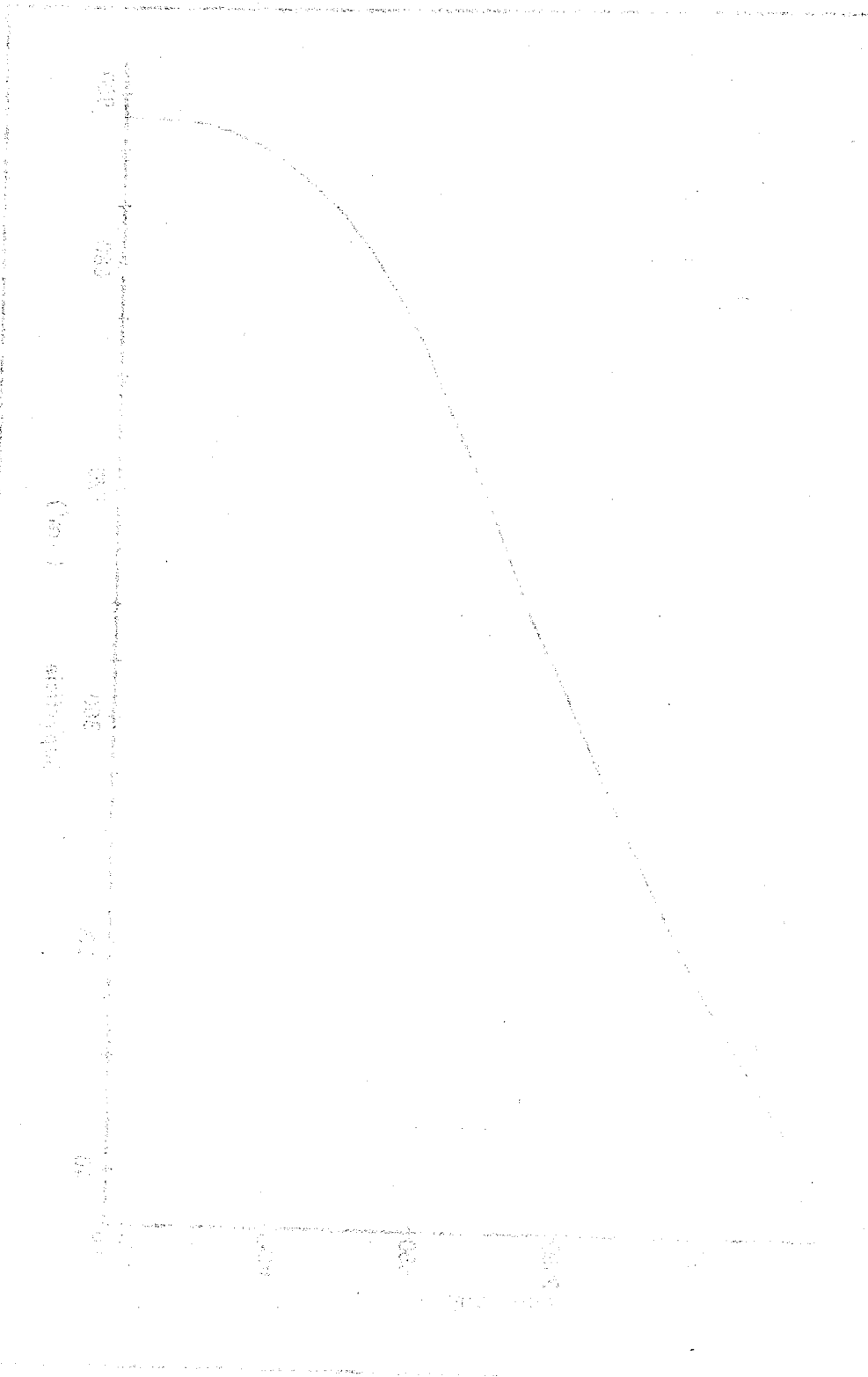


Figura II-2-2 Curva hipsográfica

Figure 2. The effect of the concentration of the inhibitor on the rate of polymerization.



## II-2-2 - HIDROGRAFIA

La configuración hidrográfica resulta de la disposición de dos grupos de cauces principales que discurren en sentido opuesto desde las zonas cacuminales. En la vertiente de orientación Norte se encuentran las cuencas altas de los ríos Genil, Monachil, Huenes, Dílar, Maitena, Alhama y Verde; y en la vertiente Sur las de los ríos Chico (oriental), Lobras, Nieves, Fuente Medina, Trevélez, Poqueira, Chico, Sucio, Lanjarón, Tablate, Torrente y Dúrcal.

El paisaje fluvial del área aparece en sus etapas juveniles, con barrancos principales extremadamente socavados y cauces de trazados rectilíneos con pocas curvas importantes y escasamente festoneados.

En el ámbito nevádide los cauces secundarios son poco profundos, aunque en los principales existen diferencias de nivel apreciables, al estar sobreexcavados en valles glaciares o ligados a accidentes tectónicos de gran importancia. La red de drenaje es de tipo dendrítica, aunque poco angulosa, con una densidad de drenaje que oscila desde media (entre 10 y 20 cauces por Km<sup>2</sup>) en altitudes inferiores a 1.500 -2.000 m., a baja (menos de 10 cauces por Km<sup>2</sup>) en los sectores superiores a la cota referida, siendo el drenaje interno en las altas cumbres

(Pezzi y García Rossell, 1.978).

Interesa destacar también la existencia de multitud de lagunas de origen glaciar y cauces artificiales como acequias y canales que recorren gran parte de la Sierra más alta.

La red hidrográfica de la orla carbonatada es más densa que en la zona ácida, con una densidad media-alta de 20-90 cauces por Km<sup>2</sup>, predominando los cursos semipermanentes y ocasionales. En los sectores con rocas dolomíticas muy tectonizadas y filitas, como ocurre en el sector del Trevenque, la red de drenaje se hace aún más tupida y con cauces festoneados por la facilidad modeladora de las aguas sobre estos materiales.

La red hidrográfica de la orla carbonatada es más densa que en la zona ácida, con una densidad media-alta de 20-90 cauces por Km<sup>2</sup>, predominando los cursos semipermanentes y ocasionales. En los sectores con rocas dolomíticas muy tectonizadas y filitas, como ocurre en el sector del Trevenque, la red de drenaje se hace aún más tupida y con cauces festoneados por la facilidad modeladora de las aguas sobre estos materiales.



## II-2-3 - PENDIENTES

Un parámetro de gran importancia en la edafogénesis de la zona es el porcentaje de inclinación de las superficies y su distribución areal. Para su estudio se ha realizado un mapa de pendientes (mapa 1) a escala 1:50.000, siguiendo el método de Barahona (1.980) y estableciendo las clases, denominación y márgenes de inclinación porcentual que propone la F.A.O. (1.977).

Las clases obtenidas son: C (inclinada, 6-13%), D (moderadamente escarpada, 13-25%); E (escarpada, 25-55%) y F (muy escarpada, >55%). En general puede decirse que las pendientes medias de las clases suelen situarse en su valor máximo.

Planimetradas las superficies ocupadas por cada una de las clases (tabla II-2-1), resultan dominantes las E y F, con un porcentaje de ocupación superior al 80% del territorio.

Tabla II-2-1 Ocupación superficial de las clases de pendiente.

Pendiente	Km <sup>2</sup>	% de ocupación
CLASE C	13,06	1,66
CLASE D	116,42	14,85
CLASE E	427,02	54,47
CLASE F	227,50	29,02

Las pendientes muy escarpadas se indentifican, a grandes rasgos, con las vertientes de los valles fluviales, siendo algo más abundantes en la cara Norte de la Sierra y mayoritarias en las zonas alpujárrides y calcarenitas neógenas del extremo NW de la zona.

Pormenorizadamente se puede decir que las laderas de mayor inclinación se encuentran en la cuenca del río Genil, ladera derecha del río Lanjarón, superficies de orientación Sur del Dílar y Dúrcal, ambas vertientes de los ríos Trevélez y Poqueira, Tajos de la Virgen, ladera Oeste del pico Peñabón, cara Norte del Cerro de los Poyos de Monachil, Alayos de Dílar, Trevenque, Canales y en general, en las altas cumbres, coincidiendo con el cordón que separa las vertientes Norte y Sur de la Sierra.

Más de la mitad de la zona está ocupada por pendientes de la clase E, siendo sus valores más frecuentes los comprendidos entre 35% y 50%. Tiene una distribución homogénea y generalizada, aunque es claramente mayoritaria en la banda más meridional.

Las pendientes inferiores al 25% de inclinación, coincidiendo con áreas algo más allanadas, son escasas, de distribución irregular y se presentan como manchas aisladas de poca continuidad. Los sectores más extensos se ubican en el Purche, al Sur del Cerro Huenes, en la Loma de las Albardas, Loma de Maitena, El Posterillo, El Oquedal, Los

Batones, Hoya del Nevazo, y en general en todas las "rasas"  
de las lomas.

## II-2-4 - ORIENTACION GEOGRAFICA

La orientación geográfica es otro carácter del relieve que puede influir decisivamente sobre el control de las variables climáticas en Sierra Nevada, y consiguientemente en la vegetación, tipo, estado y grado de evolución de los suelos.

Aunque no es posible determinar con precisión el sentido de la relación entre los parámetros climáticos y este factor topográfico, sí es claramente visible en el campo la influencia topoclimática sobre la vegetación, en cuanto a desarrollo y densidad de cubierta, como regulador local de condiciones tales como la insolación, la precipitación, la humedad y la temperatura. En este aspecto las orientaciones Norte son frías y húmedas, en tanto que las laderas Sur reciben un mayor número de horas de sol.

Para la caracterización topoclimática, se elaboró un mapa (mapa 2) en el que se separaron ocho unidades correspondientes a orientaciones preferentes de las laderas, y una en la que no es posible discernir tal hecho (S.O.P.), que se localiza en algunas terminaciones altas o divisorias de agua no apicales.

Tal y como aparece representado en las figuras II-2-3 y II-2-4, las orientaciones que mayor porcentaje de

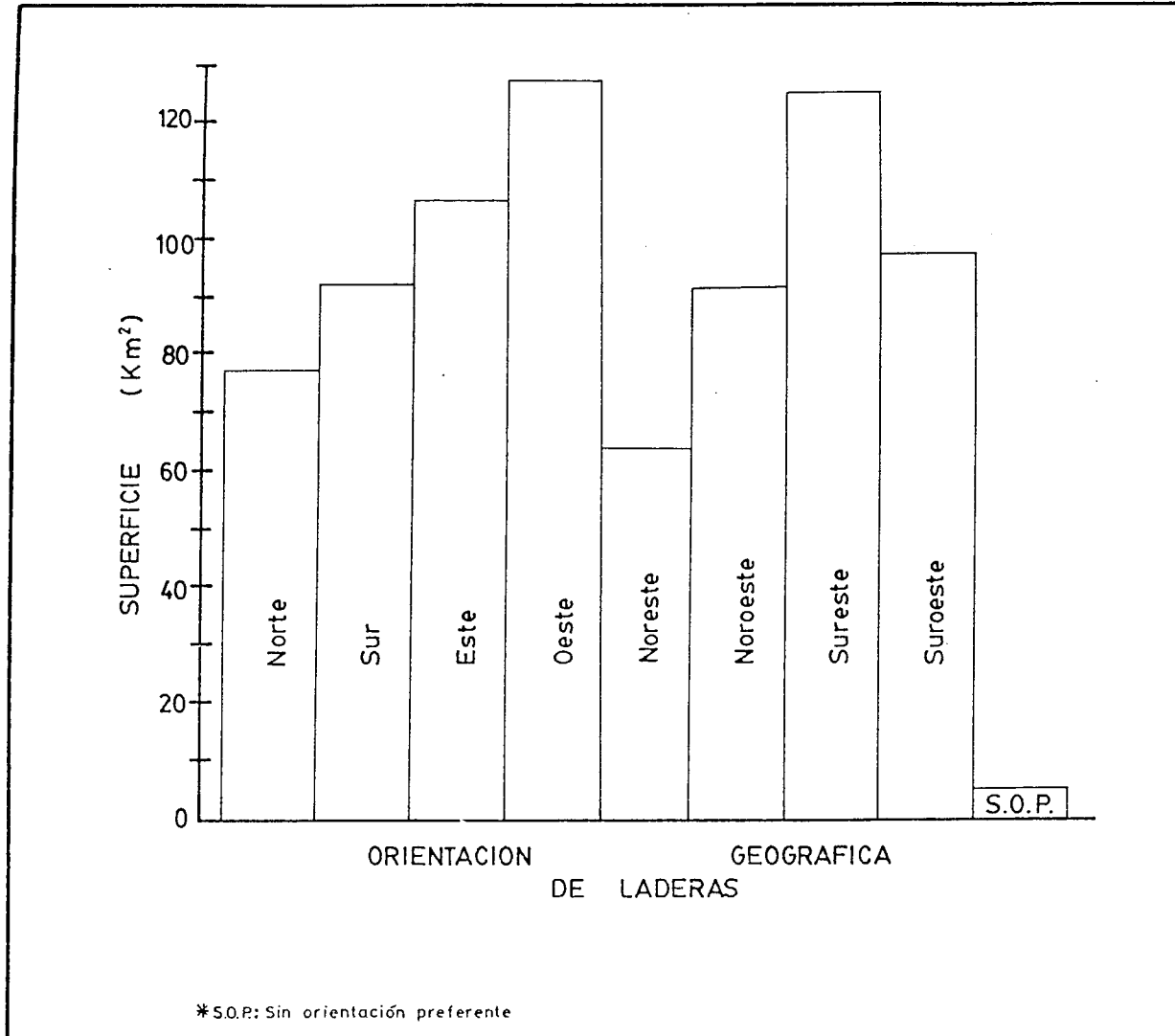


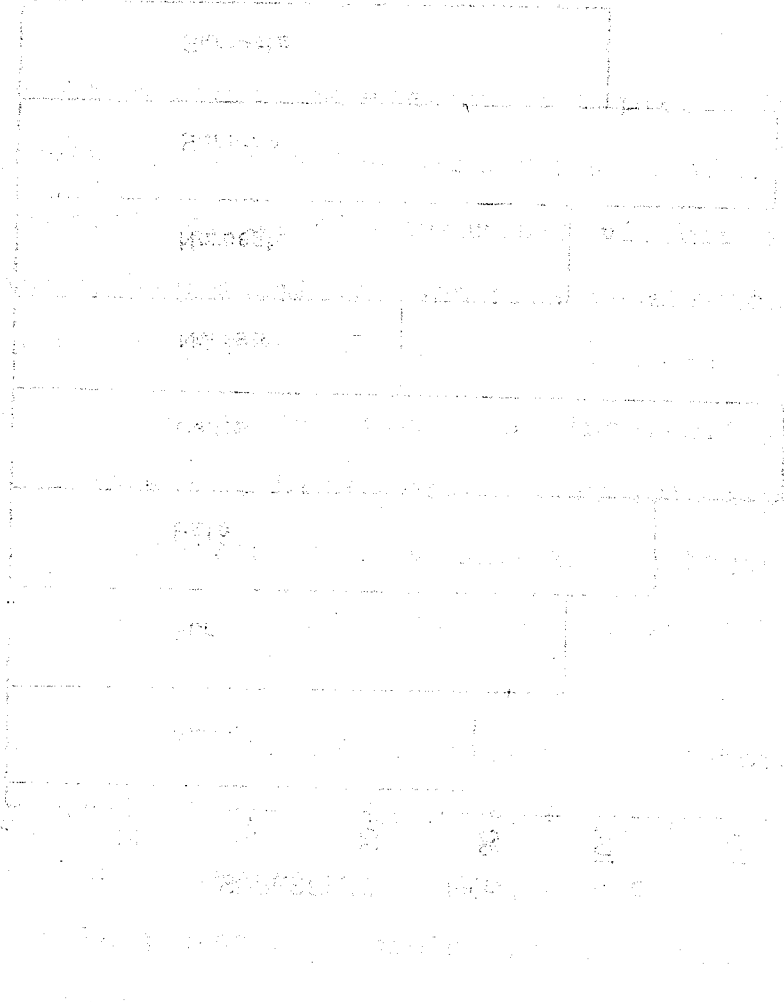
Figura II-2-3 Superficie ocupada por cada orientación topográfica

Office of the Secretary of Defense for Operations and Maintenance

OFFICE OF THE SECRETARY OF DEFENSE

OPERATIONS AND MAINTENANCE

SECTION



OFFICE

CONFERENCE ROOM

RECEPTION

STORAGE

RESTROOM

CLOSET

CORRIDOR

OFFICE

CONFERENCE ROOM

RECEPTION

STORAGE

RESTROOM

CLOSET

CORRIDOR

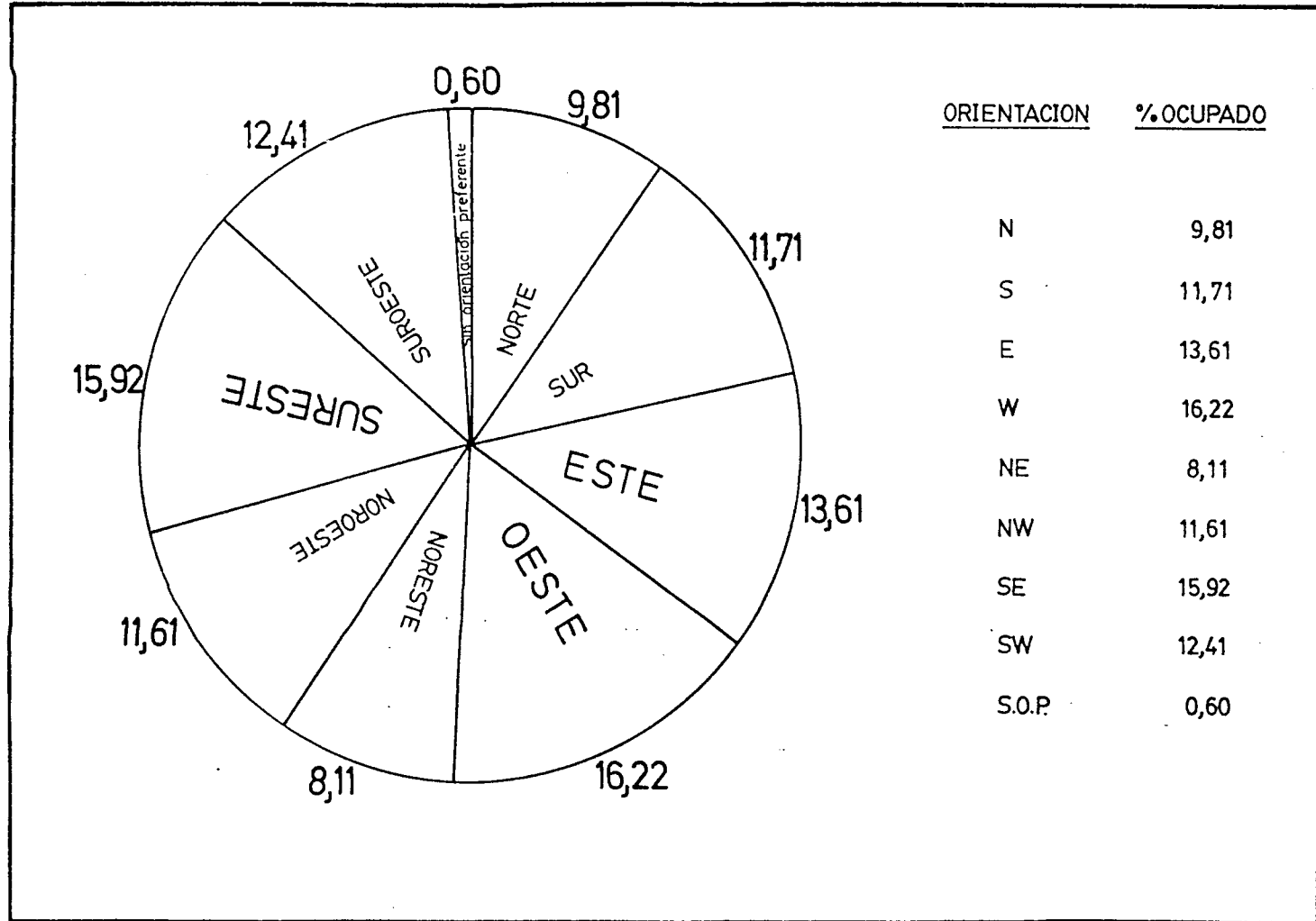
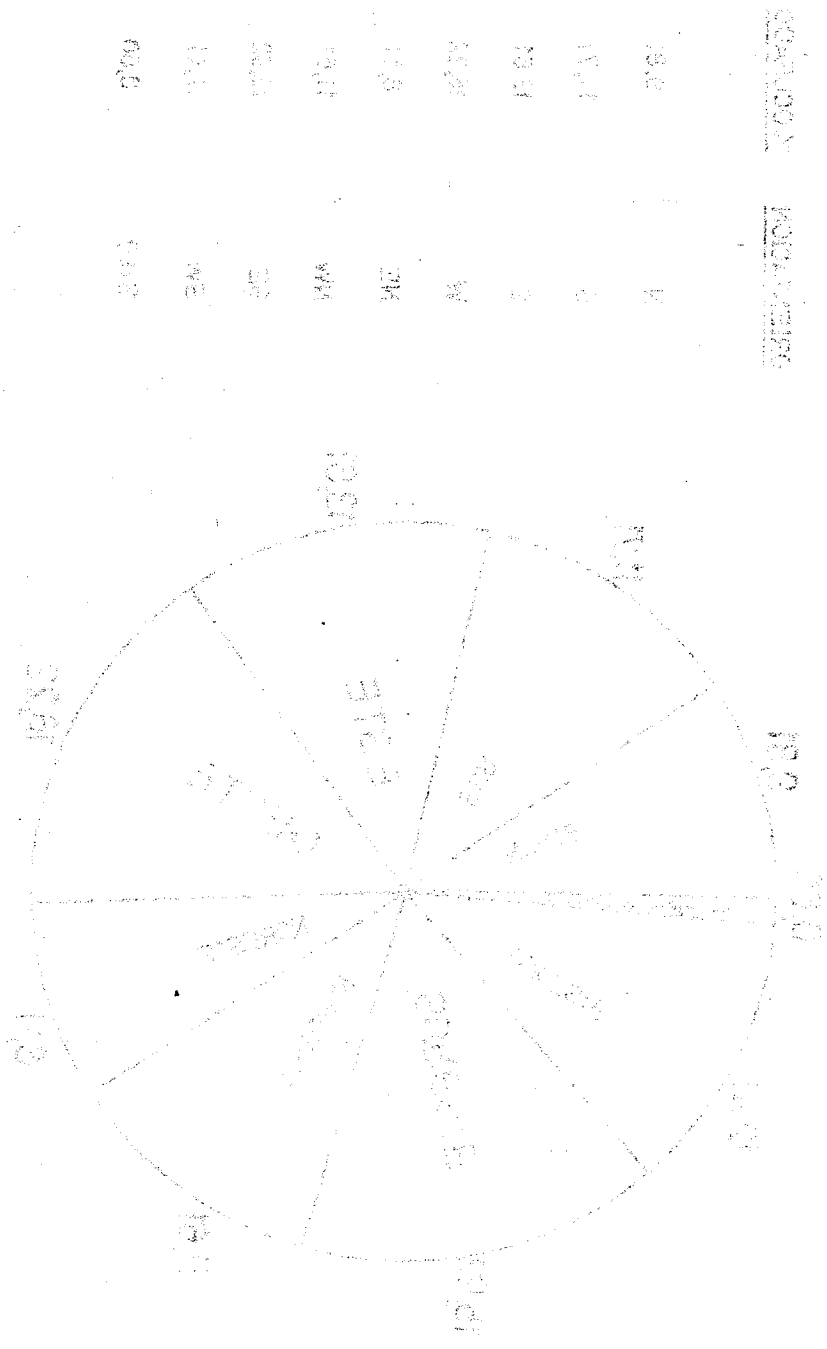


Figura II-2-4 Porcentaje de superficie ocupada por cada orientación topográfica

Figure 1: The relationship between the variables for the different categories of the variables.



Source: Author's calculations



superficie ocupan son la W (127 Km<sup>2</sup>) y SE (125 Km<sup>2</sup>); la de menos extensión es la unidad S.O.P. (sin orientación preferente) de la que se han cartografiado 5 Km<sup>2</sup>. Las laderas norteñas (N, NE, NW) suponen el 29,5% del total areal, las de tendencia Sur (S, SE, SW) el 40%, completándose la zona con las vertientes W, 16,2% y E, 13,6%.

**Tabla II-2-2 Orientaciones geográficas de laderas**

Ori.	%S.	Km <sup>2</sup>	Número de manchas cartográficas individualizadas, por intervalos de tamaño en ha.					
			Total	<25	25-50	50-100	100-500	>500
N	9,8	76,8	113	42	24	32	14	1
S	11,7	91,7	101	24	28	27	20	2
E	13,6	106,6	90	26	17	19	22	6
W	16,2	127,0	115	40	29	16	23	7
NE	8,1	63,5	88	31	22	15	19	1
NW	11,6	91,0	101	27	28	27	17	2
SE	15,9	124,7	88	24	20	17	20	7
SW	12,4	97,3	99	30	32	20	11	6
S.O.P.	0,6	4,7	13	9	3	1	0	0
TOTAL	99,9	784	808	253	203	174	146	32

Ori.: Orientación geográfica, %S.: Porcentaje de superficie

La mayoría de las manchas cartografiadas son menores de 50 ha., exactamente 456 manchas sobre un total de 808 (tabla II-2-2). A la vista de la figura II-2-5 puede concluirse que las orientaciones topoclimáticas que mayor homogeneidad presentan, en cuanto al número de manchas

atribuido a cada grupo de tamaño considerado, son la NW, S y SE. Por el contrario en las orientaciones N y W existe una mayor disparidad con un elevado número de superficies individualizadas menores de 25 ha., y pocas manchas en cada uno de los restantes grupos (26-50 ha., 51-100 ha. y 101-500 ha.). En cualquier caso, las manchas con más de 500 ha. son minoritarias.

En cuanto a la distribución de las unidades consideradas en el mapa 2, hay que resaltar en primer lugar el carácter diseminado de las orientaciones topoclimáticas diferenciadas, pudiéndose apreciar, no obstante, núcleos de mayor extensión en la parte oriental de la zona estudio, donde dominan las laderas de orientación preferente W, SE, S y E, en las cuencas de los ríos Trevélez y Chico, así como las caras W, SE, SW y S de los barrancos del Poqueira, Chico y Lanjarón, en el sector más meridional.

En las zonas descritas anteriormente, los núcleos norteños (N, NE, NW) son minoritarios o casi inexistentes, apareciendo con mayor profusión y de forma paulatina, según vamos avanzando desde la parte central de la Sierra hacia los lugares más septentrionales y occidentales.

Por último es interesante comentar la acusada heterogeneidad topoclimática (con un gran número de laderas de distinta orientación y extensión reducida) que existe en el círculo central del área, cuyo diámetro es algo superior

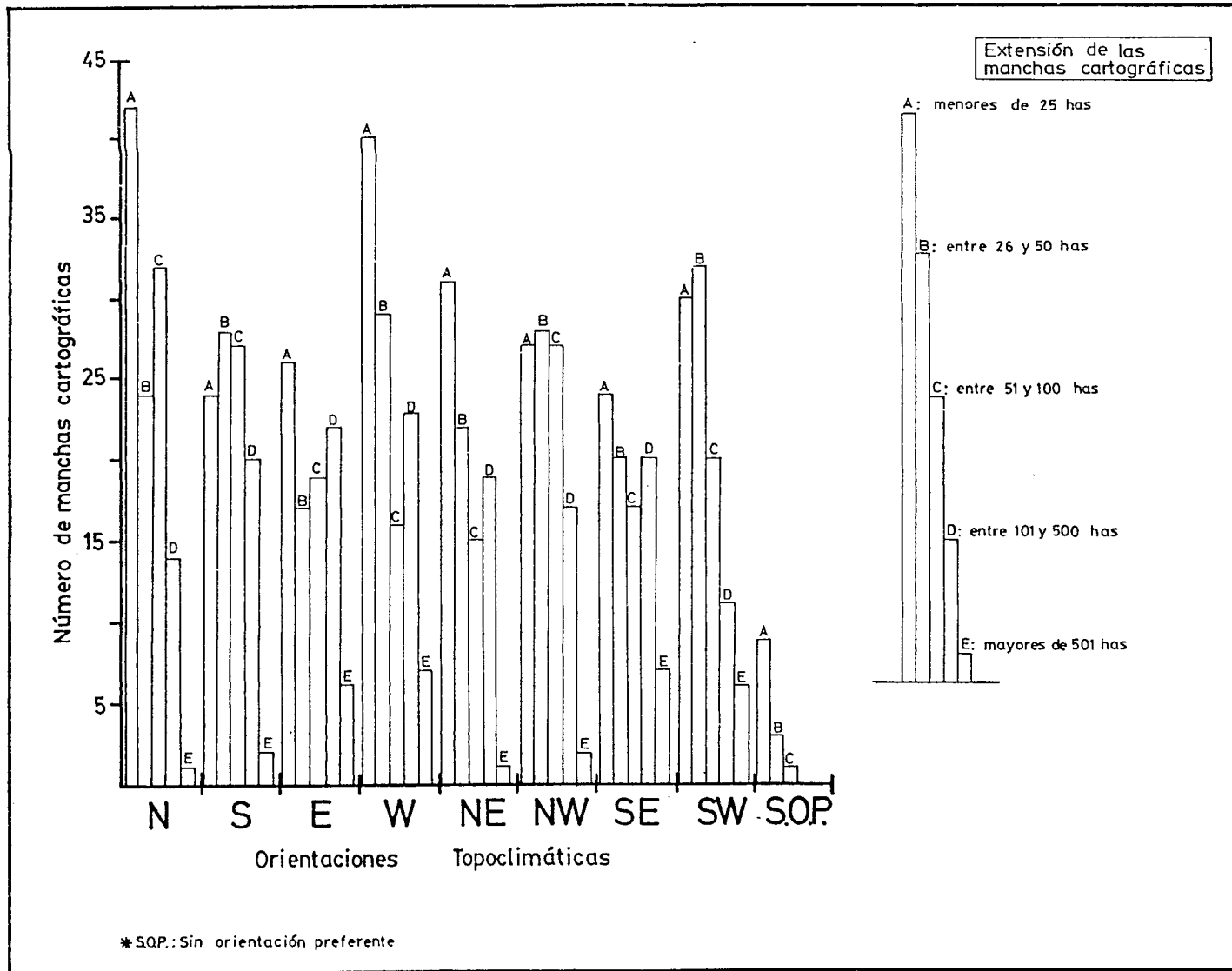


Figura II-2-5 Número de manchas cartográficas continuas según su extensión

THE UNIVERSITY OF CHICAGO LIBRARY

100 EAST EAST HALL CHICAGO, ILLINOIS 60607

TEL: 773-936-3300 FAX: 773-936-3300

WWW.CHICAGO.LIBRARY.EDU

LIBRARY SERVICES: 773-936-3300

LIBRARY HOURS: 10:00 AM - 5:00 PM

LIBRARY LOCATION: 100 EAST EAST HALL

LIBRARY CONTACT: 773-936-3300

LIBRARY WEBSITE: WWW.CHICAGO.LIBRARY.EDU

LIBRARY SERVICES: 773-936-3300

LIBRARY HOURS: 10:00 AM - 5:00 PM

LIBRARY LOCATION: 100 EAST EAST HALL

LIBRARY CONTACT: 773-936-3300

LIBRARY WEBSITE: WWW.CHICAGO.LIBRARY.EDU

LIBRARY SERVICES: 773-936-3300

LIBRARY HOURS: 10:00 AM - 5:00 PM

LIBRARY LOCATION: 100 EAST EAST HALL

LIBRARY CONTACT: 773-936-3300

LIBRARY WEBSITE: WWW.CHICAGO.LIBRARY.EDU

LIBRARY SERVICES: 773-936-3300

LIBRARY HOURS: 10:00 AM - 5:00 PM

LIBRARY LOCATION: 100 EAST EAST HALL

LIBRARY CONTACT: 773-936-3300

LIBRARY WEBSITE: WWW.CHICAGO.LIBRARY.EDU

LIBRARY SERVICES: 773-936-3300

LIBRARY HOURS: 10:00 AM - 5:00 PM

LIBRARY LOCATION: 100 EAST EAST HALL

LIBRARY CONTACT: 773-936-3300

LIBRARY WEBSITE: WWW.CHICAGO.LIBRARY.EDU

a la distancia en horizontal del Veleta al Mulhacén; así como en el sector que ocupan los materiales alpujárrides. Ello viene a coincidir con el relieve abrupto de las formas glaciares de las cumbres y el modelado intrincado y caótico de las zonas calizo-dolomíticas, respectivamente. En el resto del área, por el contrario, las orientaciones preferentes ocupan laderas continuas en concordancia con la orografía alomada del conjunto del paisaje.

## II-2-5 - MORFOLOGIA

"La arquitectura de Sierra Nevada es relativamente simple: un poderoso abombamiento afectado por una pila de mantos, en los que la erosión ha abierto una ventana donde afloran las unidades más profundas de las Zonas internas, los Nevado-Filábrides. Estos constituyen el corazón del macizo estando rodeados por las unidades alpujárrides" (Lhenaff, 1.977).

Este relieve estructural del conjunto del macizo, de aspecto abombado, es fruto de un pliegue anticlinal principal de gran radio, cuyo eje, de dirección aproximada E-W, se sitúa entre el Veleta y el Mulhacén, y de otro pliegue secundario situado al Sur del Cerro del Caballo con una dirección de eje NW-SE. Otras modificaciones estructurales del relieve se produjeron por deformaciones tardías que afectaron al extremo occidental del área, sobre todo por un sistema de fallas SW-NE y NW-SE. No obstante, la morfología superficial de los materiales aflorantes se relaciona tanto con el tipo de rocas y estructura, como con los procesos de modelado antiguos (glaciares cuaternarios) y recientes (erosión fluvial).

En términos generales la zona nevadofilábride presenta un relieve abombado o alomado, con una clara sucesión de barrancos rectilíneos y elevaciones alomadas. En conjunto

la vertiente Norte es más abrupta que la Sur.

Un gran número de laderas presentan perfiles transversales y longitudinales levemente convexos de aspecto suave y tranquilo, aunque no faltan áreas más accidentadas de perfil quebrado, mayor pendiente y profusión de crestas, collados, cortados y ventisqueros. Ambas formas están íntimamente mezcladas, aunque en determinados casos domina una sobre la otra. Las áreas cacuminales y las vertientes de los ríos principales suelen correlacionarse con accidentes mayores, mientras que las zonas bajas y medias son más alomadas (cota inferior a 2.850 m.).

La homogeneidad litológica de la zona ácida no permite una erosión diferencial, a excepción de determinados bancos de cuarcitas que pueden individualizarse en el paisaje (alrededores del Albergue Universitario, en los Peñones de San Francisco). Ello contrasta con las ondulaciones de las lomas resultantes de la disgregación mecánica de micasquistos.

La menor resistencia y mayor erosionabilidad de las rocas carbonatadas de la envolvente alpujárride, respecto a los micasquistos del núcleo, propician en aquella formas más caóticas y abruptas con mayor densidad de torrenteras y predominio de "cerros" y "picos" sobre las lomas. El escalonamiento en altitud de sistemas morfogénéticos es una

causa que contribuye al hecho referido.

En el ámbito alpujárride suelen establecerse dos tipos de paisaje que responden a diferentes litologías, por un lado los sectores de rocas calizo-dolomíticas compactas y por otro las áreas tectonizadas y/o las talladas en filitas.

Laderas suaves con pendientes escarpadas y altos montañosos como la cima del Huenes y parte de las laderas del Dornajo, se identifican con rocas compactas de la unidad de las Víboras. Las vertientes son nítidas y en caso de existir bancos de filitas, por contraste litológico se destacan crestas vigorosas.

Las áreas más intrincadas, de aristas definidas y con una densa red de drenaje se ubican sobre materiales muy tectonizados como los existentes en los Alayos del Dílar y cara NW del Cerro del Trevenque, este último con relieves ruiformes de arenales disgregados.

Las cataclasitas de la unidad del Trevenque son responsables de un paisaje con caracteres de bad-land, con fuertes pendientes, una densa red de drenaje muy jerarquizada y divisorias de agua con aristas agudas.

En las rocas carbonatadas más coherentes prosigue el aspecto alomado general de la Sierra, conservándose



procesos y rasgos kársticos, aunque de poca espectacularidad al estar supeditados a la presencia de niveles impermeables de filitas, a la complejidad de la estructura geológica y a la elevada pendiente de la zona. No obstante, el rasgo más definitorio de la morfología kárstica de las áreas calizo-dolomíticas es la existencia de relieves residuales poligenéticos. De ellos, en la cuenca de Monachil, Martín Vivaldi (1.980) define tres tipos principales: 1) Caótico, 2) Formas alineadas siguiendo la dirección de la escorrentía y 3) Desarrollado a expensas de rasgos estructurales. En la unidad de las Víboras la karstificación superficial está más marcada aunque con formas menores (lapiaz incipiente, acanaladuras, espinas y formas alveolares).

En el reducido sector neógeno-cuaternario del extremo NW del área, el relieve continúa siendo predominantemente montañoso, con formas suaves y redondeadas en el sector del Hacho y Fraile del Almiar, y más fuerte en la Loma de la Pileta y El Púlpito.

En referencia a toda el área, es interesante destacar la presencia de restos de superficies de aplanamiento, hoy denominadas "rasas", por debajo de 2.500-2.700 m. que podrían corresponder a superficies de erosión antiguas, hecho sobre el que no coinciden los autores (García Sainz, 1.943; Lhenaff (1.977). Destacan las superficies del interfluvio Lanjarón-Torrente, Loma de los tres Mojones,

Loma del Maitena, etc., en el sector nevádide; y Loma del Perro, Peñón de Muñoz, Cerrajón, etc., en la orla carbonatada.

La pesadez y monotonía del conjunto del macizo contrasta con un paisaje interior más vigoroso, eminentemente fluvial en los sectores bajos y medios, apareciendo, según ascendemos en altitud, rasgos que denotan un pasado glaciario claramente patente en las cumbres (Obermaier, 1.916; García Sainz, 1.943; Messerli, 1.965; Pezzi y García Rossell, 1.978, etc.). Es aquí donde se reconocen circos y valles en forma de U bastante abierta, sobreexcavados por ríos cuya V se hace más pronunciada en el sentido de avance de las aguas.

Las vertientes de los barrancos principales suelen ser asimétricas, en relación con la estratificación, buzamientos y fracturas que caracterizan a los materiales. Las laderas de dirección coincidente con la foliación de la roca tienen menor inclinación que el resto. En el ámbito de las unidades alpujárrides la red de fracturas es extremadamente más complicada, condicionando la orientación de los cauces fluviales.

Los circos glaciares, a ambos lados del cordón que separa las vertientes Norte y Sur de la Sierra, están separados por paredones rocosos responsables de numerosos tajos, collados y ventisqueros. En estos circos suelen

reconocerse lagunas glaciares de cierre morrénico o sobreexcavación (Laguna de la Caldera, Laguna de la Mosca, Laguna de las Yeguas, Laguna de Río Seco, etc.) (García Sainz, 1.943 ; Pezzi y García Rossell, 1.978).

La mayoría de los circos están situados en la margen izquierda (vertiente Norte) o derecha (vertiente Sur) de los cauces principales, a sotavento del influjo eólico procedente del W, y con geometría semicircular o semielíptica. Ejemplos destacados son las cabeceras de los ríos Veleta, Seco, Poqueira, Culo de Perro, Valdeinfierno-Goterón, Juntillas, Jeres, Chico, Maitena, Vadillo, Vacares, Valdecasillas, Valdeinfierno, Guarnón, San Juan, Monachil, Dílar, Dúrcal, Lanjarón y Lagunillos.

La asimetría en cuanto a la distribución de las formas erosivas glaciares es especialmente destacable para las vertientes meridionales de Sierra Nevada, con un predominio evidente de estas formas geomorfológicas en las laderas orientadas al E-SE (Soria et al., 1.985). Los circos suelen ser compuestos, la mayoría embrionarios, formados por nichos sucesivos separados por pequeños promontorios, canalizados a través de los ejes fluviales precuaternarios, muchos de ellos coalescentes.

Como ya se indicó anteriormente, otras formas destacables son los sistemas de valles en "U", nichos nivales, paredones y umbrales glaciares, así como depósitos

morrénicos, caracterizados por una granulometría heterométrica de textura y formas de los cantos angulosas y planas. Las figuras menores como rocas aborregadas y estriás, son minoritarias debido a la dificultad que representa la naturaleza de las rocas micasquistas (Lhenaff, 1.977). Sin embargo, la estructura y características petrológicas del macizo sí contribuyeron eficazmente a moldear los surcos y macroformas glaciares, hasta el extremo de ser determinante su influjo a escala local (Gómez Ortiz, 1.987).

En esta zona de cumbres la relación morfológica con los porcentajes de inclinación de las laderas, puede resumirse diciendo que las formas alomadas dan pendientes E y D, los barrancos y paredes glaciares pendientes F, así como los circos glaciares y rasas de las lomas pendientes C.

Especialmente destacables también en las partes altas son las formas periglaciares, heredadas o actuales, ligadas a desprendimientos y acumulaciones de cantos y bloques heterométricos muy angulosos, a veces cementados (brechas) o depósitos sueltos que pueden llegar a formar vertientes ordenadas (canchales) en alturas superiores a 2.500 m.

Se han descrito también grandes lóbulos de soligeliflución y depósitos glaciares rocosos de distribución asimétrica en un mismo valle, resultantes del

desplazamiento plástico de derrubios, acumulados al pie de escarpes glaciares (circos y valles en "U"), después de liberarse de los hielos. El control de tales depósitos está en relación con la presencia de escarpes erosivos glaciares y la orientación de la ladera, siendo frecuentes en las cumbres. Fueron las vertientes meridionales, que supuestamente quedaron liberadas antes de los hielos (por ejemplo cabeceras de los ríos Trevélez y Poqueira), las más propicias para la implantación de glaciares rocosos (Soria y Soria, 1.987).

Las formas de solifluxión y crioturbación tales como círculos y rosas de piedras, hiladas y alineamientos de cantos, rosetones de césped y microformas poligonales, debidas a la variación de volumen de las rocas, son comunes por encima de 2.000 m. de cota., así como frecuentes son también las figuras de ordenación de gelifractos por acción del hielo y el arroyamiento. Las formaciones pipkrakes permiten desplazamientos verticales con selección de material y desplazamientos horizontales, favoreciendo fenómenos de solifluxión. En la cuenca del Monachil se han descrito desde sus partes más altas hasta los 1.700 m. (Martín Vivaldi, 1.980).

El periglacialismo antiguo (no reciente) de considerable intensidad, pudo alcanzar cotas bastante bajas en el Sur de España (Tricart, 1.966) pero sus rasgos pertenecen hoy al dominio de lo sedimentario y han sido

fosilizados por suelos.

Los modelados erosivos fluviales y sedimentarios como conos de derrubios, frentes laminares y depósitos coluviales, constituyen las formas más recientes en continua renovación.

## II-2-6 - PERFILES TOPOGRAFICOS

Como resumen de lo expuesto hasta el momento, se han realizado 21 perfiles topográficos (figuras II-2-6 y II-2-7) distribuidos por toda la zona, con el objeto de destacar las formas mayores que caracterizan el paisaje geomorfológico de Sierra Nevada.

Los cortes nº 15 y 18, recogen conjuntamente la generalidad de los tipos de superficies en ambas vertientes de Sierra Nevada, sobre las dos grandes unidades geológicas: Nevado-Filábride y Alpujárride, y los materiales neógeno-cuaternarios del extremo NW. Destaca el carácter general abombado, el amplio margen altitudinal, la simultaneidad de lomas con numerosos rellanos y barrancos con tendencia asimétrica, así como la correspondencia entre un paisaje abrupto en las zonas de cumbres o de litología carbonatada, y la monotonía y suavidad de las áreas de altitud menor de 2.700 m. y con materiales ácidos, disturbada tan sólo por abarrancamientos principales profundos.

Del examen de los perfiles nº 1, 2, 11, 12, 21, 3 y 4, situados en las proximidades a la línea de crestas de Sierra Nevada, se comprende la tendencia levemente convexa de las cabeceras de los ríos actuales, correspondientes a antiguos circos y/o valles glaciares altos, algunos con

sobreexcavación fluvial muy marcada, separados por resaltes rocosos. En los sectores centrales aparecen numerosas lagunas.

Según descendemos en cota, los valles fluviales se encajonan proporcionando laderas de fuerte pendiente, con relieves rejuvenecidos y asimétricos (perfiles 5, 6, 7, 8, 19 y 20). Son claros y abundantes aquí los ascensos altitudinales alomados, tanto más suaves cuanto mayor es el grado de coincidencia entre orientación de la pendiente y estratificación o superficies de esquistosidad de los materiales.

Apenas existen diferencias morfológicas acusadas entre una y otra vertiente de Sierra Nevada (perfil nº 17), a excepción de las propias ligadas a la orientación y el mayor predominio de pendientes muy escarpadas en la cara Norte, principalmente en la parte más alta de la cuenca del río Genil (perfiles nº 6 y 9); por contra, la vertiente meridional es más rica en formas con ondulaciones más pausadas y por ende menores pendientes (perfil nº 16). En la ladera Norte, el sector con menor porcentaje de inclinación, respecto del conjunto, es el situado en el vértice NE del área, desde Prado Chapitel al arroyo del Pie del Medio (perfil nº 10).

Quizás el elemento paisajístico que puede considerarse como identificativo del relieve de Sierra Nevada,



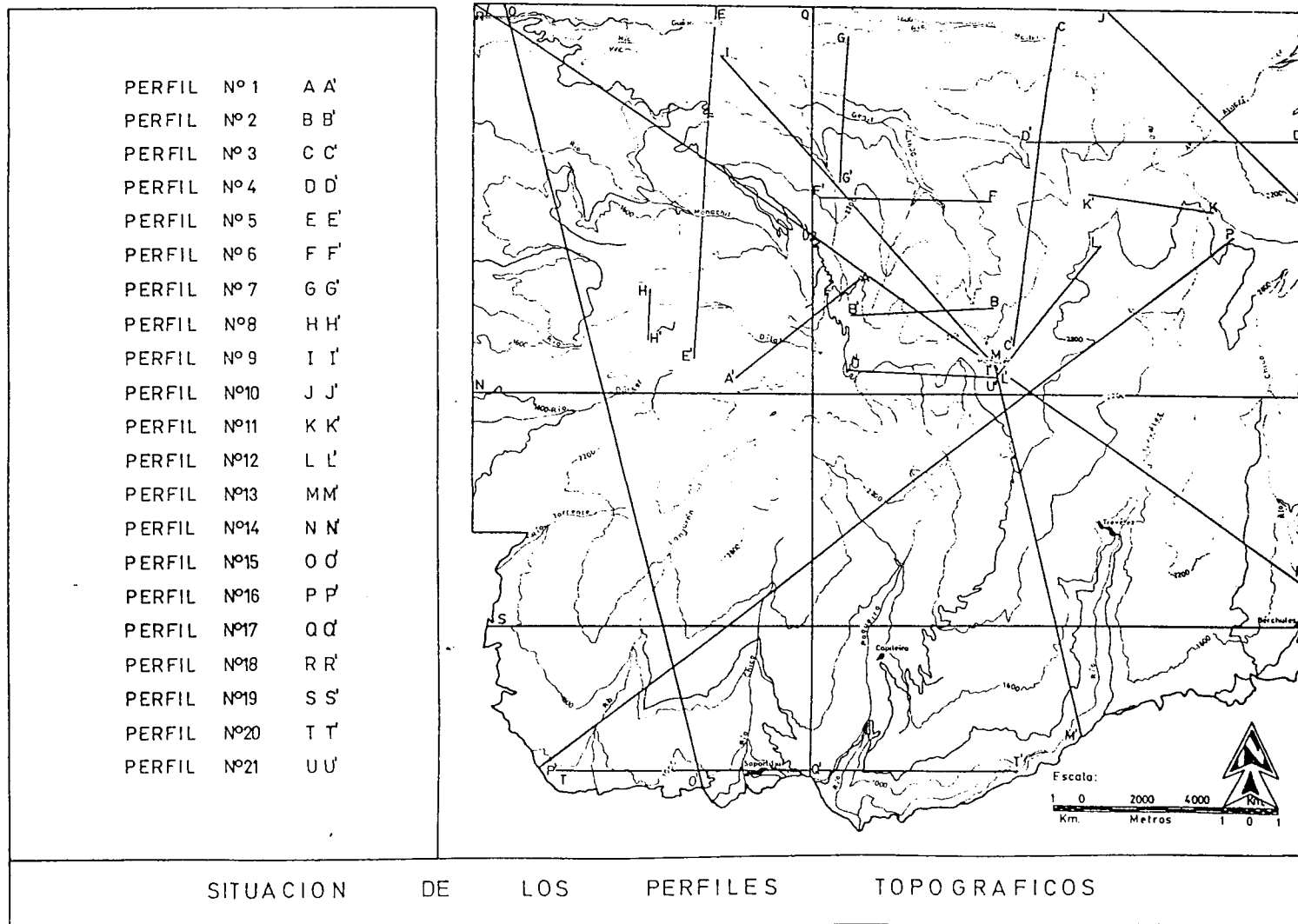


Figura II-2-6 Situación de los perfiles topográficos



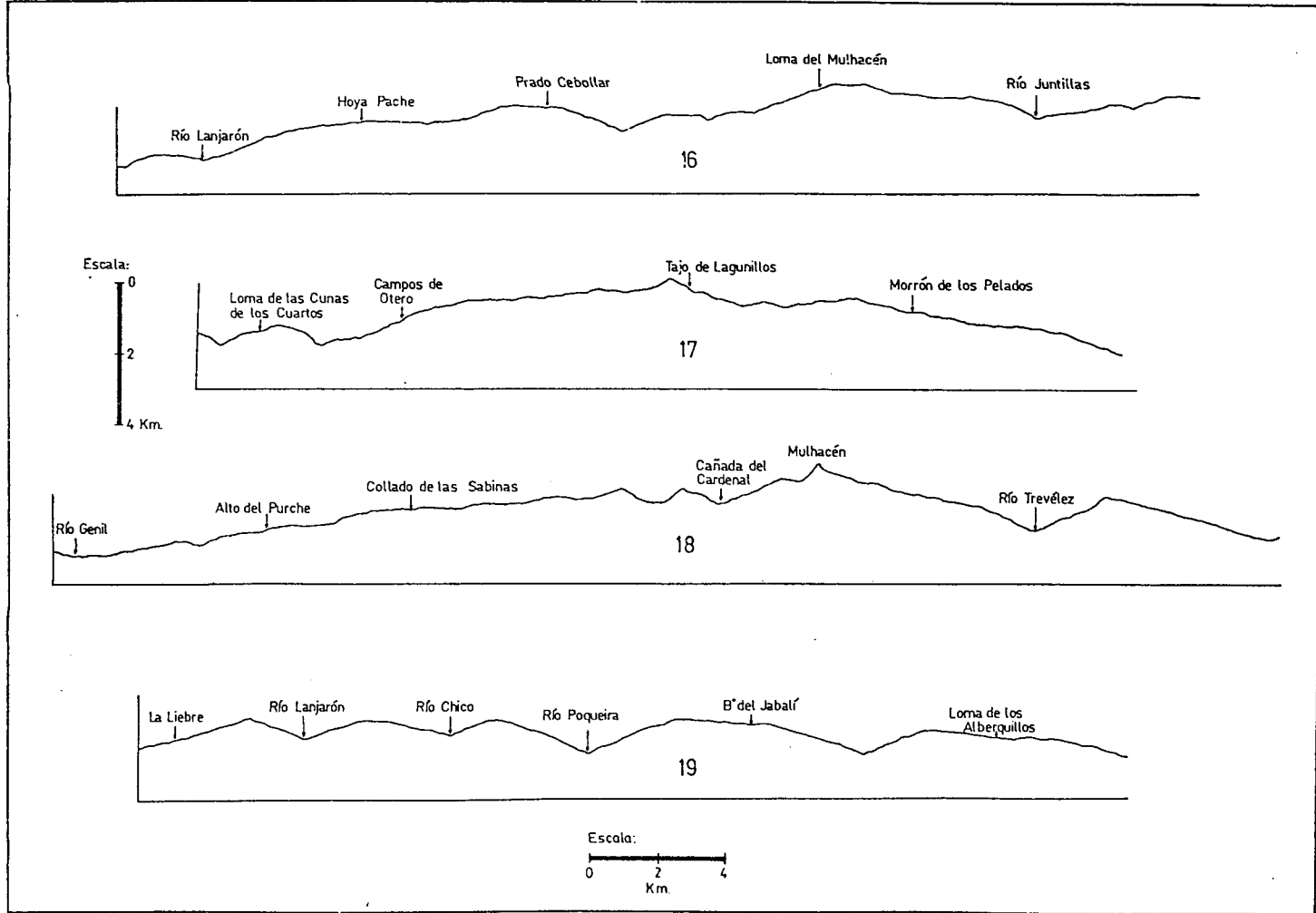
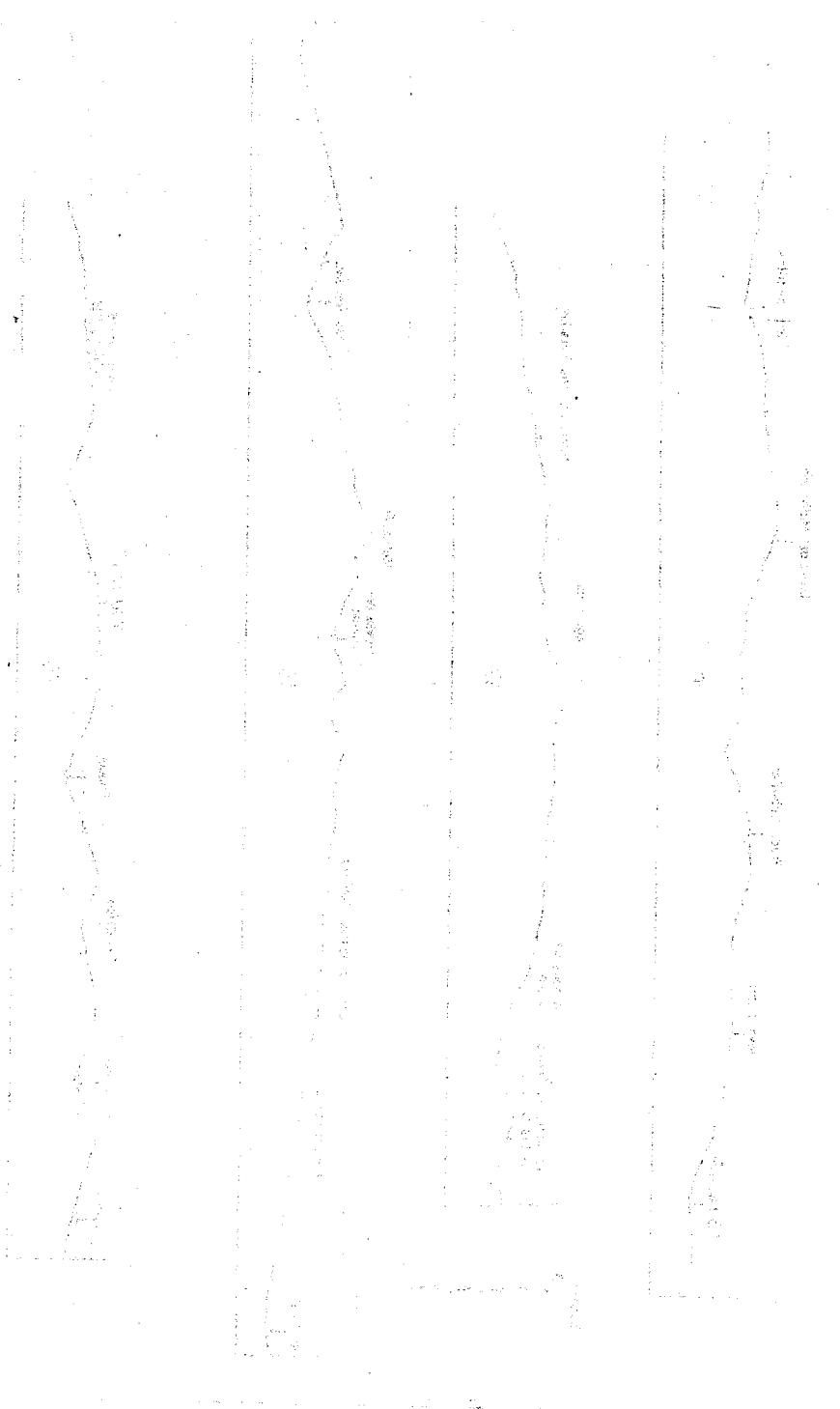


Figura II-2-7 Perfiles topográficos

SECTIONAL COSTS ESTIMATION AND CONTROL

PROJECT NO. 1000  
DATE: 10/10/50



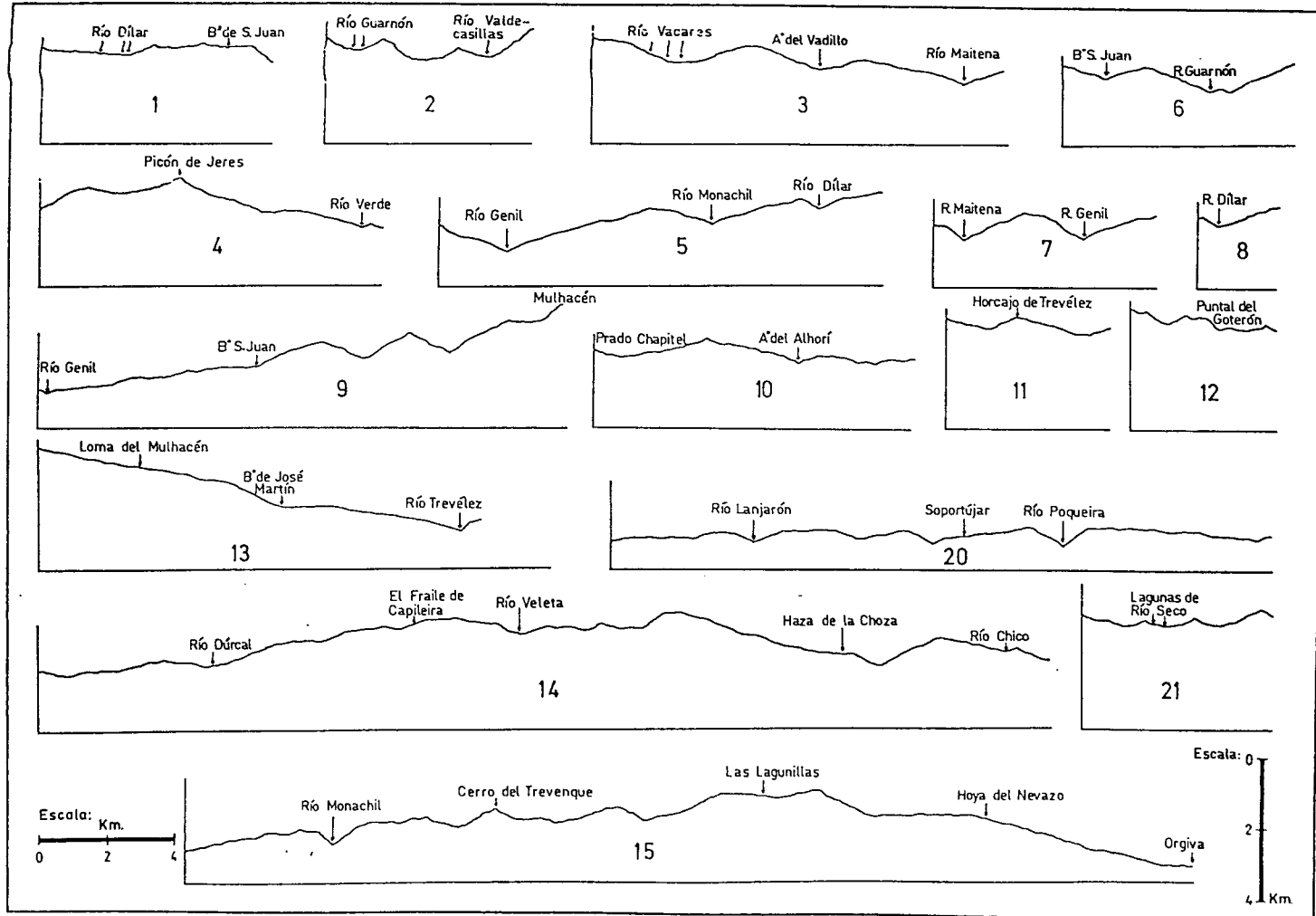


Figura II-2-7 Perfiles topográficos (continuación)

Handwritten title or header text, possibly a name or date, oriented vertically.



conjuntamente con su altitud, sean las lomas, responsables de enmascarar en cierta medida la magnitud de las cotas de este macizo montañoso. De su fisiografía se recogen numerosos aspectos en los perfiles topográficos ya comentados, siendo el corte nº 13 representativo de su recorrido en sentido longitudinal.

## II-2-7 - PROCESOS GEOMORFOLOGICOS. CRONOLOGIA

Los depósitos oligocenos-burdigalienses de la Depresión de Granada atestiguan un área fuente en Sierra Nevada cuyo relieve ya estaba emergido y comenzaba a desmantelarse (Sanz de Galdeano, 1.978). Para Lhenaff (1.977) debió existir en esta época un clima tropical húmedo.

Tras el contacto entre las Zonas internas y externas, establecido en el Burdigaliense (Sanz de Galdeano, 1.983), los retoques estructurales entre el Mioceno medio y superior intensificaron un período de erosión, con importantes depósitos correlativos molásicos. Para García Sainz (1.943) se produjeron aplanamientos pontienses, atribuibles a superficies de suave pendiente entre 2.000 y 3.000 m. de cota, y que podrían constituir los vestigios más remotos del paisaje. Sin embargo para Lhenaff (1.977) el aplanamiento no fué tan intenso. Estos aplanamientos corresponderían a las rasas, ya citadas en el apartado anterior.

En el Mioceno superior una reactivación tectónica individualiza Sierra Nevada, fundamentalmente, por un gran pliegue de fondo (Lhenaff, op. cit.), con una elevación relativa que da paso a un nuevo ciclo erosivo muy poderoso, responsable de los depósitos conglomeráticos (Block-



Formation) visibles en el sector NW del área de estudio.

Durante el Plioceno, los valles fluviales debieron alcanzar el núcleo de Sierra Nevada, configurando el paisaje preglaciar donde posteriormente se instalaron los hielos cuaternarios, tras diferentes fases de reajuste tectónico e interferencias erosivas fluviales con sus correspondientes depósitos (por ejemplo formación Alhambra) hasta el Villafranquiense medio. La geometría y disposición de superficies geomórficas reconocidas por Delgado et al. (1.982e) parecen indicar la existencia de varias fases de modelado fluvial previas a las glaciaciones.

La evolución glacial nevadense aun no está resuelta en lo referente a períodos fríos que afectaron, dimensión de los glaciares y comportamiento geomorfológico de ellos en el conjunto de la montaña (Lhenaff, 1.977; Gómez Ortiz, 1.987).

La glaciación más antigua que se reconoce es la del Riss, aunque existen opiniones diferentes entre los autores al identificar depósitos y morrenas rissienses. Messerli (1.965) estima el límite de las nieves en este período en 2.100 m. (vertiente Norte) y 2.200 m. (vertiente Sur).

El efecto de la glaciación Wür sí es claramente visible en el paisaje, eliminando la mayor parte de los rasgos de glaciaciones y períodos interglaciares

anteriores. Las formas que hoy aparecen atestiguan la intervención de glaciares de tipo alpino o de montaña.

Para Messerli (1.965) los glaciares würmienses llegaron hasta los 2.300 m. en la vertiente Norte de Sierra Nevada, favoreciéndose la instalación de los circos por la presencia de fallas, diaclasas y otras superficies de debilidad ligadas a la naturaleza esquistosa de las rocas. Para la vertiente mediterránea el límite debió fijarse en 2.500-2.600 m. de media, con un período de máximo avance, denominado de valles, hasta 2.350 m. y otro calificado de circos, con una menor expansión de los heleros, hasta 2.550-3.150 m. según la orientación y topografía (Gómez Ortiz, 1.987).

El mantenimiento de glaciares en la cara Sur fue posible gracias a la sobrealimentación nival por efectos eólicos (vientos procedentes de W y NW), que aportaban nieve procedente de las lomas y superficies orientadas al N y W, paliando así su pronta fusión, particularmente en las laderas S-SE. Este hecho fue también decisivo en la asimetría de los rasgos glaciares y manifestaciones periglaciares asociadas (laderas E con mayor intensidad glaciaria), coadyuvado por rasgos estructurales. En la cuenca alta del río Poqueira, Soria et al. (1.984) identifican dos niveles erosivos que asocian a otros tantos períodos de enfriamiento importantes, y consiguientes sistemas

morfogenéticos glaciares, que corresponderían cada uno a los períodos de 35.000-40.000 a. B. P. y 10.000-13.000 a. B. P.

Otro punto discutido es el papel de la etapa tardiglaciara, negada por algunos autores, de escasa importancia según otros y claramente diferenciada para Messerli (1.965) y Lhenaff (1.977), que sitúan el límite inferior en 2.800-2.900 m., desde Tozal Cartujo hasta Picón de Jeres. Gómez Ortiz (1.987) fija el Tardiglaciara meridional entre 15.000 y 9.000 a. B. P., destacando la importancia de los vientos de poniente en su distribución.

Simultáneamente a los períodos glaciares, Sierra Nevada se vio afectada por sistemas morfogenéticos periglaciares, ligados a un exceso de agua y bajas temperaturas, que favorecían los procesos de gelifracción, a los que son extremadamente sensibles los micasquitos nevádides, y los de soliflucción.

El límite inferior de actuación periglaciara antigua varía según los autores. Hempel (1.960) estima este límite en 800-1.000 m., Lhenaff (1.977) en 700-800 m., García Rosell y Pezzi (1.977) y Messerli (1.965) en 700 m. El periglaciara más reciente que suelen distinguir algunos autores es activo hasta 2.000 m. en la vertiente Norte y 2.300 en la Sur. Según las dataciones anteriormente comentadas, el período periglaciara más intenso del que

quedan los mayores vestigios tras los glaciares rocosos, debió acontecer con posterioridad a 13.000-10.000 a. B. P.

El periglaciario y morfodinámica nival es riguroso en la actualidad, aunque restringido a cotas superiores a 2.800 m. para los fenómenos de solifluxión y crioturbación (Rossell y Pezzi, 1.977). Incluso la crioclastia, con formación de conos de derrubios, es un proceso bastante activo por encima de 2.500 m., así como los movimientos superficiales de carácter solifluidal. La solifluxión se encuentra desde las cumbres hasta 2.000-2.200 m. y 2.100-2.300 m., según se trate de la vertiente septentrional o meridional, respectivamente.

También son reconocibles procesos de reptación actuales de los horizontes superficiales de suelos situados por encima de 1.700-1.800 m. de altitud.

En general, las facetas modeladoras más recientes están condicionadas por el papel erosivo de las aguas fluviales, la erosión eólica, la disgregación mecánica y los movimientos rápidos en masa, ligados a un régimen templado y semiárido con formación de ramblas y torrenteras en las zonas de cota más baja.

De las últimas fases de modelado, la más cálida y húmeda generadora de los suelos actuales más desarrollados sobrevino entre 2250 y 5.000 a.B.P. (Barahona et al., 1.987).

## II-2-8 - EL RELIEVE COMO FACTOR FORMADOR DE LOS SUELOS

La influencia del relieve sobre los suelos de este área es muy importante, debido a las grandes diferencias de altitud y por la variabilidad de la inclinación de las laderas. Aunque ya ha sido apuntado en el capítulo de antecedentes, es interesante recordar que el control del relieve sobre los suelos ha sido estudiado por Delgado Calvo-Flores et. al. ( 1.982e). Así mismo en la presente Tesis se investiga el problema. De todo ello se ha extraído el siguiente resumen:

En el área carbonatada y en los materiales neógeno-cuaternarios, la influencia del relieve sobre los suelos está muy desdibujada, por la intensa acción antrópica a que han estado sometidos. Este mismo hecho se hace extensivo a las zonas de paratas de la vertiente Sur silícica, en los sectores más bajos y cercanos a los núcleos de población.

De los caracteres del relieve, los más importantes son la altitud, la pendiente y la posición fisiográfica. Se podrían ilustrar estas afirmaciones diciendo que el contenido en materia orgánica del suelo aumenta con la altura, que el desarrollo del suelo es una función de la pendiente y la posición en el paisaje, y que incluso esta última característica controla la existencia de los suelos sobre coluvión grueso al pie de los escarpes o los de

depósitos de dolinas en el área alpujárride.

A pesar de la influencia antrópica, en general la vegetación virgen está más conservada en el núcleo nevado-filábride, lo que favorece el desarrollo edáfico, en sus aspectos de espesor del perfil, presencia de horizontes de alteración y hasta grado de meteorización de los materiales. Estos caracteres decrecen con el aumento de la altitud, al incrementarse los procesos erosivos y retardarse las reacciones de alteración (disminución de las temperaturas), como efectos más importantes.

En áreas de vegetación virgen climácica, el horizonte Ah espeso, relativamente orgánico, pierde progresivamente espesor a partir de una determinada altura, hasta llegar a desaparecer en las zonas de las cumbres, sustituyéndose por un horizonte A poco orgánico. El horizonte Bw de color pardo y pardo-rojizo, pierde expresión siendo sustituido por un AC pardo-amarillento. Clasificatoriamente se pasa de los epipedones móllicos o úmbricos al ócrico y desaparece el horizonte cámbico.

El aumento de altitud, colleva un crecimiento en la precipitación, como se analiza en el capítulo de clima, con el consiguiente incremento de lavado del suelo. Esto afecta a una característica clasificatoria de primera magnitud, como es la saturación de bases de cambio. De los suelos eútricos se asciende a los dístricos y de los epipedones

móllicos a los úmbricos.

La pendiente es el otro parámetro del relieve que claramente afecta al suelo. Al incrementarse, este pierde desarrollo, desapareciendo en muchos casos el horizonte Bw cámbico. También afecta a la saturación de bases, creciendo con la inclinación.

El relieve también influye colaborando a la resaturación en bases de los suelos ácidos, en las laderas coronadas por afloramientos de rocas carbonatadas. El agua de escorrentía, el aporte de cantos, etc., ejercen esta misión.

En las zonas calizas el papel del relieve se liga al material de partida. Así, en las zonas más llanas, por un efecto doble, se presentan suelos de mayor desarrollo, bien pardos o rojos, según sea la roca deleznable o compacta, respectivamente. El efecto doble consiste en que por un lado los procesos erosivos son de menor cuantía y por otro, la escorrentía es menos intensa y la cantidad de agua que puede desarrollar el perfil de suelo es por tanto mayor. Algunas zonas llanas coinciden con pies de laderas, donde el material de partida tiene un origen coluvial y el aporte de agua es mayor, todo ello contribuye a un mayor desarrollo del "solum". En las zonas de pendiente, el material de partida tiene un origen coluvial en muchas

áreas y se generan suelos con poco desarrollo pero espesos y con un cierto carácter fluvéntico (decrecimiento irregular de los contenidos de materia orgánica con la profundidad). Cuando las zonas de pendiente elevada coinciden con superficies de roca compacta, los suelos son de poco espesor entre grietas y los afloramientos rocosos abundantes.

La orientación también tiene un papel visible. Las laderas entre Sureste y Suroeste muestran suelos de colores menos oscuros y son menos frecuentes la presencia de arcillas de descalcificación (terras rossas), lo contrario le ocurre a las orientaciones Noreste a Noroeste.

La altitud, tiene también un cierto papel; así, a baja cota (< 1000 m.) predominan los suelos de poco espesor con secuencias A-R, A-C o A-Bw-C. Entre 1.000 y 2.000 m., aproximadamente, aparece una banda donde abundan los suelos rojos o los pardos muy rojos, secuencias A-Bw-C, A-Bt-R. En las mayores alturas desaparecen estas tipologías y reaparecen las secuencias A-C, A-Bw-C o A-R, pero más decarbonatados y humíferos que en las partes bajas.



## CAPITULO 3

### CLIMA



## II-3-1 - INTRODUCCION

Los parámetros térmicos e hídricos de la zona de estudio han sido ampliamente tratados, directa o indirectamente, en numerosas publicaciones, tesis y trabajos inéditos, abordando tanto la caracterización del clima atmosférico como el edafoclima (Messerli, 1965; Pulido Bosch, 1980; Delgado Calvo-Flores et al., 1982f; Castillo Requena, 1983; Pulido Bosch et al., 1984; Delgado Calvo-Flores y Ortega, 1985; Sánchez Marañón, 1985; Sánchez Marañón et al., 1987b; Delgado Calvo-Flores et al., 1988; etc...). Todos ellos destacan los siguientes hechos fundamentales:

- Escasez de datos principalmente en las áreas de mayor cota.

- Presencia de microclimas locales atribuidos a diversos caracteres topográficos.

- Marcada zonación altitudinal de la temperatura y la precipitación.

- Fuertes contrastes entre el invierno (frío y lluvioso) y el periodo estival (seco y cálido), acorde a la mediterraneidad de la zona.

- Diferencias climáticas apreciables entre las vertientes Norte y Sur.

Por las razones aludidas, el tratamiento del factor

formador clima se realizará a partir de la extrapolación de datos de precipitación y temperatura de diferentes estaciones, agrupadas para las vertientes Norte y Sur, y mediante su correlación con la altitud. No se consideran las posibles influencias de vientos, insolación y posición en el relieve dada la imposibilidad de manejar datos fiables.

El análisis se inicia con la exposición de los datos y el cálculo de los diferentes parámetros climáticos, continúa con la relación existente entre éstos y la vegetación o uso agronómico, y finaliza con la definición del edafoclima.

## **II-3-2 - ANALISIS DE LOS PARAMETROS CLIMATICOS**

Los datos empleados corresponden a diversas estaciones termopluviométricas y pluviométricas pertenecientes al Servicio Meteorológico Nacional, así como los datos de los totalizadores que existen en las partes altas de la Sierra, y que han sido facilitados directamente por la Delegación Provincial de la Confederación Hidrográfica del Sur. La situación geográfica de las estaciones meteorológicas y de los totalizadores se muestra en la figura II-3-1; los datos se resumen en las tablas II-3-1, II-3-2 y II-3-3.

Para el posterior tratamiento se han discriminado dos grupos de estaciones: Las situadas en la vertiente Norte, constituido por las estaciones de Armilla, Pinos Genil y Albergue Universitario; y las ubicadas en la vertiente Sur, con las estaciones termopluviométricas de Dúrcal, Lanjarón, Orgiva, Padul y Soportújar.

### **II-3-2-1 Temperaturas. Riesgos de heladas**

En las tablas II-3-4, II-3-5, II-3-6, II-3-7, II-3-8 y II-3-9 figuran los resultados del análisis de regresión lineal de la cota con la temperatura media, máxima media y mínima media en la vertiente Norte y Sur. Existe una buena correlación en ambos casos con una mayor significación estadística en la ladera Sur, como consecuencia del mayor

Tabla II-3-1 Datos termométricos

Datos de temperatura media anual (t) y mensual en grados centígrados

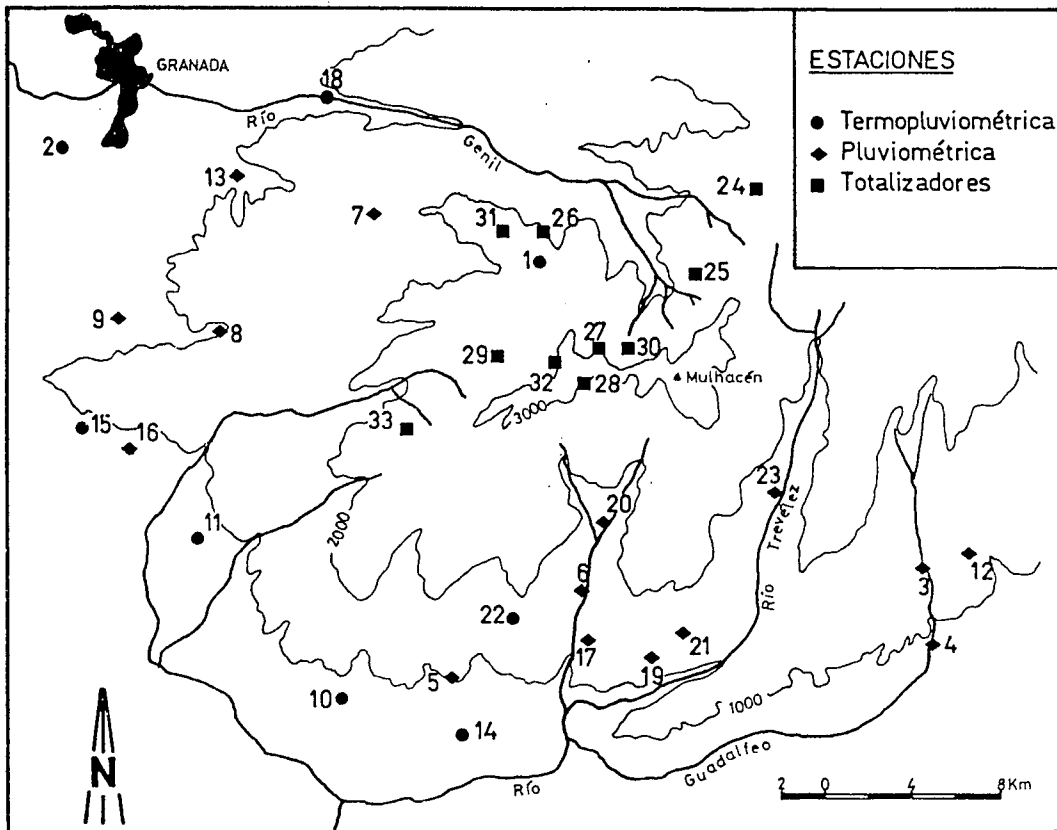
Estación	Cota (m.)	Periodo	t	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Albergue U.	2500	1973-77	3,3	-2,5	-4,3	-3,0	-1,5	4,5	8,6	14,0	13,4	8,8	3,6	0,5	-2,4
Armillá	680	1931-60	15,0	7,0	8,0	11,0	14,0	16,0	22,0	25,0	25,0	22,0	16,0	11,0	7,0
Dúrcal	890	1960-79	15,4	9,1	9,5	10,0	13,0	15,3	20,6	24,9	24,7	21,1	16,0	12,0	9,3
Lanjarón	665	1956-80	15,2	8,8	9,2	10,6	12,1	15,5	18,4	22,0	22,3	19,7	15,6	11,4	8,6
Orgiva	450	1960-79	16,5	10,3	10,9	12,1	14,5	18,1	21,2	24,5	24,5	21,2	17,4	13,4	10,0
Padul	753	1960-79	15,9	9,1	9,7	11,2	13,4	17,0	21,2	25,3	25,4	21,4	16,5	11,4	9,4
Pinos Genil	780	1970-74	13,0	5,4	6,2	7,4	10,4	12,9	18,3	22,5	22,5	19,3	14,2	10,6	5,8
Soportújar	1700	1964-79	12,8	8,1	8,1	8,9	10,2	11,5	14,9	18,8	21,3	18,2	14,5	10,7	8,4

Datos de temperatura mínima mensual en grados centígrados

Estación	Cota (m.)	Periodo	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Albergue U.	2.500	1.973-77	-5,8	-7,6	-6,7	-5,2	0,5	4,6	9,4	9,2	4,4	-0,2	-3,1	-5,8
Armillá	680	1.931-60	1,0	2,0	5,0	8,0	7,0	14,0	17,0	17,0	14,0	9,0	5,0	2,0
Dúrcal	890	1.963-79	4,7	4,9	5,4	7,9	11,1	14,8	18,5	18,5	15,5	10,9	7,2	4,8
Lanjarón	665	1.946-69	4,2	4,6	6,2	7,6	10,5	13,3	16,1	16,4	14,4	11,1	7,0	5,0
Orgiva	450	1.946-69	5,2	5,4	7,7	9,7	13,4	16,2	19,4	19,8	17,1	13,3	9,0	6,6
Padul	753	1.955-70	3,7	4,5	6,6	8,6	10,5	13,8	17,3	16,8	14,5	10,4	6,8	4,6
Pinos Genil	780	1.970-74	0,8	0,8	1,5	4,4	7,6	11,1	14,1	13,9	11,8	7,9	5,9	0,2
Soportújar	1.700	1.944-69	1,5	2,5	4,3	6,2	9,2	12,8	17,0	16,9	14,1	9,2	4,8	2,8

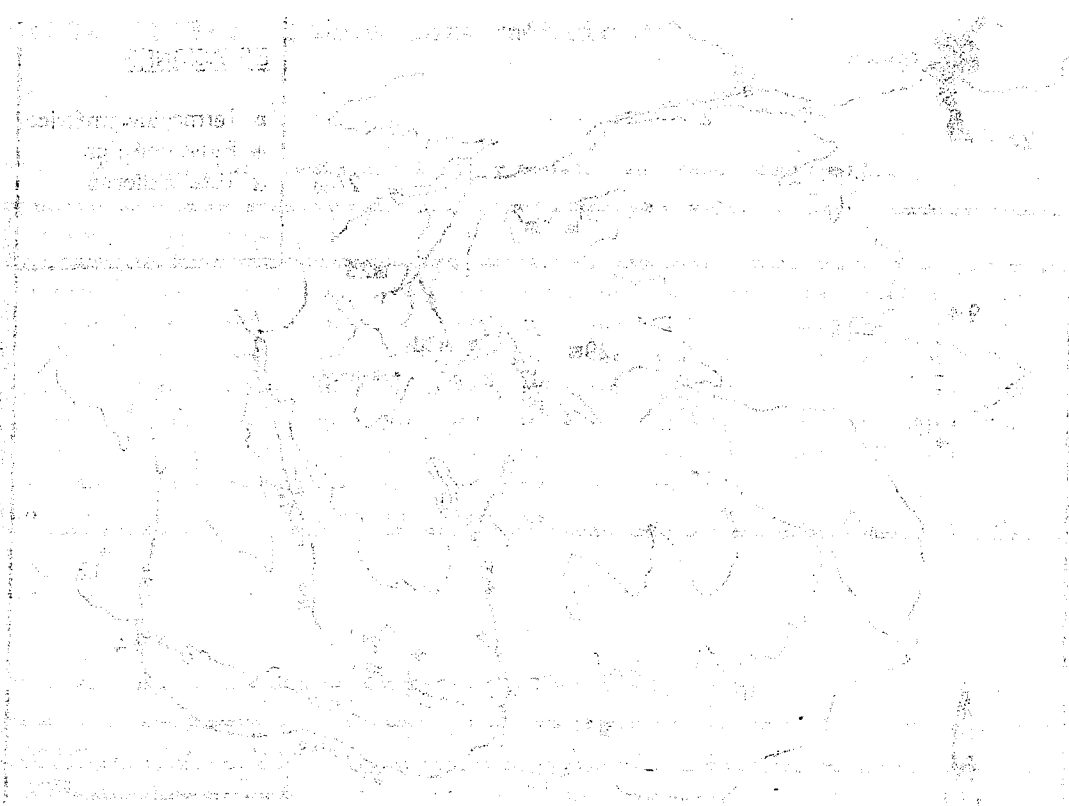
Datos de temperatura máxima mensual en grados centígrados

Estación	Cota (m.)	Periodo	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Albergue U.	2.500	1.973-77	0,9	-0,9	0,8	2,1	8,4	12,6	18,7	18,2	13,1	7,4	4,2	1,0
Armillá	680	1.931-60	12,0	14,0	18,0	20,0	24,0	30,0	34,0	34,0	29,0	22,0	17,0	12,0
Dúrcal	890	1.963-79	13,5	14,1	14,5	17,9	21,2	26,4	31,1	30,9	28,2	21,2	16,9	13,6
Lanjarón	665	1.946-69	13,3	13,8	16,1	17,9	21,7	25,0	28,8	29,1	26,0	21,3	16,7	14,5
Orgiva	450	1.946-69	13,9	15,5	17,8	20,2	24,2	26,4	29,1	29,7	27,2	23,1	18,4	14,9
Padul	753	1.955-70	14,3	15,6	18,4	19,7	24,5	27,7	32,4	32,2	28,1	22,8	16,8	14,6
Pinos Genil	780	1.970-74	9,9	11,4	13,3	16,4	18,3	25,6	30,9	31,1	26,8	20,5	15,4	11,4
Soportújar	1.700	1.944-69	9,2	10,8	12,3	14,0	18,8	23,1	27,8	27,9	24,5	18,4	12,6	10,6



1 Albergue Universitario	2 Armilla	3 Bérchules
4 Cádiar	5 Cáñar	6 Capileira
7 Central Díéchar	8 Dílar (Central)	9 Dílar (Pueblo)
10 Lanjarón	11 Dúrcal	12 Mecina Bombarón
13 Monachil	14 Orgiva	15 Padul (Pueblo)
16 Padul (Aguadero)	17 Pampaneira	18 Pinos Genil
19 Pitres	20 Poqueira	21 Pórtugos
22 Soportújar	23 Trevélez	24 Alberca Covatillas
25 Prado Vacares	26 Albergue S. Fco.	27 Corral del Veleta
28 Corralillos del Veleta	29 Prado de Dílar	30 Laguna Larga
31 Collado del Diablo	32 Laguna de las Yeguas	33 Prado del Carnero

Figura II-3-1 Localización de las estaciones meteorológicas y de los totalizadores de precipitación



The following text is extremely faint and largely illegible. It appears to be a list or a set of instructions, possibly related to the map above. The text is organized into several paragraphs or sections, but the specific content cannot be discerned due to the low contrast and quality of the scan.



Tabla II-3-2 Datos de precipitación media mensual y anual (mm.)

Estación	Cota (m.)	Años	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
Albergue U.	2500	73-77	86,8	170,9	100,8	84,7	58,7	60,3	2,0	5,0	15,6	114,7	62,7	163,6	926
Armillá	680	31-60	44,0	43,0	53,0	46,0	38,0	11,0	3,0	6,0	20,0	43,0	41,0	54,0	402
Berchules	1319	60-79	103,0	120,5	68,6	66,5	45,5	24,2	4,0	1,9	36,9	94,5	75,7	128,8	769
Cádiar	900	60-79	89,6	90,6	62,3	63,6	40,5	19,2	4,5	2,6	26,1	74,5	67,2	112,8	653
Cañar	1040	63-79	97,0	94,7	79,5	65,1	35,8	20,1	2,5	2,7	32,3	64,5	64,7	94,6	653
Capileira	1436	68-79	168,8	110,2	88,5	87,7	48,7	36,1	4,2	1,4	35,3	132,1	74,0	176,1	953
Central Diechar	1300	60-70	132,5	140,6	79,2	71,5	46,5	27,3	1,1	2,1	29,5	72,5	140,9	146,0	890
Dílar (Central)	980	50-73	81,7	78,0	86,1	65,7	55,0	22,6	1,6	8,1	27,0	69,5	67,7	100,3	665
Dílar (Pueblo)	880	52-73	75,6	77,6	76,9	64,7	46,7	28,0	2,0	3,0	27,9	64,3	70,3	96,8	624
Lanajaron	665	56-80	76,0	74,0	67,0	58,0	39,0	16,0	4,0	1,0	22,0	64,0	67,0	90,0	578
Dürcaí	890	60-79	71,9	75,2	66,0	49,9	36,9	20,1	0,9	1,2	30,8	67,9	66,3	84,2	571
Macina Bonbarón	1204	60-79	87,6	96,7	68,7	67,7	42,4	24,5	4,8	5,0	46,7	83,9	67,8	110,0	696
Monachil	810	50-73	57,2	56,6	64,2	45,4	40,6	14,2	3,0	7,3	28,1	58,8	62,2	63,5	501
Orgiva	450	60-79	67,4	69,6	51,8	49,8	30,2	11,8	2,0	2,3	18,2	60,5	53,4	87,1	504
Padul (Pueblo)	753	60-79	56,3	63,1	51,2	44,6	32,4	23,3	1,3	1,2	28,9	49,6	53,9	74,6	480
Padul (Aguadero)	800	64-79	63,1	63,3	59,5	51,8	31,9	25,4	0,4	0,7	27,3	51,2	43,9	59,8	478
Pampaneira	980	60-79	104,2	130,6	78,2	69,7	45,8	19,3	2,6	4,9	30,9	93,6	97,0	126,5	803
Pinos Genil	780	67-74	98,1	76,8	94,4	50,2	56,9	35,4	0,3	1,6	16,2	55,6	55,7	60,6	602
Pitros	1240	68-79	147,0	106,1	76,0	102,0	42,2	21,6	6,0	3,4	31,6	76,5	59,1	117,0	788
Poqueira	1600	60-79	138,8	137,6	80,9	72,9	52,4	24,5	4,5	4,0	42,3	103,1	121,3	154,6	937
Pórtugos	1303	60-79	123,6	132,3	92,9	79,6	51,9	25,8	5,8	2,3	24,3	84,4	91,5	140,2	855
Soportújar	1700	64-79	118,9	121,8	90,3	84,5	37,9	21,0	6,3	2,5	32,4	83,7	75,1	111,9	786
Trevélez	1476	62-79	122,4	140,8	33,7	74,1	50,6	29,8	4,3	2,5	41,1	84,4	80,8	138,2	843

Tabla II-3-3 Datos de los totalizadores de precipitación (medidas realizadas entre los años 1.929 y 1.969)

Nombre	Término Municipal	Cota (m.)	Número de años	Precipitación media anual (mm.)
Alberca Covatilla	Güejar Sierra	2.400	12	898
Prado Vacares	Güejar Sierra	2.500	10	1.020
Albergue S. Francisco	Güejar Sierra	2.200	11	1.053
Corral del Veleta	Güejar Sierra	3.000	11	1.239
Corralillos del Veleta	Güejar Sierra	3.200	16	1.449
Prado de Dílar	Dílar	2.500	12	1.016
Laguna Larga	Güejar Sierra	2.600	13	1.037
Collado del Diablo	Monachil	2.300	5	420
Laguna de las Yeguas	Dílar	2.900	13	1.635
Prado del Carnero	Dürcaí	2.340	18	1.369

**Tabla II-3-4 Correlación cota-temperatura media en la vertiente Norte**

Temperatura (y)	Ecuación de regresión	n	r	Significación
Media anual	$y=18,45 - 0,0061 x$	3	0,990	< 0,1
Meses verano	$y=26,97 - 0,0060 x$	3	0,983	< 0,1
Meses invierno	$y=10,56 - 0,0055 x$	3	0,994	< 0,1
Enero	$y= 9,82 - 0,0049 x$	3	0,994	< 0,1
Febrero	$y=11,84 - 0,0065 x$	3	0,993	< 0,1
Marzo	$y=14,32 - 0,0070 x$	3	0,982	< 0,1
Abril	$y=17,94 - 0,0078 x$	3	0,981	< 0,1
Mayo	$y=18,63 - 0,0057 x$	3	0,984	< 0,1
Junio	$y=25,01 - 0,0066 x$	3	0,985	< 0,1
Julio	$y=27,83 - 0,0056 x$	3	0,993	< 0,1
Agosto	$y=28,08 - 0,0059 x$	3	0,992	< 0,1
Septiembre	$y=25,60 - 0,0067 x$	3	0,994	< 0,1
Octubre	$y=19,88 - 0,0065 x$	3	0,995	< 0,1
Noviembre	$y=15,04 - 0,0058 x$	3	0,999	< 0,01
Diciembre	$y=10,05 - 0,0049 x$	3	0,998	< 0,05

La cota (x) se expresa en metros y la temperatura (y) en grados centígrados

**Tabla II-3-5 Correlación cota - temperatura media en la vertiente Sur**

Temperatura (y)	Ecuación de regresión	n	r	Significación
Media anual	$y=19,97 - 0,0059 x$	5	0,942	< 0,05
Meses de verano	$y=21,70 - 0,0054 x$	5	0,945	< 0,05
Meses de invierno	$y=13,97 - 0,0059 x$	5	0,907	< 0,05
Enero	$y=13,49 - 0,0055 x$	5	0,906	< 0,05
Febrero	$y=14,76 - 0,0065 x$	5	0,911	< 0,05
Marzo	$y=15,94 - 0,0066 x$	5	0,925	< 0,05
Abril	$y=18,43 - 0,0070 x$	5	0,936	< 0,05
Mayo	$y=20,92 - 0,0063 x$	5	0,984	< 0,01
Junio	$y=25,54 - 0,0061 x$	5	0,965	< 0,01
Julio	$y=27,67 - 0,0051 x$	5	0,936	< 0,05
Agosto	$y=27,87 - 0,0050 x$	5	0,911	< 0,05
Septiembre	$y=25,37 - 0,0058 x$	5	0,936	< 0,05
Octubre	$y=20,91 - 0,0061 x$	5	0,922	< 0,05
Noviembre	$y=16,22 - 0,0056 x$	5	0,912	< 0,05
Diciembre	$y=13,56 - 0,0056 x$	5	0,896	< 0,05

La cota (x) se expresa en metros y la temperatura (y) en grados centígrados

**Tabla II-3-6 Correlación cota-temperatura máxima en la vertiente Norte**

Temperatura (y)	Ecuación de regresión	n	r	Significación
Enero	$y=15,14 - 0,0057 x$	3	0,994	< 0,1
Febrero	$y=18,37 - 0,0077 x$	3	0,993	< 0,1
Marzo	$y=21,90 - 0,0085 x$	3	0,984	< 0,1
Abril	$y=24,92 - 0,0092 x$	3	0,992	< 0,1
Mayo	$y=26,57 - 0,0073 x$	3	0,955	-
Junio	$y=34,18 - 0,0087 x$	3	0,983	< 0,1
Julio	$y=38,19 - 0,0078 x$	3	0,994	< 0,1
Agosto	$y=38,53 - 0,0082 x$	3	0,993	< 0,1
Septiembre	$y=34,01 - 0,0083 x$	3	0,997	< 0,05
Octubre	$y=26,98 - 0,0078 x$	3	0,999	< 0,01
Noviembre	$y=21,18 - 0,0068 x$	3	0,996	< 0,05
Diciembre	$y=16,11 - 0,0061 x$	3	0,995	< 0,1

La cota (x) se expresa en metros y la temperatura (y) en grados centígrados

**Tabla II-3-7 Correlación cota-Temperatura máxima en la vertiente Sur**

Temperatura (y)	Ecuación de regresión	n	r	Significación
Enero	$y=16,45 - 0,004 x$	5	0,936	< 0,05
Febrero	$y=17,28 - 0,004 x$	5	0,919	< 0,05
Marzo	$y=19,83 - 0,004 x$	5	0,867	< 0,1
Abril	$y=22,22 - 0,005 x$	5	0,945	< 0,05
Mayo	$y=25,80 - 0,004 x$	5	0,852	< 0,1
Junio	$y=28,17 - 0,003 x$	5	0,754	-
Julio	$y=31,24 - 0,002 x$	5	0,403	-
Agosto	$y=31,58 - 0,002 x$	5	0,525	-
Septiembre	$y=28,77 - 0,002 x$	5	0,680	-
Octubre	$y=24,61 - 0,004 x$	5	0,936	< 0,05
Noviembre	$y=20,23 - 0,004 x$	5	0,979	< 0,01
Diciembre	$y=16,88 - 0,004 x$	5	0,986	< 0,01

La cota (x) se expresa en metros y la temperatura (y) en grados centígrados

**Tabla II-3-8 Correlación cota-temperatura mínima en la vertiente Norte**

Temperatura (y)	Ecuación de regresión	n	r	Significación
Enero	$y= 3,66 - 0,0038 x$	3	0,999	< 0,01
Febrero	$y= 5,13 - 0,0051 x$	3	0,993	< 0,1
Marzo	$y= 7,45 - 0,0057 x$	3	0,974	-
Abril	$y=10,26 - 0,0062 x$	3	0,993	< 0,1
Mayo	$y=11,55 - 0,0044 x$	3	0,994	< 0,1
Junio	$y=15,91 - 0,0046 x$	3	0,972	-
Julio	$y=18,17 - 0,0035 x$	3	0,941	-
Agosto	$y=18,11 - 0,0036 x$	3	0,943	-
Septiembre	$y=16,46 - 0,0048 x$	3	0,994	< 0,1
Octubre	$y=12,04 - 0,0049 x$	3	0,995	< 0,1
Noviembre	$y= 8,93 - 0,0048 x$	3	0,995	< 0,1
Diciembre	$y= 3,99 - 0,0039 x$	3	0,994	< 0,1

La cota (x) se expresa en metros y la temperatura (y) en grados centígrados

**Tabla II-3-9 Correlación cota - temperatura mínima en la vertiente Sur**

Temperatura (y)	Ecuación de regresión	n	r	Significación
Enero	$y = 6,34 - 0,003 x$	5	0,930	< 0,05
Febrero	$y = 6,36 - 0,002 x$	5	0,959	< 0,01
Marzo	$y = 8,22 - 0,002 x$	5	0,919	< 0,05
Abril	$y = 10,13 - 0,002 x$	5	0,888	< 0,05
Mayo	$y = 13,20 - 0,002 x$	5	0,789	-
Junio	$y = 15,88 - 0,002 x$	5	0,678	-
Julio	$y = 18,53 - 0,001 x$	5	0,361	-
Agosto	$y = 18,80 - 0,001 x$	5	0,421	-
Septiembre	$y = 16,52 - 0,002 x$	5	0,617	-
Octubre	$y = 13,32 - 0,003 x$	5	0,842	< 0,1
Noviembre	$y = 9,51 - 0,003 x$	5	0,920	< 0,05
Diciembre	$y = 7,12 - 0,003 x$	5	0,937	< 0,05

La cota (x) se expresa en metros y la temperatura (y) en grados centígrados

**Tabla II-3-10 Datos de temperatura media de las mínimas absolutas**

Cara	Estación	Cota (m.)	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Norte	Armillá	680	-3,3	-2,6	-0,9	1,5	4,6	8,7	12,6	12,5	9,0	3,3	-0,2	-2,9
Norte	Pinos Genil	780	-4,0	-1,7	-1,2	0,0	3,5	7,0	11,0	9,8	7,2	2,8	0,2	-4,2
Norte	Albergue U	2.500	-13,9	-13,2	-12,7	-11,6	-6,6	-1,2	4,0	3,0	-3,5	-7,6	-10,4	-14,5
Sur	Orgiva	450	1,5	0,8	3,0	5,8	8,6	12,1	16,9	17,1	13,5	9,0	5,2	2,1
Sur	Lanjarón	665	-1,3	-0,3	1,5	3,4	5,9	8,9	12,7	12,9	10,4	5,8	2,4	0,6
Sur	Padul	753	-0,8	0,4	0,9	3,6	5,3	9,5	13,8	13,5	10,7	5,7	3,1	0,0
Sur	Dúrcal	890	0,2	0,9	1,9	3,3	6,2	11,0	14,5	14,7	11,4	6,5	2,4	0,6
Sur	Sopontójar	1.700	-4,0	-2,6	-0,7	1,5	3,7	7,6	12,0	12,1	9,4	4,3	1,9	-1,5

**Tabla II-3-11 Correlación cota - temperatura media de las mínimas absolutas en la vertiente Norte**

Temperatura (y)	Ecuación de regresión	n	r	Significación
Enero	$y = 0,58 - 0,0058 x$	3	0,999	< 0,01
Febrero	$y = 4,53 - 0,0092 x$	3	0,995	< 0,1
Marzo	$y = 2,80 - 0,0053 x$	3	0,999	< 0,01
Abril	$y = 5,86 - 0,0070 x$	3	0,998	< 0,05
Mayo	$y = 8,45 - 0,0060 x$	3	0,999	< 0,01
Junio	$y = 11,47 - 0,0051 x$	3	0,995	< 0,1
Julio	$y = 15,05 - 0,0044 x$	3	0,992	< 0,1
Agosto	$y = 14,58 - 0,0047 x$	3	0,973	-
Septiembre	$y = 12,92 - 0,0066 x$	3	0,996	< 0,05
Octubre	$y = 7,43 - 0,0060 x$	3	0,999	< 0,01
Noviembre	$y = 4,25 - 0,0059 x$	3	0,996	< 0,05
Diciembre	$y = 0,98 - 0,0062 x$	3	0,998	< 0,05

La cota (x) se expresa en metros y la temperatura (y) en grados centígrados

número de estaciones. A pesar de ello, los resultados son muy similares sobre todo en lo que se refiere a la ecuación establecida para la temperatura media anual. Una prueba de ello es que en la cara Norte de la Sierra la temperatura media desciende  $0,61^{\circ}\text{C}$  al ascender 100 metros y en la vertiente Sur el descenso es de  $0,59^{\circ}\text{C}$ , generalizándose entonces una disminución de  $0,6^{\circ}\text{C}$ . Las diferencias entre los dos vertientes se establecen esencialmente en los diferentes meses del año y no en el valor medio anual.

A partir de las ecuaciones anteriores se puede estimar que la temperatura media anual del punto más bajo estudiado en la vertiente Norte (750 m.) es de  $13,9^{\circ}\text{C}$ , en el pico Veleta (3.398 m.) de  $-1,2^{\circ}\text{C}$ , en el pico Mulhacén (3.482 m.) de  $-1,7^{\circ}\text{C}$  y en el lugar más bajo de la zona en la vertiente Sur (460 m.) de  $17,3^{\circ}\text{C}$ . Las temperaturas calculadas para los picos Veleta y Mulhacén son la media aritmética de los resultados obtenidos con las ecuaciones de las vertientes Norte y Sur, al encontrarse estas elevaciones montañosas en la divisoria de aguas.

Es interesante analizar, además de la temperatura media, la media de las mínimas y de las máximas mensuales, ya que son parámetros de gran valor para caracterizar posteriormente el clima desde la óptica de evaluación de suelos y agronómica. Conviene destacar de sus ecuaciones de regresión el menor coeficiente de correlación, principalmente en los meses de verano y para la ladera Sur.

El análisis de los riesgos de helada es importante dado su interés para la evaluación de suelos y definición de viabilidades agro-silvo-ganaderas. Papadakis (1.980) establece tres niveles de helada que corresponden a las temperaturas mínimas absolutas de 0°C, 2°C y 7°C. El período de tiempo en que las temperaturas mínimas absolutas no bajan de 0°C se denomina período libre de heladas fuertes (medio), cuando es mayor de 2°C, período razonablemente libre de heladas (disponible) y cuando supera los 7°C, período enteramente libre de heladas (mínimo).

Los datos de temperatura media de la mínima absoluta, que figuran en la tabla II-3-10, permiten calcular el riesgo de heladas para las vertientes Norte y Sur del área de estudio, a través de las ecuaciones de regresión cota-temperatura media de las mínimas absolutas (tablas II-3-11 y II-3-12), con las que se elabora un gráfico que relaciona la altitud con los tres períodos definidos (medio, disponible y mínimo), para cada época del año (figura II-3-2 y II-3-3). La tabla II-3-13 refleja la correlación cota y período libre de heladas. Algunos de los resultados que se obtienen de la representación gráfica anterior son destacables:

- 1) A igualdad de cota el riesgo de helada es mucho mayor en la vertiente Norte. En ésta, por encima de 1.800 m. no existen zonas enteramente libre de heladas, y por

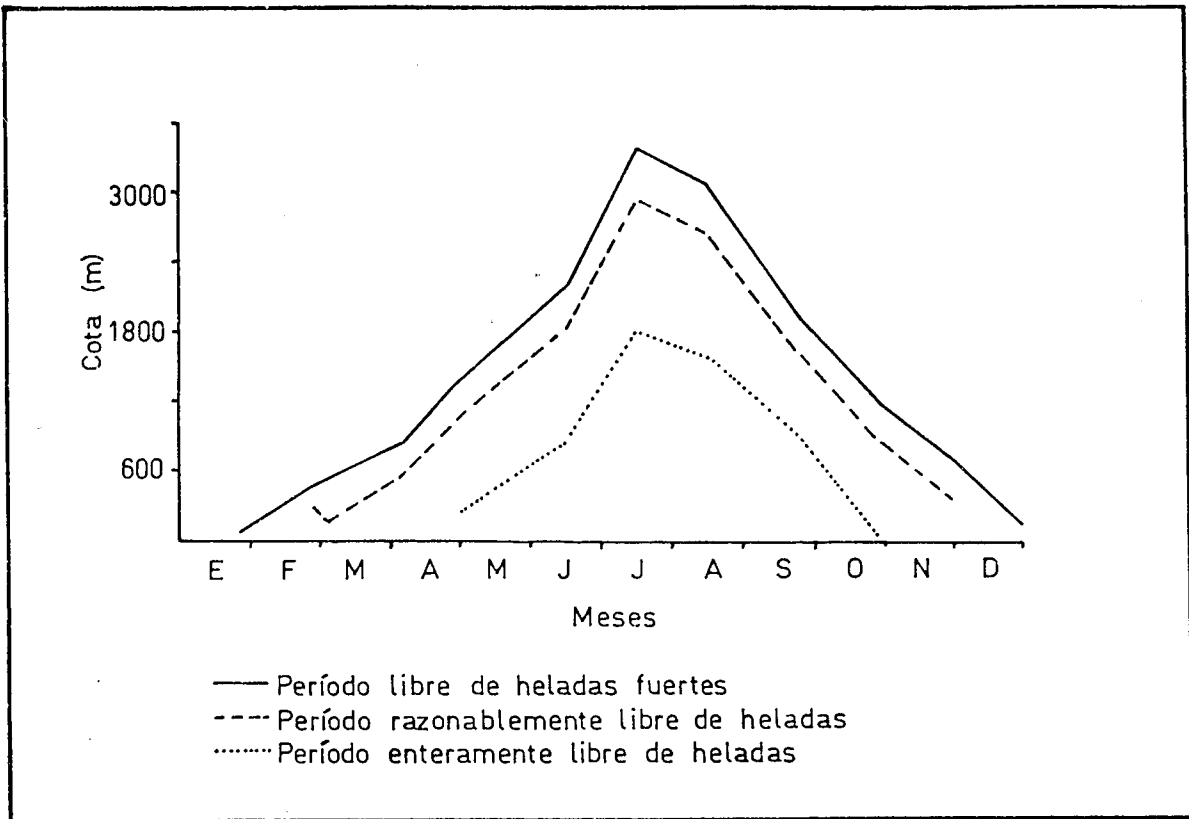


Figura II-3-2 Períodos libres de heladas (Papadakis, 1.980) en relación con la cota, en la vertiente Norte

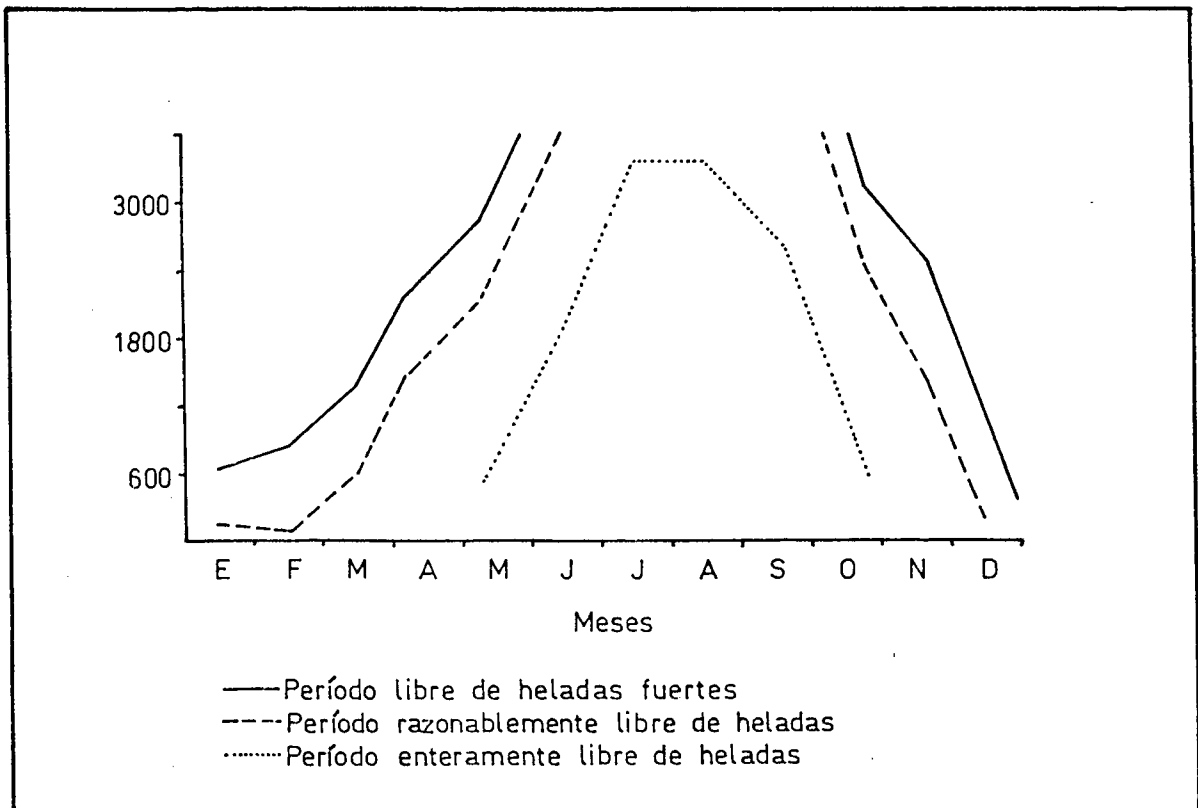
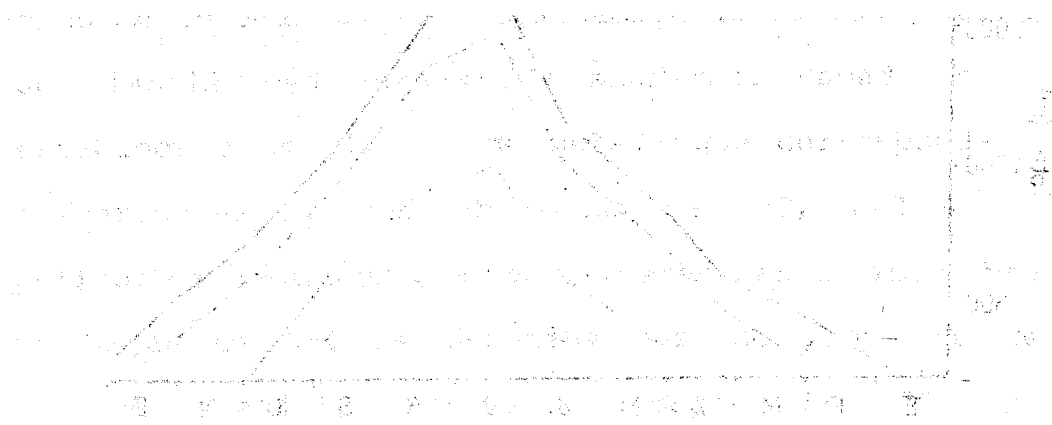


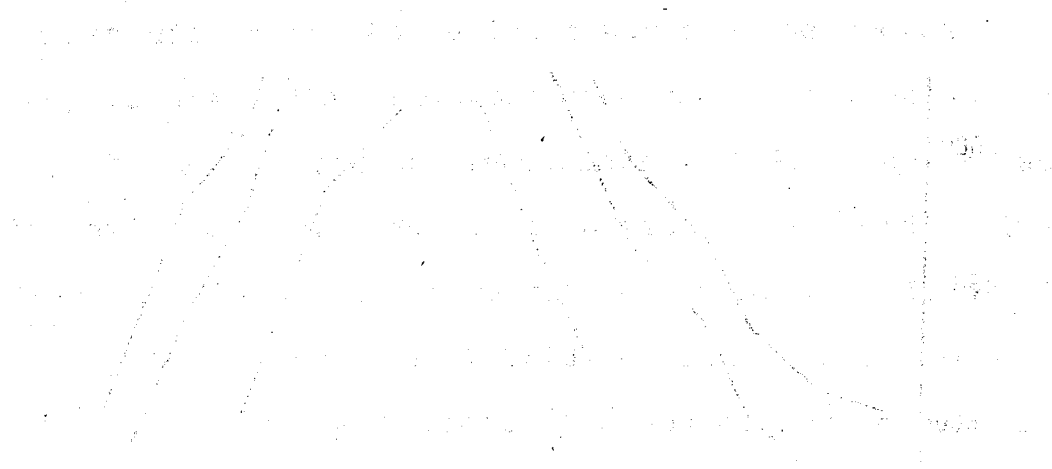
Figura II-3-3 Períodos libres de heladas (Papadakis, 1.980) en relación con la cota, en la vertiente Sur



The graph illustrates the seasonal variation in the data. Both series show a similar trend, with a significant increase during the middle months (4-6) and a corresponding decrease towards the end of the period. The solid line consistently maintains a higher value than the dashed line throughout the entire duration.

The data points for the solid line are approximately: (1, 0), (2, 20), (3, 45), (4, 65), (5, 80), (6, 85), (7, 75), (8, 55), (9, 35), (10, 25), (11, 15), (12, 10).

The data points for the dashed line are approximately: (1, 0), (2, 15), (3, 35), (4, 55), (5, 70), (6, 65), (7, 55), (8, 40), (9, 25), (10, 15), (11, 10), (12, 5).



The graph illustrates the seasonal variation in the data. Both series show a similar trend, with a significant increase during the middle months (4-6) and a corresponding decrease towards the end of the period. The solid line consistently maintains a higher value than the dashed line throughout the entire duration.



**Tabla II-3-12 Correlación cota - temperatura media de las mínimas absolutas en la vertiente Sur**

Temperatura (y)	Ecuación de regresión	n	r	Significación
Enero	$y = 2,50 - 0,0038 x$	5	0,889	< 0,01
Febrero	$y = 2,21 - 0,0026 x$	5	0,883	< 0,01
Marzo	$y = 3,60 - 0,0026 x$	5	0,901	< 0,01
Abril	$y = 6,06 - 0,0028 x$	5	0,894	< 0,01
Mayo	$y = 8,74 - 0,0031 x$	5	0,849	< 0,01
Junio	$y = 12,29 - 0,0028 x$	5	0,753	-
Julio	$y = 16,47 - 0,0028 x$	5	0,708	-
Agosto	$y = 16,57 - 0,0028 x$	5	0,693	-
Septiembre	$y = 13,23 - 0,0024 x$	5	0,755	-
Octubre	$y = 8,79 - 0,0028 x$	5	0,789	-
Noviembre	$y = 4,68 - 0,0019 x$	5	0,696	-
Diciembre	$y = 2,56 - 0,0025 x$	5	0,915	< 0,01

La cota (x) se expresa en metros y la temperatura (y) en grados centígrados

**Tabla II-3-13 Correlación cota - período libre de heladas**

VERTIENTE		NORTE	
$y_1 = 310,5 - 0,0928 x$	$r = 0,9906$	n=3	significación < 0,1
$y_2 = 272,0 - 0,0927 x$	$r = 0,9956$	n=3	significación < 0,1
$y_3 = 198,0 - 0,1080 x$	$r = 0,9991$	n=3	significación < 0,01
VERTIENTE		SUR	
$y_1 = 362,3 - 0,0658 x$	$r = 0,9946$	n=3	significación < 0,1
$y_2 = 297,1 - 0,0555 x$	$r = 0,9987$	n=5	significación < 0,001
$y_3 = 186,3 - 0,0413 x$	$r = 0,9931$	n=5	significación < 0,001

$y_1$ =medio (días);  $y_2$ =disponible (días);  $y_3$ =mínimo (días); x=cota (metros)

**Tabla II-3-14 Correlación cota - precipitación en la vertiente Norte**

Precipitación (y)	Ecuación de regresión	n	r	Significación
Media anual	$y = 281,96 + 0,333 x$	16	0,90	< 0,001
Meses verano	$y = 9,83 + 0,022 x$	7	0,92	< 0,01
Meses invierno	$y = 110,66 + 0,141 x$	7	0,81	< 0,05
Enero	$y = 65,31 + 0,015 x$	7	0,41	-
Febrero	$y = 14,00 + 0,067 x$	7	0,91	< 0,01
Marzo	$y = 60,30 + 0,016 x$	7	0,64	-
Abril	$y = 38,62 + 0,020 x$	7	0,86	< 0,05
Mayo	$y = 40,76 + 0,007 x$	7	0,56	-
Junio	$y = 2,91 + 0,023 x$	7	0,87	< 0,01
Julio	$y = 1,98 - 0,0001x$	7	0,07	-
Agosto	$y = 4,94 - 0,0001x$	7	0,05	-
Septiembre	$y = 27,58 - 0,003 x$	7	0,38	-
Octubre	$y = 29,00 + 0,035 x$	7	0,97	< 0,001
Noviembre	$y = 61,23 + 0,009 x$	7	0,18	-
Diciembre	$y = 31,34 + 0,058 x$	7	0,86	< 0,05

La precipitación (y) se expresa en mm. y la cota (x) en metros

contra en la ladera Sur es necesario superar los 3.000 m. para encontrar esas condiciones.

2) En la cara Norte el período libre de heladas es el de mayor duración y oscila desde 8 meses a 750 m. de altitud hasta 1 mes a los 3.000 m.; por encima de 3.350 m. de altitud, la mínima absoluta que se obtiene en este cálculo es siempre inferior a 0°C.

3) En los sectores más bajos de la zona Sur (en torno a 460 m.) el período mínimo es de 5 meses + 17 días, el disponible de 9 meses y el medio de 11 meses; a 3.000 m. los períodos correspondientes son de 1 mes + 21 días, 4 meses + 15 días, y 5 meses + 15 días; a 1.500 m. encontramos respectivamente los valores de 4 meses, 7 meses + 9 días, y 8 meses + 20 días.

Previsiblemente, estos períodos, calculados a partir de los datos existentes, se reducirían sensiblemente en caso de disponer de una estación térmica a mayores cotas que suministrara valores a correlacionar. En cualquier caso y reconociendo ciertas limitaciones, el interés de las figuras II-3-2 y II-3-3 es doble, al proporcionar los períodos libres de heladas y la distribución estacional de los mismos.

### II-3-2-2 Precipitaciones. ETP

El valor y reparto en el año de las precipitaciones responde a los caracteres climáticos generales de la región. Los meses de verano son secos, concentrándose las precipitaciones en el invierno y en una parte importante del otoño y la primavera.

La precipitación total del año alcanza los 926 mm. en el Albergue Universitario, baja a 602 mm. en Pinos Genil, y ya fuera del área de estudio, es de 501 mm. en el pueblo de Monachil. Estos dos últimos valores están mucho más acorde con la mediterraneidad de la región.

Al tratarse de una zona de montaña en su mayor parte, una cantidad importante de la precipitación caída lo hace en forma de nieve, incrementándose ésta paralelamente con la altitud. A partir de 2.500 m. de cota, el porcentaje de nieve es de al menos las 3/4 partes del volumen total (Messerli, 1965).

Con las estaciones del Albergue Universitario, Armilla, Central de Diechar, Dílar Central, Dílar Pueblo, Monachil Pueblo y Pinos Genil, se han elaborado ecuaciones de correlación cota/precipitación mensual y anual para la vertiente Norte (tabla II-3-14). Con el resto de las estaciones se ha realizado el estudio de correlaciones para la vertiente Sur (tabla II-3-15). De su análisis se deduce

**Tabla II-3-15 Correlación cota - precipitación en la vertiente Sur**

Precipitación (y)	Ecuación de regresión	n	r	Significación
Media anual	$y=371,177 + 0,289 x$	17	0,757	< 0,001
Enero	$y= 32,786 + 0,060 x$	17	0,769	< 0,001
Febrero	$y= 33,451 + 0,060 x$	17	0,853	< 0,001
Marzo	$y= 32,774 + 0,031 x$	17	0,781	< 0,001
Abril	$y= 33,318 + 0,030 x$	17	0,783	< 0,001
Mayo	$y= 26,726 + 0,012 x$	17	0,642	< 0,01
Junio	$y= 13,939 + 0,007 x$	17	0,489	< 0,01
Julio	$y= 0,866 + 0,002 x$	17	0,480	< 0,05
Agosto	$y= 0,841 + 0,001 x$	17	0,428	< 0,1
Septiembre	$y= 23,380 + 0,007 x$	17	0,451	< 0,1
Octubre	$y= 43,233 + 0,030 x$	17	0,588	< 0,05
Noviembre	$y= 44,189 + 0,024 x$	17	0,561	< 0,05
Diciembre	$y= 65,242 + 0,040 x$	17	0,575	< 0,05

La precipitación (y) se expresa en mm. y la cota (x) en metros

**Tabla II-3-16 Valores de evapotranspiración potencial (mm) de Papadakis (1.980)**

Vertiente	Estación	Cota (m.)	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Norte	Armillá	680	35,3	44,4	53,9	64,5	96,0	147,0	198,0	199,0	148,5	81,0	53,5	36,0
Norte	Pinos Genil	780	33,2	43,5	54,7	63,0	92,8	143,4	188,9	189,3	142,3	78,0	48,0	35,7
Norte	Albergue U	2500	12,7	12,7	15,3	15,9	34,7	45,6	70,3	87,5	50,1	24,3	17,0	12,5
Sur	Orgiva	450	35,8	48,5	55,2	65,9	103,3	113,3	127,7	133,4	117,8	72,9	49,8	36,4
Sur	Lanjarón	665	35,7	40,9	49,3	55,8	90,9	112,2	142,8	145,3	117,8	67,3	46,1	40,3
Sur	Padul	753	43,4	52,1	64,0	65,9	118,5	140,4	187,5	186,9	141,7	84,9	47,9	64,6
Sur	Dúrcal	890	36,0	41,0	42,3	55,2	84,7	120,4	160,6	157,8	138,9	68,2	46,8	35,6
Sur	Sopontújar	1700	24,2	32,4	33,6	36,4	72,1	94,7	125,6	127,7	102,8	53,5	30,1	26,7

**Tabla II-3-17 Correlación cota - ETP para la vertiente Norte**

ETP (y)	Ecuación de regresión	n	r	Significación
Enero	$y= 43,165 - 0,0122 x$	3	0,9993	< 0,01
Febrero	$y= 56,811 - 0,0176 x$	3	0,9996	< 0,01
Marzo	$y= 70,290 - 0,0220 x$	3	0,9977	< 0,01
Abril	$y= 83,446 - 0,0270 x$	3	0,9997	< 0,01
Mayo	$y=119,016 - 0,0337 x$	3	0,9999	< 0,01
Junio	$y=186,214 - 0,0562 x$	3	0,9998	< 0,01
Julio	$y=244,308 - 0,0696 x$	3	0,9999	< 0,01
Agosto	$y=246,464 - 0,0716 x$	3	0,9998	< 0,01
Septiembre	$y=184,730 - 0,0539 x$	3	0,9999	< 0,01
Octubre	$y=102,262 - 0,0312 x$	3	0,9999	< 0,01
Noviembre	$y= 64,782 - 0,0192 x$	3	0,9958	< 0,05
Diciembre	$y= 45,448 - 0,0132 x$	3	0,9993	< 0,01

La cota (x) se expresa en metros y la ETP (y) en mm.

Tabla II-3-18 Correlación cota - ETP para la vertiente Sur

ETP (y)	Ecuación de regresión	n	r	Significación
Enero	$y = 45,09 - 0,011 x$	5	0,7897	-
Febrero	$y = 54,52 - 0,013 x$	5	0,8067	< 0,05
Marzo	$y = 65,65 - 0,019 x$	5	0,7719	-
Abril	$y = 76,82 - 0,023 x$	5	0,9325	< 0,05
Mayo	$y = 117,67 - 0,027 x$	5	0,7183	-
Junio	$y = 134,22 - 0,020 x$	5	0,5865	-
Julio	$y = 161,95 - 0,015 x$	5	0,2731	-
Agosto	$y = 136,50 - 0,016 x$	5	0,1215	-
Septiembre	$y = 138,81 - 0,017 x$	5	0,4946	-
Octubre	$y = 84,99 - 0,017 x$	5	0,7424	-
Noviembre	$y = 58,54 - 0,016 x$	5	0,9690	< 0,01
Diciembre	$y = 53,01 - 0,014 x$	5	0,4629	-

La cota (x) se expresa en metros y la ETP (y) en mm.

Tabla II-3-19 Clima anual de Papadakis (1.966 y 1.980) para el área de estudio

Vertiente	Cota (m.)	Tipo de invierno	Tipo de verano	Régimen térmico	Régimen de humedad	Grupo climático
Norte	750-1.416	Av, av	M	TE	Me, ME	Mediterráneo templado
Norte	1.416-2.656	av, T1	t, P	Pa, te, pa	ME	Mediterráneo templado fresco
Norte	2.656-3.172	ti	P	Po	ME	Mediterráneo templado fresco a Polar
Norte	> 3.172	ti	P	po	ME	Polar
Sur	460-1.315	C1	O	MA	Me, ME	Mediterráneo marítimo
Sur	1.315-2.628	Av, av	O, M	TE	ME	Mediterráneo templado
Sur	2.628-2.862	av	T	Ma	ME	Mediterráneo marítimo fresco
Sur	> 2.862	T1	T, t	Te, te	ME	Mediterráneo templado fresco

un aumento en la precipitación de 33 mm. y 29 mm. respectivamente, para las vertientes Norte y Sur por cada 100 m. de ascenso en cota, por lo que se puede aceptar un aumento medio en la pluviosidad de 30 mm. por cada 100 m. de altitud.

Para el cálculo de la evapotranspiración potencial (ETP) se ha empleado el método de Papadakis (1.980), expresado en la siguiente fórmula:

$$E = 5,625 (e_{ma} - e_{(mi+x)}) \text{ donde}$$

$$E = \text{ETP}$$

$e_{ma}$  = Tensión de vapor a la temperatura máxima media en mb.

$e_{(mi+x)}$  = Tensión de vapor a la temperatura mínima media más un valor (x) que varía regionalmente.

Mediante un procedimiento de cálculo indirecto desarrollado en un estudio anterior (Sánchez Marañón et. al., 1985) se ha obtenido el valor de x para el área de estudio, resultando para Enero, Noviembre y Diciembre  $x=1$ ; Febrero, Marzo, Abril y Octubre  $x=0$ ; Mayo, Junio, Julio, Agosto y Septiembre  $x=-4$ .

La ETP de Papadakis calculada en milímetros para las estaciones consideradas, así como las ecuaciones de correlación cota/ETP, se muestran en las tablas II-3-16, II-3-17 y II-3-18.

Para la vertiente Norte, con un coeficiente de correlación mayor, se registra una ETP media anual de 750 mm. entre la cota más baja del área de estudio y 2.500 m., pasando a ser menor de 400 mm. por encima de esta altitud. La cara Sur presenta valores de ETP algo más elevados, situándose la media de 750 mm. en el intervalo altitudinal de 1.500-2.500 m., en torno a 450 mm. por encima de 2.500 m., y alrededor de 1000 mm. en las cotas más bajas (450 m.).

### **II-3-3 - CLASIFICACION GENERAL DEL CLIMA**

Para la caracterización del clima se han empleado dos tipos de clasificaciones, consecuentemente con la finalidad posterior del estudio de suelos: La clasificación agroclimática de Papadakis (1980), esencialmente de carácter agronómico y la clasificación fitoclimática de Walter y Lieth (Allué, 1966) ámpliamente difundida para aplicaciones forestales.

#### **II-3-3-1 Clasificación de Papadakis**

Papadakis (1.966 y 1.980) distingue dos niveles de caracterización del clima de un área: mensual y anual. El clima mensual se define como las condiciones térmicas e hídricas que concurren en un lugar y mes determinado, por lo que se compone de un clima mensual térmico y un clima mensual hídrico. Los parámetros empleados son la temperatura máxima media, la temperatura mínima media y mínima extrema, precipitación, ETP y reserva media del suelo.

Con los criterios de trabajos anteriores (Sánchez Marañón et al., 1.987b), se han construido las figuras II-3-4 y II-3-5 que muestran los resultados obtenidos para el área de estudio por mes y cota, discriminando para ambas vertientes. Ante todo es interesante resaltar la presencia



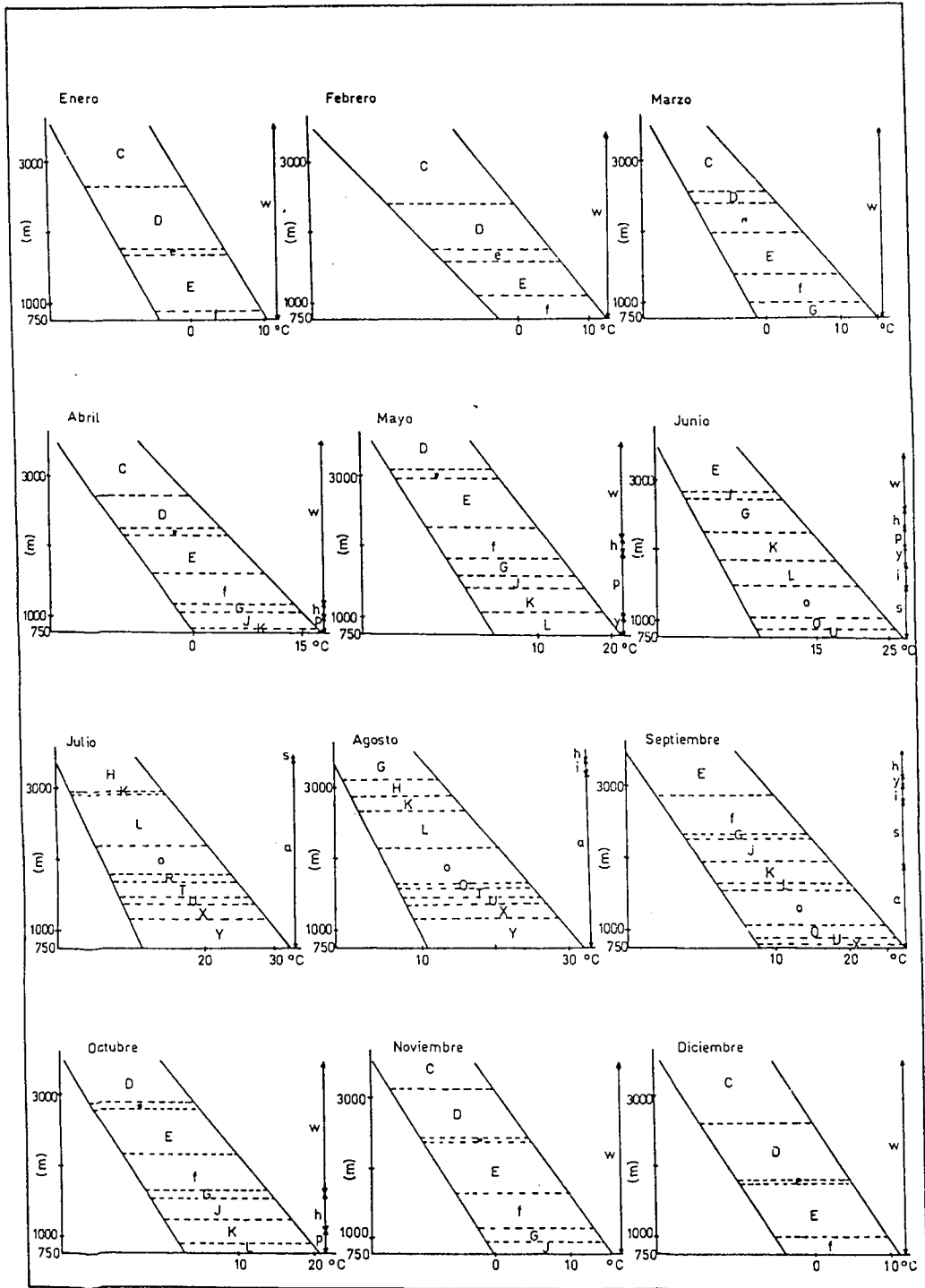


Figura II-3-4 Climas hídricos y térmicos (Papadakis, 1.980) por mes y cota para la vertiente Norte

Handwritten text, possibly bleed-through from the reverse side of the page. The text is extremely faint and illegible due to the quality of the scan. It appears to be organized into several paragraphs or sections, but the specific words and sentences cannot be discerned.

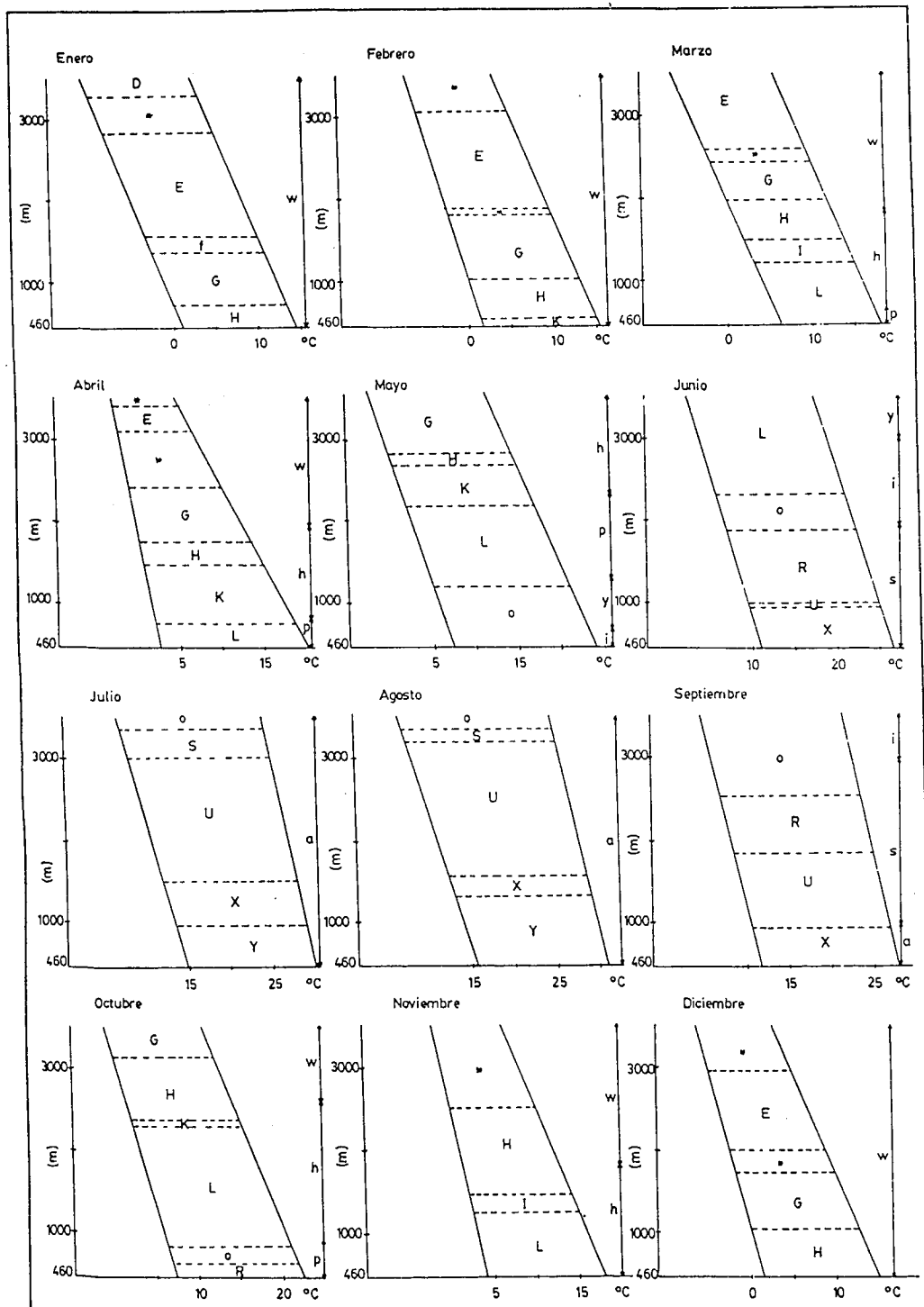


Figura II-3-5 Climas hídricos y térmicos (Papadakis, 1.980) por mes y cota para la vertiente Sur

Handwritten text, likely bleed-through from the reverse side of the page. The text is extremely faint and illegible due to the quality of the scan. It appears to be organized into several paragraphs or sections, but the specific content cannot be discerned.

de áreas no asimilables climáticamente a ningún tipo de los propuestos por Papadakis. Una de ellas aparece en las dos laderas (Norte y Sur) estando caracterizada por una temperatura mínima absoluta ( $t'$ ) entre  $-2,5$  y  $-10$  °C y máxima ( $T$ ) inferior a  $5$ °C; la otra, únicamente presente en la cara Sur y en los meses de invierno, responde a los valores de  $t'$  entre  $2,5$  a  $0$ °C y  $T$  mayor de  $10$ °C.

En general, los climas de la vertiente Norte son más fríos que los de la Sur a igualdad de cota, predominando los tipos "Cw", "Dw", "Ew" y "fw" durante el invierno y en zonas progresivamente más altas en primavera y otoño, mientras que en la cara Sur son comunes los climas "Ew", "Gw", "Gh" y "Hh". Durante los meses de Mayo a Septiembre aparece un elevado número de climas mensuales en ambas laderas, como respuesta a una mayor variedad térmica e hídrica altitudinal de este período, aunque el clima mensual hídrico predominante es el seco y/o árido. Por encima de  $1.500$  m., la ladera Sur presenta pocas bandas altitudinales y más anchas que en la cara opuesta, estando caracterizada por un verano en el que los climas más representativos son "oa", "Sa" y "Ua". Por debajo de la cota referida aparecen en toda la zona los climas mensuales térmicos "X", "Y", con una temperatura media superior a  $20$ °C. En estos meses de verano la diferencia más notable entre ambas vertientes es la banda correspondiente al clima "U", muy estrecha en la ladera Norte y con un amplio margen altitudinal en la Sur.

La clasificación anual de Papadakis (1.980), en lo que a temperaturas se refiere, utiliza datos extremos o combinación de los mismos, en lugar de datos medios. Establece una serie de cultivos indicadores de las temperaturas de invierno y verano exigidas por los mismos, fijando el régimen térmico en función de los tipos de invierno y verano. Para caracterizar el régimen de humedad se realiza un balance hídrico a nivel mensual.

En resumen, los parámetros que se utilizan son la temperatura media de las mínimas absolutas anuales y mensuales, estación libre de heladas, temperatura media de las máximas y de las mínimas en meses determinados, precipitación, ETP, reserva, índice de humedad y agua de lavado.

Los grupos climáticos que caracterizan a la zona en la clasificación de Papadakis son: Mediterráneo templado, mediterráneo templado fresco, mediterráneo templado fresco a polar, polar y dos bandas en la vertiente Sur, una con el tipo mediterráneo marítimo y otra mediterráneo marítimo fresco (tabla II-3-19). Este último grupo climático aparece en el área (ladera Sur entre 2.628 a 2.862 m.) debido a una combinación de tipo de invierno av y tipo de verano T. La medida de los meses más cálidos es de 20,06°C, muy próximo a 21°C por lo que es posible que con un mayor número de datos y más fiables, el tipo de verano sea M con lo que el régimen térmico pasaría a ser templado cálido, quedando

para la vertiente Sur los grupos climáticos mediterráneo marítimo, mediterráneo templado y mediterráneo templado fresco, cuyos límites de paso altitudinal son aproximadamente de 1.300 y 2.800 m., respectivamente.

En general, en el área aparecen los tipos de invierno Citrus (Ci), Avena cálido (Av), Avena fresco (av), Triticum cálido (Ti) y Triticum fresco (ti); los tipos de verano son Arroz (O), Maiz (M), Triticum más cálido (T), Triticum menos cálido (t), Polar cálido taiga (P) y Polar frío tundra (p). El régimen de humedad ha quedado establecido para casi toda la zona como mediterráneo húmedo (ME), restringiéndose el mediterráneo seco (Me) a las zonas más bajas de ambas vertientes (siempre por debajo de 1.000 m.).

Con los criterios de Papadakis, las mayores potencialidades agrícolas de la zona de estudio se encuentran a cotas inferiores a 1.400 m. en la cara Norte y a 2.600 m. en la cara Sur, donde es posible el cultivo de secano de especies criófilas, tales como el trigo, la cebada, la vid, etc. El olivo puede darse en los lugares menos fríos, mientras que en las zonas húmedas o con riego pueden cultivarse maiz, soja, girasol y patata. Los pastos, aunque abundantes en primavera, son inexistentes en verano. A mayores cotas, las combinaciones climáticas únicamente permiten la práctica de la silvicultura, conjugada con la pastura de verano.

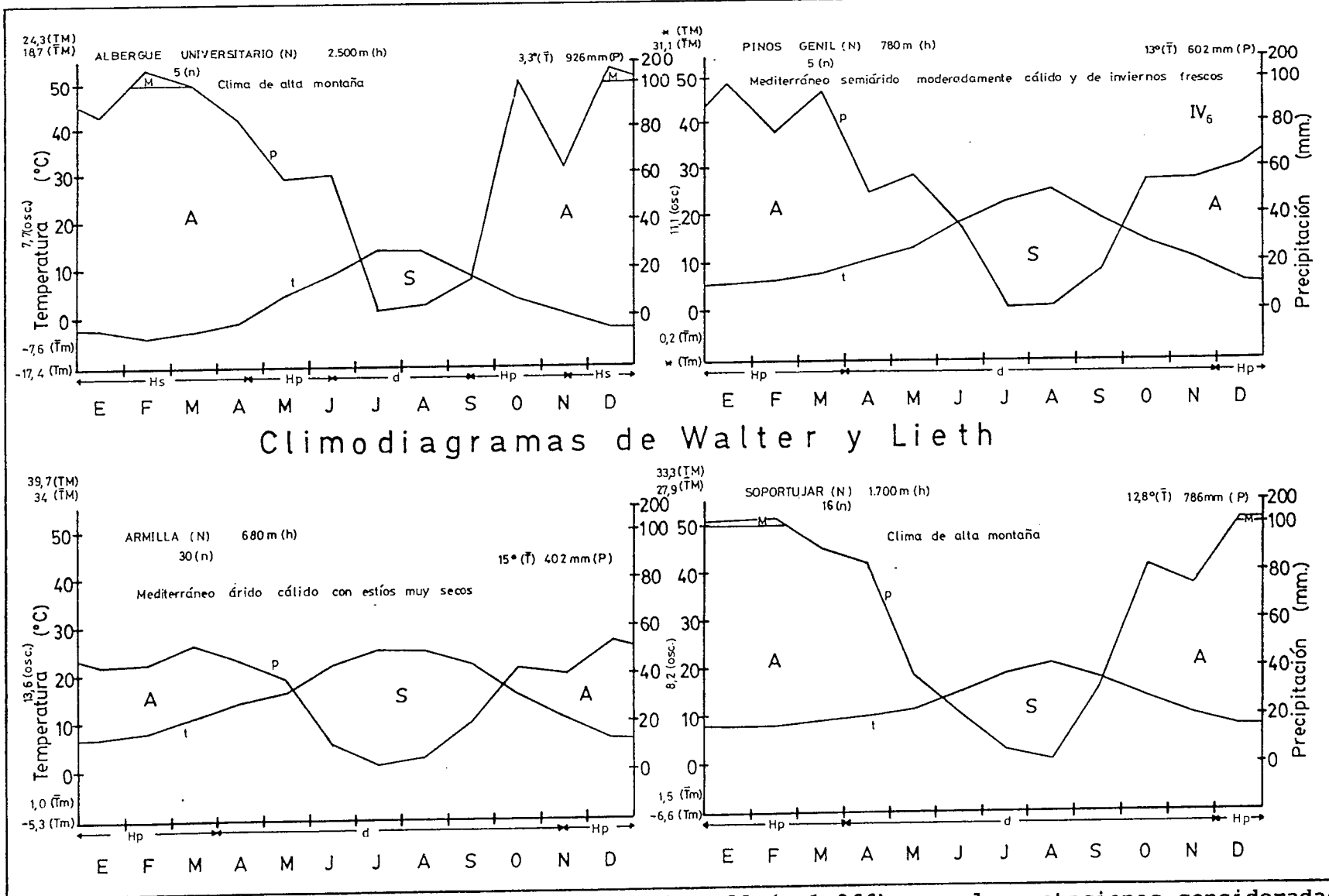
### II-3-3-2 Clasificación de Walter y Lieth

Walter y Lieth en su "Atlas Mundial Fitoclimático", recogido por Allué (1.966), elaboraron diagramas climáticos en distintas regiones con una vegetación similar. Utilizan el criterio de Gaussen (1.955) para establecer el concepto de sequía ( $P < 2t$ ) y añaden al diagrama ombrotérmico de este último una serie de elementos y parámetros climáticos para una caracterización más precisa del clima.

En tales climodiagramas figuran una serie de datos que se sitúan en una determinada posición, donde: N = nombre de la estación, h = altitud, n = nº de años con observaciones, T = temperatura media anual, P = precipitación media anual, Tm = temperatura media mínima del mes más frío, Tm = temperatura mínima absoluta, TM = temperatura media máxima del mes más cálido, TM = temperatura máxima absoluta, Osc. = oscilación media diaria de la temperatura, t = temperatura media mensual, p = precipitación media mensual, S = área seca, A = área húmeda, M = parte del área húmeda en que las precipitaciones son  $> 100$  mm., Hs = período de helada segura, Hp = período de heladas probable y d = período libre de heladas.

Los climodiagramas (figura II-3-6) se han realizado en las 8 estaciones termopluviométricas utilizadas para este estudio, reduciendo la escala en el área húmeda en la proporción de 1/10, cuando las precipitaciones medias





Climodiagramas de Walter y Lieth

Figura II-3-6 Climodiagramas del Walter y Lieth (en Allué, 1.966) para las estaciones consideradas



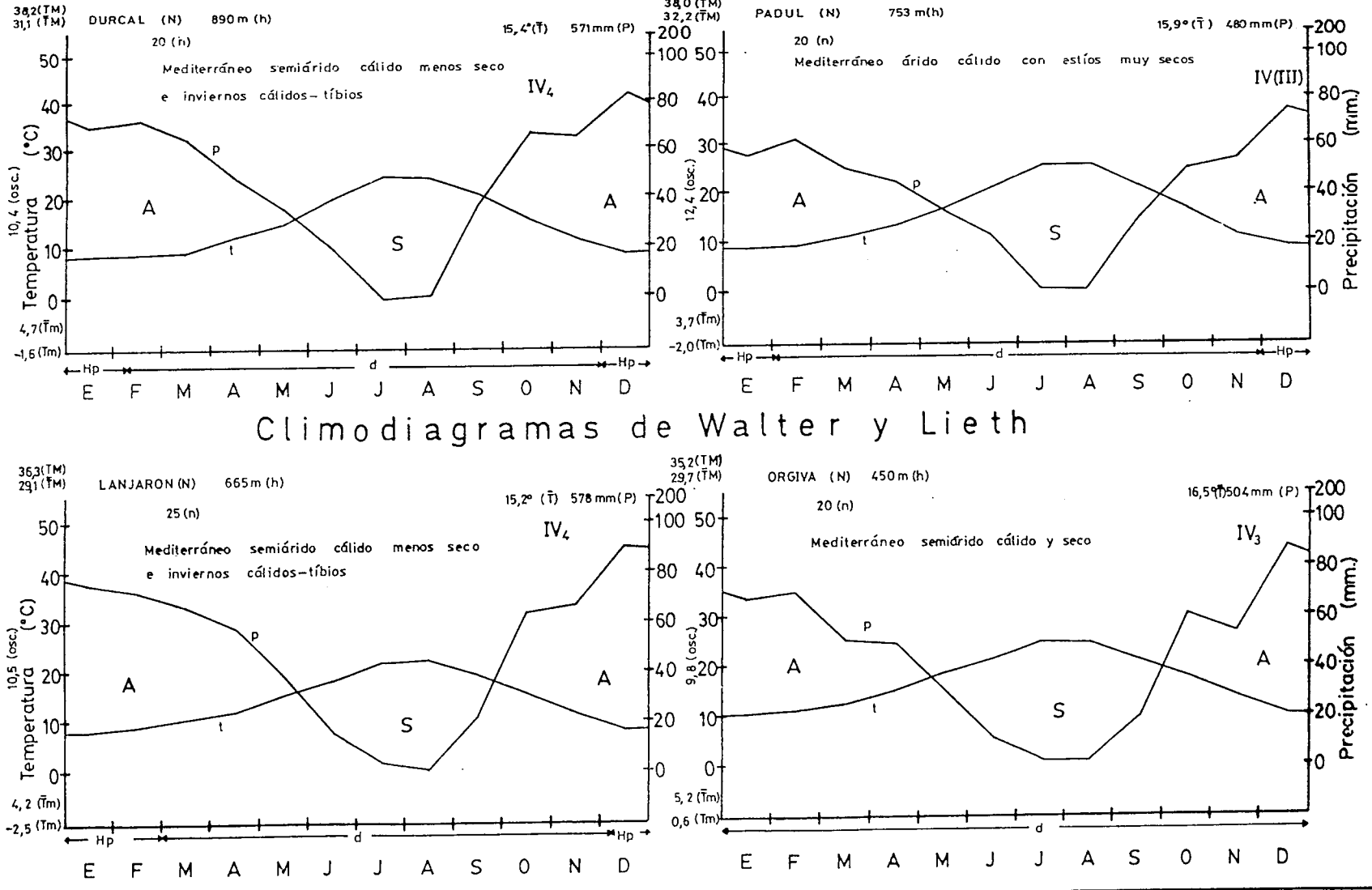
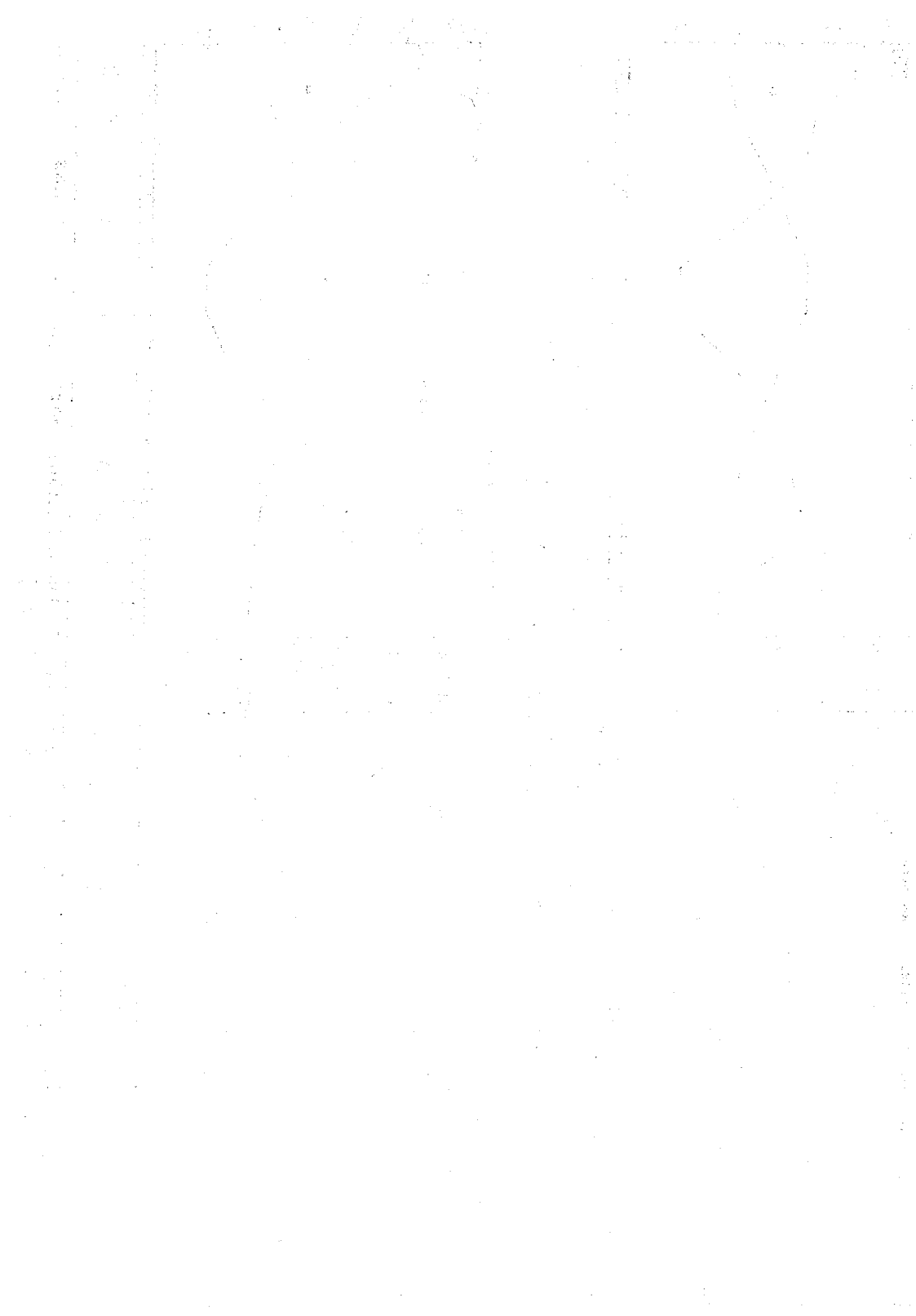


Figura II-3-6 Climodiagramas de Walter y Lieth (en Allué, 1.966) para las estaciones consideradas (continuación)



superan los 100 mm.

Aplicando la clave dicotómica de subregiones de Allúe Andrade (1966) a los climatogramas, resultan los siguientes grupos:  $IV_3$ ,  $IV_4$  = Mediterráneo semiárido de inviernos tibios (Dúrcal, Lanjarón y Orgiva),  $IV_6$  = Mediterráneo semiárido de inviernos frescos (pinos Genil),  $IV(III)$  = Mediterráneo árido y cálido (Padul y Armilla) y X = Climas de alta montaña (Albergue Universitario y Soportújar).

El grupo X representa las zonas de altitud superior a 1.500 m. El  $IV(III)$  se caracteriza por un período árido entre 3 y 8,5 meses, una media del mes más frío entre  $6^{\circ}C$  a  $10^{\circ}C$ , precipitaciones anuales de 750 mm. a 350 mm., una intensidad de sequedad  $> 0,5$  y una precipitación estival mínima mensual menor de 6 mm. El  $IV_6$  diferencia una subregión fitoclimática con algún período seco, media del mes más frío inferior a los  $6^{\circ}C$  y precipitaciones anuales comprendidas entre 500 y 650 mm. Los grupos  $IV_3$ ,  $IV_4$ , tienen valores paramétricos semejantes al  $IV(III)$ , diferenciándose de él, en el primer caso, por ser la media del mes más frío superior a  $10^{\circ}C$  y en el segundo (grupo  $IV_4$ ) por ser la intensidad de la sequedad menor de 0,5.

En el área de estudio es dominante la subregión fitoclimática de alta montaña. Por debajo de 1.500 m. aparece el grupo  $IV_6$ , en la vertiente Norte, e incluso el  $IV(VI)$  cuando la precipitación anual supera los 650 mm. Los

grupos IV<sub>3</sub>, IV<sub>4</sub> y IV(III) son comunes en las zonas más bajas de la cara Sur, restringiéndose el IV<sub>6</sub>-IV(VI) al intervalo 1.300 - 1.500 m. de altitud.

## II-3-4 - DIAGRAMAS BIOCLIMATICOS

Un aspecto climático importante aplicado al campo forestal es el estudio de los bioclimodiagramas o lo que es igual, la cuantificación de las relaciones clima - vegetación (Montero de Burgos y Gozález Rebollar, 1.983; Montero y Montero, 1984).

Según los autores, la actividad vegetativa máxima que puede proporcionar un clima cuyas demandas de agua estén satisfechas se mide, gráficamente y de forma aproximada, por el área comprendida entre la curva de temperaturas medias mensuales y la recta correspondiente a  $T = 7,5^{\circ}\text{C}$ , suponiendo nula la actividad vegetativa por debajo de esta temperatura (Intensidad bioclimática fría IBF).

El área mencionada corresponde a la máxima actividad o intensidad bioclimática potencial (IBP), medida en unidades bioclimáticas (ubc), donde una ubc =  $5^{\circ}\text{C} \times 1 \text{ mes}$ . Modificadas las ubcs con el coeficiente de transformación bioclimática correspondiente a una especie forestal ( $r$ ), es posible conocer de forma aproximada, los  $\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$  de madera producida.

Cuando en los diagramas introducimos el balance hídrico del suelo, en la estación considerada, para diferentes supuestos de capacidad de retención del suelo y

escorrentía, es posible obtener la IBR (intensidad bioclimática real), menor por supuesto que IBP, y en la que pueden diferenciarse la intensidad bioclimática condicionada (IBC) y la intensidad bioclimática libre (IBL).

La IBC significa la intensidad bioclimática condicionada por un período de sequía anterior, del que comienza a resarcirse la vegetación y que por tanto sólo podrá ser aprovechada por vegetaciones como la herbácea, que apenas necesita recuperarse de la sequía. La IBL mide la productividad forestal o el período vegetativo a pleno rendimiento.

La temperatura básica (TM) es la temperatura media ponderada de cada intensidad bioclimática, y permite establecer correlaciones entre ella y la presencia de determinadas especies de las que se conoce su temperatura óptima.

La intensidad bioclimática seca (IBS) representa el período de sequía con paralización vegetativa, por lo que al igual que la IBF, tiene valor negativo.

En la figura II-3-7 se muestran los diagramas bioclimáticos obtenidos en las estaciones de la zona, para dos supuestos de retención del suelo y escorrentía. Se ha partido de una capacidad de retención de agua en el suelo



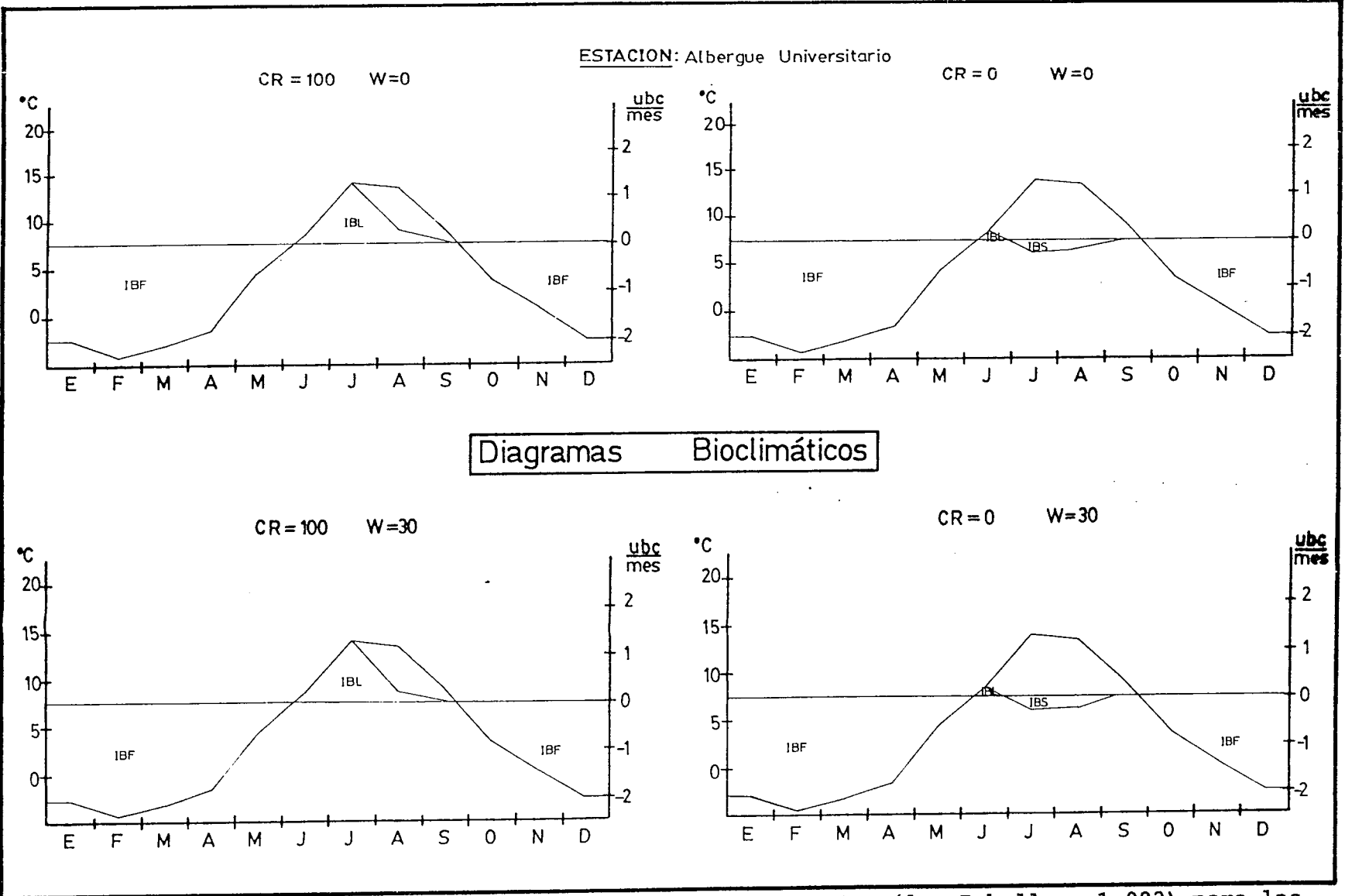
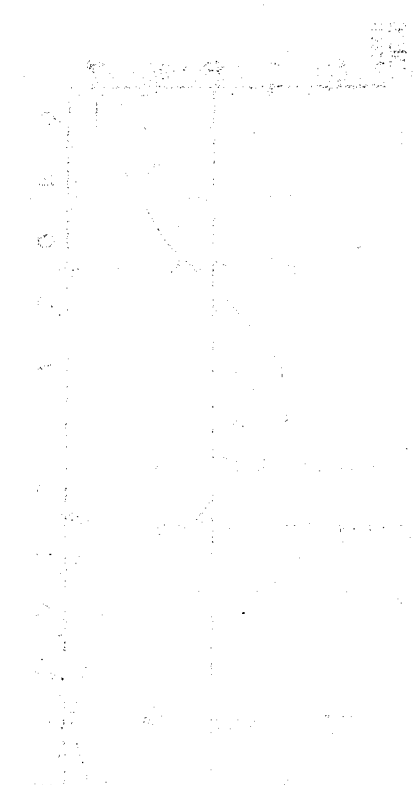


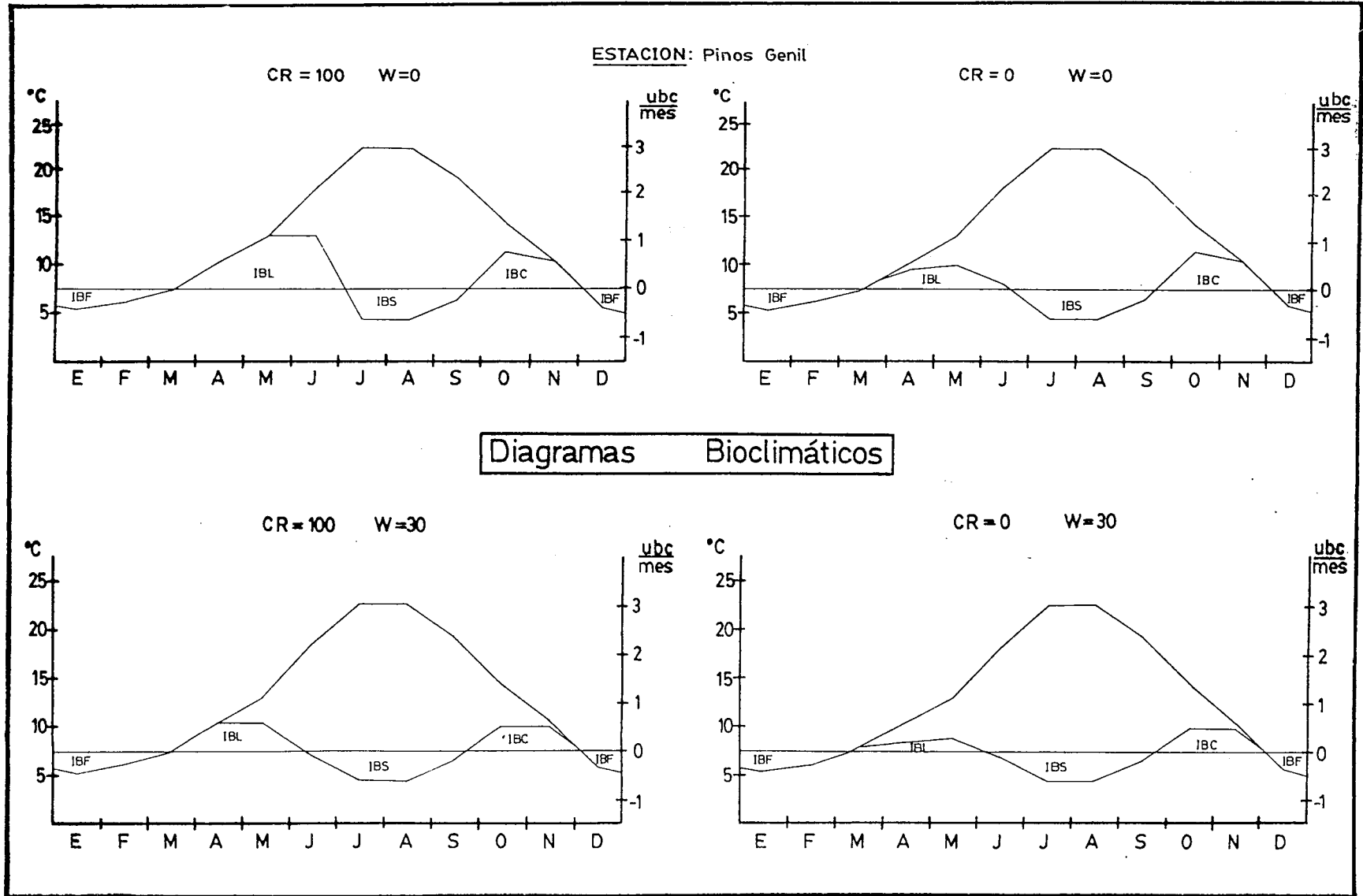
Figura II-3-7 Diagramas bioclimáticos (Montero de Burgos y González Rebollar, 1.983) para las estaciones consideradas

1. The first graph shows the relationship between the number of hours worked and the amount of output produced. The x-axis represents hours worked (0 to 100) and the y-axis represents output (0 to 1000). The curve starts at the origin and increases at a decreasing rate, indicating diminishing returns.



2. The second graph shows the relationship between the number of hours worked and the amount of output produced. The x-axis represents hours worked (0 to 100) and the y-axis represents output (0 to 1000). The curve starts at the origin and increases at an increasing rate, indicating increasing returns.

3. The third graph shows the relationship between the number of hours worked and the amount of output produced. The x-axis represents hours worked (0 to 100) and the y-axis represents output (0 to 1000). The curve starts at the origin and increases at a constant rate, indicating constant returns.



**Diagramas Bioclimáticos**

Figura II-3-7 Diagramas bioclimáticos (Montero de Burgos y González Rebollar, 1.983) para las estaciones consideradas (continuación)

1. *Graph of  $y = \sin x$  and  $y = \cos x$  for  $0 \leq x \leq 2\pi$ . The x-axis is labeled from 0 to  $2\pi$  in increments of  $\frac{\pi}{2}$ . The y-axis is labeled from -2 to 2 in increments of 1. The sine curve starts at (0,0), reaches a peak at  $(\frac{\pi}{2}, 1)$ , crosses the x-axis at  $(\pi, 0)$ , reaches a trough at  $(\frac{3\pi}{2}, -1)$ , and ends at  $(2\pi, 0)$ . The cosine curve starts at (0,1), crosses the x-axis at  $(\frac{\pi}{2}, 0)$ , reaches a trough at  $(\pi, -1)$ , crosses the x-axis at  $(\frac{3\pi}{2}, 0)$ , and ends at  $(2\pi, 1)$ .*



Graph of  $y = \sin x$  and  $y = \cos x$

Graph of  $y = \sin x$  and  $y = \cos x$

2. *Graph of  $y = \sin 2x$  and  $y = \cos 2x$  for  $0 \leq x \leq 2\pi$ . The x-axis is labeled from 0 to  $2\pi$  in increments of  $\frac{\pi}{2}$ . The y-axis is labeled from -2 to 2 in increments of 1. The sine curve starts at (0,0), reaches a peak at  $(\frac{\pi}{2}, 1)$ , crosses the x-axis at  $(\pi, 0)$ , reaches a trough at  $(\frac{3\pi}{2}, -1)$ , and ends at  $(2\pi, 0)$ . The cosine curve starts at (0,1), crosses the x-axis at  $(\frac{\pi}{2}, 0)$ , reaches a trough at  $(\pi, -1)$ , crosses the x-axis at  $(\frac{3\pi}{2}, 0)$ , and ends at  $(2\pi, 1)$ .*



Graph of  $y = \sin 2x$  and  $y = \cos 2x$

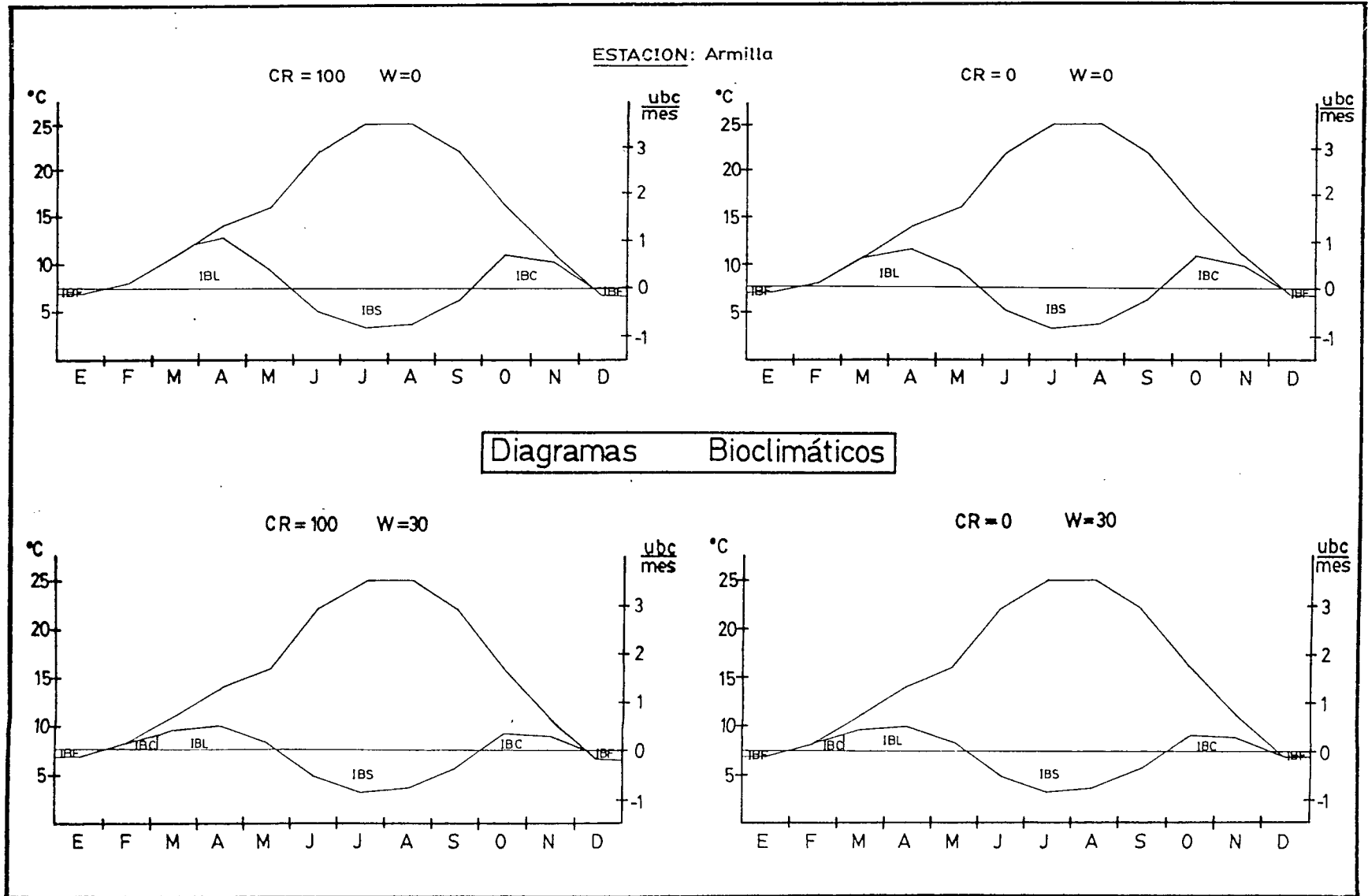


Figura II-3-7 Diagramas bioclimáticos (Montero de Burgos y González Rebollar, 1.983) para las estaciones consideradas (continuación)

The following table shows the results of the analysis of the soil samples collected from the site on 10/10/00. The results are expressed in mg/kg of dry weight of soil. The detection limit is 10 mg/kg. The results are compared with the maximum admissible concentration (MAC) for each element.

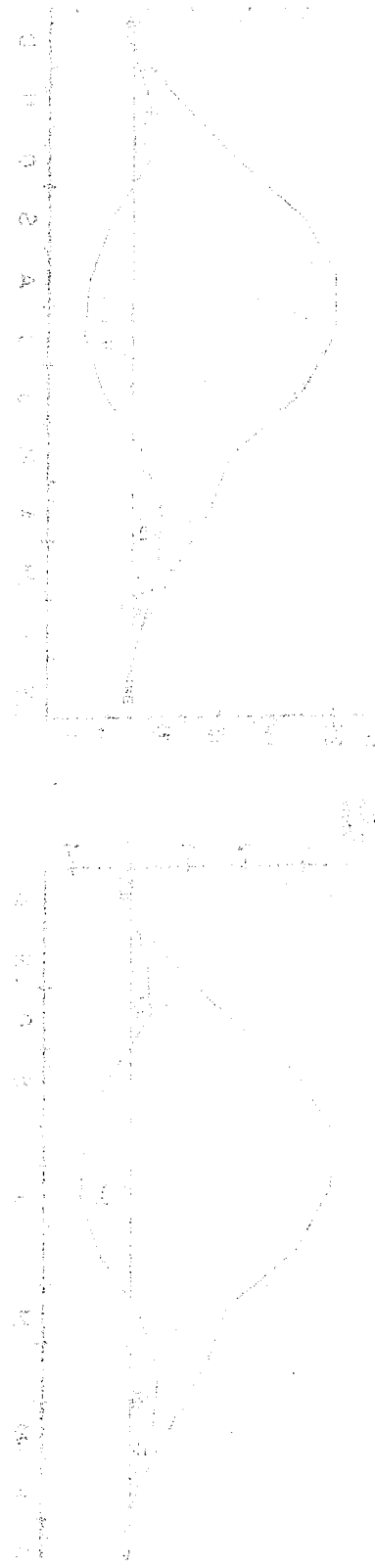
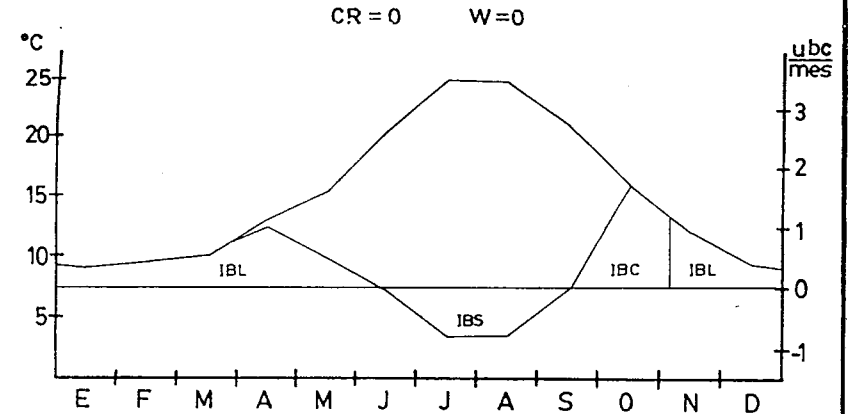
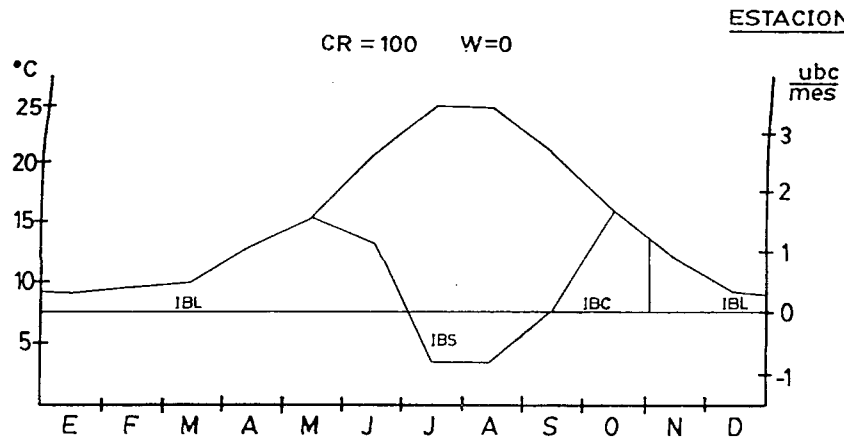


Figure 1: Evolution of the concentration of the elements in the soil samples.

**Evolution of the concentration of the elements in the soil samples**

The results of the analysis show that the concentration of the elements in the soil samples is generally low, with the exception of element G, which shows a significant peak. This peak is observed in both graphs, indicating a consistent increase in the concentration of element G over time. The concentration of element G reaches its maximum value around 'G' and then gradually declines. The concentration of the other elements remains relatively stable and low throughout the period.



Diagramas Bioclimáticos

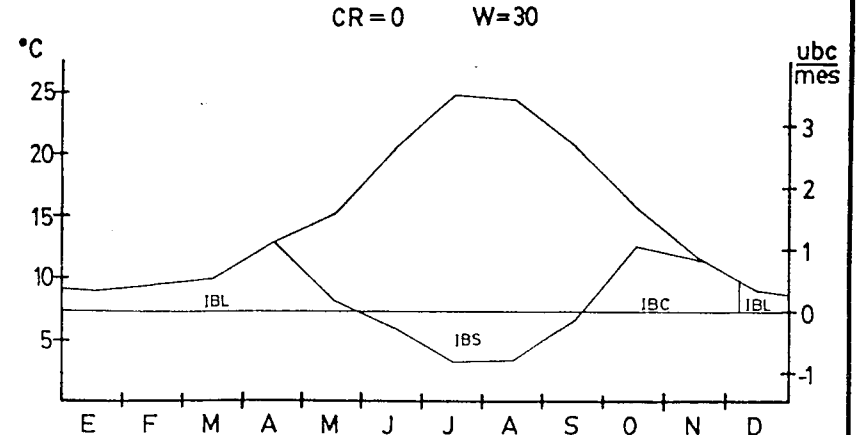
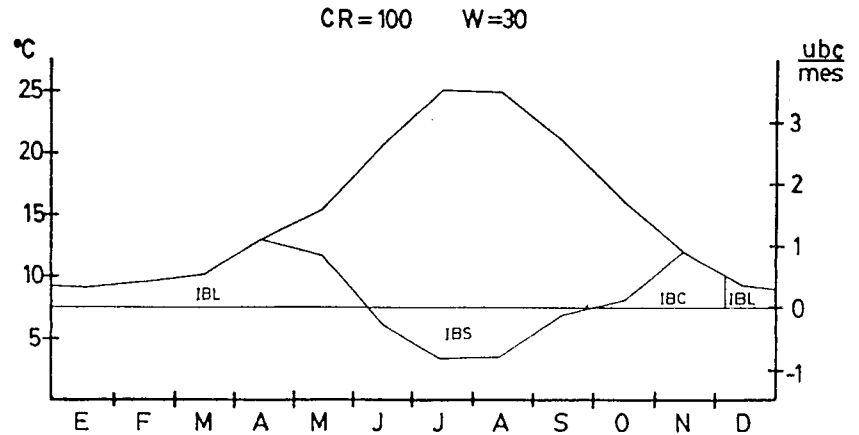
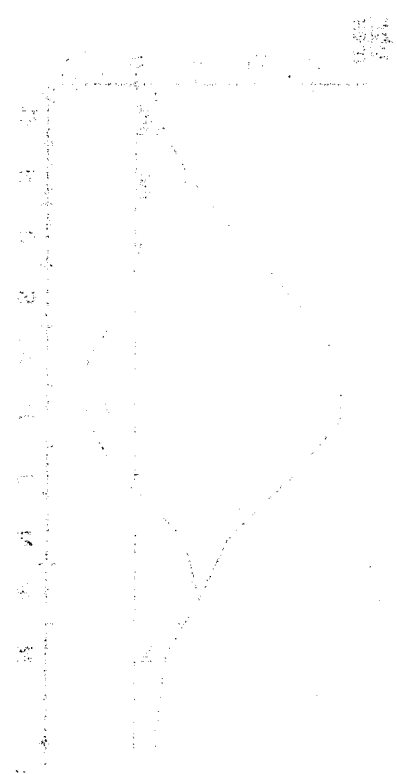


Figura II-3-7 Diagramas bioclimáticos (Montero de Burgos y González Rebollos, 1.983) para las estaciones consideradas (continuación)

1. *Empirical data: temperature, time, and position.*  
 2. *Temperature vs. Time: The temperature starts at 20°C at 0h, rises to 30°C at 1h, 40°C at 2h, 50°C at 3h, 60°C at 4h, 70°C at 5h, 80°C at 6h, 90°C at 7h, 100°C at 8h, 110°C at 9h, 120°C at 10h, 130°C at 11h, 140°C at 12h, 150°C at 13h, 160°C at 14h, 170°C at 15h, 180°C at 16h, 190°C at 17h, 200°C at 18h, 210°C at 19h, 220°C at 20h, 230°C at 21h, 240°C at 22h, 250°C at 23h, 260°C at 24h.*  
 3. *Temperature vs. Position: The temperature starts at 20°C at 0m, rises to 30°C at 10m, 40°C at 20m, 50°C at 30m, 60°C at 40m, 70°C at 50m, 80°C at 60m, 90°C at 70m, 100°C at 80m, 110°C at 90m, 120°C at 100m, 130°C at 110m, 140°C at 120m, 150°C at 130m, 160°C at 140m, 170°C at 150m, 180°C at 160m, 190°C at 170m, 200°C at 180m, 210°C at 190m, 220°C at 200m, 230°C at 210m, 240°C at 220m, 250°C at 230m, 260°C at 240m.*



Temperature vs. Time



Temperature vs. Position

**Temperature vs. Position**



Temperature vs. Position



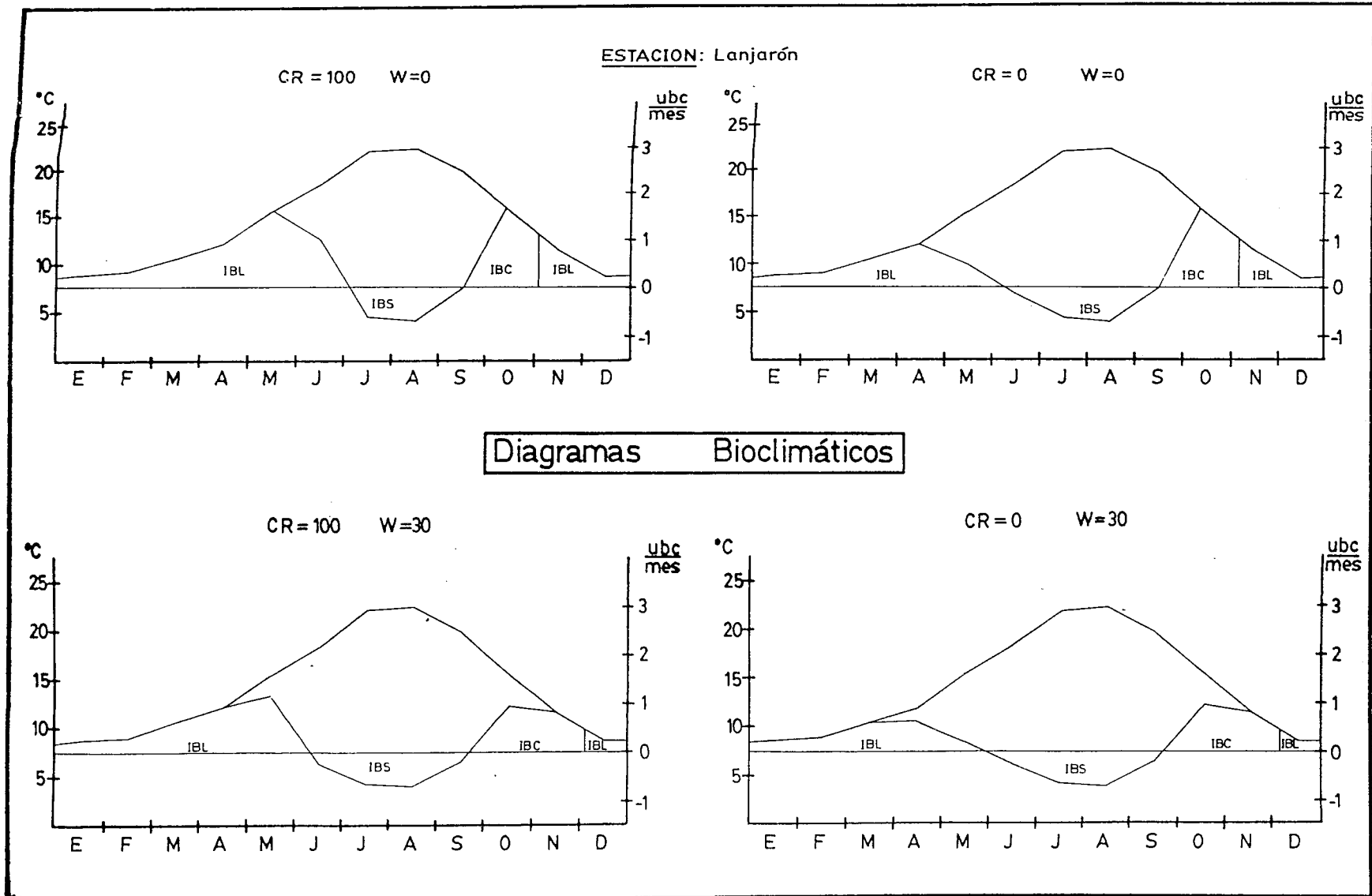
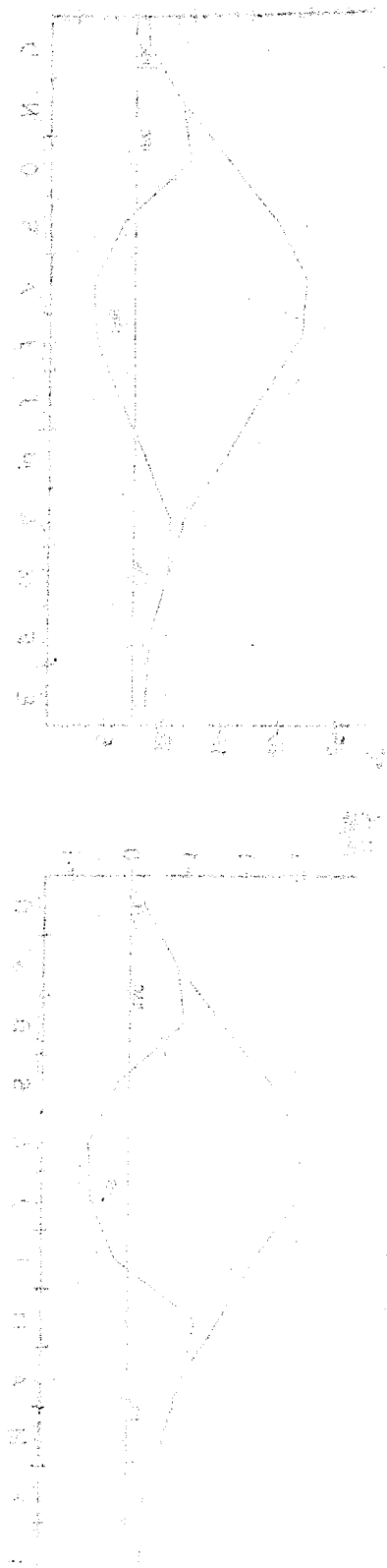


Figura II-3-7 Diagramas bioclimáticos (Montero de Burgos y González Rebollar, 1.983) para las estaciones consideradas (continuación)

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.



CM-9 1950

1950 1951



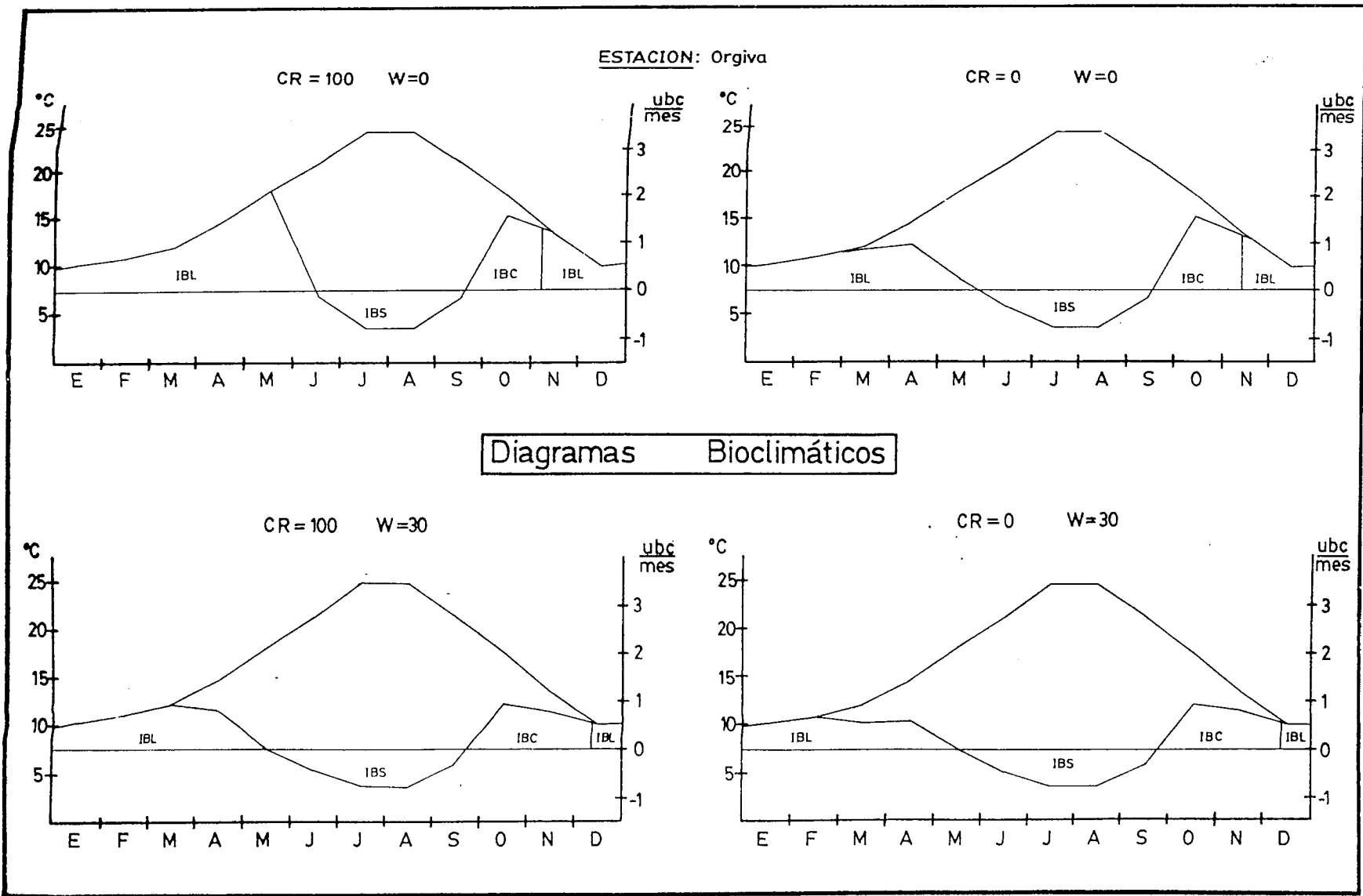


Figura II-3-7 Diagramas bioclimáticos (Montero de Burgos y González Rebollar, 1.983) para las estaciones consideradas (continuación)

1. Содержание  
 2. Введение  
 3. Основное содержание  
 4. Заключение  
 5. Список литературы  
 6. Приложение



Рис. 1

Рис. 2

Содержание

1. Содержание  
 2. Введение  
 3. Основное содержание  
 4. Заключение  
 5. Список литературы  
 6. Приложение

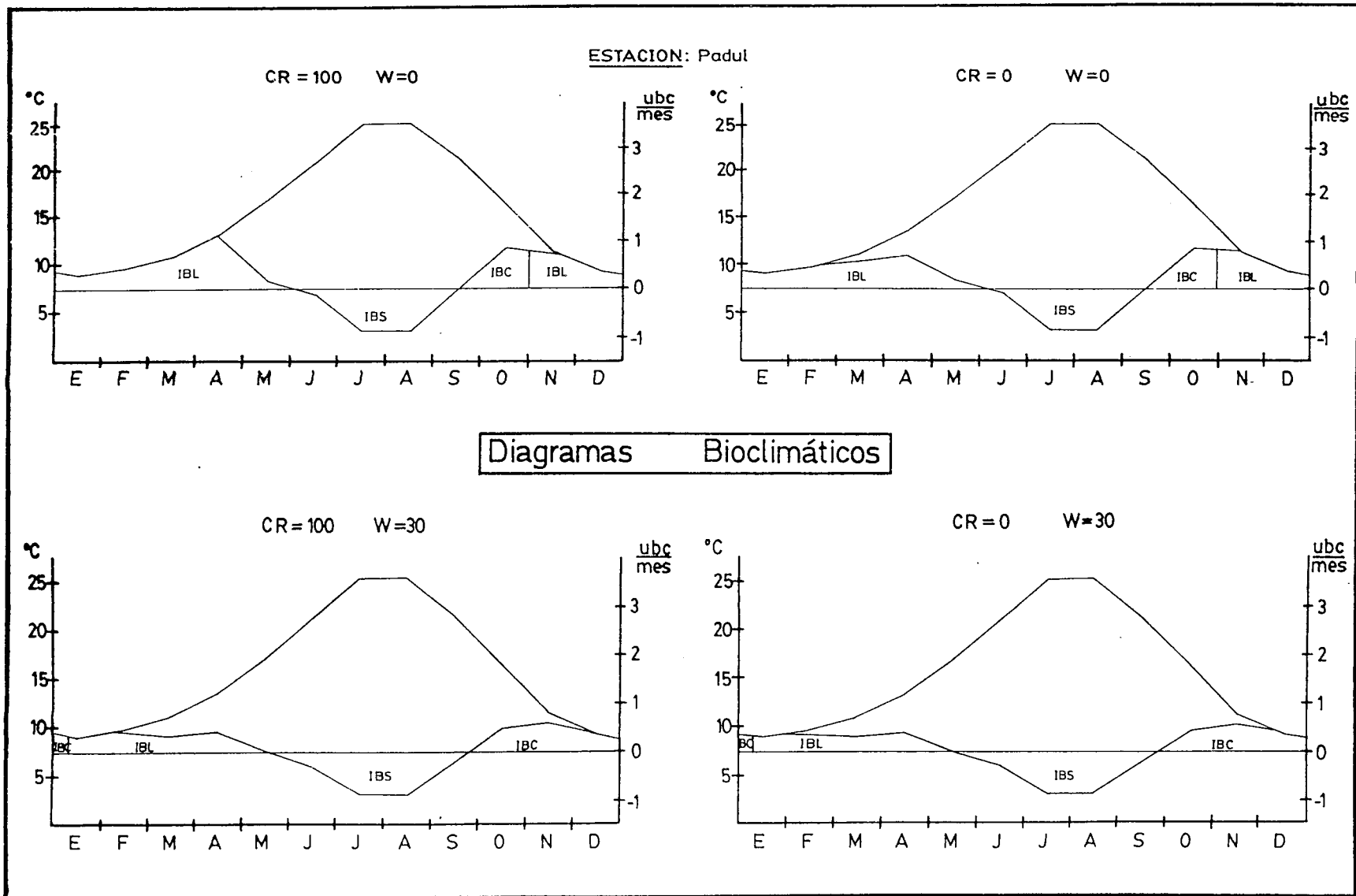
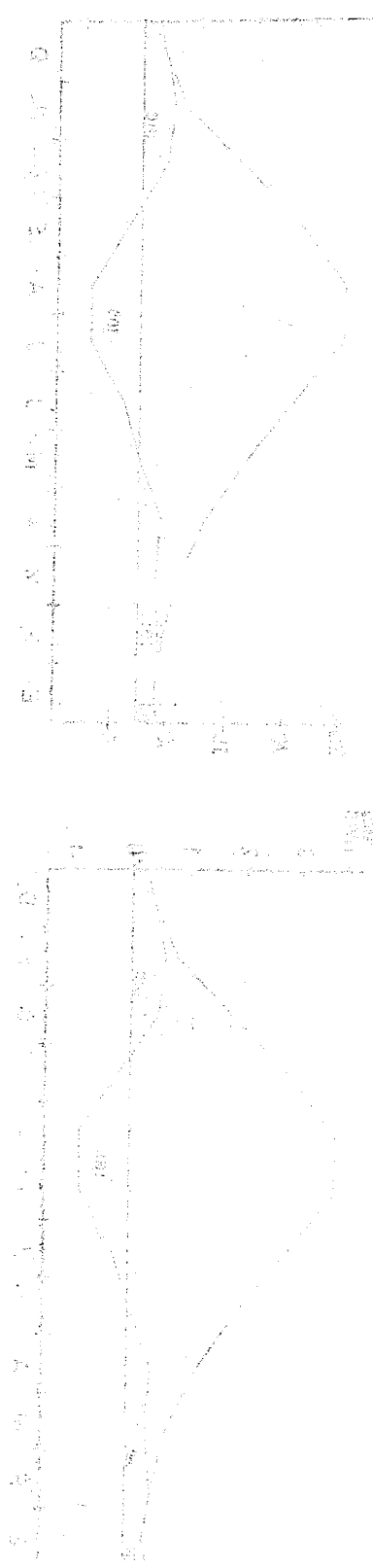


Figura II-3-7 Diagramas bioclimáticos (Montero de Burgos y González Rebollar, 1.983) para las estaciones consideradas (continuación)

1.  $\frac{1}{2} \int_0^1 (x^2 + 2x + 1) dx = \frac{1}{2} \left[ \frac{x^3}{3} + x^2 + x \right]_0^1 = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{3} + 1 + 1 \right) = \frac{1}{2} \cdot \frac{7}{3} = \frac{7}{6}$   
 2.  $\int_0^1 (x^2 + 2x + 1) dx = \left[ \frac{x^3}{3} + x^2 + x \right]_0^1 = \frac{1}{3} + 1 + 1 = \frac{7}{3}$   
 3.  $\int_0^1 (x^2 + 2x + 1) dx = \left[ \frac{x^3}{3} + x^2 + x \right]_0^1 = \frac{1}{3} + 1 + 1 = \frac{7}{3}$



$\frac{7}{6} = 1.1667$   
 $\frac{7}{3} = 2.3333$

The area under the curve  $y = x^2 + 2x + 1$  from  $x = 0$  to  $x = 1$  is  $\frac{7}{6}$ .



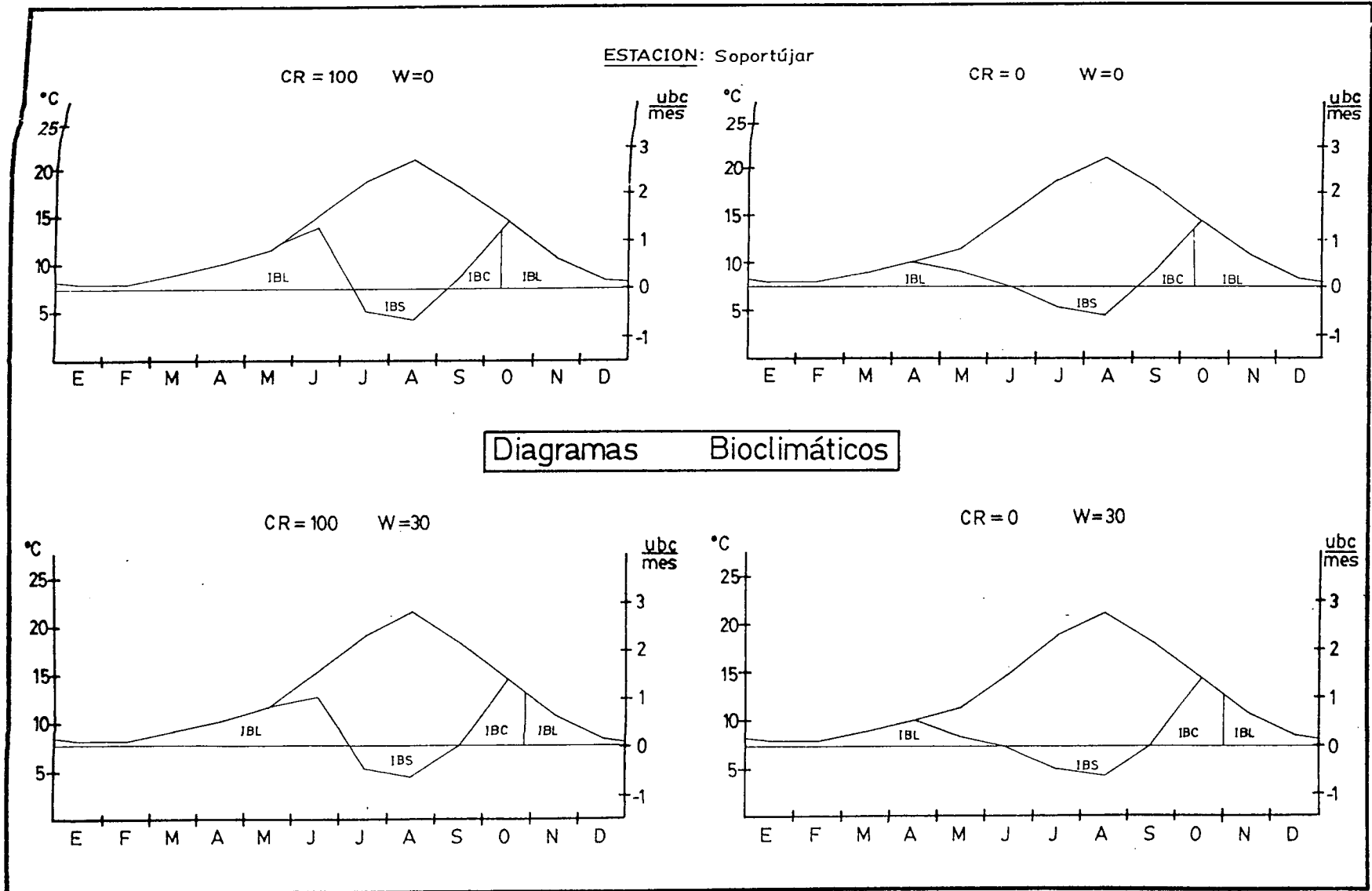
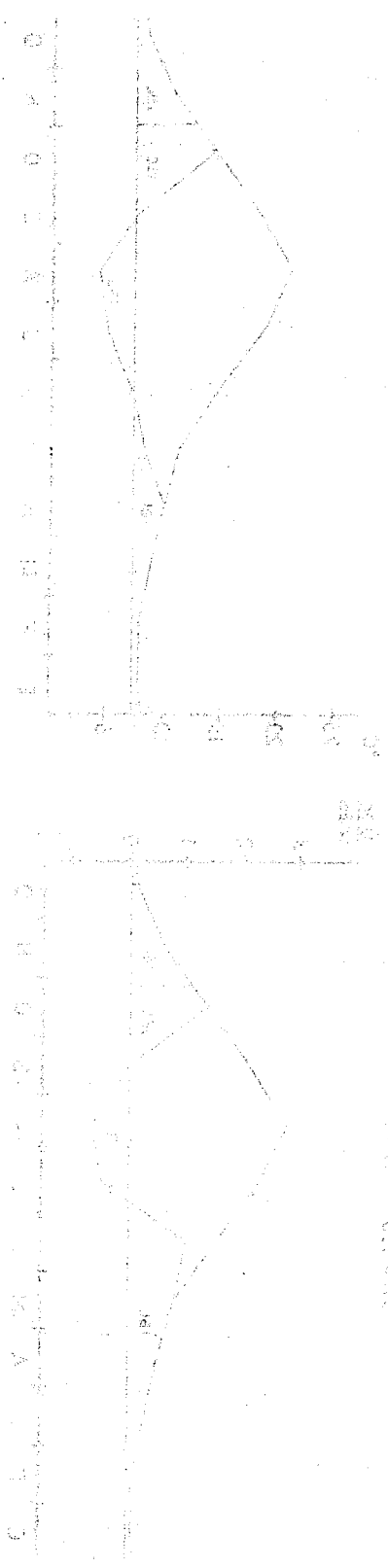


Figura II-3-7 Diagramas bioclimáticos (Montero de Burgos y González Rebollar, 1.983) para las estaciones consideradas (continuación)

1. *Средние значения* (Average values)  
 2. *Средние значения* (Average values)  
 3. *Средние значения* (Average values)



1000 1000

Выводы (Conclusions)

1. *Средние значения* (Average values)  
 2. *Средние значения* (Average values)  
 3. *Средние значения* (Average values)



disponible para las plantas (CR) nula o de 100 mm. Asimismo se ha supuesto un coeficiente de escorrentía cero ( $W = 0$ ), para terrenos llanos y provistos de una densa cubierta vegetal o bien del 30%, en zonas con pendiente acusada y vegetación escasa, lo que equivale a reducir al 70% las precipitaciones medias mensuales.

En los diagramas figura la intensidad bioclimática condicionada (IBC), la intensidad bioclimática seca (IBS), la intensidad bioclimática fría (IBF), la intensidad bioclimática potencial (IBP), la intensidad bioclimática real ( $IBR = IBL + IBC$ ), la intensidad bioclimática libre (IBL) y la temperatura básica de IBL (TM).

La tabla II-3-20 resume las distintas intensidades bioclimáticas, expresadas en ubc y la temperatura básica de la intensidad bioclimática libre.

Como fácilmente se aprecia, en general las distintas intensidades (excepto IBP que lógicamente mantiene un valor cte. en cada estación), descienden al pasar de un suelo con una capacidad de retención de 100 mm. a otro con capacidad nula, así como de un terreno llano sin escorrentía a otro con escorrentía del 30%. No obstante, en las estaciones de Armilla y Padul, al calcular el balance de agua con un 30% de escorrentía, en ningún caso se dispone de agua suficiente para comenzar a llenar la reserva del suelo, por lo que para los supuestos de  $CR = 100$  mm y  $CR = 0$ , cada una

Tabla II-3-20 Intensidades bioclimáticas (Montero de Burgos y González Rebollar, 1.983) para la zona de estudio

| Estación                        | Supuestos   | IBP (ubc) | IBR (ubc) | IBL (ubc) | IBC (ubc) | IBS (ubc) | IBF (ubc) | TM IBL |
|---------------------------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
| Armillá<br>(680 m.)             | CR=100 W=0  | 19,0      | 3,46      | 2,26      | 1,20      | 2,22      | 0,20      | 13,2   |
|                                 | CR=100 W=30 | 19,0      | 1,79      | 1,03      | 0,76      | 2,51      | 0,20      | 13,2   |
|                                 | CR=0 W=0    | 19,0      | 3,22      | 2,02      | 1,20      | 2,22      | 0,20      | 13,1   |
|                                 | CR=0 W=30   | 19,0      | 1,79      | 1,03      | 0,76      | 2,51      | 0,20      | 13,2   |
| Pinos Genil<br>(780 m.)         | CR=100 W=0  | 14,2      | 4,20      | 2,80      | 1,40      | 1,40      | 1,02      | 14,5   |
|                                 | CR=100 W=30 | 14,2      | 2,20      | 1,20      | 1,00      | 1,50      | 1,02      | 11,6   |
|                                 | CR=0 W=0    | 14,2      | 2,40      | 1,00      | 1,40      | 1,40      | 1,02      | 12,4   |
|                                 | CR=0 W=30   | 14,2      | 1,50      | 0,50      | 1,00      | 1,50      | 1,02      | 11,9   |
| Albergue Univers.<br>(2.500 m.) | CR=100 W=0  | 2,96      | 1,88      | 1,88      | 0,00      | 0,00      | 12,59     | 13,1   |
|                                 | CR=100 W=30 | 2,96      | 1,74      | 1,74      | 0,00      | 0,00      | 12,59     | 13,3   |
|                                 | CR=0 W=0    | 2,96      | 0,26      | 0,22      | 0,04      | 0,48      | 12,59     | 8,6    |
|                                 | CR=0 W=30   | 2,96      | 0,20      | 0,20      | 0,00      | 0,52      | 12,59     | 8,6    |
| Orgiva<br>(450 m.)              | CR=100 W=0  | 1,64      | 8,92      | 7,06      | 1,86      | 1,82      | 0,00      | 14,1   |
|                                 | CR=100 W=30 | 21,64     | 5,21      | 3,29      | 1,92      | 2,33      | 0,00      | 11,9   |
|                                 | CR=0 W=0    | 21,64     | 6,53      | 4,47      | 2,05      | 2,05      | 0,00      | 12,5   |
|                                 | CR=0 W=30   | 21,64     | 4,58      | 2,66      | 1,92      | 2,33      | 0,00      | 11,7   |
| Lanjarón<br>(665 m.)            | CR=100 W=0  | 16,82     | 7,26      | 5,68      | 1,58      | 1,37      | 0,00      | 13,4   |
|                                 | CR=100 W=30 | 16,82     | 5,22      | 3,48      | 1,74      | 1,83      | 0,00      | 12,2   |
|                                 | CR=0 W=0    | 16,82     | 5,12      | 3,46      | 1,66      | 1,52      | 0,00      | 11,4   |
|                                 | CR=0 W=30   | 16,82     | 3,92      | 2,18      | 1,74      | 1,83      | 0,00      | 10,8   |
| Padul<br>(753 m.)               | CR=100 W=0  | 20,2      | 4,87      | 3,22      | 1,64      | 1,82      | 0,00      | 11,7   |
|                                 | CR=100 W=30 | 20,2      | 2,70      | 1,29      | 1,41      | 2,19      | 0,00      | 11,1   |
|                                 | CR=0 W=0    | 20,2      | 4,21      | 2,56      | 1,64      | 1,82      | 0,00      | 11,4   |
|                                 | CR=0 W=30   | 20,2      | 2,70      | 1,29      | 1,41      | 2,19      | 0,00      | 11,1   |
| Dúrcal<br>(890 m.)              | CR=100 W=0  | 19,1      | 8,02      | 6,22      | 1,80      | 1,65      | 0,00      | 13,4   |
|                                 | CR=100 W=30 | 19,1      | 4,48      | 3,47      | 1,01      | 2,07      | 0,00      | 12,1   |
|                                 | CR=0 W=0    | 19,1      | 5,62      | 3,75      | 1,87      | 1,75      | 0,00      | 11,6   |
|                                 | CR=0 W=30   | 19,1      | 4,19      | 2,23      | 1,96      | 2,07      | 0,00      | 10,8   |
| Soportújar<br>(1.700 m.)        | CR=100 W=0  | 12,72     | 5,68      | 4,81      | 0,87      | 1,04      | 0,00      | 12,2   |
|                                 | CR=100 W=30 | 12,72     | 5,10      | 3,83      | 1,27      | 1,10      | 0,00      | 11,6   |
|                                 | CR=0 W=0    | 12,72     | 3,95      | 3,08      | 0,87      | 1,04      | 0,00      | 11,3   |
|                                 | CR=0 W=30   | 12,72     | 3,49      | 2,09      | 1,40      | 1,16      | 0,00      | 10,0   |

de las intensidades tienen el mismo valor.

Los valores medios más bajos de IBL corresponden a la estación del Albergue Universitario (1,88 ubc), que por el contrario presenta la mayor IBF, con gran diferencia respecto a las demás estaciones, puesto que aunque existe agua disponible, la temperatura media es inferior a 7,5°C en la mayoría de los meses. El periodo de sequía con la más alta IBS se atribuye a la estación de Armilla, mientras que la máxima productividad aparece en Orgiva con CR = 100 mm. y W = 0 %, que le supone una IBL de 7,06 ubc. La temperatura básica de la intensidad bioclimática libre oscila entre 8,6°C y 14,1°C, estimándose la media por encima de 10°C.

A nivel del área de estudio y discriminando por vertientes, sólo podemos saber que para la cara Norte el período vegetativo a pleno rendimiento (IBL) es inferior o igual a 2,8 ubc, la IBS menor de 1,5 ubc, y la IBF superior a 1,02 ubc. La ladera Sur, de mayor intensidad bioclimática respecto a la Norte a igualdad de cota, presenta una IBL e IBS inferior a 6-7 ubc y a 2 ubc, respectivamente; la IBF no ha podido ser determinada pero en cualquier caso es inferior a la correspondiente en la cara Norte.

Con objeto de relacionar las diferentes intensidades bioclimáticas con la altitud, se procedió a realizar las ecuaciones de regresión que figuran en las tablas II-3-21

y II-3-22. Este procedimiento nos permite estimar de forma aproximada la productividad bioclimática de cualquier sector incluido en el área de estudio, para los supuestos de CR (capacidad de retención) y W (escorrentía).

Los coeficientes de correlación obtenidos son suficientemente significativos para la vertiente Norte, no así en la ladera Sur, con una baja correlación lineal entre altitud e intensidad bioclimática, a excepción de IBP, IBC, IBS. La escasa correlación para la vertiente Sur podría explicarse por la existencia de microclimas con mayor grado de contraste que en la zona Norte. Como conclusión podrían destacarse los siguientes puntos:

1 - La IBP de la vertiente Norte disminuye 0,78 ubc por cada 100 m. de ascenso altitudinal, por 0,64 ubc en la vertiente Sur, admitiéndose pues una disminución media para el área de 0,71 ubc.

2 - La IBL de la cara Norte oscila desde 2,55 a 0,78 ubc (según los supuestos de CR y W) en la cota más baja (750 m.), hasta 0 ubc a 3300 m. para  $CR = 0$  y  $W = 30\%$ .

3 - La IBC presenta un gradiente entre -0,05 a -0,07 ubc en la ladera Norte y desde -0,03 a -0,09 ubc en la vertiente Sur, por cada 100 m. de altitud.

4 - La sequía (IBS) tiene un valor descendente del

Tabla II-3-21 Correlación cota - intensidad bioclimática (Montero de Burgos y González Rebollar, 1.983) para la vertiente Norte

| CR = 100 mm. W = 0%     | n | r      | Significación | CR = 0 mm. W = 0%       | n | r      | Significación |
|-------------------------|---|--------|---------------|-------------------------|---|--------|---------------|
| IBP=22,35 - 0,0078 x    | 3 | 0,9697 | < 0,1         | IBP=22,35 - 0,0078 x    | 3 | 0,9697 | < 0,1         |
| IBL= 2,78 - 0,0003 x    | 3 | 0,7822 | -             | IBL= 2,07 - 0,0007 x    | 3 | 0,8517 | -             |
| IBC= 1,83 - 0,0007 x    | 3 | 0,9836 | < 0,1         | IBC= 1,81 - 0,0007 x    | 3 | 0,9828 | < 0,1         |
| IBR= 4,61 - 0,0011 x    | 3 | 0,9336 | < 0,1         | IBR= 3,88 - 0,0014 x    | 3 | 0,9753 | < 0,1         |
| IBS= 2,58 - 0,0010 x    | 3 | 0,9476 | < 0,1         | IBS= 2,38 - 0,0008 x    | 3 | 0,9041 | < 0,1         |
| IBF=-4,33 + 0,0068 x    | 3 | 0,9999 | < 0,01        | IBF=-4,33 + 0,0068 x    | 3 | 0,9999 | < 0,01        |
| Tm IBL=14,12 - 0,0004 x | 3 | 0,5131 | -             | Tm IBL=14,48 - 0,0023 x | 3 | 0,9954 | < 0,1         |
| CR = 100 mm. W =30%     | n | r      | Significación | CR = 0 mm. W =30%       | n | r      | Significación |
| IBP=22,35 - 0,0078 x    | 3 | 0,9697 | < 0,1         | IBP=23,35 - 0,0078 x    | 3 | 0,9697 | < 0,1         |
| IBL= 0,85 - 0,0003 x    | 3 | 0,9834 | < 0,1         | IBL= 1,01 - 0,0003 x    | 3 | 0,8060 | -             |
| IBC= 1,23 - 0,0005 x    | 3 | 0,9608 | < 0,1         | IBC= 1,23 - 0,0005 x    | 3 | 0,9605 | < 0,1         |
| IBR= 2,09 - 0,0001 x    | 3 | 0,5429 | -             | IBR= 2,24 - 0,0008 x    | 3 | 0,9223 | < 0,1         |
| IBS= 2,86 - 0,0011 x    | 3 | 0,9350 | < 0,1         | IBS= 2,65 - 0,0009 x    | 3 | 0,8854 | -             |
| IBF=-4,33 + 0,0068 x    | 3 | 0,9999 | < 0,01        | IBF=-4,33 + 0,0068 x    | 3 | 0,9999 | < 0,01        |
| Tm IBL=12,08 + 0,0005 x | 3 | 0,5031 | -             | Tm IBL=14,21 - 0,0022 x | 3 | 0,9739 | < 0,1         |

La cota (x) se expresa en metros

Tabla II-3-22 Correlación cota - intensidades bioclimáticas (Montero de Burgos y Gonzalez Rebollar, 1.983) para la vertiente Sur

| CR = 100 mm. W = 0%     | n | r      | Significación | CR = 0 mm. W = 0%       | n | r      | Significación |
|-------------------------|---|--------|---------------|-------------------------|---|--------|---------------|
| IBP=23,87 - 0,0064 x    | 5 | 0,8839 | < 0,05        | IBP=23,87 - 0,0064 x    | 5 | 0,8839 | < 0,05        |
| IBL= 6,34 - 0,0010 x    | 5 | 0,3458 | -             | IBL= 4,07 - 0,0007 x    | 5 | 0,4572 | -             |
| IBC= 2,23 - 0 0008 x    | 5 | 0,9282 | < 0,05        | IBC= 2,40 - 0,0009 x    | 5 | 0,9359 | < 0,05        |
| IBR= 8,57 - 0,0018 x    | 5 | 0,5261 | -             | IBR= 0,49 - 0,0016 x    | 5 | 0,7153 | -             |
| IBS= 2,05 - 0,0006 x    | 5 | 0,8235 | < 0,1         | IBS= 2,30 - 0,0007 x    | 5 | 0,8966 | < 0,05        |
| Tm IBL=13,97 - 0,0011 x | 5 | 0,5546 | -             | Tm IBL=12,19 - 0,0006 x | 5 | 0,5998 | -             |
| CR = 100 mm. W = 30%    | n | r      | Significación | CR = 0 mm. W = 30%      | n | r      | Significación |
| IBP=23,87 - 0,0064 x    | 5 | 0,8839 | < 0,05        | IBP=23,87 - 0,0064 x    | 5 | 0,8839 | < 0,05        |
| IBL= 2,42 + 0,0007 x    | 5 | 0,3444 | -             | IBL= 2,25 - 0,0002 x    | 5 | 0,1690 | -             |
| IBC= 1,18 - 0,0004 x    | 5 | 0,5907 | -             | IBC= 1,98 - 0,0003 x    | 5 | 0,5977 | -             |
| IBR= 4,29 + 0,0003 x    | 5 | 0,1252 | -             | IBR= 4,23 - 0,0003 x    | 5 | 0,3404 | -             |
| IBS= 2,74 - 0,0009 x    | 5 | 0,9252 | < 0,05        | IBS= 2,67 - 0,0008 x    | 5 | 0,9169 | < 0,05        |
| Tm IBL=11,97 - 0,0002 x | 5 | 0,2349 | -             | Tm IBL=11,93 - 0,0012 x | 5 | 0,9222 | < 0,05        |

La cota (x) se expresa en metros

226

orden de 0,08 a 0,11 ubc por cada 100 m. en la vertiente Norte, siendo alrededor de 1,80 ubc a 750 m. y 0 ubc al alcanzar los 2.500 - 2.600 m. En la cara Sur el descenso es de 0,06 a 0,09/100 m., teniendo un valor aproximado a 1.500 m. de 1,2 ubc y a 460 m. de 2,0 ubc.

5 - No ha podido determinarse la IBF de la zona Sur por falta de datos de temperatura en las zonas altas. En la vertiente Norte este parámetro aparece perfectamente correlacionado con la cota.

6 - La temperatura básica de la máxima actividad vegetativa oscila en el área Norte entre los 11,7-13,8°C a 750 m. y 7-13°C en los sectores más cacuminales. En los lugares más bajos de la vertiente sureña (460 m.) la Tm es superior a 11,5°C.

7 - Para predecir la productividad bioclimática de cualquier sector del área, podrán emplearse los parámetros de IBP, IBC e IBS en todos los casos, reservando el resto (IBL, IBR, IBF, Tm) exclusivamente para la ladera Norte, puesto que presenta una mejor definición de su grado de variación con la altitud.

Todo lo dicho puede ser aplicado para la planificación forestal, así y según los autores que han desarrollado esta

metodología de potencialidad climática, puede decirse que las estaciones situadas en plena zona del *Pinus pinaster* registran una  $T_m$  de IBL comprendida entre 13 y 15 °C, y en caso de no considerar el factor sequía, al descender hasta 12,5°C empiezan a aparecer masas de *Pinus sylvestris*. Si se superan los 15°C aparece el *Pinus radiata*. En lo que a sequía se refiere, el *Pinus pinaster* no se presenta con IBS mayor de 1,6 ubc. Partiendo del concepto de IBL, los autores fijan una determinada capacidad de rendimiento en volumen de madera ( $m^3$ ) para distintas especies forestales establecidas experimentalmente en suelos tipo, así por ejemplo el *Pinus pinaster* tiene un coeficiente de transformación bioclimática ( $r$ ) de 0,8-1,1  $m^3/ha$  por ubc.

La problemática bioclimática general de Sierra Nevada, podría resumirse en que en la época invernal la humedad es más que suficiente para el crecimiento vegetal, mientras que la temperatura es demasiado baja; por el contrario, en los períodos en que la temperatura es suficiente, la humedad es pequeña; este problema se acentúa con la altitud.



## II-3-5 - REGIMENES DE HUMEDAD Y TEMPERATURA DEL SUELO

Para la caracterización del clima del suelo o edafoclima en sus dos parámetros más importantes, humedad y temperatura, se han empleado fundamentalmente los conceptos y límites establecidos por la "Soil Taxonomy" (USDA, 1.975).

En la presente memoria se han recopilado una serie de fichas climáticas elaboradas por los diferentes autores que han estudiado con anterioridad el edafoclima de los suelos de Sierra Nevada (Delgado Calvo-Flores, 1.980 y Delgado Calvo-Flores y Ortega B. de Quirós, 1.985), seleccionando algunas de las correspondientes a estaciones termopluviométricas concretas (fichas climáticas II-3-1, II-3-2, II-3-3 y II-3-4). Otras de las fichas que se incluyen están calculadas por nosotros, con estudios de correlación cota/precipitación, cota/temperatura, para reservas medias de los suelos del área (fichas climáticas II-3-5 y II-3-6). Finalmente un número de ellas, corresponden a datos de precipitación y temperatura calculados, también por nosotros, con ayuda de las correlaciones y datos de la reserva de suelos concretos (fichas climáticas II-3-7, II-3-8 y II-3-9). Conviene conocer que la temperatura del suelo fue calculada a partir de la del aire.

Ficha climática II-3-1 Estación termopluviométrica de Armilla. BALANCE HIDRICO

| Meses               | E    | F    | M    | A    | M     | J   | J     | A     | S   | O    | N    | D    | Anual |
|---------------------|------|------|------|------|-------|-----|-------|-------|-----|------|------|------|-------|
| Temperatura **      | 7    | 8    | 11   | 14   | 16    | 22  | 25    | 25    | 22  | 16   | 11   | 11   | 16    |
| Precipitación *     | 44   | 43   | 53   | 46   | 38    | 11  | 3     | 6     | 20  | 43   | 41   | 54   | 402   |
| E.T.P. *            | 13,8 | 16,6 | 33,9 | 53,4 | 73,2  | 123 | 153,4 | 143,6 | 103 | 58,2 | 28   | 13,3 | 813,4 |
| Variación reserva * | 0    | 0    | 0    | -7,4 | -32,6 | 0   | 0     | 0     | 0   | 0    | 13   | 27   | -     |
| Reserva *           | 40   | 40   | 40   | 32,6 | 0     | 0   | 0     | 0     | 0   | 0    | 13   | 40   | -     |
| E.T.R. *            | 13,8 | 16,6 | 33,9 | 53,4 | 70,6  | 11  | 3     | 6     | 20  | 43   | 28,0 | 13,3 | 312,6 |
| Déficit *           | 0    | 0    | 0    | 0    | 2,6   | 112 | 150,4 | 137,6 | 83  | 15,3 | 0    | 0    | 500,3 |
| Sobrante *          | 30,2 | 26,4 | 19,1 | 0    | 0     | 0   | 0     | 0     | 0   | 0    | 0    | 13,7 | 85,4  |

\*\* Grados centígrados \* milímetros

Ficha climática II-3-2 Estación termopluviométrica de Pinos Genil. BALANCE HIDRICO

| Meses               | E    | F    | M    | A    | M    | J     | J     | A     | S    | O    | N    | D    | Anual |
|---------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|
| Temperatura**       | 5,4  | 6,2  | 7,4  | 10,4 | 12,9 | 13,8  | 22,5  | 22,5  | 19,3 | 14,2 | 10,6 | 5,8  | 13    |
| Precipitación*      | 98,1 | 76,8 | 94,4 | 50,2 | 56,9 | 35,4  | 0,3   | 1,6   | 16,2 | 55,6 | 55,7 | 60,6 | 601,4 |
| E.T.P. *            | 13,4 | 15,8 | 24,6 | 41,7 | 62   | 100,5 | 135,3 | 126,6 | 90,4 | 56,2 | 33,1 | 14,2 | 713,4 |
| Variación reserva * | 0    | 0    | 0    | 0    | -5,1 | -34,9 | 0     | 0     | 0    | 0    | 22,6 | 17,4 | -     |
| Reserva *           | 40   | 40   | 40   | 40   | 34,9 | 0     | 0     | 0     | 0    | 0    | 22,6 | 40   | -     |
| E.T.R. *            | 13,4 | 15,8 | 24,6 | 41,7 | 62   | 70,3  | 0,3   | 1,6   | 16,2 | 55,6 | 33,1 | 14,2 | 348,4 |
| Déficit *           | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 30,2  | 135   | 125   | 74,2 | 0,6  | 0    | 0    | 368   |
| Sobrante *          | 84,7 | 67   | 69,8 | 8,5  | 0    | 0     | 0     | 0     | 0    | 0    | 0    | 29   | 259   |

\*\* Grados centígrados \* milímetros

Ficha climática II-3-3 Estación termopluviométrica de Lanjarón. BALANCE HIDRICO

| Meses               | E    | F    | M    | A    | M     | J     | J   | A     | S    | O    | N    | D    | Anual |
|---------------------|------|------|------|------|-------|-------|-----|-------|------|------|------|------|-------|
| Temperatura **      | 9,8  | 9,2  | 10,6 | 12,1 | 15,5  | 18,4  | 22  | 22,3  | 19,7 | 15,6 | 11,4 | 8,6  | 14,6  |
| Precipitación *     | 76   | 74   | 67   | 58   | 39    | 16    | 4   | 1     | 22   | 64   | 67   | 90   | 578   |
| E.T.P. *            | 22,6 | 24,1 | 35,7 | 48,4 | 74,3  | 96,7  | 128 | 122,3 | 89,6 | 59,6 | 32,8 | 21,1 | 753,2 |
| Variación reserva * | 0    | 0    | 0    | 0    | -35,3 | -54,7 | 0   | 0     | 0    | 4,4  | 34,2 | 51,4 | -     |
| Reserva *           | 90   | 90   | 90   | 90   | 54,7  | 0     | 0   | 0     | 0    | 4,4  | 38,6 | 90   | -     |
| E.T.R. *            | 22,6 | 24,1 | 35,7 | 46,4 | 74,3  | 70,7  | 4   | 1     | 22   | 59,6 | 32,8 | 21,1 | 414,3 |
| Déficit *           | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 26    | 124 | 121,3 | 67,6 | 0    | 0    | 0    | 338,3 |
| Sobrante *          | 31,4 | 49,9 | 31,3 | 11,6 | 0     | 0     | 0   | 0     | 0    | 0    | 0    | 17,5 | 163,7 |

\*\* Grados centígrados \* milímetros

Ficha climática II-3-4 Estación termopluviométrica del Albergue Universitario. BALANCE HIDRICO

| Meses              | E    | F     | M     | A    | M    | J     | J     | A    | S    | O     | N    | D     | Anual |
|--------------------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|------|-------|------|-------|-------|
| Temperatura **     | -2,5 | -4,3  | -3    | -1,5 | 4,5  | 8,6   | 14    | 13,4 | 8,8  | 3,6   | 0,5  | -2,4  | 3,3   |
| Precipitación*     | 86,8 | 170,9 | 100,8 | 84,7 | 58,7 | 60,3  | 2     | 5    | 15,6 | 114,7 | 62,7 | 163,6 | 925,4 |
| E.T.P. *           | 0    | 0     | 0     | 0    | 43,8 | 72    | 105,4 | 90,5 | 61,3 | 29,5  | 5,9  | 0     | 369,4 |
| Variación reserva* | 0    | 0     | 0     | 0    | 0    | -11,7 | -28,3 | 0    | 0    | 40    | 0    | 0     | -     |
| Reserva *          | 40   | 40    | 40    | 40   | 40   | 28,3  | 0     | 0    | 0    | 40    | 40   | 40    | -     |
| E.T.R. *           | 0    | 0     | 0     | 0    | 43,8 | 72    | 30,3  | 5    | 15,6 | 29,5  | 5,9  | 0     | 202,1 |
| Déficit *          | 0    | 0     | 0     | 0    | 0    | 0     | 75,1  | 90,5 | 45,7 | 0     | 0    | 0     | 211,3 |
| Sobrante *         | 86,8 | 170,9 | 100,8 | 84,7 | 14,9 | 0     | 0     | 0    | 0    | 45,2  | 56,8 | 163,6 | 723,7 |

\*\* Grados centígrados \* milímetros

**Ficha climática II-3-5 Suelo a 2000 metros. BALANCE HIDRICO**

| Meses               | E     | F     | M    | A    | M    | J     | J     | A     | S    | O     | N    | D     | Annual |
|---------------------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|--------|
| Temperatura **      | 2,5   | 1,8   | 2,7  | 4,4  | 8,3  | 12,3  | 17,5  | 17,9  | 13,8 | 8,7   | 5    | 2,4   | 8,1    |
| Precipitación*      | 153   | 153,7 | 9,5  | 94,5 | 50,9 | 27,9  | 5,3   | 3,6   | 26,8 | 103,2 | 93,8 | 146   | 954,3  |
| E.T.P. *            | 11,6  | 8,2   | 15   | 25,8 | 53,2 | 78,6  | 112,6 | 107,8 | 73,7 | 44,2  | 22,6 | 10,8  | 564,1  |
| Variación reserva * | 0     | 0     | 0    | 0    | -2,3 | -50,7 | -2    | 0     | 0    | 55    | 0    | 0     | -      |
| Reserva *           | 55    | 55    | 55   | 55   | 52,7 | 2     | 0     | 0     | 0    | 55    | 55   | 55    | -      |
| E.T.R. *            | 11,6  | 6,2   | 15   | 25,8 | 53,2 | 78,6  | 7,3   | 3,6   | 26,8 | 44,2  | 22,6 | 10,6  | 307,7  |
| Déficit *           | 0     | 0     | 0    | 0    | 0    | 0     | 105,3 | 104,2 | 46,9 | 0     | 0    | 0     | 256,4  |
| Sobrante *          | 141,4 | 145,4 | 80,6 | 68,7 | 0    | 0     | 0     | 0     | 0    | 4     | 71,2 | 135,2 | 646,5  |

\*\* Grados centígrados \* milímetros

**Ficha climática II-3-6 Suelo a 3.000 metros. BALANCE HIDRICO**

| Meses              | E   | F     | M     | A     | M    | J     | J     | A    | S    | O     | N     | D     | Annual |
|--------------------|-----|-------|-------|-------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| Temperatura**      | -3  | -4,7  | -3,8  | -2,5  | 2    | 6,2   | 12,4  | 12,9 | 8    | 2,6   | -0,6  | -3,2  | 2,2    |
| Precipitación*     | 214 | 213,7 | 126,9 | 125,1 | 63   | 34,9  | 7,5   | 5    | 44,7 | 133,2 | 118,6 | 186,4 | 1.273  |
| E.T.P. *           | 0   | 0     | 0     | 0     | 27,6 | 61,3  | 103,6 | 97,8 | 61,6 | 26,4  | 0     | 0     | 376,5  |
| Variación reserva* | 0   | 0     | 0     | 0     | 0    | -26,6 | -3,4  | 0    | 0    | 30    | 0     | 0     | -      |
| Reserva*           | 30  | 30    | 30    | 30    | 30   | 3,4   | 0     | 0    | 0    | 30    | 30    | 30    | -      |
| E.T.R. *           | 0   | 0     | 0     | 0     | 27,6 | 61,5  | 10,9  | 5    | 44,7 | 26,4  | 0     | 0     | 176,1  |
| Déficit *          | 0   | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     | 9,7   | 92,8 | 16,9 | 0     | 0     | 0     | 200,4  |
| Sobrante *         | 214 | 213,7 | 126,9 | 125,1 | 5,4  | 0     | 0     | 0    | 0    | 76,8  | 118,6 | 118,4 | 1.066  |

\*\* Grados centígrados \* milímetros

**Ficha climática II-3-7 Gleysol húmico. Laguna de las Yeguas.**

Régimen de humedad Aquico

Régimen de temperatura Cryico

Temperatura media del suelo en los meses de invierno: 0,9°C

Temperatura media del suelo en los meses de verano: 10,8 °C

Observaciones:

- No se adjuntan datos de precipitación, de ETP ni el balance hídrico del suelo, ya que el agua que recibe es en un alto porcentaje de escorrentía y la densidad de vegetación muy elevada (prado higrófilo).

- El régimen de temperatura se ha calificado de cryico, a pesar de que la temperatura de verano es superior a los 10°C, porque hay un horizonte O. Por otra parte, una medida real efectuada en verano, resultó de 8°C.

- El régimen de humedad cumple los requerimientos del Aquico; saturación de agua largos períodos de tiempo, régimen reductor manifestado en los moteados, temperatura media superior a 1°C y temperatura superior a los 5°C en las épocas saturadas de agua (mes de Junio 7,3°C).

**Ficha climática II-3-8 Suelo a 3.150 metros. BALANCE HIDRICO**

| Meses               | E     | F     | M     | A     | M    | J    | J     | A    | S    | O     | N    | D     | Annual |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|-------|--------|
| Temperatura**       | -5,6  | -8,6  | -7,7  | -6,6  | 0,7  | 4,2  | 10,2  | 9,5  | 4,5  | -0,6  | -3,2 | -5,7  | -0,7   |
| Precipitación*      | 112,6 | 226,6 | 112,9 | 101,6 | 63,4 | 75,4 | 1,6   | 4,3  | 16,2 | 139,3 | 89,6 | 216,2 | 1159,7 |
| E.T.P. *            | 0     | 0     | 0     | 0     | 19,5 | 57,4 | 102,6 | 92,4 | 49   | 0     | 0    | 0     | 320,9  |
| Variación reserva * | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    | 0    | -33   | 0    | 0    | 33    | 0    | 0     | -      |
| Reserva*            | 33    | 33    | 33    | 33    | 33   | 33   | 0     | 0    | 0    | 33    | 33   | 33    | -      |
| E.T.R. *            | 0     | 0     | 0     | 0     | 19,5 | 57,4 | 34,6  | 4,3  | 16,2 | 0     | 0    | 0     | 132    |
| Déficit *           | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    | 0    | 68    | 88,1 | 32,8 | 0     | 0    | 0     | 189    |
| Sobrante *          | 112,6 | 226,6 | 112,9 | 101,6 | 43,9 | 18   | 0     | 0    | 0    | 106,3 | 89,6 | 216,2 | 1027,7 |

\*\* Grados centígrados \* milímetros

Ficha climática II-3-9 Suelo a 1.800 metros. BALANCE HIDRICO

| Meses              | E    | F     | M    | A    | M    | J     | J     | A     | S    | O    | N    | D     | Annual |
|--------------------|------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|--------|
| Temperatura **     | 1    | 0,1   | 1,7  | 3,9  | 8,4  | 13,1  | 17,8  | 17,5  | 13,5 | 8,2  | 4,6  | 1,1   | 7,6    |
| Precipitación *    | 92,3 | 135,5 | 90,4 | 74,6 | 53,7 | 44,3  | 1,8   | 4,6   | 21,1 | 92   | 77,4 | 137   | 824,7  |
| E.T.P. *           | 5,1  | 0,9   | 10   | 24,2 | 54,9 | 84,2  | 115,1 | 106,4 | 71   | 44   | 21,3 | 5,1   | 542,2  |
| Variación reserva* | 0    | 0     | 0    | 0    | -1,2 | -39,9 | -5,4  | 0     | 0    | 46,5 | 0    | 0     | -      |
| Reserva*           | 46,5 | 46,5  | 46,5 | 46,5 | 45,3 | 5,4   | 0     | 0     | 0    | 46,5 | 46,5 | 46,5  | -      |
| E.T.R. *           | 5,1  | 0,9   | 10   | 24,2 | 54,9 | 84,2  | 7,2   | 4,6   | 21,1 | 44   | 21,3 | 5,1   | 282,6  |
| Déficit *          | 0    | 0     | 0    | 0    | 0    | 0     | 107,9 | 101,8 | 49,9 | 0    | 0    | 0     | 259,6  |
| Sobrante *         | 87,2 | 134,6 | 80,4 | 50,4 | 0    | 0     | 0     | 0     | 0    | 1,5  | 56,1 | 131,9 | 542,1  |

\*\* Grados centígrados \* milímetros

De la observación de las fichas climáticas, los balances hídricos (figura II-3-8) y con ayuda de las correlaciones cota/precipitación y cota/temperatura realizadas, podemos concluir que el régimen de humedad es xérico hasta 2.200 m. y xérico de alta montaña por encima de esta cota. El régimen xérico de alta montaña es similar al xérico, excepto por que no cumple el requerimiento de tener humedad en alguna parte de la sección control, la mitad del tiempo acumulativo en que la temperatura del suelo es mayor de 5°C. El período de tiempo en que la temperatura es mayor de 5°C por encima de 2.200 m. de altitud, en Sierra Nevada, coincide con el período de verano en el que el suelo está seco. Por este motivo el régimen de humedad es más seco que xérico, pero no parece oportuno catalogarlo de "arídico" dada la elevada pluviometría anual. Se debe destacar también que algunos suelos concretos presentan el régimen áquico (ficha climática II-3-7), como consecuencia de su posición topográfica o su cercanía a manantiales, arroyos, etc., recibiendo aportes adicionales de agua durante la época estival.

El régimen de temperatura en la vertiente Norte es térmico por debajo de los 730 m., mésico entre 730 y 2.040 m., frígido entre 2.040 m. y 2.160 y críico por encima de los 2.160 m. Para la vertiente Sur se mantiene el límite altitudinal de paso entre el críico y el frígido, siendo mésico entre 2.030 y 844 m. y térmico por debajo de 844 m.

Cuando los suelos tienen horizonte O el límite entre los regímenes frígido y críico asciende hasta los 3.060 m., por lo que prácticamente el régimen críico desaparece. Estos son casos excepcionales dado el alto dinamismo de los suelos de Sierra Nevada que imposibilita la acumulación de materia orgánica en superficie (erosión, mineralización activa de materia orgánica en los periodos secos, etc.).

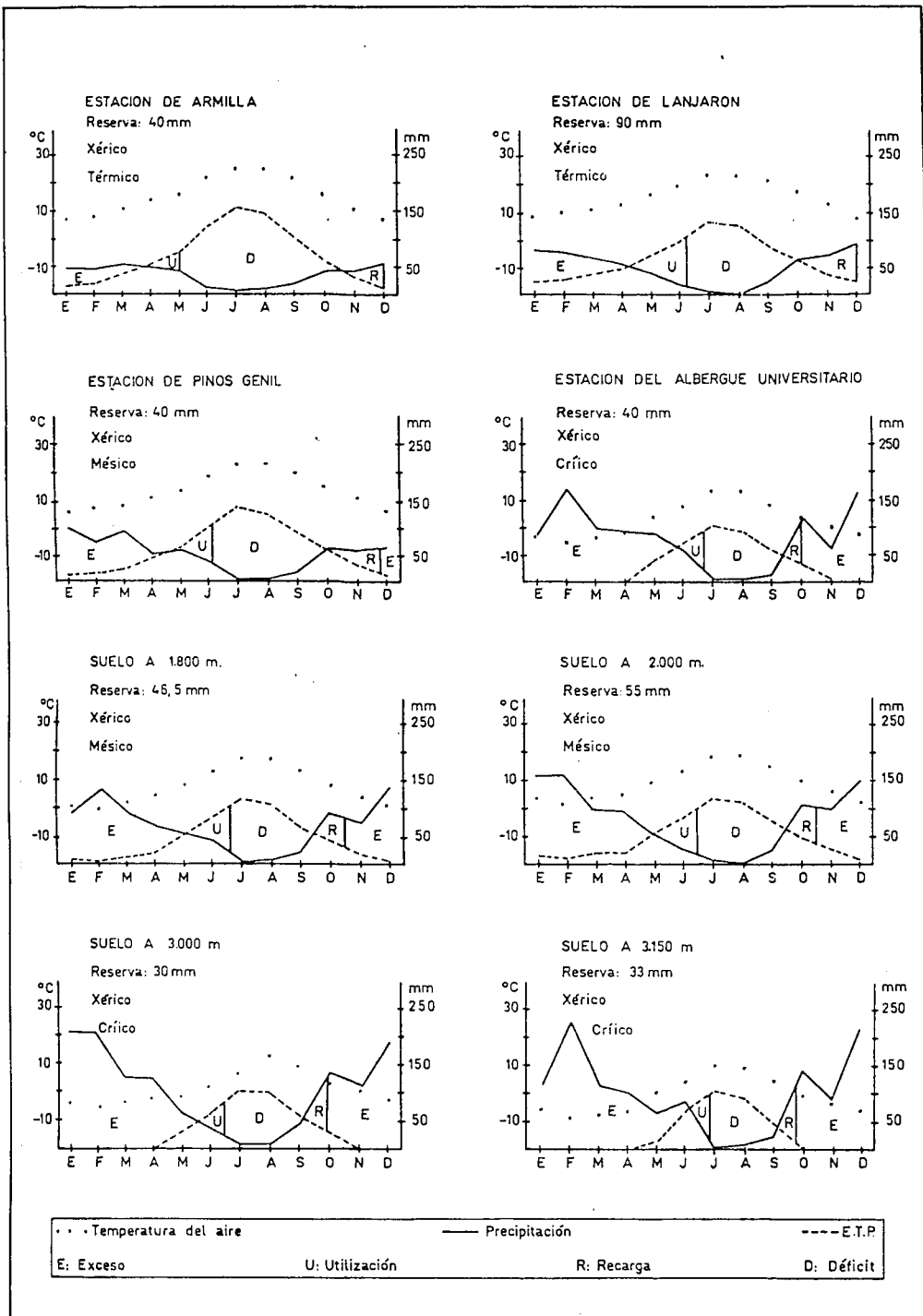


Figura II-3-8 Balances hídricos (USDA, 1.975) de diferentes suelos

| Assets       |            | Liabilities       |           |
|--------------|------------|-------------------|-----------|
| 1947         | 1948       | 1947              | 1948      |
| Real Estate  | 1,234,567  | Accounts Payable  | 123,456   |
| Loans        | 2,345,678  | Deposits          | 2,345,678 |
| Investments  | 3,456,789  | Other Liabilities | 345,678   |
| Other Assets | 4,567,890  | Total Liabilities | 3,034,812 |
| Total Assets | 11,604,924 | Surplus           | 870,112   |
|              |            | Total             | 3,904,924 |



## **CAPITULO 4**

## **VEGETACION**



## II-4-1 - INTRODUCCION

Este capítulo de vegetación ha sido extraído de los datos y documentación elaborada por los especialistas, fundamentalmente investigadores de la Universidad de Granada. Merece destacarse, como trabajo de síntesis, la reciente obra: "La Flora de Sierra Nevada", realizada por Molero Mesa y Pérez Raya, publicada en 1.987.

El estudio de la flora vascular de Sierra Nevada se ha desarrollado con mucha amplitud y de forma continuada en el tiempo, contrariamente a lo que ha sucedido con determinadas especialidades botánicas, que mucho menos llamativas, han quedado algo olvidadas y relegadas a un segundo plano. En los últimos años se han retomado las líneas de investigación sobre ficología (Sánchez Castillo, 1.988), micología (Ortega Díaz, 1.988), flora y vegetación líquénica (Casares Porcel, 1.988) y flora briofítica (Gil García, 1.988) en el ámbito nevadense.

Al iniciar el capítulo referente a la vegetación del sector considerado en este estudio, debemos reseñar algunos hechos fundamentales, característicos de la flora de Sierra Nevada, hartamente conocidos en el mundo científico; sin su mención, la exposición resultaría incompleta .

La riqueza florística e importancia geobotánica de

este enclave bético, así como el elevado número de especies endémicas que existen (más abundantes según ascendemos en altitud), es un primer hecho que merece ser destacado.

Martínez Parras y Ruiz Jiménez (1.986) estiman en más de 1.700 las especies que viven en Sierra Nevada (considerando sólo las especies vasculares), lo que supone un gran número si se tiene en cuenta que la flora española está constituida por 7.000 especies. Si a ello sumamos además, que más del 30% de los endemismos españoles se encuentran dentro de los límites del macizo nevadide, se puede afirmar que con mucho, ésta es la más rica de las regiones naturales españolas.

Según Molero Mesa (1.984) Sierra Nevada cuenta con aproximadamente 2.000 taxones, de los que 176 son endemismos generales españoles y 66 endemismos locales exclusivos. Molero Mesa y Perez Raya (1.987) cifran en 1.996 el número total de taxones nevadenses de los que 188 se encuentran incluidos en el "Listado de plantas endémicas, raras o amenazadas de España" editado por el MOPU en 1.984.

Como apunta Morales Torres (1.988), la Flora Nevadense representa casi un tercio de la flora peninsular, una de las más ricas de la Región Mediterránea, lo que unido a su riqueza de endemismos nos da idea de su importancia florística.

Finalmente destacan los autores ya citados, la existencia de dos grupos de especies vegetales que en el área se encuentran en condiciones extremas, lo que denominan como "límite de área"; se trata de elementos "boreo-alpinos" e "ibero-norteafricanos". Los primeros son comunes en los países del norte y centro de Europa, estando representados en España sólo en Sierra Nevada y en algún caso en los Pirineos. El segundo grupo, sin ser endemismos de España, se localizan en las montañas béticas y norte de Africa, apareciendo un número apreciable de especies de alta montaña exclusivamente en el Atlas marroquí y en Sierra Nevada.

Para Blanca López (1.988) esta diversidad y riqueza florística se atribuye a razones bio-históricas, geográficas, geológicas, climáticas, orográficas, etc. Fundamentalmente, este autor las justifica por cuatro hechos: 1- Por la situación estratégica de Sierra Nevada que le permitió recibir especies de procedencia muy diversa. 2- Por constituir un refugio durante las glaciaciones y salvar de la extinción gran número de especies. 3- Por la gran variedad de nichos ecológicos que encierra. 4- Por provocar la diversificación de especies ancestrales, originando endemismos exclusivos del macizo.

La especial disposición y distribución de la vegetación, en anillos con un grado de continuidad diferente, aproximadamente concéntricos y seriados con la

altura, es un segundo hecho destacable del paisaje vegetal de la zona.

La zonación altitudinal de la vegetación en montañas elevadas, es particularmente característico en Sierra Nevada debido a la diferencia de temperatura entre las zonas bajas, medias y altas, así como por la pluviosidad, incrementándose con la altura y acumulable en forma de nieve en las partes más altas durante un período importante del año (Losa Quintana, 1.988).

Junto a los controles referidos, hay que sumar otras variables no menos importantes, tales como el **sustrato** (diversidad de medio edafoquímico), en el que podemos diferenciar un núcleo de materiales silíceos y una orla de elementos carbonatados; la presencia de **microclimas** condicionados por orientaciones y posiciones fisiográficas específicas; y por último la influencia del **hombre**, con una larga historia de actuaciones degradantes sobre la vegetación y una más corta trayectoria en lo referente a reconstrucciones de espacios naturales, no siempre correctamente establecidas. Delgado Calvo-Flores (1.980) y después Rosúa Campos (1.988) destacan como actuaciones antrópicas y principales impactos ambientales: la desforestación, los incendios forestales y quema del piornal, el sobrepastoreo y las actividades turísticas, deportivas y urbanizadoras.

Actualmente, la zonación altitudinal de la vegetación se establece en base a lo que se ha dado en llamar pisos de vegetación, que caracterizan tanto los valores climatológicos medios, como los tipos predominantes de formaciones vegetales y su composición florística.

Por último destacaremos de la vegetación nevadense sus principales características, a grandes rasgos, haciendo notar las diferencias existentes desde las zonas más bajas hasta las cumbres. Para ello hemos elegido el trabajo de Losa Quintana et al. (1.986).

En las zonas más bajas predominan las especies típicamente mediterráneas. Los terófitos salvan el período desfavorable en forma de semilla, las especies leñosas con hojas persistentes y esclerificadas, así como otras especies evitan la excesiva transpiración durante el estío protegiendo sus estomas por enrollamiento de las hojas. La existencia de un período seco favorece la abundancia de caméfitos.

Ascendiendo en altitud y en sectores topográficamente favorecidos con una prolongada humedad edáfica (umbrías y barrancos), aparecen comunidades con especies de hojas grandes y caducas, plantas cespitosas y matorrales dudosos.

Más arriba, el matorral mediterráneo de alta montaña es el elemento vegetal dominante, caracterizado por su

porte camefítico y almohadillado con especies de hoja muy reducida o espinosa.

Las especies de las áreas cacuminales, que están adaptadas a la sequedad y al frío reinante (especies hemicriptofíticas y psicroxerófilas), presentan un porte muy modesto, un recubrimiento tomentoso y una reducida superficie foliar.

La vegetación como factor formador, controla de forma importante la existencia de diversas unidades taxonómicas de suelos. El papel de la flora virgen como protectora del suelo, queda patente en las zonas donde el hombre la ha eliminado, puesto que el perfil carece de horizonte orgánico-mineral desarrollado y en muchas ocasiones es poco espeso; todo ello por efecto de la erosión (Delgado et al., 1.982d).

Aun dentro de las comunidades de vegetación virgen el grado de protección que éstas ejerzan sobre el suelo actuará en el mismo sentido anterior. Así cuando la vegetación pierde porte y densidad con la altura por causas naturales, el suelo se hace más somero y menos horizonado con tipologías de escaso desarrollo.

Una vez conformado el marco general sobre los aspectos más destacables de la flora y vegetación de Sierra Nevada, así como su influencia en los suelos, procede la



descripción de la corología, la bioclimatología y de los ecosistemas vegetales presentes en el área de estudio, como mejor herramienta de conocimiento de este factor formador del suelo.

## II-4-2 - COROLOGIA

El concepto moderno de Corología se refiere a la ciencia que recoge los datos sobre distribución geográfica de especies y comunidades vegetales, definiendo territorios jerarquizados de aparición que en escala decreciente son: Reino, Región, Provincia, Sector, Distrito y Tesela (Losa Quintana et al., 1.986).

La flora y vegetación de Sierra Nevada quedan encuadradas según las unidades corológicas propuestas por Rivas Martínez et al. (1.977) dentro del reino Holártico, en la región Mediterránea y provincia Bética, estando representados tres sectores de dicha provincia: Nevadense, Malacitano-Almijareense y Alpujarro-Gadoreense. De ellos en el sector estudiado únicamente se encuentran representados los dos primeros (figura II-4-1 A).

El sector Malacitano-Almijareense, localizado en la parte occidental del territorio, se corresponde con los afloramientos calizos y calizo-dolomíticos, existiendo un elevado número de especies y asociaciones con frecuentes elementos magnesícolas.

El sector Nevadense coincide con el núcleo central de Sierra Nevada, desde 1.000 m. de cota hasta las cumbres, constituido por rocas metamórficas en general de carácter

ácido. La abundancia de endemismos y disyunciones ártico-  
alpinas, iberonorteafricanas y eurosiberianas son los  
caracteres más sobresalientes de este sector.

## II-4-3 - BIOCLIMATOLOGIA

La bioclimatología es una ciencia que trata de poner de manifiesto la relación existente entre los seres vivos y el clima, basándose en las especies y comunidades vegetales para elaborar índices y unidades (Rivas Martínez, 1.987).

En Sierra Nevada es fácil apreciar las discontinuidades biocenóticas, debido a los cambios bioclimáticos originados por la altitud y por las diferencias de orientación e inclinación.

Los factores climáticos que se tienen en cuenta son la temperatura o termoclima, y la precipitación anual u ombroclima. Dentro del parámetro térmico se considera, fundamentalmente, la temperatura media anual (T), temperatura media de las mínimas del mes más frío (m) y temperatura media de las máximas del mes más frío (M). También se utiliza en la definición bioclimática de un sector el Índice de Termicidad, definido como  $I_t = (T+m+M)10$  (Rivas Martínez, 1.987).

Los pisos bioclimáticos se han entendido como espacios termoclimáticos que se suceden en una secuencia altitudinal o latitudinal. Concretamente en el área considerada (figura II-4-1 B) se reconocen 4 pisos de los 6 descritos para la

Región Mediterránea. Según Valle (1.988), que aglutina determinadas modificaciones introducidas en los últimos años, estos 4 pisos bioclimáticos se definen como sigue:

**Piso Mesomediterráneo:**  $T=13-17^{\circ}\text{C}$ ;  $m=-1$  a  $-4^{\circ}\text{C}$ ;  $M=9-14^{\circ}\text{C}$ ;  $I_t=210-350$ . Se sitúa en la zona basal del territorio entre los 800 (500) m. y los 1.500 (1.600) m. Caracterizan a este piso las comunidades pertenecientes a las series del Paeonio - Querceto rotundifoliae y Adenocarpo - Querceto rotundifoliae faciación con Retama sphaerocarpa. Otras especies características de este piso son: Cistus clussi, Chronanthus biflorus, Macrochloa tenacissima, Cistus ladanifer, etc. En ocasiones los cultivos de olivos pueden servir para su delimitación.

**Piso Supramediterráneo:**  $T=4-8^{\circ}\text{C}$ ;  $m=-4$  a  $-1^{\circ}\text{C}$ ;  $M=2-9^{\circ}\text{C}$ ;  $I_t=60-210$ . La progresiva ausencia de las especies nombradas con anterioridad y la presencia de taxones como Berberis hispanica, Salvia lavandulifolia subsp. vellerea, Cistus laurifolius, etc., indican el comienzo de este piso entre los 1.500 (1.600) m. hasta los 2.000 (1.900)m. En algunos barrancos de la cara Sur de la Sierra puede bajar hasta los 1000 m. Las comunidades más características son las de la serie del Adenocarpo - Querceto pyrenaicae y Berberidi - Querceto rotundifoliae.

**Piso Oromediterráneo:**  $T=4-8^{\circ}\text{C}$ ;  $m=-7$  a  $-4^{\circ}\text{C}$ ;  $M=0-2^{\circ}\text{C}$ ;  $I_t=-30$  a  $60$ . El área de este piso se sitúa entre 1.800

(2000) m. y 2.600 (2.700) m. , dominando las comunidades del *Daphno - Pineto sylvestris* y *Genisto - Junipereto nanae*. Su característica es el dominio de matorral de caméfitos espinosos de porte almohadillado y la progresiva desaparición de encinares y robledales o sus etapas de sustitución.

**Piso Crioromediterráneo:**  $T < 4^{\circ}\text{C}$ ;  $m < -7^{\circ}\text{C}$ ;  $M < 0^{\circ}\text{C}$ ;  $I_t < 30$ . Resulta difícil delimitar el comienzo de este piso, debido a que la deforestación de los piornales con el fin de obtener pastizales de alta montaña, hace que las especies y comunidades propias de este piso se localicen a menor altitud. Su inicio se establece sobre 2.600-2.700 m., si bien en la cara Sur, a veces lo hace por encima de los 3000 m. (falda suroeste del Mulhacén). Teóricamente, en este piso desaparecen las comunidades de la asociación *Junipero - Genisto baeticae* y tienen su máximo desarrollo las formaciones *Psicroxerófilas* de la asociación *Erigeronto - Festuceto clementei*.

**Ombroclima:** Dentro de cada piso bioclimático y dependiendo de las precipitaciones anuales, es posible distinguir tipos ombroclimáticos que aunque para la región Mediterránea son: *Arido*, *Semiárido*, *Seco*, *Subhúmedo*, *Húmedo* e *Hiperhúmedo*; en Sierra los ombroclimas oscilan entre el **Seco**, en las zonas bajas (P: 350-600 mm.) y **Húmedo** (P: 1000-1.600 mm.) e incluso **Hiperhúmedo** (P < 1.600 mm.) en las cumbres.

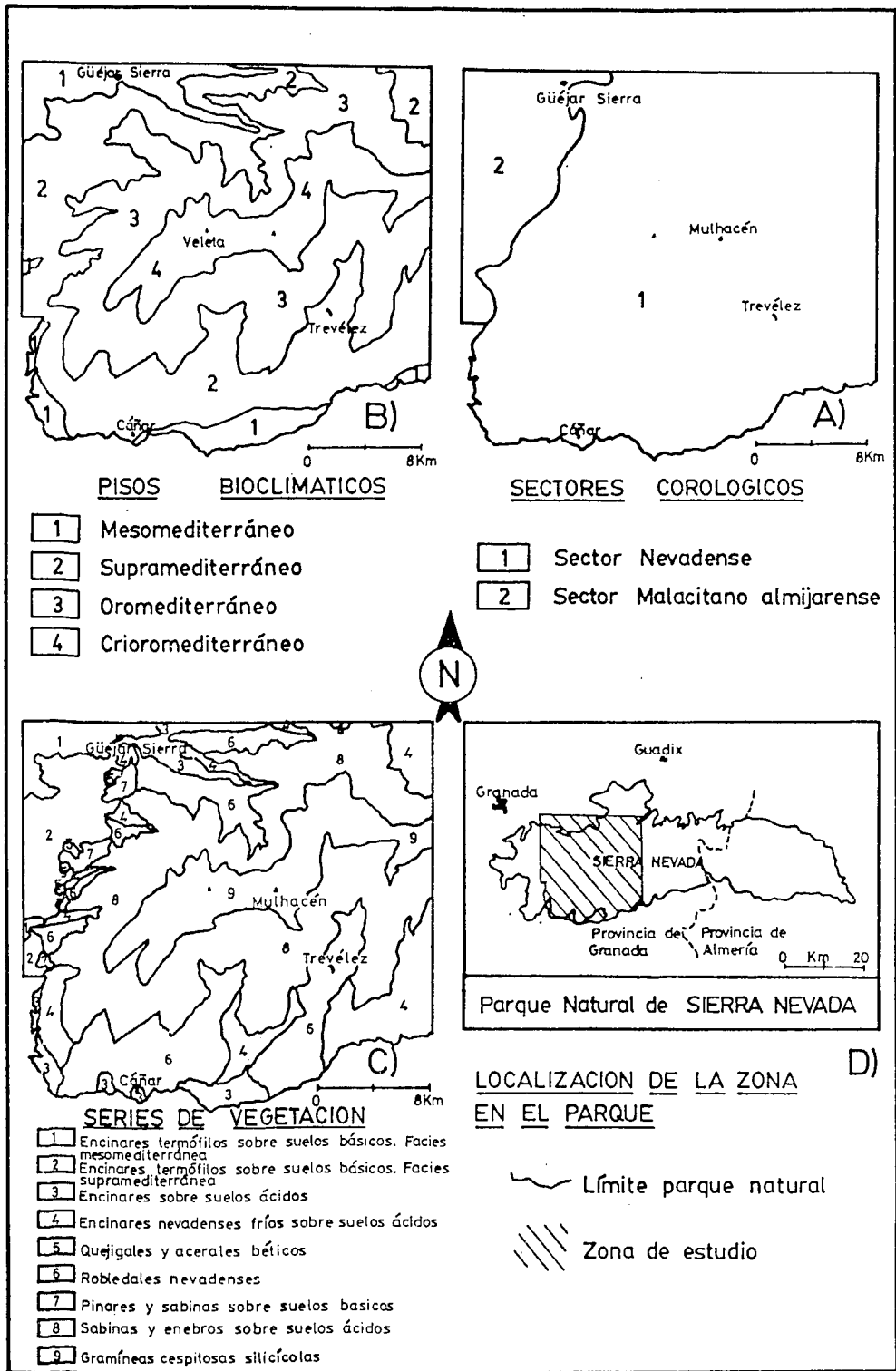
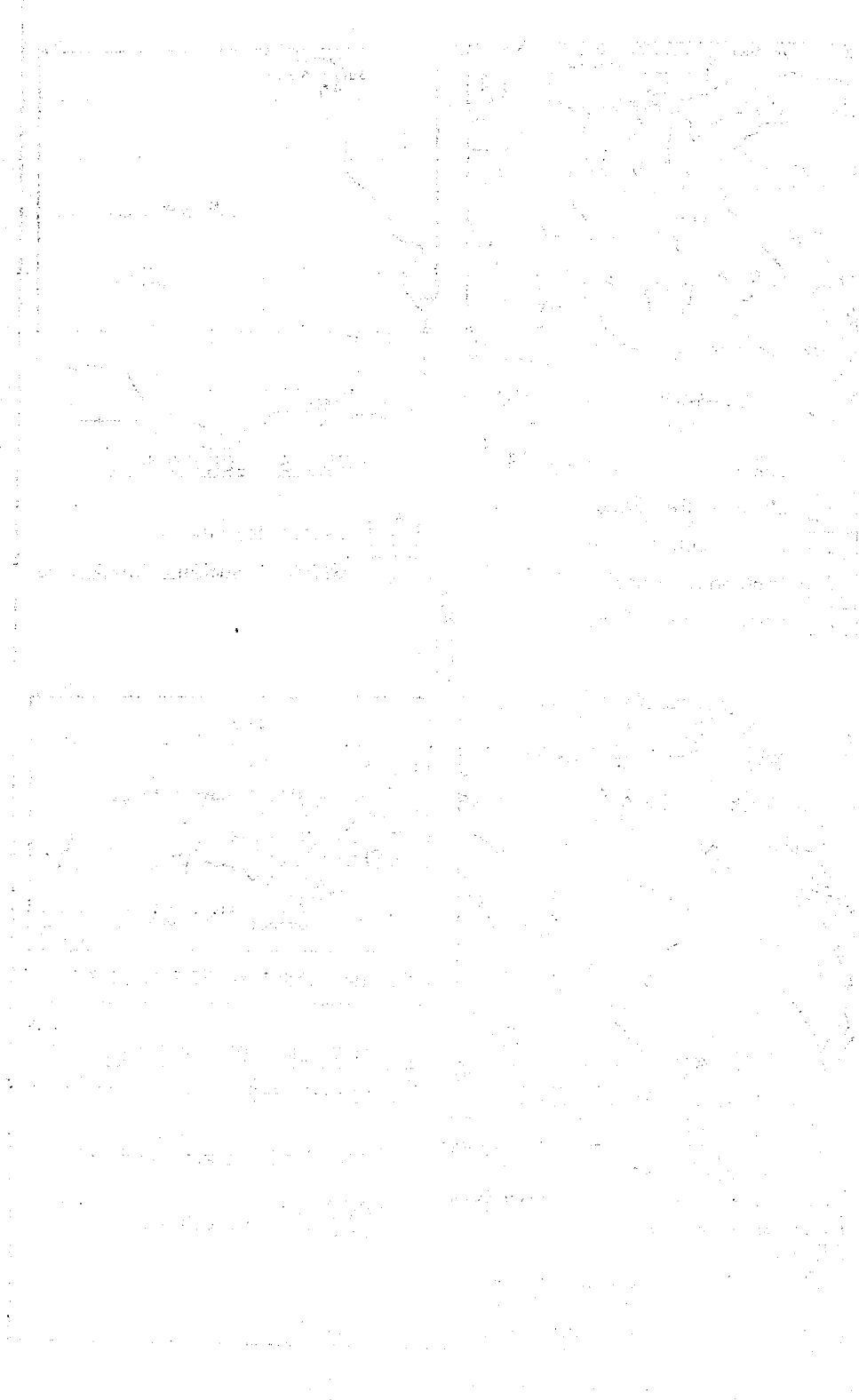


Figura II-4-1 Corología, bioclimatología y otros aspectos de la ecología vegetal del área estudiada

(Adaptado de Martín et al., 1982 y Ley 2/89 de la C. A. A.)





## **II-4-4 - ECOSISTEMAS VEGETALES**

En virtud de la existencia de dos tipos fundamentales de sustratos geológicos de diferente naturaleza química, en Sierra Nevada pueden distinguirse dos grupos de vegetación: la vegetación silicícola o acidófila, que se encuentra sobre suelos desarrollados a partir de rocas metamórficas, micasquistos y cuarcitas, predominantemente; y la vegetación calcícola o basófila instalada sobre los materiales carbonatados del Complejo Alpujárride. Según esto, cada piso bioclimático puede presentar dos series de vegetación.

### **II-4-4-1 La vegetación sobre sustratos básicos**

En el área de este estudio los sustratos básicos ocupan el extremo occidental, dispuestos en una banda que se ensancha en dirección S-NE con un intervalo altitudinal que oscila entre 700 m. y 2.200 m. Ello permite el desarrollo de las series de vegetación mesomediterránea y supramediterránea de la encina, y el comienzo de la serie oromediterránea de la sabina y del enebro rastrero.

**Dominio de los encinares mesomediterráneos basófilos**  
(Losa Quintana et al , 1.986).

Comprende la formación arbórea de encinares

(*Quercus rotundifolia*) y sus comunidades seriales y subseriales. Todas ellas se incluyen en la serie mesomediterránea bética y mariánico monchiquense basófila de la encina, denominada Paeonio coriaceae *Querceto rotundifoliae* sigmetum (Rivas Martínez, 1.982; Valle, 1.985).

Debido a la intensa acción antropozoógena en este espacio, la formación climax está prácticamente ausente en favor de cultivos, muchos de ellos abandonados, repoblación de pinares, series de degradación con un matorral - tomillar bajo y disperso, o etapas de sustitución de aulagares. Lo que originariamente constituía una densa formación de plantas esclerófilas, arbóreas y arbustivas, hoy se manifiesta como árboles aislados entre el matorral o formando dehesa con un bajo porcentaje de cobertura sobre su superficie potencial. Los verdaderos bosques pueden considerarse como relictos, generalmente en lugares poco o nada accesibles.

Cuando los suelos son profundos y frescos, las encinas alcanzan 4 y 5 metros de altura, juntan sus copas y crean en el interior un microclima más húmedo que el xérico circundante. Entre las especies que acompañan al *Quercus rotundifolia*, destacan: *Juniperus oxycedrus*, *Daphne gnidium*, *Quercus coccifera*, *Bupleurum rigidum*, *Paeonia broteri*, *Paeonia coriacea*, etc.

En esta comunidad de encinares existen tres subasociaciones: *typica*, *ulicetosum* y *faginetosum*. La primera corresponde a las situaciones topográficas normales de la serie y de acuerdo con las condiciones macroclimáticas regionales. La subasociación *ulicetosum* representa condiciones microclimáticas en solanas o áreas altitudinalmente más bajas del piso mesomediterráneo. Finalmente la subasociación *faginetosum*, va ligada a la entrada del quejigo en áreas de mayor altitud o barrancos que propicien un incremento de la humedad edáfica.

Otras comunidades que aparecen en este dominio basófilo de la encina son los chaparrales y coscojares, los retamares, los espartales, los matorrales y tomillares, las comunidades rupícolas y las comunidades nitrófilas.

La propia encina en forma de arbusto (chaparro) suele constituir su primera etapa de sustitución, siendo frecuente encontrarla en los bordes del encinar y en el sotobosque de éste. Sin embargo, el coscojar (*Crataego - Quercetum cocciferae*) es una comunidad de aparición escasa por requerir una humedad extra.

Las formaciones de retama y genista (*Retamo - Genistetum speciosae*) son frecuentes en el territorio, sobre todo la retama, que caracteriza las lomas desarboladas hasta los 1.100-1.300 m. La densidad de estas leguminosas es grande cuando se desarrollan sobre suelos

profundos y escasa en suelos muy erosionados. Las especies áfilas de talos clorofilicos como *Retama sphaerocarpa*, *Genista cinerea* subsp. *speciosa*, *Genista scorpius*, *Genista umbellata*, son las dominantes.

Los espartales, tienen relevancia como comunidad densa en los suelos sobre los materiales pliocuaternarios que bordean el W-NW de la zona de estudio. La *Stipa tenacissima*, *Koeleria vallesiana*, *Dactyllis glomerata* y *Stipa pennata*, pueden citarse como especies mas características.

Los aulagares, matorrales y tomillares se presentan sobre suelos erosionados (Litosoles y Regosoles) donde es frecuente que aflore la roca madre. Quizás sea este matorral aclarado y de porte variado la etapa subserial más extendida, se trata de un material heliófilo cuyas especies más típicas son: la salvia (*Salvia lavandulifolia* subsp. *oxyodon*), el alhucemón (*Lavandula lanata*), el romero (*Rosmarinus officinalis*), la romerina (*Cistus clusii*) y la aulaga (*Ulex parviflorus*).

La asociación rupícola, aunque muy escasa, está representada por la comunidad *Campanulo - Phagnaletum teucrietosum* Br. Bl. , afectadas por nitrofilia a causa de la antropización del medio; de igual forma que en los pastizales terófitos, la alianza *Thero - Brachypodion* es sustituida por otras de mayor valor pascícola tales como la

asociación *Medicago - Aegilopetum geniculatae* Rivas Martínez e Izco.

Por lo que respecta a las comunidades de vegetación higrófila del piso mesomediterráneo, éstas se encuentran extremadamente alteradas, aunque en los márgenes de los barrancos es posible encontrar restos de choperas y saucedas.

**Dominio de la encina supramediterránea** (Pérez Raya, 1.988).

La vegetación potencial se corresponde con encinares de *Quercus rotundifolia*, que constituyen una comunidad fanerofítica dominada por la encina carrasca, con un sotobosque rico en nanofanerófitos dudosos y caméfitos.

Esta comunidad, endémica de la provincia corológica Bética, pertenece a la asociación *Berberidi hispanicae - Quercetum rotundifoliae* Rivas Martínez. Aunque aparece de manera fragmentaria debido a la acción humana, se encuentra relativamente bien conservada en algunos enclaves topográficamente favorecidos, sobre suelos arenosos dolomíticos.

Estos encinares, a diferencia de los mesomediterráneos, presentan una composición florística distinta debido a ciertos aspectos ecológicos, como son la

adaptación a una mayor diferencia de temperaturas extremas, alguna tolerancia a la innivación y la disposición a soportar una gran xericidad estival. Estos hechos propician el que según ascienden en altitud, desde 1.300-1.400 m. hasta como máximo los 2.000 m., las encinas disminuyen su tamaño, presentan porte achaparrado y baja cobertura.

Además del bosque típico, en la parte media y superior del piso supramediterráneo puede distinguirse una variante (*Berberidi - Quercetum subsp. arctostaphyletosum crassifoliae* Molero Mesa y Pérez Raya, bien representada en la zona del Trevenque y Alayos de Dílar, se caracteriza por un sotobosque rico en gayuba (*Arctostaphylos crassifolia*) que alcanza su máximo desarrollo en las umbrías y sustratos arenosos dolomíticos tectonizados. Destaca de esta gayuba su papel fijador del suelo.

La primera etapa de sustitución de los encinares supramediterráneos basófilos, corresponde a espinales calcícolas y dolomitícolas con abundancia de lianas, que se desarrollan en suelos profundos, protegidos y algo umbrosos, pertenecientes a la asociación *Lonicero splendidae - Berberidetum hispanicae* Asensi y Rivas Martínez.

La degradación de los espinales da paso a la instalación de comunidades cespitosas, ampliamente

extendidas por el área correspondiente a este piso bioclimático, y dominadas por hemicriptófitos graminoides. Las asociaciones varían según el sustrato, aunque básicamente todas están compuestas por lastonares y tomillares.

La asociación *Helictotricho filifolii* - *Festucetum scariosae* Mtnez Parras, Peinado y Alcaraz, ha sido descrita sobre suelos calizos y calizo-dolomíticos, en los que aparecen predominantemente un denso lastonar. Cuando el suelo es poco profundo y pedregoso, los lastonares son sustituidos por matorrales aclarados o tomillares de la asociación *Convolvulo lanuginosi* - *Lavanduletum lanatae* Rivas Goday y Rivas Martínez. Florísticamente, la comunidad se caracteriza por la abundancia de *Salvia lavandulifolia* y *Lavandula lanata*.

En las arenas dolomíticas la comunidad lastonar corresponde a la asociación *Helictotricho sarracenori* - *Brachypodietum boissieri* Pérez Raya y Molero Mesa, mientras que el matorral tomillar dolomitícola está representado por la asociación *Centaureo bombycinae* - *Lavanduletum lanatae* Mtnez Parras, Peinado y Alcaraz.

El dominio de los bosques caducifolios basífilos (Losa Quintana et al., 1.986), serie *Daphno latifoliae* - *Acereto granatensis* sigmetum, es el correspondiente a los quejigales y acerales béticos basófilos del piso

supramediterráneo (*Acer granatensis*, *Acer monspessulanus*, *Sorbus aria*, *Quercus faginea* y *Crataegus monogyna*). Han desaparecido casi totalmente de su ámbito potencial debido a la intensa deforestación de carácter antrópico. Su nicho ecológico, de suelos profundos y con alto porcentaje de saturación, requiere una elevada humedad situándose en umbrías o en relación directa con cursos de agua, donde la evaporación disminuye. La etapa serial está caracterizada por la asociación *Crataego - Loniceretum arboreae* y las subsecuentes etapas de sustitución expuestas para los encinares. En general, la mayor parte de los cultivos existentes en el piso supramediterráneo sobre sustratos básicos y situados en posiciones de umbría, son potencialmente asignables a este ecosistema.

En resumen, en el piso supramediterráneo quedan algunos restos de encinar potencial, aunque la mejor representación corresponde al matorral de degradación y abundantes repoblaciones de coníferas. Los cultivos son menos frecuentes que en el piso inferior.

#### **Dominio de las sabinas y enebros del piso oromediterráneo (Pérez Raya, 1.988)**

La última serie basófila existente es la oromediterránea bética, de sabinares rastreros (*Daphno oleoidis* - *Pineto sylvestris sigmetum*) que se extiende sobre materiales ricos en bases de la unidad de las Sabinas



y Caldera por encima de 1.900 m. La vegetación actual está compuesta por las etapas seriales de degradación, ya que apenas son significativos los restos climácicos, y por las áreas repobladas de pinos (Pino silvestre, nigra y pinaster).

La vegetación potencial constituye, en su óptimo, una formación densa de nanofanerófitos postrados, acompañados de algún fanerófito de porte arbóreo, siendo frecuentes entre ellos la presencia de caméfitos y nanofanerófitos dudosos, propios de la orla espinosa que les corresponde. La comunidad está caracterizada por la presencia de *Juniperus sabina* y *Juniperus hemisphaerica*. En ocasiones, el *Pinus sylvestris* var. *nevadensis* aparece entre los enebros y sabinas, constituyendo el dosel arbóreo de la comunidad.

La orla forestal de estos sabinares y enebrales rastreros está compuesta por espinales basófilos oromediterráneos pertenecientes a la subasociación *juniperetosum sabinae* Pérez Raya y Molero Mesa, del *Lonicero splendidae* - *Berberidetum hispanicae*.

La destrucción de la vegetación climácica y de los espinales, da paso a la asociación *Festuco hystericis* - *Astragaletum granatensis* Quezel. Este matorral serial xeroacántico es el dominante en la superficie ocupada por la serie, estando compuesto de caméfitos espinosos

almohadillados de cobertura media a densa y pequeña talla. Esta comunidad está netamente relacionada con elementos homólogos en el Atlas norteafricano. Las especies más características son: *Vella spinosa*, *Astragalus granatensis*, *Astragalus nevadensis*, *Erinacea anthyllis* y *Hormathophylla spinosa*.

La etapa de pastizal vivaz se diferencia según el tipo de suelo sobre el que se asiente. Cuando los suelos son profundos aparece la asociación *Coronillo minima* - *Astragaletum nummularioidis* Pérez Raya y Molero Mesa; este pastizal dominado por nanocaméfitos y hemicriptófitos, en el que son comunes las leguminosas forrajeras, es de gran apetencia para el ganado. En sustratos arenosos calcáreos, sobre todo en las rocas dolomíticas tectonizadas, se desarrolla otro tipo de pastizal vivaz de cobertura media y dominado por hemicriptófitos gramínoides de la asociación *Seselido granatensis* - *Festucetum hystricis* Mtnez Parras, Peinado y Alcaraz.

#### II-4-4-2 La vegetación sobre sustratos silíceos

En el área estudiada más de las 3/4 partes del total superficial está ocupado por materiales pertenecientes al núcleo central de Sierra Nevada. Micasquistos de muy diversa mineralogía, junto a cuarcitas, serpentinitas, anfibolitas, epidotitas, etc., determinan suelos de características distintas a los de la orla calizo-

dolimitica, lo que repercute directamente en marcadas diferencias florísticas, al margen de otros condicionantes ecológicos.

Considerando las comunidades climácicas sobre sustratos ácidos, en el área podemos diferenciar los siguientes ecosistemas vegetales: Encinares meso y supramediterráneos, melojares supramediterráneos, enebrales y piornales oromediterráneos y pastizales psicroxerófilos crioromediterráneos.

#### **Dominio de los encinares silicícolas nevadenses**

(Valle, 1.985; Losa Quintana et al. 1.986; Molero Mesa 1.988)

Se corresponde con la serie meso-supramediterránea filábrido-nevadense silicícola de la encina, perteneciente al Adenocarpus decorticantis - Querceto rotundifoliae sigmetum, que tiene como asociación madura o climax Adenocarpus - Quercetum rotundifoliae Rivas Martínez.

Como ecosistema abarca el territorio potencial del encinar desarrollado sobre sustratos ácidos. El encinar natural se encuentra muy alterado, habiéndose utilizado mucho estos lugares para el desarrollo de pastos y cultivos. En la actualidad han sido abandonados y se observa una lenta recuperación del matorral. En general la

mayor parte de su superficie aparece hoy dominada por las comunidades seriales de vegetación, manifiestamente diferentes respecto a las del encinar de sustratos básicos.

El encinar climácico es más abundante en el piso supramediterráneo, en condiciones topográficamente favorecidas, con elevada iluminación, precipitación inferior a 600 mm. y en exposiciones de solana donde la evapotranspiración es considerable. El *Quercus rotundifolia* puede alternar de forma esporádica en los declives y zonas de escorrentía con el *Quercus fagínea*. Arbustos asociados son: *Juniperus oxycedrus*, *Crataegus monogyna* y *Pistacia lentiscus*.

En el área, sin embargo, son las comunidades seriales de degradación las que están mejor representadas. La primera etapa es un matorral de leguminosas constituido por altos piornos presididos por *Adenocarpus decorticans* y *Cytisus reverchonii*, junto con *Genista versicolor* en las partes menos soleadas, representando la asociación Cytiso - Adenocarpetum decorticantis Valle.

Los espinales aparecen en suelos más pedregosos y áreas de mayor humedad freática; sus especies dominantes son el *Crataegus monogyna*, *Rosa* sp. pl., *Lonicera arborea* y *Berberis hispanica*.

El lastonar, que sólo se encuentra esporádicamente, es

el tercer estadio subserial denominado: *Dactylo hispanici - Festucetum scariosae* Mtnez Parras, Peinado y Alcaraz.

Por último el tomillar - jaral está constituido fundamentalmente por *Cistus laurifolius* y *Halimium viscosum* de la asociación *Thymo - Cistetum laurifolii* Mtnez Parras, Peinado y Alcaraz.

**Dominio de los melojares supramediterráneos** (Molero Mesa 1.988)

La segunda tesela climática del piso supramediterráneo en el núcleo silíceo corresponde a la serie del climax marcescente del melojo, denominada *Adenocarpo - Querceto pyrenaicae sigmetum*.

Numerosos estudios realizados sobre esta serie de vegetación en Sierra Nevada (Mtnez Parras y Molero Mesa, 1.982; Prieto, 1.975; Prieto y Espinosa, 1.977; Espinosa, 1.976, etc.) han puesto de manifiesto interesantes caracteres ecológicos y corológicos de la misma. Este bosque es poco frecuente, situándose en las áreas más húmedas y/o umbrías de la cara Norte de grandes barrancos, lo que permite a sus componentes sobrevivir en el verano. Otros factores microclimáticos favorecedores son el aire húmedo mediterráneo, la inversión de temperatura debido a la acumulación de aire frío en el fondo de los valles y la humedad edáfica, por las características de composición y

textura del suelo.

Por su extensión, destaca el bosque de la Dehesa del Camarate, aunque del robledal potencial sólo quedan enclaves relictos. Están mejor representadas las series de sustitución, las zonas cultivadas (frecuentemente con castaños) y las áreas repobladas.

Estos bosques se extienden exclusivamente por el piso supramediterráneo siempre que el ombroclima sea al menos subhúmedo. Existen dos biotopos claramente diferenciados: los fondos de valle e inicios de cuencas protegidas (laderas Norte), y las vertientes orientadas al mediterráneo en los niveles de condensación de nieblas veraniegas.

El roble melojo (*Quercus pyrenaica*) es la especie que domina en el bosque, junto al mostajo (*Sorbus aria*) y el cerezo silvestre (*Prunus avium*). En los fondos de valle, con un clima más dulcificado y con un continuo aporte de agua en el subsuelo, el melojar es mucho más variado, apareciendo otras especies arbóreas como *Sorbus torminalis*, *Quercus faginea*, *Prunus domestica* (ciruelo), *Malus sylvestris* (manzano), *Acer granatensis* y *Acer monspessulanum*, *Salix caprea*, et.

Cuando el melojar se pone en contacto con los bosques que requieren mayor cantidad de agua edáfica y que viven

cerca de las corrientes de agua, se enriquece en fresnos (*Fraxinus angustifolius*) y arces, y constituye una variante de la asociación climática: Adenocarpo - Quercetum pyrenaicae aceretosum.

La primera etapa subserial está representada por un piornal de Cytiso - Adenocarpetum o un espinal de Lonicero Rhamnetum cathartici, en función del sustrato y la humedad.

El pastizal vivaz está dominado por el cerrillo (*Festuca elegans*) perteneciente a la asociación Paeonio - Festucetum elegantis Mtnez Parras, Peinado y Alcaraz.

El tomillar - jaral es rico en *Cistus laurifolius*, *Halimium viscosum*, *Thymus mastichina* y *Cistus salvifolius*.

Otras comunidades propias del dominio del melojar, aunque de tipo azonal, son aquellas que tapizan las paredes rocosas estratificadas en taludes y derrubios con especies rupícolas, cuyas asociaciones más características son *Diantho lusitani* - *Antirrhinetum rupestri* Molero Mesa, Marín y López Guadalupe; *Rumex induratus*: *Crepidi* - *Rumicetum indurati* Rivas Martínez y col.

También son muy características las asociaciones *Myrrhoidi* - *Alliarietum petiolatae* Rivas Martínez y Mayor; *Artemisio* - *Helichrysetum serotini* Peinado, Mtnez Parras y Bartolome. La primera está compuesta por especies herbáceas

desarrolladas en el ambiente nemoral del melojar, y la segunda, formada por caméfitos nitrófilos, se encuentra en bordes de caminos, linderos, sendas, etc.

Las comunidades fruticasas de ribera son escasas en el piso supramediterráneo, no tanto por la escasez de caudales de agua, sino por las malas condiciones topográficas de valles profundamente abarrancados. Las mimbreras (*Salix atrocinera*) y alisedas (*Alnus glutinosa*) aparecen muy esporádicamente. Las fresnedas, aunque puntuales, son más ricas en especies con predominio del *Fraxinus angustifolius*, junto a arces, melojos y *Salix atrocinerea*.

En los suelos más húmedos y ricos en materia orgánica, destaca la existencia de comunidades herbáceas de megaforbias. Estas son la *Senecio - Aconitetum nevadensis* Quezel, subs. *herachleosum granatensis* y la *Aquilegio - Ranunculetum granatensis* Mtnez Parras, Peinado y Alcaraz, está última ubicada en bordes de arroyos y acequias.

**Dominio de los enebrales y piornales oromediterráneos**  
(Molero Mesa 1.988 y Losa Quintana et al. 1.986)

Este dominio abarca el matorral presente por encima de 2.000 m. hasta 2.800-3.000 m., sobre sustratos compuestos de micasquistos y cuarcitas, ocupando grandes extensiones y manifestándose muy uniforme en todo el piso oromediterráneo silicícola nevadense. Se trata de una



formación arbustiva de carácter xerófilo - espinoso, a veces muy densa aunque poco elevada. Pese al acusado pastoreo que soporta, al efecto del fuego y a la aridez estival, el recubrimiento medio de amplias superficies alcanza un porcentaje muy elevado (hasta 90 y 100% en muchos casos). También es común el matorral de degradación e incluso algunas repoblaciones forestales han alcanzado la parte más baja de este territorio.

El piso oromediterráneo sólo posee una serie de vegetación, Genisto - Junipereto *nanae* sigmetum, con la particularidad de que su comunidad climax, Genisto - Juniperetum *nanae*, Quezel, no es arbolada. La climax climática está dominada por coníferas no arbóreas, principalmente el enebro rastrero *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica*. Acompañan al enebro, la sabina *Juniperus sabina*, constituyendo el paisaje típico vegetal en rodales con ambas especies, apareciendo en los espacios libres las almohadillas de *Genistas versicolor* (en ambiente más seco y/o frío) y/o *Cytisus oromediterraneus* (en suelos menos pedregosos).

Las comunidades de piornos, enebros y sabinas apenas dejan crecer otras especies como las gramíneas *Deschampsia ibérica*, *Thlaspi nevadensis* o *Arenaria montana*.

La destrucción del enebral - piornal da lugar a la expansión de tomillares y pastizales psicroxerófilos de

diversa significación.

En general, pueden diferenciarse cuatro asociaciones donde las comunidades vegetales se adaptan a condiciones ambientales diferentes. En las áreas de clima y sustrato típico del piso, aparece la asociación Arenario - Festucetum indigestae, compuesta de caméfitos y hemicriptófitos gramínoideos de hojas duras y aspecto almohadillado. Algunas especies típicas son: *Thymus serpylloides*, *Festuca indigesta*, *Arenaria tetraquetra* subsp. *imbricata*, etc.

En suelos poco ácidos, muy pedregosos y poco protegidos, se desarrolla la asociación Arenario - Sideritetum glacialis Quezel, cuyos elementos más representativos de la comunidad son la zahareña (*Sideritis glacialis*) y el cojín de pastor (*Arenaria pungens*).

La asociación Armerio - Agrostietum nevadensis Quezel, se identifica con declives protegidos, donde la nieve permanece mayor tiempo y el ambiente es más húmedo y menos frío. Las especies dominantes son *Agrostis nevadensis* y *Armeria splendens*.

En laderas soleadas y de fuerte inclinación se desarrolla la asociación Festucetum spadiceo - pseudoeskliae Quezel, compuesta de un lastonar cuya especie principal es la *Festuca pseudoesklia*.

Finalmente, cabe destacar las comunidades azonales, propias de especiales condiciones microclimáticas y edafogenéticas. Destacan las siguientes asociaciones: Sedo - *Centranthetum nevadensis* Quezel, en paredes de gran inclinación; Digitali - *Senecietum granatensis* Quezel, característica de pedregales más o menos móviles; Omalotheco - *Lepidietum stylati* Mtnez Parras, Peinado y Alcaraz, propia de ventisqueros de larga permanencia de nieve; y Campanulo - *Polystichetum lonchitidis* Molero Mesa, desarrollada en los grandes bloques de antiguas morrenas laterales cuaternarias. Las comunidades nitrófilas de bordes de caminos, senderos, veredas y cercanías de asentamientos de ganado, se han englobado en dos asociaciones: Festuco - *Verbascetum nevadense* Esteve y López Guadalupe, y Cirsio - *Dactyletum juncinelli* Molero Mesa, Marín y López Guadalupe.

Especial tratamiento merecen las comunidades higrófilas denominadas "borreguiles". Se trata de pequeños prados siempre verdes localizados alrededor de lagunas, arroyos, acequias y cualquier depresión con acumulación de agua. La vegetación de estas zonas está compuesta por varias asociaciones de muy distinta índole florística y ecológica.

En un transecto teórico desde el borde de la laguna hasta el contacto con las comunidades climatófilas, se pueden distinguir las siguientes comunidades: Asociación

Sedo - Saxifragetum alpigenae Mtnz Parras, Peinado y Alcaraz, en los bordes de la laguna o arroyo con agua limpia móvil y oxigenada; asociación Ranunculo - Caricetum intricatae Mtnz Parras, Peinado y Alcaraz, en áreas con agua estancada; asociación Veronico langei - Festucetum rivularis Quezel, en situaciones intermedias a las dos anteriores. La asociación Nardo - Festucetum ibericae Quezel, constituye un césped denso de gramíneas que forma los borreguiles propiamente dichos, en suelos no encharcados aunque sí húmedos, y que se secan en verano, las especies dominantes son Nardus stricta y Festuca ibérica.

**Dominio de los pastizales psicroxerófilos  
crioromediterráneos** (Losa Quintana, 1.988)

Se corresponde con la serie crioromediterránea nevadense silicícola de Festuca clementei: Erigeronto frigidí - Festuceto clementei sigmetum. Sierra Nevada es el único lugar en el Sur de la Península Ibérica donde se desarrolla este tipo de ecosistema, caracterizado por un pastizal de escasa envergadura en el que predominan los hemicriptófitos y algunos nanocaméfitos.

La vegetación que pertenece a este piso, por encima de 3.000 m. de altitud, no forma un tapiz continuo, sino que las plantas aparecen sólo en algunas zonas, dejando grandes áreas sin vegetación aparente. A veces resulta difícil

delimitar el área completa de esta serie, puesto que muchas de sus comunidades han colonizado el piso inferior al desaparecer los matorrales propios del mismo.

El pastizal referido, en apariencia homogéneo, presenta variaciones en su composición florística a causa del clima, el sustrato, la humedad edáfica o ambiental y los condicionantes topográficos. En este sentido podemos diferenciar: el pastizal estable de zonas protegidas y suelos desarrollados, los pastizales de humedad prolongada y la vegetación de los canchales.

El pastizal estable o etapa madura está caracterizada por la presencia de *Festuca clementei*, gramínea endémica de Sierra Nevada, junto a *Erigeron frigidus*, *Eryngium glaciale*, *Agrostis nevadensis*, etc. En zonas fuertemente batidas por el viento aparece otro tipo de pastizal, con *Galium pyrenaicum*, *Trisetum glaciale*, *Arenaria tetraquetra* y *Holcus lanatus*; requiriendo suelos algo espesos y con procesos de crioturbación.

En las zonas más bajas del piso crioromediterráneo y ocupando laderas soleadas con fuerte inclinación y microclimas más templados, a causa de su exposición e iluminación, así como cierta protección frente al viento, aparece un lastonar cuyas gramíneas características son *Festuca spadicea* y *Festuca pseudoeskia*.

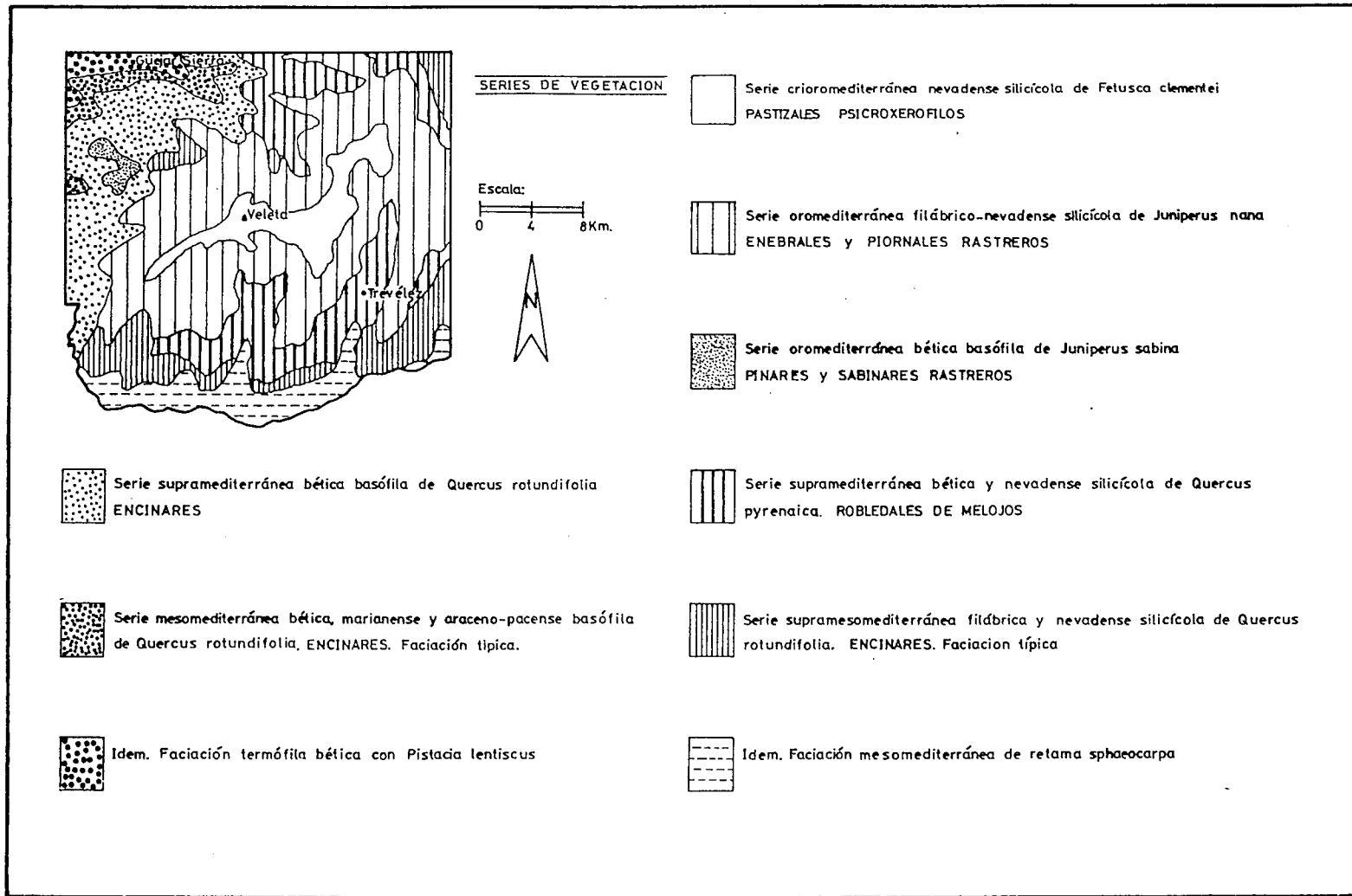
En zonas cubiertas por nieve durante más tiempo y con humedad prolongada, el pastizal está compuesto predominantemente por *Agrostis nevadensis* y *Armeria splendens*, ambas especies endémicas.

Sobre los canchales y pedregales móviles, el pastizal presenta un carácter pionero con algunas plantas adaptadas a sus peculiaridades, como son las especies: *Viola crassiuscula*, *Linaria glacialis*, *Papaver lapeyronsianum* y *Holcus caespitosus*. La densidad de cobertura es muy baja. En los paredones rocosos y en grietas o fisuras con algún soporte edáfico aparecen plantas muy especializadas como son *Saxifraga nevadensis* y *Draba dubia*.

#### II-4-4-3 Distribución areal de los dominios de vegetación

La distribución y extensión de los dominios definidos en el área de estudio puede apreciarse en las figuras II-4-1 C y II-4-2, donde se han representado las series de vegetación potencial que los caracterizan.

El dominio de los encinares basófilos meso-supramediterráneos está restringido al borde W, siendo algo más común en el extremo NW desde Güejar Sierra hasta los Alayos del Dílar, desde donde continúa hacia latitudes meridionales convertido en una estrecha franja hasta las inmediaciones de Lanjarón. De forma puntual en el sector



**Figura II-4-2 Series de vegetación potencial**  
 (Extraído de Rivas Martínez, 1.987)

1870

1871

1872

1873

1874

1875

1876

1877

1878

1879

1880

1881

1882

1883

1884

1885

1886

1887

1888

1889

1890

1891

1892

1893

1894

1895

1896

1897

1898

1899

1900

1901

1902

1903

1904

1905

1906

1907

1908

1909

1910

1911

1912

1913

1914

1915

1916

1917

1918

1919

1920

1921

1922

1923

1924

1925

1926

1927

1928

1929

1930

1931

1932

1933

1934

1935

1936

1937

1938

1939

1940

1941

1942

1943

1944

1945

1946

1947

1948

1949

1950

1951

1952

1953

1954

1955

1956

1957

1958

1959

1960

1961

1962

1963

1964

1965

1966

1967

1968

1969

1970

1971

1972

1973

1974

1975

1976

1977

1978

1979

1980

1981

1982

1983

1984

1985

1986

1987

1988

1989

1990

1991

1992

1993

1994

1995

1996

1997

1998

1999

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

2014

2015

2016

2017

2018

2019

2020

2021

2022

2023

2024

2025

2026

2027

2028

2029

2030

2031

2032

2033

2034

2035

2036

2037

2038

2039

2040

2041

2042

2043

2044

2045

2046

2047

2048

2049

2050

2051

2052

2053

2054

2055

2056

2057

2058

2059

2060

2061

2062

2063

2064

2065

2066

2067

2068

2069

2070

2071

2072

2073

2074

2075

2076

2077

2078

2079

2080

2081

2082

2083

2084

2085

2086

2087

2088

2089

2090

2091

2092

2093

2094

2095

2096

2097

2098

2099

2100



supramediterráneo (ladera Norte del Cerro Trevenque, al E de la casa forestal de las Víboras, etc.), se distingue la serie de los bosques caducifolios sobre suelos básicos correspondiente a los quejigales y acerales béticos.

La serie de mayor altitud, situada en suelos con alto porcentaje de saturación de bases, es la *Daphno oleoidi - Pineto sylvestris sigmetum*, a la que se atribuye una vegetación potencial de pinares y sabinares rastreros. Esta se ubica a ambos lados del interfluvio de los ríos Dílar y Monachil, aunque también se ha reconocido en áreas al NW del Pico Cañadillas, Corazón de la Sandía y en el interfluvio Torrente - Dúrcal.

En el núcleo nevadofilábride y comenzando por las zonas cacuminales, puede observarse la serie crioromediterránea en altitudes superiores a los 2.900 m., abarcando un amplio sector desde el pico del Caballo hasta la Loma de las Albardas y Tajo Colorado. Ocupa por tanto las cabeceras de los principales ríos, a ambos lados del cordón que separa las dos vertientes de Sierra Nevada.

La envolvente, inmediatamente más baja, de los pastizales psicroxerófilos, es la serie de las sabinas y los enebros nevadenses sobre suelos ácidos, quizás la vegetación más característica del área de estudio y por supuesto la que mayor porcentaje areal ocupa respecto al total.

El dominio de los melojares supramediterráneos nevadenses se presenta en dos sectores claramente diferenciados, entre 1.250 y 2.000 m. de altitud. El más septentrional ocupa las laderas de orientación preferente al Norte de los ríos Genil y Maitena; incluso Rivas Martínez (1.987) lo continúa hasta el Hornillo (extremo NE) pasando por la Dehesa del Camarate. Por otro lado, en la vertiente Sur del macizo, el límite altitudinal de la serie baja por debajo de los 1.000 m. (Valle Tendero, 1.982), situándose los enclaves más significativos en los barrancos de los ríos Trevélez, Poqueira, Chico y Lanjarón. Otras ubicaciones menores son los Barrancos de Manuel Cazar, de las Pedrizas, del Caballo, etc.

Por último, la serie de los encinares silicícolas con sus dos facias supra y mesomediterránea, está presente casi exclusivamente en la vertiente sureña de la Sierra, en una banda E-W desde Bérchules a Lanjarón, a excepción de un enclave en el Arroyo de Alhorí (vértice NE del área).

## II-4-5 - VEGETACION Y USO ACTUAL

La influencia antrópica acaecida durante largo tiempo sobre Sierra Nevada, se ha dejado sentir en las diversas facetas del medio natural, aunque quizás sea la flora la que con mayor intensidad se ha visto afectada en un sentido adverso por las numerosas roturaciones, quemas, podas, carboneos, etc., que han transformando paulatinamente el paisaje virgen en zonas de cultivo agrícola y de pastoreo. Posteriormente se han modificado también los usos de determinados sectores introduciendo repoblaciones forestales con un acierto u oportunidad dispar.

Se esbozará a continuación la tipología y distribución de la vegetación actual en el área que nos ocupa, así como de los cultivos agrícolas, utilizando como fuente de documentación los mapas de cultivos y aprovechamientos a escala 1:50.000 y 1:200.000 del MAPA (1.976, 1.978 y 1.986).

A grandes rasgos y dejando a un lado las superficies improductivas (2%), constituidas por afloramientos rocosos sin vegetación, la figura II-4-3 señala los tipos fundamentales de ocupación del suelo por especies vegetales: Matorral, coníferas, frondosas, matorral con frondosas y cultivos.

El matorral sin arbolado ocupa alrededor de 415 Km<sup>2</sup>, distribuyéndose desde las cotas más bajas hasta las cumbres. Incluye el pastizal asociado, representado por especies de gramíneas de poco valor nutritivo y el trébol blanco común en las áreas más húmedas. El matorral está compuesto mayoritariamente por tomillo, romero, aulaga, retama, esparto y piornal en las zonas más altas.

Estos aprovechamientos colonizan suelos poco profundos, escarpados y pedregosos con frecuentes afloramientos rocosos. Determinados sectores se corresponden con antiguas zonas marginales cerealistas y/o de pastos que al ser abandonados, han sido invadidos por el matorral.

La superficie forestal arbolada está fundamentalmente constituida por repoblaciones de coníferas, 14.900 has., que representan un 19% del total del área de estudio. La situación de las diferentes especies está determinada por la cota, ocupando las zonas más bajas el *Pinus pinaster* y el *Pinus halepensis*, siguiendo en orden de altitud el *Pinus nigra* o *laricius*, el *Pinus sylvestris* y en las zonas más altas, en enclaves reducidos, el *Pinus uncinata*. La edad y estado de conservación de los pinares es muy variable, existiendo zonas quemadas recientemente, como el área de Peña Caballera. En general, la distribución de las coníferas en el área de estudio responde a un anillo discontinuo y concéntrico por debajo de 2.500 m. de cota,

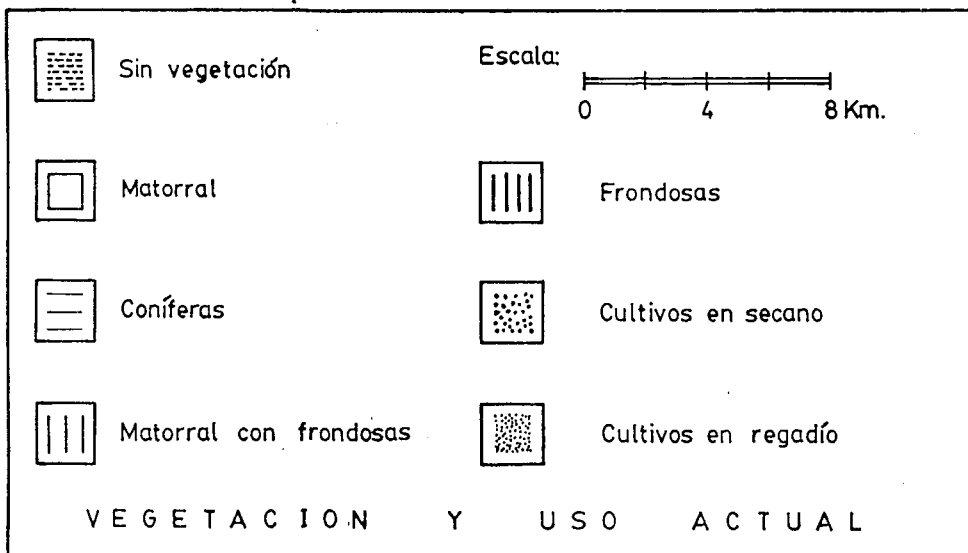
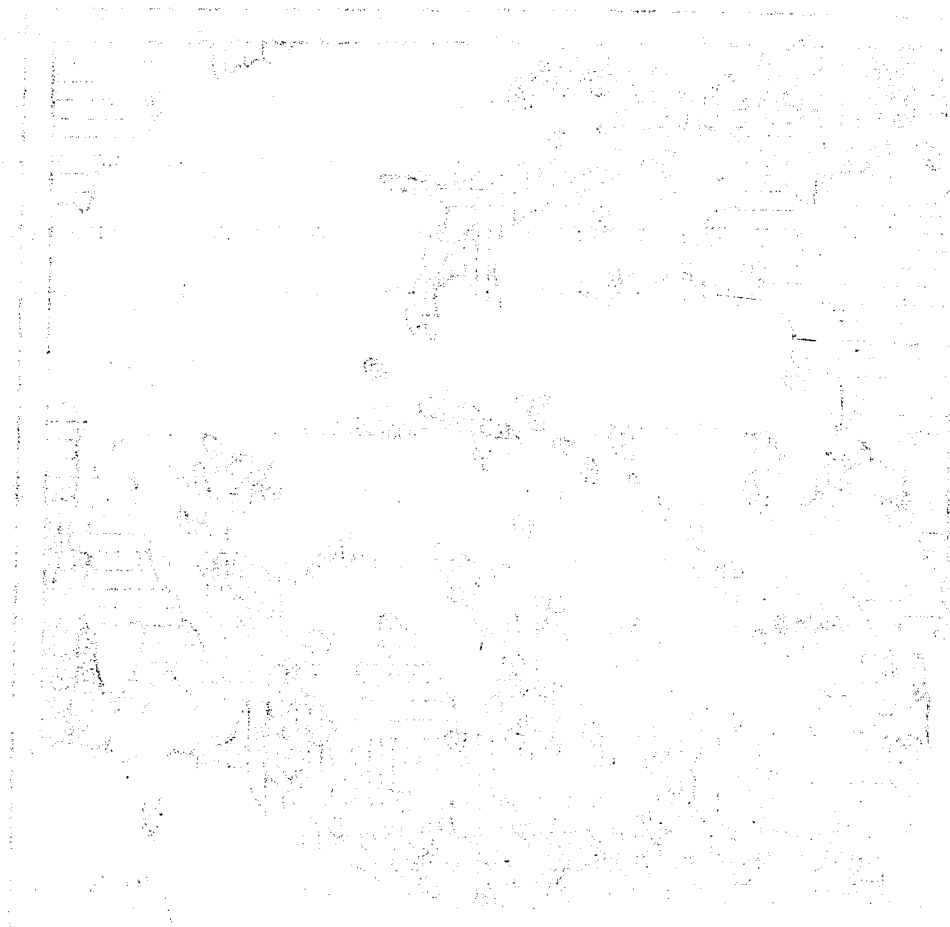


Figura II-4-3 Mapa de vegetación y uso actual  
(Adaptado de M.A.P.A., 1.986)



Very faint, illegible text or a legend, possibly describing the map's details or providing a key for the symbols used. The text is too light to read accurately.

situándose los mayores núcleos en el perímetro Sur, Este y Oeste del sector considerado.

El *Pinus halepensis* aparece por debajo de 1.600 m. de altitud - la mayor parte entre 800 y 1.200 m. -, aunque como todos los demás suele estar mezclado con otras especies, su mayor presencia se encuentra en los Alayos de Dílar, Collado del Pino, y laderas del Barranco del Búho y Río Torrente. La densidad media de la masa varía según la edad entre 250-40 pies/ha, su volumen maderable con corteza es de 4,38-7,22 m<sup>3</sup>/ha y el crecimiento anual maderable de 0,45-0,27 m<sup>3</sup>/ha.

En cotas inferiores a 2.000 m. y sobre todo entre 1.200 y 1.600 m., encuentra su óptimo el *Pinus Pinaster* (Pico de la Carne, Barranco del Castillejo, laderas NW del río Dúrcal, etc.). La densidad media de la masa está comprendida entre 300-85 pies/ha, el volumen maderable es de 3,6-30,2 m<sup>3</sup>/ha y el crecimiento anual de 0,5-1,2 m<sup>3</sup>/ha.

El *Pinus nigra* tiene la misma distribución altitudinal que el anterior, si bien en el área sólo aparece mezclado con el *Pinus sylvestris* en el extremo NE, desde El Posterillo a El Oquedal.

Las zonas de *Pinus sylvestris* son mayoritarias en toda el área y casi exclusivas en la vertiente Sur. El intervalo altitudinal más frecuente oscila desde 1.600 a 2.500 m. La

densidad es de 250-25 pies/ha, el volumen con corteza de 2,8-4,8 m<sup>3</sup>/ha y el crecimiento anual es de 0,34-0,2 m<sup>3</sup>/ha. Algunas ubicaciones destacables son el SE del área (Prado Seco, Pico de Fuentefría), laderas de los ríos Chico y Trevélez, Cueva de Vacares, El Chorro, Cerro del Trevenque, Huenes, Dornajo, vertientes orientales de Peñabón, etc. El *Pinus uncinata* sustituye al *P. sylvestris* a mayores cotas, aunque su representación es puntual en el área estudiada, concretamente en la ladera W del río de Trevélez (2.100-2.350) y en el Refugio de Lanjarón (2.500-2.700 m.).

Las frondosas ocupan un 5% del área, siendo las especies más destacadas el *Quercus ilex*, el *Castanea sativa* y el *Quercus pyrenaica*. Los núcleos más extensos se localizan en la cuenca del río Dúrcal entre 1.500-2.300 m., Barranco de Manuel Cázar y Barranco Seco en la cuenca alta del Monachil, margen izquierda del río Genil desde 1.200 a 2.100 m., además de otros enclaves dispersos. En la vertiente Sur destaca una banda de dirección W-E desde Bubión al cauce del río Trevélez. Castañares importantes son los de Güejar Sierra y al N de Lanjarón, cuya densidad de árboles es de 40-50 pies/ha.

En cuanto a la distribución de la propiedad de los montes, la mayor extensión pertenece a montes consorciados, de utilidad pública y particulares. Existen dos núcleos fundamentales donde se ubican los montes cuya propiedad corresponde a órganos administrativos autonómicos o del



Estado, concretamente en las cuencas de los ríos Lanjarón, Chico y Poqueira, zonas adyacentes al Arroyo Huenes así como la parte oriental de las Lomas del Padul. En general la distribución de frondosas coincide mayoritariamente con montes de utilidad pública o particulares. No obstante la condición de Parque Natural con que se ha declarado recientemente la mayor parte del área de estudio (figura II-4-1 D), obliga a sus propietarios a actuar según las directrices de la Ley 2/1.989 de 18 de Julio de la Comunidad Autónoma de Andalucía, por la que se aprueba el Inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía.

Las zonas de matorral y pasto, asociados a frondosas (3,5% del total) y las áreas cultivadas (unas 13.000 ha) completan el inventario de usos y aprovechamientos. Las primeras son especialmente destacables en Prado Chapitel - Dehesa del Camarate, margen izquierdo del río Genil, ambas laderas del río Trevélez desde su intersección con el río Poqueira (460 m.) hasta Peñabón (2.000 m.), Atalaya de Soportújar, etc.

Respecto a las áreas cultivadas, existen numerosos aprovechamientos entre los que destacan los regadíos, los frutales y los cereales. Sobre todo son frecuentes las huertas constituidas por pequeñas parcelas familiares que forman bancales con albarradas de piedra, en superficies de acusada pendiente. Se cultivan con cereales, leguminosas,

forrajes y otros productos hortícolas; los bordes de estos bancales están plantados de árboles frutales, olivos, almendros o higueras.

La extensión de las huertas es considerable en el área, destacando las situadas en Bérchules, a lo largo del río Trevélez, las de Lanjarón, las de Güejar Sierra y Pinos Genil, etc. En general suelen situarse en áreas de influencia antrópica, cercanas a los pueblos.

Otros puntos diseminados por la Sierra también están dedicados a cultivos, en general mediante labores intensivas, cuyos ejemplos más importantes se localizan en la Placeta del Purche, Cerro de Don Luis y cuenca alta de los ríos Dúrcal y Poqueira, sin sobrepasar en ningún caso los 2.500 m. de altitud.

**PARTE III**

**ESTUDIO DE LOS SUELOS**



## CAPITULO 1

### UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS



### III-1-1 - INTRODUCCION

La sistematización, representación cartográfica y agrupación de las unidades taxonómicas de los suelos del sector considerado de Sierra Nevada, en un mapa y memoria de suelos, se ha resuelto con el establecimiento de 31 unidades básicas de suelos y 4 unidades misceláneas de tierras, atendiendo a criterios homogéneos de escala, distribución y dominancia de las tipologías establecidas, según lo especificado en el capítulo de material y métodos.

Se puede afirmar que la información obtenida acerca de la distribución de los suelos y la relación de éstos con los factores formadores, es lo suficientemente amplia como para globalizar resultados puntuales y establecer unos controles cartográficos con un alto grado de precisión.

### III-1-2 - CONTROLES CARTOGRAFICOS

En términos generales la aparición de una u otra unidad de suelos, está en función de una serie de combinaciones de factores y características que a continuación se detallan.

En primer lugar, la litología o material original separa dos grandes grupos de materiales de partida con diferencias en cuanto a propiedades y comportamiento físico-químico frente a los procesos de meteorización y en concreto, de los de edafogénesis. Se distinguen por tanto unidades sobre materiales silícicos con suelos de reacción ácida, débilmente ácida o neutra y unidades sobre materiales carbonatados con un pH en la solución del suelo de carácter básico.

Las unidades silícicas ocupan la mayor extensión (562 km<sup>2</sup>) localizándose en los afloramientos de rocas metamórficas, esencialmente de carácter metapelítico (micasquistos) con diferentes facies paragenéticas, junto a cuarcitas, gneises, serpentinitas, anfibolitas, etc. Los suelos ricos en carbonatos aparecen en la parte occidental, sobre todo en el Noroeste, a partir de los materiales alpujárrides calizo-dolomíticos, filitas carbonatadas o contaminadas por los afloramientos carbonatados circundantes, y materiales detríticos (conglomerados,



arenas, limos y calcarenitas) miocenos y pliocenos, poco representados en el extremo W del sector septentrional.

El relieve, mediante las variaciones de la altitud, la pendiente y la orientación topográfica, controla la aparición de un gran número de unidades de suelos entre las que destacan aquellas que tienen como letra prefijo y característica de Gran Grupo (Soil Survey Staff, 1.975) los términos "Cry" y "Xer", que hacen referencia a la aparición de un régimen de temperatura críico o la ausencia de éste, y un régimen de humedad xérico, respectivamente, cuyos límites altitudinales están claramente definidos en el área.

Se han separado también unidades con suelos de escaso desarrollo (Orthent), asociadas a facetas del relieve recientes muy inclinadas y áreas cacuminales erosivas con una mínima edafogénesis. Las superficies de pendiente más suavizada suelen corresponder con unidades que contienen suelos de mayor espesor y evolución (Inceptisoles y Mollisoles). Igualmente, el grado de intensidad erosiva ha sido empleado como un criterio más en la definición cartográfica, del mismo modo que la situación deposicional contraria.

El tercer patrón cartográfico es la separación de unidades a partir de la vegetación natural que sostiene. Se distinguen unidades de suelos según sustenten bosque

autóctono, matorral, sustrato herbáceo o vegetación higrófila de prado, con su correspondiente nivel de cobertura.

La actividad antropozoógena a través de las improntas edáficas ocasionadas, se ha considerado como un factor más a la hora de delinear las unidades cartográficas, diferenciándose áreas de cultivos antiguos y/o actuales, las sometidas a repoblaciones forestales recientes, las áreas urbanas, aquellas otras con infraestructura ingenieril (pistas, edificaciones, desmontes), suelos construidos o aparatados, etc.

La acumulación de piedras en superficie y la presencia de afloramientos rocosos, se han considerado también como rasgos de entidad suficiente para ser cartografiados independientemente.

Por último, el clima y la edad de las superficies geomórficas, coadyuvan al establecimiento de un elevado número de unidades básicas, preferentemente a partir del régimen de humedad (xérico, údico y ácuico) y de temperatura (críico y otros), así como la diferenciación entre superficies antiguas estabilizadas, áreas coluviales muy recientes y laderas sometidas continuamente a la renovación de materiales.

### III-1-3 - PARAMETROS EDAFICOS DETERMINANTES EN LA CARTOGRAFIA

Antes de pasar a concretar y analizar cada una de las unidades establecidas, se esboza sucintamente como varían los parámetros edáficos con influencia más directa en la cartografía y evaluación de suelos.

El perfil de suelo y su espesor está en función de la pendiente, la cota, el nivel de erosión-deposición, la vegetación y el uso. Horizonaciones del tipo A, C(R) pueden llevar aparejado un solum desde <10 cm. en áreas denudadas, escarpadas y/o cacuminales y sin cubierta de vegetación; hasta >100 cm. en suelos semiconstruidos por el hombre o bien con un origen aluvial, acumulaciones en depresiones kársticas e incluso coluviones groseros y espesos de constitución bien orgánica o mineral, de edad reciente y por ende de escasa evolución edáfica.

Situaciones intermedias, entre 30 y 60 cm. de espesor, corresponden a la diferenciación de un horizonte subsuperficial AC o Bw conjuntamente con un mayor desarrollo del horizonte A. Es frecuente también esta casuística cuando el suelo resultante procede de la decapitación, erosión y transformación (por ejemplo terrificación en el sentido de Guerra, 1.972) de algunos horizontes genéticos. La conservación de suelos antiguos -

A, Bt, C - en posiciones de paisaje favorables y poco antropizadas, propicia solums que superan los 70 cm. con facilidad.

En los horizontes superficiales (Ah, Ap) domina en toda la zona el epipedón ócrico, al tratarse en su mayor parte de suelos erosivos y/o modificados por el hombre, con colores claros de matiz y brillo, de evidente influencia del material de partida o bien los llamados colores litocrómicos de matices amarillentos y valores altos de value, si bien el contenido en materia orgánica suele superar el 1%.

Cuando la vegetación en cualquiera de sus tres estratos es relativamente abundante, ésta suministra al suelo un aporte de restos orgánicos que una vez incorporados al suelo en el proceso de humificación, propician epipedones úmbricos y móllicos. Los primeros predominan en los sectores de mayor cota y pendiente, mientras que los móllicos aparecen en áreas menos lavadas y laderas con tendencia a la estabilización, ambas en cotas más bajas. Puntualmente, la acumulación de materia orgánica ha originado horizontes hísticos, en condiciones muy específicas como son los puntos de surgencia de agua.

En relación a los horizontes subsuperficiales, su presencia está controlada fundamentalmente por la pendiente y la cota, teniendo los grupos de suelos el carácter éntico

cuando ambos factores son extremos. El horizonte de diagnóstico más abundante es el cámbico (Bw), aunque en ocasiones es difícil diferenciarlo de los horizontes AC, al estar sus características (color, textura, evidencias de alteración, etc...) en el límite entre ambos tipos de horizontes.

El argílico, poco frecuente en el área silícica y el cálcico, únicamente presente en el área carbonatada, coinciden con los suelos más antiguos y lavados en el primer caso; y en el segundo, con suelos de acumulación de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  secundario, generalmente en el horizonte C, con un alta concentración de caliza pulverulenta y entramados de pseudomicelios. Rara vez aparecen horizontes petrocálcicos y eluviales.

La granulometría de los suelos puede definirse con el calificativo de esquelética, sobre todo en lo que respecta al contenido en peso de fragmentos de diametro superior a 2 mm., en general por encima del 35% y con valores medios del 50%, que puede bajar hasta el 20% en determinadas unidades de suelos cultivados e incluso del orden del 10% en suelos Aquent.

La textura de la tierra fina corresponde a los tipos francos, aunque pueden observarse variaciones entre la zona silícica con texturas franco arenosas y arenoso francas (menos abundantes), y la zona carbonatada con predominio de

texturas franco limosas y franco arcillo limosas, con la única excepción de los Xerorthent (Arenosoles en la clasificación F.A.O, 1.974) del sector del Trevenque.

La reserva de agua en mm. varía lógicamente en función del espesor, el contenido de materia orgánica y la textura del suelo, considerándose una reserva media para los principales órdenes de suelos: Entisoles, Inceptisoles y Mollisoles, de 15-35, 25-60 y 30-60 mm., respectivamente.

Los porcentajes de saturación en bases y el contenido en carbonatos están claramente definidos por el material original de los suelos. Los suelos sobre materiales alpujárrides suelen tener el complejo de cambio totalmente saturado, o al menos por encima del 80% y unos niveles de carbonato cálcico equivalente entre 15 y 45% como término medio. El área silícica está en la mayor parte de los casos exenta de carbonatos y la saturación oscila entre 10% y 80%, siendo los valores más comunes de 30-40%. En los Mollisoles de esta zona la saturación supera el 65%. Otros órdenes de suelos presentes en el área nevadofilábride pueden tener porcentajes de saturación por encima del 50% en la capa arable, siempre que coincida con suelos de menor altitud, poco lavados y/o procedentes de rocas con abundancia de alcalinotérreos.

Los pHs de los suelos del núcleo ácido de la Sierra disminuyen al ascender en altitud, apreciándose ligeras

diferencias de pH según la tipología de suelos de que se trate. En general los Umbrepts, Ochrepts y Orthents tienen valores que oscilan entre 4,5 y 6,5. Dentro de estos márgenes, cuando la altitud es superior a 2.500 m. el pH se sitúa entre 4,8 y 5,9, y por debajo de 1.500 m. entre 5,3 a 6,5.

Los Haploxerolls tienen pHs sensiblemente superiores y con menor rango de variación, estimándose el intervalo más probable desde 6,0 a 6,6. Los suelos más ácidos son los Aquent, con valores entre 4,2 y 4,6.

Los pHs básicos de la zona alpujárride suelen estar comprendidos desde 7,5 a 8,3, pudiendo llegar a 8,8 en suelos extremadamente calcáreos y cuya  $P_{CO_2}$  en la atmósfera del suelo debe ser muy elevada (Garrels y Christ, 1.965)

La capacidad de intercambio catiónico y la cantidad de materia orgánica, ambos parámetros referidos a la capa arable, están estrechamente relacionados al existir ligeras diferencias entre suelos en cuanto al contenido de arcilla de los 20 cm. superficiales y por lo tanto, es el contenido en materia orgánica el que marca las variaciones de C.E.C.

En el porcentaje de materia orgánica no muestran diferencias notables los suelos del área silícica respecto a los de la carbonatada, para tipologías similares. Por el contrario, la capacidad de intercambio catiónico es

superior en los suelos del sector alpujárride, hecho atribuible a la presencia de texturas algo más finas con algunos términos arcillo-limosos.

Los contenidos en materia orgánica oscilan en el área entre 1% y 12%, correspondiendo los valores más bajos a Entisoles y los más altos a Mollisoles y Haplumbrepts; considerándose comunes para el resto de Umbrepts, los porcentajes del orden de 4% al 8%. La C.E.C. suele estar comprendida entre 5 y 12  $\text{cmol}^+ \text{Kg}^{-1}$  en la mayoría de los Umbrepts y Mollisoles, y de 5 a 7  $\text{cmol}^+ \text{Kg}^{-1}$  en los Entisoles. Para la orla caliza estas cifras se incrementan en 5 y 8  $\text{cmol}^+ \text{Kg}^{-1}$ , respecto a los valores anteriores.

En relación a los contenidos de macronutrientes N, P y K, difícilmente pueden darse criterios generales y márgenes de variación uniformes, debido no sólo a la adición de fertilizantes en determinadas áreas, en cantidades y épocas muy diferentes; sino también a la multiplicidad de procesos de liberación a partir de las reservas y a la retención de estos elementos por los coloides del suelo.



### III-1-4 - DESCRIPCION DE LAS UNIDADES CARTOGRAFICAS

Con objeto de eliminar la reiteración en la descripción de las unidades del mapa de suelos (mapa nº 3) y atendiendo a motivos de claridad y utilidad práctica inmediata para el proceso evaluativo posterior, se ha optado por expresar los valores de los parámetros básicos de las unidades en fichas-resumen previamente elaboradas.

Cada una de estas fichas corresponde a la descripción de una unidad en la que se señalan los suelos principales que la componen y los suelos minoritarios acompañantes más destacados. La estructura de una ficha-resumen incluye cuatro apartados: a) Ubicación y extensión cartográfica, b) Características extrínsecas de los suelos, c) Características intrínsecas de los mismos y d) Rasgos y controles cartográficos.

El primer apartado se refiere a la localización geográfica de la unidad, la extensión que ocupa, su porcentaje respecto al total del área y el número de enclaves o manchas cartográficas que se han separado, con indicación de la superficie media más frecuente de las manchas, expresada en hectáreas, y sus márgenes de variación extremos, es decir, superficies de la mancha menor y de la mayor.

En las características extrínsecas de los suelos se definen la fisiografía, la vegetación, los regímenes de humedad y temperatura, los márgenes altitudinales y la pendiente, el material original de los suelos, el uso actual del suelo; y por último, las clases de rocosidad, pedregosidad, erosión y drenaje según los criterios de la F.A.O. (1.977) y la ecuación U.S.L.E. (Wischmeier & Smith, 1.978).

En la descripción de las características intrínsecas de los suelos se han considerado el perfil o perfiles tipo dominantes, los horizontes diagnósticos que pueden definirse y los valores medios de los siguientes parámetros: Espesor del solum, textura, contenido en fragmentos gruesos, reserva de agua en mm., porcentaje de saturación de bases, contenido en carbonatos, pH, capacidad de intercambio catiónico, porcentaje de materia orgánica y niveles de los nutrientes P, K, N. Los tres últimos parámetros se refieren exclusivamente al horizonte A y el resto, al solum tratado como conjunto.

## UNIDAD 1

### SUELOS

**PRINCIPALES:** Haploxeroll típico, Xerochrept típico

**MINORITARIOS:** Xerorthent típico, Crioboroll típico, Haploxeroll últico y éntico

### UBICACION Y EXTENSION CARTOGRAFICA

**LOCALIZACION:** Franja estrecha y discontinua que bordea el contacto entre los materiales alpujárrides y nevadofilábrides

**SUPERFICIE OCUPADA:** 2.054 has. 2,62% del total

**NUMERO DE MANCHAS CARTOGRAFICAS INDIVIDUALIZADAS:** 15 (1,2%)

**EXTENSION DE LAS MANCHAS CARTOGRAFICAS:** Mayor: 650 has.  
Menor: 12 has. Más frecuente: 85 has.

### CARACTERISTICAS EXTRINSECAS

**FISIOGRAFIA:** Grandes vertientes con acaravamiento de largo curso y trazado rectilíneo

**VEGETACION/USO:** Lastonar, matorral de piorno, restos de bosque, tomillar serial de poca cobertura y cultivos

**REGIMEN DE HUMEDAD:** Xérico (xérico de alta montaña)

**REGIMEN DE TEMPERATURA:** Mésico, Frígido y Críico

**ALTITUD (m.):** 1.450 - 2.350

**PENDIENTE (%):** 20 - 70

**MATERIAL ORIGINAL:** Micasquistos, cuarcitas, anfibolitas, gneises y mármoles cipolínicos

**ROCOSIDAD:** Rocosa

**PEDREGOSIDAD:** Excesivamente pedregosa

**EROSION:** Moderada - Media

**DRENAJE:** Algo excesivamente drenado

## CARACTERISTICAS INTRINSECAS

PERFIL: Ah, Bw, C

ESPESOR SOLUM (cm.): 40 - 80

HORIZONTES DIAGNOSTICOS: Móllico, Ocrico, Cámbico

TEXTURA: Franco arenosa

FRAGMENTOS GRUESOS (% peso): 50 - 70

RESERVA DE AGUA (mm.): 35 - 65

SATURACION (%): > 75

CARBONATOS (%): -

pH: 6,0 - 6,5

C.E.C. en A (cmol+ kg<sup>-1</sup>): 7 - 12

MATERIA ORGANICA en Horiz. A (%): 2 - 5

NUTRIENTES en Horiz. A (Kg/ha): P: < 50; K: 150-250; N: 2000-3000

## RASGOS Y CONTROLES CARTOGRAFICOS:

La principal característica de la unidad es el alto porcentaje de saturación en bases del complejo de cambio, en relación a otras unidades del núcleo silícico, derivado tanto de la contaminación de los materiales alpujárrides próximos, como de la existencia de mármoles y anfibolitas en el material original de los suelos. La disminución del lavado por las precipitaciones en esta unidad respecto a las zonas más elevadas, coadyuva al refuerzo de las características eútricas en los perfiles de suelo, desarrollándose el Haploxeroll en áreas de mayor cota con vegetación virgen y sobreengrosadas con el material procedente de la reptación. El Xerochrept se encuentra en zonas de mayor denudación, con cultivos restringidos y en las cotas más bajas de la unidad, donde la mineralización de la materia orgánica es más rápida debido al incremento de la temperatura.

El horizonte A móllico supera los 30 cm. de espesor, el ócrico es inferior a 25 cm. y el Bw entre 20 y 60 cm. en Xerochrept y Haploxeroll, respectivamente. En algunos sectores el horizonte AC sustituye al B, sobre todo en zonas de fuerte pendiente. En los barrancos y cárcavas es relativamente frecuente el Xerorthent.

El perfil representativo es el n° 2 así como otros

similares a los expuestos en unidades cartográficas con las mismas tipologías de suelos.

## UNIDAD 2

### SUELOS

**PRINCIPALES:** Xerorthent típico, Xerochrept típico

**MINORITARIOS:** Rhodoxeralf típico, Haploxeralf típico, Haploxeroll típico y éntico, Xerumbrept típico y éntico, Xerorthent típico

### UBICACION Y EXTENSION CARTOGRAFICA

**LOCALIZACION:** Laderas bajas del Genil, Maitena, Chico, Trevélez, Poqueira, Chico y Lanjarón

**SUPERFICIE OCUPADA:** 4.586 has. 5,85% del total

**NUMERO DE MANCHAS CARTOGRAFICAS INDIVIDUALIZADAS:** 49 (3,8%)

**EXTENSION DE LAS MANCHAS CARTOGRAFICAS:** Mayor: 450 has.  
Menor: 5 has. Más frecuente: 50 has.

### CARACTERISTICAS EXTRINSECAS

**FISIOGRAFIA:** Laderas abancaladas

**VEGETACION/USO:** Cultivos en secano y riego; cultivos arbolados; restos de encinar y melojar autóctonos

**REGIMEN DE HUMEDAD:** Xérico

**REGIMEN DE TEMPERATURA:** Mésico (Térmico)

**ALTITUD (m.):** 600 - 1.950

**PENDIENTE (%):** 25 - 45

**MATERIAL ORIGINAL:** Derrubios nevadofilábrides y materiales silícicos movilizadas por el hombre

**ROCOSIDAD:** Moderadamente rocoso

**PEDREGOSIDAD:** Muy pedregoso

**EROSION:** Ligera

**DRENAJE:** Bien drenado

## CARACTERISTICAS INTRINSECAS

PERFIL: Ap, AC, C1, C2 y Ap, Bw, C1, C2

ESPEJOR SOLUM (cm.): 50 - 60

HORIZONTES DIAGNOSTICOS: Ocrico, Antrópico (Móllico),  
Cámbico (Argíllico)

TEXTURA: Franco arenosa

FRAGMENTOS GRUESOS (% peso): 45 - 70

RESERVA DE AGUA (mm.): 45 - 65

SATURACION (%): 50 - 80

CARBONATOS (%): -

pH: 6,0 - 7,0

C.E.C. en Horiz. A (cmol+ kg<sup>-1</sup>): 10 - 15

MATERIA ORGANICA en Horiz. A (%): 4 - 7

NUTRIENTES en Horiz. A (Kg/ha): P: 100-300; K: 200-400; N:  
2.500-5.000

OBSERVACIONES: Con frecuencia el P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> soluble en ácido  
citríco al 1% es mayor de 250 ppm.

## RASGOS Y CONTROLES CARTOGRAFICOS:

La característica más destacada de la unidad es su carácter antrópico, definido en base al aspecto constructivo que tienen estos suelos y/o por la presencia de un epipedón antrópico.

El suelo mayoritario es el Xerorthent de colores muy oscuros y escasa diferenciación de horizontes, y algo menos el Xerochrept en las partes más edafizadas de la unidad. Puede aparecer también un Xerorthent típico erosivo en las laderas de algunas barranqueras que disectan transversalmente la unidad, y Xerumbrept cuando aparece móllico o sobre todo Haploxeroll cuando el perfil está saturado. En numerosas paratas es difícil distinguir los caracteres de móllico, puesto que los requerimientos de color están en el límite; en ese caso y cuando no presentan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> > 250 ppm. aparece el complejo de suelos Xerochrept-Haploxeroll típico, cuando hay horizonte B y Xerorthent-Haploxeroll éntico, en los bancales menos evolucionados.

Los Alfisoles suelen ser frecuentes en los enclaves de la unidad que conservan frondosas autóctonas o castañares

asilvestrados.

Perfil representativo: nº 30.

[The following text is extremely faint and illegible, appearing to be a series of lines of a report or profile description.]



## UNIDAD 3

### SUELOS

**PRINCIPALES:** Xerochrept dístico, Xerumbrept típico, Xerumbrept éntico

**MINORITARIOS:** Xerorthent típico, Xerochrept típico, Criorthent típico, Criochrept dístico, Criumbrept típico y éntico.

### UBICACION Y EXTENSION CARTOGRAFICA

**LOCALIZACION:** Ubicación dispersa. La mayor parte de las manchas cartográficas aparecen en el sector E y WSW del área

**SUPERFICIE OCUPADA:** 2.838 has. 3,62% del total

**NUMERO DE MANCHAS CARTOGRAFICAS INDIVIDUALIZADAS:** 59 (4,6%)

**EXTENSION DE LAS MANCHAS CARTOGRAFICAS:** Mayor: 360 has  
Menor: 2 has. Más frecuente: 12 has.

### CARACTERISTICAS EXTRINSECAS

**FISIOGRAFIA:** Zonas algo más llanas dentro de las lomas

**VEGETACION/USO:** Restos de matorral y cultivos.

**REGIMEN DE HUMEDAD:** Xérico y Xérico de alta montaña

**REGIMEN DE TEMPERATURA:** Mésico, Frígido y Criico

**ALTITUD (m.):** 1.800 - 2.500

**PENDIENTE (%):** 15 - 40

**MATERIAL ORIGINAL:** Derrubios de micasquistos y cuarcitas

**ROCOSIDAD:** Rocoso

**PEDREGOSIDAD:** Excesivamente pedregoso

**EROSION:** Media

**DRENAJE:** Bien drenado

### CARACTERISTICAS INTRINSECAS

PERFIL: Ap, B(AC), C

ESPESOR SOLUM (cm.): 35 - 55

HORIZONTES DIAGNOSTICOS: Ocrico, Móllico, Umbrico, Cámbico

TEXTURA: Franco arenosa

FRAGMENTOS GRUESOS (% peso): 50 - 70

RESERVA DE AGUA (mm.): 30 - 60

SATURACION (%): < 50

CARBONATOS (%): -

pH: 6,0 - 6,5

C.E.C. en Horiz. A (cmol+ kg<sup>-1</sup>): 10 - 15

MATERIA ORGANICA en Horiz. A (%): 2,5 - 5,0

NUTRIENTES en Horiz. A (Kg/ha): P: 50-300; K: 200-400; N: 2.000-4.000

### RASGOS Y CONTROLES CARTOGRAFICOS:

El Xerochrept dístico deriva del Xerumbrept una vez que el horizonte Ah fue roturado y desmantelado por efecto de los cultivos laboreados. La erosión consiguiente ha provocado un porcentaje importante de Xerorthent sometidos a una continua renovación, razón por la que a pesar de la altitud no suelen estar excesivamente desaturados. Sin embargo los Inceptisoles sí muestran saturaciones claramente inferiores al 50% en todo el perfil.

A partir de 2.160 m. de altitud aparece el régimen de temperatura crítico, por la que aparecen en la unidad Criorthent, Criochrept y Criumbrept, los dos primeros erosivos y el último el suelo climax en los lugares que conservan el piornal.

Perfiles similares a los expuestos en otras unidades cartográficas con las mismas tipologías. El sondeo n° 104 se muestreo en esta unidad.

## UNIDAD 4

### SUELOS

**PRINCIPALES:** Xerochrept típico, Haploxeroll éntico

**MINORITARIOS:** Haploxeralf típico, Rhodoxeralf típico, Haploxeroll típico, Xerochrept dístrico, Xerumbrept típico y éntico

### UBICACION Y EXTENSION CARTOGRAFICA

**LOCALIZACION:** Ambas laderas de la Loma de las Cunas de los Cuartos, alrededores de la Loma de la Solana de la Higuera, Raya de la Dehesa, Hoya de la Liebre, Loma de las Zorras y Pradillo Martín, además de otros sectores menores

**SUPERFICIE OCUPADA:** 2.602 has. 3,32%

**NUMERO DE MANCHAS CARTOGRAFICAS INDIVIDUALIZADAS:** 64 (5,0%)

**EXTENSION DE LAS MANCHAS CARTOGRAFICAS:** Mayor: 200 has.  
Menor: 2 has. Más frecuente: 6 has.

### CARACTERISTICAS EXTRINSECAS

**FISIOGRAFIA:** Lomas algo aparatadas

**VEGETACION/USO:** Restos de matorral (piornal y lastonar) y cultivos en secano

**REGIMEN DE HUMEDAD:** Xérico

**REGIMEN DE TEMPERATURA:** Mésico

**ALTITUD (m.):** 1.000 - 1.800

**PENDIENTE (%):** 15 - 40

**MATERIAL ORIGINAL:** Micasquistos y cuarcitas

**ROCOSIDAD:** Rocosa

**PEDREGOSIDAD:** Excesivamente pedregosa

**EROSION:** Media

**DRENAJE:** Bien drenado

### CARACTERISTICAS INTRINSECAS

PERFIL: Ap, B(AC), C

ESPEJOR SOLUM (cm.): 35-65

HORIZONTES DIAGNOSTICOS: Ocrico, Móllico, Cámbico

TEXTURA: Franco arenosa

FRAGMENTOS GRUESOS (% peso): 50 - 70

RESERVA DE AGUA (mm.): 40 - 65

SATURACION (%): 60 - 90

CARBONATOS (%): -

pH: 6,5 - 7,0

C.E.C. en Horiz. A (cmol+ kg<sup>-1</sup>): 10 - 15

MATERIA ORGANICA en Horiz. A (%): 2,5 - 5,0

NUTRIENTES en Horiz. A (Kg/ha): P: 50-300; K: 200-400; N: 2.000-4.000

### RASGOS Y CONTROLES CARTOGRAFICOS:

El control cartográfico de la unidad es la presencia de cultivos, abandonados o no, por debajo de 1.800 m. de altitud y con un bajo nivel de abancalamiento. Estas dos últimas características de la unidad cartográfica, sirven para diferenciar ésta de la unidad 3, con un mayor grado de desaturación y de la unidad 2, con un porcentaje más alto de suelos construidos y laboreados intensamente por el hombre, respectivamente. También se incluyen en esta unidad, aquellos cultivos que por su proximidad a zonas carbonatadas reciben una contaminación en bases.

Perfil representativo: nº 3.

## UNIDAD 5

### SUELOS

**PRINCIPALES:** Xerumbrept típico

**MINORITARIOS:** Xerumbrept éntico, Xerorthent típico, Xerochrept dístico, Haploxeroll típico

### UBICACION Y EXTENSION CARTOGRAFICA

**LOCALIZACION:** Las manchas mayores se ubican en La Liebre, Cortijo de los Prados, Haza del Cerezo, Loma de los Cotos, Hoya de Vianes, El Oquedal, El Posterillo, Haza de la Cabaña, El Chorro, Majada de Haza Mesa y Loma de las Yeguas

**SUPERFICIE OCUPADA:** 4.429 has. 5,65% del total

**NUMERO DE MANCHAS CARTOGRAFICAS INDIVIDUALIZADAS:** 68 (5,3%)

**EXTENSION DE LAS MANCHAS CARTOGRAFICAS:** Mayor: 370 has.  
Menor: 2 has. Más frecuente: 30 has.

### CARACTERISTICAS EXTRINSECAS

**FISIOGRAFIA:** Laderas alomadas de cierta continuidad y monotonía en el paisaje, disectadas por cárcavas rectilíneas

**VEGETACION/USO:** Matorral de piornos y enebros. Lastonar espeso. Cultivos y repoblaciones forestales

**REGIMEN DE HUMEDAD:** Xérico

**REGIMEN DE TEMPERATURA:** Mésico y Frígido

**ALTITUD (m.):** 1.500 - 2.200

**PENDIENTE (%):** 20 - 45

**MATERIAL ORIGINAL:** Derrubios de ladera de materiales nevadofilábrides

**ROCOSIDAD:** Rocosa

**PEDREGOSIDAD:** Excesivamente pedregosa

**EROSION:** Moderada

**DRENAJE:** Bien drenado

### CARACTERISTICAS INTRINSECAS

**PERFIL:** Ah, Bw(AC), C

**ESPESOR SOLUM (cm.):** 40 - 80

**HORIZONTES DIAGNOSTICOS:** Móllico y Cámbico

**TEXTURA:** Franca y franco arenosa

**FRAGMENTOS GRUESOS (% peso):** 50

**RESERVA DE AGUA (mm.):** 30 - 60

**SATURACION (%):** 50 - 65 en el horizonte A y < 20 en el B

**CARBONATOS (%):** -

**pH:** 4,6 - 6,3

**C.E.C. en Horiz. A (cmol+ kg<sup>-1</sup>):** 12 -17

**MATERIA ORGANICA en Horiz. A (%):** 4 - 10

**NUTRIENTES en Horiz. A (Kg/ha):** P: 50-250; K: 400; N: 2.500 - 5.000

### RASGOS Y CONTROLES CARTOGRAFICOS:

La unidad presenta unos suelos relativamente bien conservados, con la salvedad de algunos enclaves roturados por labores agronómicas (Xerochrept dístico). El balance edafogenético es positivo respecto al ritmo erosivo, al tratarse de áreas de mediana altitud, pendientes moderadas y con un alto porcentaje de cobertura de matorral bien desarrollado.

En ocasiones aparecen texturas franco arcillo arenosas cuyo control más significativo es su posición en áreas deposicionales del relieve. Situaciones de mayor degradación física, donde ha visto su declinar el sustrato vegetal, conducen a suelos con subgrupos énticos e incluso del orden Entisol sujetos a una continua renovación.

La desaturación del horizonte subsuperficial es casi general en la unidad, observándose algunas anomalías en determinados perfiles en los que aumenta bruscamente el porcentaje de saturación, quizás debido a la presencia de afloramientos dispersos de rocas de carácter básico.

El perfil nº 11 y los sondeos nº 75, 87, 88, 95 y 96 están instalados en la presente unidad.

## UNIDAD 6

### SUELOS

**PRINCIPALES:** Criumbrept típico

**MINORITARIOS:** Criumbrept éntico, Crioboroll típico, Xerumbrept típico y éntico, Criothent típico, Criochrept dístico y típico

### UBICACION Y EXTENSION CARTOGRAFICA

**LOCALIZACION:** Prado Redondo, Peñones de San Francisco, Ladera N del pico Papeles, Prados del Clérigo, Peñas de Vicente, a ambos lados de la acequia de Bérchules, La Caldera, Loma de Piedra Blanca, Morrón de los Pelados, La Umbria, La Dehesa.

**SUPERFICIE OCUPADA:** 6.013 has. 7,67% del total

**NUMERO DE MANCHAS CARTOGRAFICAS INDIVIDUALIZADAS:** 61 (4,7%)

**EXTENSION DE LAS MANCHAS CARTOGRAFICAS:** Mayor: 540 has.  
Menor: 3 has. Más frecuente: 170 has.

### CARACTERISTICAS EXTRINSECAS

**FISIOGRAFIA:** Laderas medias alomadas de inclinación suave

**VEGETACION/USO:** Matorral de piornos, enebros y sabinas, lastonar espeso y restos de cultivos y repoblación forestal

**REGIMEN DE HUMEDAD:** Xérico de alta montaña

**REGIMEN DE TEMPERATURA:** Críico (Frígido)

**ALTITUD (m.):** 2.100 - 2.500

**PENDIENTE (%):** 20 - 40

**MATERIAL ORIGINAL:** Material silícico de origen probablemente periglacial y morrénico

**ROCOSIDAD:** Rocosa

**PEDREGOSIDAD:** Excesivamente pedregosa

**EROSION:** Moderada

**DRENAJE:** Bien drenado

### CARACTERISTICAS INTRINSECAS

PERFIL: Ah, Bw, C

ESPESOR SOLUM (cm.): 50 - 70

HORIZONTES DIAGNOSTICOS: Móllico, Umbrico, Cámbico

TEXTURA: Franco arenosa

FRAGMENTOS GRUESOS (% peso): 40 - 65

RESERVA DE AGUA (mm.): 25 - 65

SATURACION (%): 25 - 55

CARBONATOS (%): -

pH: 5,0 - 5,5

C.E.C. en Horiz. A (cmol+ kg<sup>-1</sup>): 6 - 12

MATERIA ORGANICA en Horiz. A (%): 3- 7

NUTRIENTES en Horiz. A (Kg/ha): P: 50-250; K: 200-400; N: 2.000-4.000

### RASGOS Y CONTROLES CARTOGRAFICOS:

Se trata de una unidad de suelos relativamente bien conservada merced a condicionantes edafogenéticos favorables, cuales son una densa vegetación de matorral autóctono y protector, una pendiente moderada y una altitud suficiente para favorecer un período húmedo prolongado. La presencia de un régimen de temperatura críico marca el límite con la unidad inferior en cota de Xerumbrept.

La variación extrema en los valores de los parámetros arriba considerados, ocasiona la aparición de las inclusiones de suelos más destacadas. Así, cuando la pendiente y/o la altitud se incrementan desaparece el Bw dando lugar a Criumbrept éntico, al igual que cuando el régimen de temperatura es frígido el suelo se clasifica como Xerumbrept típico o éntico. El Xerumbrept puede aparecer también en la unidad, aunque de forma minoritaria, cuando el suelo conserva un horizonte O manifiesto.

En las zonas más erosivas, cárcavas y laderas de barrancos menores, el espesor del solum disminuye, el horizonte A se torna ócrico (Criochrept), desapareciendo, por falta de evolución, incluso, los horizontes subsuperficiales (Criorthent).

El Crioboroll típico se relaciona con afloramientos de



enclaves de anfibolitas y/o mármoles, hecho que ocasiona un incremento de la saturación de bases, por encima del 50% en todo el perfil.

Los perfiles n° 17 y 23, así como los sondeos n° 72, 73, 76, 78, 79, 80, 103, 105 y 106 están tomados en esta unidad. Los perfiles n° 32, 33, 34 y 35, que son Xerumbrept por presentar horizonte O, se encuentran en esta unidad.

La orientación geográfica condiciona una cota superior en la unidad a 2.200 m. en las laderas Sur y Oeste, mientras que puede bajar a los 2.100 m. en los topoclimas norteños.

## UNIDAD 7

### SUELOS

**PRINCIPALES:** Haplumbrept éntico, Haplumbrept típico

**MINORITARIOS:** Xerumbrept típico y éntico, Xerochrept típico, Xerorthent típico

### UBICACION Y EXTENSION CARTOGRAFICA

**LOCALIZACION:** Dehesa del Camarate, barrancos cercanos al Genil y Monachil y algunos sectores de Las Alpujarras con frondosas autóctonas

**SUPERFICIE OCUPADA:** 862 has. 1,10% del total

**NUMERO DE MANCHAS CARTOGRAFICAS INDIVIDUALIZADAS:** 41 (3,2%)

**EXTENSION DE LAS MANCHAS CARTOGRAFICAS:** Mayor: 90 has.  
Menor: 2 has. Más frecuente: 6 has.

### CARACTERISTICAS EXTRINSECAS

**FISIOGRAFIA:** Laderas disectadas del núcleo silícico con tendencia a la concavidad lateral y próximas a cauces de agua

**VEGETACION/USO:** Melojares y encinares autóctonos; escasas zonas de matorral; castañares muy antiguos y cultivos dispersos

**REGIMEN DE HUMEDAD:** Udico, (Xérico)

**REGIMEN DE TEMPERATURA:** Mésico

**ALTITUD (m.):** 1.250 - 2.000

**PENDIENTE (%):** 20 - 45

**MATERIAL ORIGINAL:** Derrubio de ladera y disgregación "in situ" de micasquistos y cuarcitas

**ROCOSIDAD:** Muy rocosa

**PEDREGOSIDAD:** Muy pedregosa

**EROSION:** Ligera

**DRENAJE:** Bien drenado

## CARACTERISTICAS INTRINSECAS

PERFIL: Ah, AC(Bw), C

ESPESOR SOLUM (cm.): 50 - 100

HORIZONTES DIAGNOSTICOS: Móllico, Umbrico, (Cámbico)

TEXTURA: Franca

FRAGMENTOS GRUESOS (% peso): 45 - 75

RESERVA DE AGUA (mm.): 45 - 70

SATURACION (%): 50 - 60 en el horizonte A; < 50 en el AC o B

CARBONATOS (%): -

pH: 5,5 - 6,5

C.E.C. en Horiz. A (cmol+ kg<sup>-1</sup>): 15 - 20

MATERIA ORGANICA en Horiz. A (%): 6 - 12

NUTRIENTES en Horiz. A (Kg/ha): P: 50-200; K: 200-400; N: 2.500-5.000

## RASGOS Y CONTROLES CARTOGRAFICOS:

La aparición de esta unidad de Inceptisoles obedece a la presencia de un régimen de humedad del suelo údico, en respuesta a los microclimas húmedos de que gozan determinadas umbrías con masas boscosas bien desarrolladas, tal como ha quedado definido en el capítulo de vegetación. En los sectores aclarados y por ende más soleados, el período seco es más prolongado dando lugar a suelos de los grupos Xerumbrept, Xerochrept y Xerorthent, según su estado erosivo.

Los suelos principales presentan un horizonte húmico tanto más espeso, cuanto más suave es la pendiente y mayor la densidad del arbolado, en general con saturaciones de bases algo superiores al 50%. El horizonte genético más profundo frecuentemente es un AC, aunque con un grado de evolución próximo a Bw y cierta desaturación debida a la extracción de nutrientes por las raíces en el ciclo biogeoquímico. En su defecto aparecen Hapludolls y Haploxerolls, aunque son minoritarios, sobre todo en la vertiente Norte y no tanto en la Sur.

En ocasiones se muestran asociados suelos lavados, a veces enrojecidos, que debido al régimen de humedad se clasifican como Rhodudalf y Hapludalf típicos.

Los perfiles nº 9 y 29 se han muestreado en la unidad.

[Faint, illegible text, possibly bleed-through from the reverse side of the page]

## UNIDAD 8

### SUELOS

**PRINCIPALES:** Xerumbrept éntico, Xerorthent típico

**MINORITARIOS:** Xerumbrept típico, Xerochrept típico, Haploxeroll típico y éntico, Haplumbrept típico y éntico, Hapludoll típico y éntico

### UBICACION Y EXTENSION CARTOGRAFICA

**LOCALIZACION:** Los Pradillos, Tajos de Cortés, Picón del Monte, Las Alberquillas, Hoza del Nevazo y barrancos próximos a los ríos Dúrcal, Dílar, Monachil, Genil y Maitena

**SUPERFICIE OCUPADA:** 2.446 has. 3,12% del total

**NUMERO DE MANCHAS CARTOGRAFICAS INDIVIDUALIZADAS:** 45 (3,5%)

**EXTENSION DE LAS MANCHAS CARTOGRAFICAS:** Mayor: 340 has.  
Menor: 2 has. Más frecuente: 25 has.

### CARACTERISTICAS EXTRINSECAS

**FISIOGRAFIA:** Laderas con tendencia a la concavidad lateral y relativamente disectadas

**VEGETACION:** Melojar degradado y encinar en sus etapas degradativas; algunos matorrales de piornos; castaños muy antiguos; cultivos y repoblaciones forestales

**REGIMEN DE HUMEDAD:** Xérico, (Udico)

**REGIMEN DE TEMPERATURA:** Mésico, (Frígido)

**ALTITUD (m.):** 1.300 - 2.000

**PENDIENTE (%):** 40 - 70

**MATERIAL ORIGINAL:** Derrubios de ladera de micasquistos

**ROCOSIDAD:** Muy rocosa

**PEDREGOSIDAD:** Muy pedregosa

**EROSION:** Moderada - media

**DRENAJE:** Algo excesivamente drenado

### CARACTERISTICAS INTRINSECAS

PERFIL: Ah, AC, C

ESPESOR SOLUM (cm.): 20 - 60

HORIZONTES DIAGNOSTICOS: Móllico

TEXTURA: Franca y franco arenosa

FRAGMENTOS GRUESOS (% peso): 45 - 80

RESERVA DE AGUA (mm.): 20 - 60

SATURACION (%): 35 - 65

CARBONATOS (%): -

pH: 5,0 - 6,8

C.E.C. en Horiz. A (cmol+ kg<sup>-1</sup>): 7 - 15

MATERIA ORGANICA en Horiz. A (%): 4 - 8

NUTRIENTES en Horiz. A (Kg/ha): P: 50-300; K: 400; N: 4.000-5.000

### RASGOS Y CONTROLES CARTOGRAFICOS:

La unidad aparece íntimamente ligada a áreas con vegetación de bosque autóctono degradado, en las que se han conservado determinados sectores donde la arboleda se hace más tupida, con desarrollo de Xerumbrept y en su defecto, zonas de mayor degradación y pendiente que provocan suelos más erosivos, Xerorthent típico.

Aunque como norma general se atribuye a esta unidad un régimen de humedad xérico, en ocasiones, cuando el bosque es más espeso o persisten condiciones microclimáticas especiales, puede definirse el régimen údico y las tipologías de suelos asociados (Haplumbrept y Hapludoll). Los Mollisoles se asocian a afloramientos puntuales de rocas básicas, e incluso se ha descrito algún Haploxeroll en las partes más bajas de la unidad y/o con influencias antrópicas (proximidad a áreas cultivadas).

Se han definido también en esta unidad Rhodoxeralf y Haploxeralf, típicos, sobre todo en los bosques de robles, encinas y castaños de la parte alpujarreña de la zona. En efecto, los Xeralf y Xeroll predominan más en la vertiente Sur, aún en las mismas condiciones de vegetación y pendiente.

Perfiles recogidos en esta unidad son los nº 1, 4 y 20

y los sondeos nº 77, 86 y 94.

## UNIDAD 9

### SUELOS

**PRINCIPALES:** Xerumbrept éntico

**MINORITARIOS:** Xerumbrept típico, Criumbrept éntico y típico, Xerochrept típico, Xerorthent típico

### UBICACION Y EXTENSION CARTOGRAFICA

**LOCALIZACION:** Desde el pico Prado Seco a la Cima del Toril, Alto de las Cañadas de las Majadillas, Casilla del Mudo, Hoya Pache, Morrón de la Mulata, Cuesta del Rincón Grande, Loma de las Cunas de los Cuartos, Laderas del río Maitena, etc.

**SUPERFICIE OCUPADA:** 6.852 has. 8,74% del total

**NUMERO DE MANCHAS CARTOGRAFICAS INDIVIDUALIZADAS:** 93 (7,2%)

**EXTENSION DE LAS MANCHAS CARTOGRAFICAS:** Mayor: 780 has.  
Menor: 2 has. Más frecuente: 60 has.

### CARACTERISTICAS EXTRINSECAS

**FISIOGRAFIA:** Laderas extensas con sustrato metamórfico y pendientes considerables disectadas por cárcavas profundas.

**VEGETACION/USO:** Piornal, lastonar espeso, cultivos antiguos y repoblación forestal

**REGIMEN DE HUMEDAD:** Xérico

**REGIMEN DE TEMPERATURA:** Mésico, Frígido, (Críico)

**ALTITUD (m.):** 1.200 - 2.200

**PENDIENTE (%):** 35 - 65

**MATERIAL ORIGINAL:** Derrubios nevadofilábrides

**ROCOSIDAD:** Rocosa

**PEDREGOSIDAD:** Pedregosa y muy pedregosa

**EROSION:** Moderada

**DRENAJE:** Algo excesivamente drenado



## CARACTERISTICAS INTRINSECAS

PERFIL: Ah, AC, C

ESPESOR SOLUM (cm.): 40 - 50

HORIZONTES DIAGNOSTICOS: Móllico, (Umbrico)

TEXTURA: Franco arenosa

FRAGMENTOS GRUESOS (% peso): 45 - 60

RESERVA DE AGUA (mm.): 20 - 50

SATURACION (%): 45 - 70 en el horizonte A y < 50 en AC

CARBONATOS (%): -

pH: 4,9 - 6,5

C.E.C. en Horiz. A (cmol+ kg<sup>-1</sup>): 10 - 17

MATERIA ORGANICA en Horiz. A (%): 3 - 4

NUTRIENTES en Horiz. A (Kg/ha): P: 50 - 300; K: 350; N: 3.000

## RASGOS Y CONTROLES CARTOGRAFICOS:

La altitud, la xericidad y la alta densidad de vegetación, son los parámetros que controlan la existencia de la unidad en áreas de pendiente considerable, donde la eliminación del sustrato arbustivo y de matorral por quemas, tala, cultivos, etc., desemboca en paisajes acaravados con la aparición de Xerorthent y/o Xerochrept, como inclusiones más numerosas.

El horizonte Bw cámbico aparece en aquellos sectores donde se dulcifica la pendiente, con un consiguiente aumento del espesor de solum. En ocasiones, este Bw únicamente es distinguible de un AC por el color más amarillento rojizo que exhibe.

Algunos Xerumbrepts con moteados se han descrito como áquicos, en enclaves próximos a Aquent de las partes altas de la unidad. Otras tipologías de suelos minoritarias son el Haploxeroll, en áreas bajas donde el lavado de bases es menor y Haplumbrept, cuando el régimen de humedad es más húmedo que xérico.

Los perfiles que definen la unidad son similares a otros expuestos en unidades cartográficas de tipologías análogas. El perfil n° 16 se recogió en esta unidad.

## UNIDAD 10

### SUELOS

**PRINCIPALES:** Criumbrept éntico

**MINORITARIOS:** Criumbrept típico, Criorthent típico y áquico, Aquent, Xerumbrept típico y éntico

### UBICACION Y EXTENSION CARTOGRAFICA

**LOCALIZACION:** Cordón discontinuo que bordea el núcleo silícico entre 2.000 y 2.800 m. de cota. Destaca en la Loma del Dilar, Borreguiles del Monachil, NE de Papeles, Collado de Gualda, cabecera de los ríos Poqueira y Dúrcal, etc.

**SUPERFICIE OCUPADA:** 6.789 has. 8,66% del total

**NUMERO DE MANCHAS CARTOGRAFICAS INDIVIDUALIZADAS:** 61 (4,7%)

**EXTENSION DE LAS MANCHAS CARTOGRAFICAS:** Mayor: 570 has.  
Menor: 2 has. Más frecuente: 60 has.

### CARACTERISTICAS EXTRINSECAS

**FISIOGRAFIA:** Laderas altas discontinuas de pendientes escarpadas

**VEGETACION/USO:** Matorral de piornos, enebros y sabinas, lastonar y tomillar de alta montaña

**REGIMEN DE HUMEDAD:** Xérico y xérico de alta montaña

**REGIMEN DE TEMPERATURA:** Críico, (Frígido)

**ALTITUD (m.):** 2.000 - 2.800

**PENDIENTE (%):** 20 - 55

**MATERIAL ORIGINAL:** Derrubios groseros de micasquistos y cuarcitas

**ROCOSIDAD:** Rocosa - Extremadamente rocosa

**PEDREGOSIDAD:** Excesivamente pedregosa

**EROSION:** Moderada

**DRENAJE:** Bien drenado

## CARACTERISTICAS INTRINSECAS

PERFIL: A, AC, C

ESPESOR SOLUM (cm.): 30 - 40

HORIZONTES DIAGNOSTICOS: Umbrico

TEXTURA: Franco arenosa y arenoso franca

FRAGMENTOS GRUESOS (% peso): 40 - 70

RESERVA DE AGUA (mm.): 25 - 55

SATURACION (%): 10 - 50

CARBONATOS (%): -

pH: 4,8 - 5,5

C.E.C. en Horiz. A (cmol+ kg<sup>-1</sup>): 6 - 12

MATERIA ORGANICA en Horiz. A (%): 4 - 8

NUTRIENTES en Horiz. A (Kg/ha): P: 50-200; K: 200-400; N: 2.500-4.500

## RASGOS Y CONTROLES CARTOGRAFICOS:

La unidad sucede en altura a Xerumbrepts y Criumbrepts típicos, controlada aún por la presencia de matorral de piornos que aunque de escaso porte y densidad, proporciona horizontes orgánicos entre 10 - 25 cm. de espesor. El techo altitudinal superior es mayor en las vertientes Sur y Oeste, que propician topoclimas soportables para los últimos reductos de vegetación algo desarrollada.

La pendiente y altitud de las laderas aminoran la evolución de perfiles con Bw, únicamente relictos en algunas posiciones favorables y que dan lugar a la inclusión más abundante de la unidad, el Criumbrept típico.

Los subgrupos áquicos están bien representados en sectores de insuficiente drenaje, concretamente en las cercanías a cursos de agua, paredes de cárcavas, áreas de circos glaciares, nichos nivales, etc.

Los suelos, en su inmensa mayoría, están desaturados y muy lavados a excepción de los desarrollados sobre afloramientos dispersos de anfibolitas.

En esta unidad se han descrito los perfiles nº 5, 15, 19, 21 y 24; y los sondeos nº 81, 82, 83, 85, 89, 92, 93, 97, 98 y 102.

## **UNIDAD 11 (Fase silícica)**

### **SUELOS**

**PRINCIPALES:** Xerorthent típico

**MINORITARIOS:** Aquent, Xerumbrept éntico, Xerochrept típico, Criorthent típico y dístrico, Xerorthent lítico, dístrico y ácuico

### **UBICACION Y EXTENSION CARTOGRAFICA**

**LOCALIZACION:** Barrancos de los ríos y arroyos principales y secundarios de toda la zona

**SUPERFICIE OCUPADA:** 7.996 has. 10,2% del total

**NUMERO DE MANCHAS CARTOGRAFICAS INDIVIDUALIZADAS:** 69 (5,4%)

**EXTENSION DE LAS MANCHAS CARTOGRAFICAS:** Mayor: 910 has.  
Menor: 2 has. Más frecuente: 30 has.

### **CARACTERISTICAS EXTRINSECAS**

**FISIOGRAFIA:** Laderas inclinadas de los barrancos principales

**VEGETACION/USO:** Degradativa. Matorral de escaso porte y cobertura con gramíneas

**REGIMEN DE HUMEDAD:** Xérico

**REGIMEN DE TEMPERATURA:** Mésico, Frígido

**ALTITUD (m.):** < 2.200

**PENDIENTE (%):** 45 - 70

**MATERIAL ORIGINAL:** Micasquistos y cuarcitas in situ

**ROCOSIDAD:** Muy rocosa

**PEDREGOSIDAD:** Excesivamente pedregosa

**EROSION:** Alta

**DRENAJE:** Excesivamente drenado

## CARACTERISTICAS INTRINSECAS

PERFIL: Ah, C

ESPESOR SOLUM (cm.): 8 - 20

HORIZONTES DIAGNOSTICOS: Ocrico

TEXTURA: Franco arenosa

FRAGMENTOS GRUESOS (% peso): 50 - 85

RESERVA DE AGUA (mm.): 10 - 35

SATURACION (%): 45 - 90

CARBONATOS (%): -

pH: 6,0 - 7,0

C.E.C. en Horiz. A (cmol+ kg<sup>-1</sup>): 5 - 10

MATERIA ORGANICA en Horiz. A (%): < 2

NUTRIENTES en Horiz. A (Kg/ha): P: <200; K: 250; N: 2.000

## RASGOS Y CONTROLES CARTOGRAFICOS:

La unidad sigue estrechamente las facetas del modelado reciente, según cárcavas y barrancos profundos de los cauces de agua mayores, de cota inferior a 2.100-2.200 m. La inclusión de Criorthent suele aparecer en las laderas Norte donde el régimen de temperatura crítico y su correspondiente límite altitudinal baja más de lo establecido como cota media.

En realidad, el material de estos suelos es litocrómico y constituido por roca disgregada enriquecida de finos, todo ello procedente de procesos de meteorización y de una continua renovación impuesta por la pendiente, la erosividad pluvial, las reptaciones, etc.

Aparte de los diferentes subgrupos de Xerorthent, son frecuentes también las inclusiones de Aquent en áreas donde el manto freático está en superficie (sectores de mayor altitud), y de suelos más resguardados al abrigo de alguna vegetación: Xerumbrepts y Xerochrepts.

En la unidad se han analizado los perfiles nº 6 y 10 y el sondeo nº 74.

## UNIDAD 12

### SUELOS

**PRINCIPALES:** Criorthent típico

**MINORITARIOS:** Criochrept distríco, Criorthent ácuico, Criumbrept típico y éntico, Aquent, Criorthent lítico

### UBICACION Y EXTENSION CARTOGRAFICA

**LOCALIZACION:** Sectores más cacuminales de los barrancos de los ríos y arroyos principales de la zona

**SUPERFICIE OCUPADA:** 3.802 has. 4,85% del total

**NUMERO DE MANCHAS CARTOGRAFICAS INDIVIDUALIZADAS:** 390 (6,2%)

**EXTENSION DE LAS MANCHAS CARTOGRAFICAS:** Mayor: 390 has.  
Menor: 2 has. Más frecuente: 9 has.

### CARACTERISTICAS EXTRINSECAS

**FISIOGRAFIA:** Laderas y cárcavas modeladas recientemente

**VEGETACION/USO:** Comunidades cacuminales, gramíneas y tomillar disperso

**REGIMEN DE HUMEDAD:** Xérico de alta montaña

**REGIMEN DE TEMPERATURA:** Críico

**ALTITUD (m.):** 2.100 - 3.000

**PENDIENTE (%):** 45 - 70

**MATERIAL ORIGINAL:** Rocas nevadofilábrides disgregadas o coluvionadas

**ROCOSIDAD:** Muy rocosa

**PEDREGOSIDAD:** Excesivamente pedregosa

**EROSION:** Alta

**DRENAJE:** Excesivamente drenado

## CARACTERISTICAS INTRINSECAS

PERFIL: Ah, C

ESPEJOR SOLUM (cm.): 10 - 20

HORIZONTES DIAGNOSTICOS: Ocrico

TEXTURA: Franco arenosa y arenoso franca

FRAGMENTOS GRUESOS (% peso): 40 - 80

RESERVA DE AGUA (mm.): 10 - 30

SATURACION (%): 35 - 50

CARBONATOS (%): -

pH: 5,0 - 6,0

C.E.C. en Horiz. A (cmol+ kg<sup>-1</sup>): 4 - 6

MATERIA ORGANICA en Horiz. A (%): < 1

NUTRIENTES en Horiz. A (Kg/ha): P: 10-30; K: 150-300; N: 2.500

## RASGOS Y CONTROLES CARTOGRAFICOS:

La unidad se correlaciona con la de Xerorthent típico, a la que sustituye por la aparición del régimen de temperatura crítico, repitiéndose los mismos controles cartográficos a excepción de la altitud. Suele ser también una unidad común en las áreas cacuminales, cuando desaparece la vegetación de matorral al extremarse las condiciones climatológicas, resultando suelos muy denudados, esqueléticos, no excesivamente desaturados (% SAT. cercano al 50%) y sometidos a una continua renovación. Los Aquent y otros subgrupos ácuicos son las inclusiones mayoritarias, contrariamente a lo que sucede con los Criumbrepts, limitados exclusivamente a reductos de piornal degradado.

El perfil nº 18 y el sondeo nº 100 corresponden a esta unidad.

## UNIDAD 13

### SUELOS

**PRINCIPALES:** Criorthent típico, Criochrept dístico

**MINORITARIOS:** Criumbrept éntico, Criorthent ácuico, Aquent, Xerorthent típico, Xerochrept dístico

### UBICACION Y EXTENSION CARTOGRAFICA

**LOCALIZACION:** Pico del Tajo de los Machos, Borreguiles de Dílar, cabecera de la cuenca del Monachil y San Juan, Tajo de las Chorreras Negras, Prados y Cuneta de Vacares, laderas bajas del Horcajo de Trevélez, Loma del Mulhacén y otros núcleos menores

**SUPERFICIE OCUPADA:** 3.802 has. 4,85% del total

**NUMERO DE MANCHAS CARTOGRAFICAS INDIVIDUALIZADAS:** 4 (3,2%)

**EXTENSION DE LAS MANCHAS CARTOGRAFICAS:** Mayor: 530 has.  
Menor: 2 has. Más frecuente: 60 has.

### CARACTERISTICAS EXTRINSECAS

**FISIOGRAFIA:** Laderas altas a ambos lados del cordón de Sierra Nevada

**VEGETACION:** Comunidades culminícolas de escasa cobertura

**REGIMEN DE HUMEDAD:** Xérico de alta montaña

**REGIMEN DE TEMPERATURA:** Críico, (Frígido)

**ALTITUD (m.):** 2.400 - 2.900

**PENDIENTE (%):** 20 - 55

**MATERIAL ORIGINAL:** Derrubios de rocas silícicas metamórficas, con aportes de materiales pre-edafizados

**ROCOSIDAD:** Extremadamente rocosa

**PEDREGOSIDAD:** Excesivamente pedregosa

**EROSION:** Alta

**DRENAJE:** Algo excesivamente drenado



## CARACTERISTICAS INTRINSECAS

PERFIL: Ah, AC(Bw), C y Ah, C

ESPESOR SOLUM (cm.): 20 - 50

HORIZONTES DIAGNOSTICOS: Ocrico, (Cámbico)

TEXTURA: Franco arenosa y arenoso franca

FRAGMENTOS GRUESOS (% peso): 40 - 80

RESERVA DE AGUA (mm.): 10 - 30

SATURACION (%): 30 - 50

CARBONATOS (%): -

pH: 4,8 - 5,8

C.E.C. en A (cmol+ kg<sup>-1</sup>): 5 - 7

MATERIA ORGANICA en A (%): 1,0 - 1,5

NUTRIENTES en A (Kg/ha): P: 100-200; K: 300; N: 3.000

## RASGOS Y CONTROLES CARTOGRAFICOS:

Se trata de áreas extremadamente erosivas, procediendo los suelos actuales de Criumbrepts, de los que aun quedan algunos reductos, sobre todo, en las partes más bajas de la unidad.

La unidad constituye el último escalón de la secuencia de suelos de Sierra Nevada, antes de pasar a las unidades misceláneas de las cumbres, con las que se mezcla y engloba en muchos casos. El límite altitudinal superior puede ascender hasta los 3.100 m. y el inferior bajar a 2.000 m., apareciendo en este caso Xerorthent y Xerochrept.

Los controles cartográficos son la altura, la fuerte pendiente, la tectonización del sustrato y los controles climáticos para la regeneración de la vegetación, factores todos que favorecen la denudación.

Los suelos principales son muy esqueléticos y delgados, no superando en la mayoría de las veces los 25 cm. de espesor. Únicamente en áreas algo más protegidas es posible encontrar entre el horizonte A (ócrico) y el derrubio (horizonte C), un nivel más arcilloso y estructurado que en determinadas ocasiones puede definirse como Bw.

Perfiles recogidos en la unidad son los nº 7, 8 y 22

y los sondeos 70, 71, 84, 90, 91, 99, 101 y 107.

[The following text is extremely faint and illegible due to low contrast and scan quality. It appears to be a list or a series of entries, possibly related to the sondajes mentioned in the header.]

## UNIDAD 14

### SUELOS

PRINCIPALES: Aquent

MINORITARIOS: Histosoles, Criumbrept, Criorthent

### UBICACION Y EXTENSION CARTOGRAFICA

LOCALIZACION: Manchas dispersas de poca extensión, de las que se han cartografiado los núcleos mayores

SUPERFICIE OCUPADA: 1.183 has. 1,51% del total

NUMERO DE MANCHAS CARTOGRAFICAS INDIVIDUALIZADAS: 252 (19,6%)

EXTENSION DE LAS MANCHAS CARTOGRAFICAS: Mayor: 60 has.  
Menor: <1 has. Más frecuente: < 2 has.

### CARACTERISTICAS EXTRINSECAS

FISIOGRAFIA: Areas de borreguiles; cabeceras y zonas profundas de barrancos que cortan al nivel freático

VEGETACION: Hidrófila, cervunales, prados de gencianas, musgos spagnos

REGIMEN DE HUMEDAD: Acuico

REGIMEN DE TEMPERATURA: Frígido, Críico

ALTITUD (m.): 2.000 - 3.000

PENDIENTE (%): 10 - 45

MATERIAL ORIGINAL: Derrubios silícicos periglaciares, morrénicos o de ladera

ROCOSIDAD: No rocosa

PEDREGOSIDAD: Excesivamente pedregosa

EROSION: Moderada

DRENAJE: Escasamente drenado

### CARACTERISTICAS INTRINSECAS

PERFIL: H(0), C

ESPESOR SOLUM (cm.): 15 - 30

HORIZONTES DIAGNOSTICOS: Hístico

TEXTURA: Franca y franco arenosa

FRAGMENTOS GRUESOS (% peso): 10 - 35

RESERVA DE AGUA (mm.): Saturados

SATURACION (%): 10 - 50

CARBONATOS (%): -

pH: 4,5 - 6

C.E.C. en Horiz. H ( $\text{cmol}^+ \text{kg}^{-1}$ ): > 25

MATERIA ORGANICA en Horiz. H (%): > 10

NUTRIENTES en Horiz. H (Kg/ha): P: <100; K: 350-500; N: >5.000

### RASGOS Y CONTROLES CARTOGRAFICOS:

Los Aquents más frecuentes se clasifican como Criaquents en las partes de mayor cota y Fluvaquent en aquellas más directamente relacionadas con cursos lineales de agua y altitud inferior a 2.160 m.

Las saturaciones de bases en general están por debajo del 50% a excepción de enclaves con fuerte pendiente y áreas bajas de la unidad donde puede superarse dicho límite en algunos valores. La secuencia de horizontes suele ser compleja debido a los diferentes ritmos de erosión - deposición de materiales en superficie.

La unidad se asocia con zonas húmedas escasamente drenadas y altitud considerable, donde aumenta la precipitación y disminuye la temperatura y ETP, por lo que se mantienen durante largos períodos fuentes, lagunas y otras surgencias de agua.

El Histosol se ubica en borreguiles perennemente encharcados, con pH < 5 y una mayor acumulación de materia orgánica hasta constituir turberas incipientes.

## UNIDAD 15

### SUELOS

PRINCIPALES: Fluvent

### UBICACION Y EXTENSION CARTOGRAFICA

LOCALIZACION: Dispersa, siguiendo los cursos de los ríos principales

SUPERFICIE OCUPADA: 392 has. 0,5% del total

NUMERO DE MANCHAS CARTOGRAFICAS INDIVIDUALIZADAS: 96 (7,5%)

EXTENSION DE LAS MANCHAS CARTOGRAFICAS: Mayor: 70 has.  
Menor: < 1 has. Más frecuente: < 2 has.

### CARACTERISTICAS EXTRINSECAS

FISIOGRAFIA: Aluviones inalterados de los ríos principales

VEGETACION/USO: Vegetación ripícola y cultivos

REGIMEN DE HUMEDAD: Xérico

REGIMEN DE TEMPERATURA: Mésico, Frígido, (Críico)

ALTITUD (m.): < 2.400

PENDIENTE (%): 3 -15

MATERIAL ORIGINAL: Aluviones

ROCOSIDAD: Nula

PEDREGOSIDAD: Excesivamente pedregoso

EROSION: Ligera

DRENAJE: Moderadamente bien drenado

## CARACTERISTICAS INTRINSECAS

PERFIL: A, C

ESPESOR SOLUM (cm.): 50 - 100

HORIZONTES DIAGNOSTICOS: Ocrico, (Cámbico)

TEXTURA: Franca y franco arenosa

FRAGMENTOS GRUESOS (% peso): > 40

RESERVA DE AGUA (mm.): variable

SATURACION (%): variable

CARBONATOS (%): variable

pH: variable

C.E.C. en Horiz. A ( $\text{cmol}^+ \text{kg}^{-1}$ ): variable

MATERIA ORGANICA en Horiz. A (%): variable

NUTRIENTES en Horiz. A (Kg/ha): variable

OBSERVACIONES: No se describen las características que son extremadamente variables

## RASGOS Y CONTROLES CARTOGRAFICOS:

Su delineación cartográfica es clara, correspondiendo a los cursos de los ríos mayores en áreas favorables para la acumulación de materiales aluviales. No obstante, el gran encajonamiento de los cursos de agua impide la creación de acúmulos de importancia.

El ritmo secuencial de deposición de los materiales origina perfiles de suelos de extrema complejidad en lo que a distribución de horizontes se refiere.

Por debajo de 2.160 m. el suelo se clasifica como Xerofluvent y por encima de la cota referida como Criofluvent.

Los suelos más espesos se localizan en el extremo NW del área. En este sector los suelos, en su mayor parte cultivados, tienen reacción calcárea y el desarrollo edáfico es superior a otros puntos del área, donde los Fluvents son extremadamente frescos, de poca profundidad y que conforman núcleos cartográficamente muy reducidos.

## UNIDAD 16 (Fase carbonatada)

### SUELOS

**PRINCIPALES:** Xerorthent típico

**MINORITARIOS:** Xerochrept calcixeróllico, Xerochrept típico, Calcixeroll típico, Haploxeroll cálcico

### UBICACION Y EXTENSION CARTOGRAFICA

**LOCALIZACION:** Arenales, Cerro del Trevenque, Collado del Pino, Pico de la Carne y laderas del curso medio del Barranco del Cerezo

**SUPERFICIE OCUPADA:** 666 has. 0,85% del total

**NUMERO DE MANCHAS CARTOGRAFICAS INDIVIDUALIZADAS:** 6 (0,5%)

**EXTENSION DE LAS MANCHAS CARTOGRAFICAS:** Mayor: 240 has.  
Menor: 40 has. Más frecuente: 85 has.

### CARACTERISTICAS EXTRINSECAS

**FISIOGRAFIA:** Area acaravada con una densa red de drenaje

**VEGETACION/USO:** Matorral de escasa cobertura con restos de árboles autóctonos aislados y repoblaciones forestales

**REGIMEN DE HUMEDAD:** Xérico

**REGIMEN DE TEMPERATURA:** Mésico

**ALTITUD (m.):** 1.100 - 2.100

**PENDIENTE (%):** 40 - 60

**MATERIAL ORIGINAL:** Roca calizo-dolomítica muy tectonizada

**ROCOSIDAD:** Extremadamente rocosa

**PEDREGOSIDAD:** Excesivamente pedregosa

**EROSION:** Alta

**DRENAJE:** Bien drenado

## CARACTERISTICAS INTRINSECAS

PERFIL: Ah, C

ESPEJOR SOLUM (cm.): 5 - 20

HORIZONTES DIAGNOSTICOS: Ocrico

TEXTURA: Franco arenosa y más gruesa

FRAGMENTOS GRUESOS (% peso): 50 - 85

RESERVA DE AGUA (mm.): < 10

SATURACION (%): 100

CARBONATOS (%): 45 - 90

pH: 7,8 - 8,8

C.E.C. en Horiz. A (cmol+ kg<sup>-1</sup>): 2,5 - 16,5

MATERIA ORGANICA en Horiz. A (%): 1,5 - 4,5

NUTRIENTES en Horiz. A (Kg/ha): P: 100-200; K: < 750; N: 1.000-2.000

## RASGOS Y CONTROLES CARTOGRAFICOS:

El intenso desmenuzamiento de origen tectónico de los materiales carbonatados de las unidades del manto del Trevenque, es la causa generatriz de las propiedades de esta unidad de suelos, que presenta un aspecto superficial paisajístico extremadamente erosivo y puntos de concentración de materiales en ramblas y arenales.

Los suelos son en general esqueléticos y delgados, presentando colores claros litocrómicos y un elevado contenido en carbonatos, todo ello heredado de la roca madre, aunque en los sectores algo menos erosivos puedan presentar una edafogénesis inicial. Se reconocen dos clases de Xerorthent típico, uno de ellos, extremadamente arenoso, ocupa áreas denudadas y depósitos coluviales de escasa evolución, mientras que otros con textura más equilibrada se ubica en las laderas de las cárcavas.

El Xerochrept es la inclusión más abundante, con dos subgrupos diferentes según las evidencias reconocibles de lavado y acumulación de CO<sub>3</sub>Ca. Los Mollisoles son bastante más minoritarios y restringidos a zonas acumulativas con vegetación bien desarrollada.

El perfil muestreado en la unidad es el n° 13 y los sondeos los n° 10, 13, 17, 20, 30, 32, 55 y 66.



## UNIDAD 17

### SUELOS

**PRINCIPALES:** Xerochrept típico, Xerochrept calcixeróllico

**MINORITARIOS:** Xerorthent típico, Rhodoxeralf típico y Haploxeralf típico

### UBICACION Y EXTENSION CARTOGRAFICA

**LOCALIZACION:** Entre el Barranco del Agua y la Loma de la Pileta, Fraile del Almiar, Cerro de Don Luis y otros dos núcleos menores, todos ellos en el NW del área

**SUPERFICIE OCUPADA:** 392 has      0,5% del total

**NUMERO DE MANCHAS CARTOGRAFICAS INDIVIDUALIZADAS:** 5 (0,4%)

**EXTENSION DE LAS MANCHAS CARTOGRAFICAS:** Mayor: 122 has.  
Menor: 43 has. Más frecuente: 43 has.

### CARACTERISTICAS EXTRINSECAS

**FISIOGRAFIA:** Areas de pie de laderas algo acumulativas y aparatadas

**VEGETACION/USO:** Tomillar - matorral degradado y cultivos

**REGIMEN DE HUMEDAD:** Xérico

**REGIMEN DE TEMPERATURA:** Mésico

**ALTITUD (m.):** 800 - 1.300

**PENDIENTE (%):** 20 - 30

**MATERIAL ORIGINAL:** Conglomerados heterométricos de cantos silícicos, con arenas y limos

**ROCOSIDAD:** Sin rocas

**PEDREGOSIDAD:** Pedregosa

**EROSION:** Media

**DRENAJE:** Bien drenado

### CARACTERISTICAS INTRINSECAS

**PERFIL:** Ap, Bw(AC), C y Ap, Bwk(ACk), Ck

**ESPEJOR SOLUM (cm.):** 45 - 80

**HORIZONTES DIAGNOSTICOS:** Ocrico, Cámbico, Cálculo

**TEXTURA:** Franca y franco arenosa

**FRAGMENTOS GRUESOS (% peso):** 40 - 70

**RESERVA DE AGUA (mm.):** 35 - 45

**SATURACION (%):** 100

**CARBONATOS (%):** 40 - 80

**pH:** 8,0 - 8,3

**C.E.C. en Horiz. A (cmol+ kg<sup>-1</sup>):** 5 - 16

**MATERIA ORGANICA en Horiz. A (%):** 3 - 4

**NUTRIENTES en Horiz. A (Kg/ha):** P: 300; K: 300-700; N: 1.500-3.000

### RASGOS Y CONTROLES CARTOGRAFICOS:

Enclavada sobre materiales terciarios de naturaleza conglomerática, se trata de una unidad de suelos cultivados, en parte construidos o al menos modificados por el hombre, aunque por necesidades cartográficas se han incluido enclaves más escarpados con baja cobertura de matorral, y donde aparecen Xerorthents en las partes más erosivas y Rhodoxeralfs conservados al abrigo de las facetas estables sobre conglomerados. De la erosión y degradación de este último suelo se generan Xerochrepts típicos o calcixeróllicos, dependiendo de que tengan o no el lavado de carbonatos bien manifiesto.

El Xerochrept (típico o calcixeróllico) cultivado es el suelo mayoritario, situado en pendientes moderadamente escarpadas junto a paratas construidas cuyos suelos se han clasificado como Xerorthents típicos con caracteres antrópicos, y por tanto diferentes al Xerorthent de origen erosivo. El sector menos aparatado y con menor proporción de inclusiones de Xerorthent de carácter antrópico, es el paraje conocido como el Cerro de Don Luis cuya fisiografía se corresponde con un plano suavemente inclinado y disectado, con tendencia a la concavidad.

El sondeo nº 88 se ha recogido en esta unidad.

## UNIDAD 18

### SUELOS

**PRINCIPALES:** Xerorthent típico, Xerochrept calcixeróllico, Xerochrept típico

**MINORITARIOS:** Calcixeroll típico, Haploxeroll típico, Haploxeroll cálcico, Aquent, Rhodoxeralf típico, Rhodoxeralf cálcico, Haploxeralf típico y cálcico

### UBICACION Y EXTENSION CARTOGRAFICA

**LOCALIZACION:** Cortijo del Espinar, Llano del Chopo, San Jerónimo, Norte y Sur del Castañar de Guejar Sierra, etc.

**SUPERFICIE OCUPADA:** 774 has. 0,95% del total

**NUMERO DE MANCHAS CARTOGRAFICAS INDIVIDUALIZADAS:** 10 (0,7%)

**EXTENSION DE LAS MANCHAS CARTOGRAFICAS:** Mayor: 230 has.  
Menor: 5 has. Más frecuente: 87 has.

### CARACTERISTICAS EXTRINSECAS

**FISIOGRAFIA:** Areas deprimidas aparatadas con cárcavas rectilíneas

**VEGETACION/USO:** Restos de matorral - tomillar serial con árboles autóctonos dispersos y cultivos

**REGIMEN DE HUMEDAD:** Xérico

**REGIMEN DE TEMPERATURA:** Mésico, Frígido

**ALTITUD (m.):** 950 - 2.300

**PENDIENTE (%):** 20 - 40

**MATERIAL ORIGINAL:** Filitas y cuarcitas, en ocasiones junto a afloramientos carbonatados

**ROCOSIDAD:** Sin rocas

**PEDREGOSIDAD:** Moderadamente pedregosa

**EROSION:** Alta

**DRENAJE:** Bien drenado

### CARACTERISTICAS INTRINSECAS

**PERFIL:** Ah, C ; A(p), AC(Bw), C; A(p), AC(Bw), Ck; A(p), ACk(Bwk), Ck

**ESPESOR SOLUM (cm.):** 15 - 50

**HORIZONTES DIAGNOSTICOS:** Ocrico, Cámbico, (Cálcico)

**TEXTURA:** Franco arenosa

**FRAGMENTOS GRUESOS (% peso):** 40 - 60

**RESERVA DE AGUA (mm.):** 5 - 20

**SATURACION (%):** 100

**CARBONATOS (%):** 0 - 15

**pH:** 7,7 - 8,2

**C.E.C. en Horiz. A (cmol+ kg<sup>-1</sup>):** 2 - 15

**MATERIA ORGANICA en Horiz. A (%):** 1,5 - 4,0

**NUTRIENTES en Horiz. A (Kg/ha):** P: 100-350; K: 300-700; N: 1.500-3.000

### RASGOS Y CONTROLES CARTOGRAFICOS:

La unidad se ha separado en consonancia con la roca original de los suelos: Filitas infratriásicas del Manto de las Víboras, ya que marca caracteres distintivos en ellos. Es una unidad de cultivo antiguo y/o actual, en algunos puntos con caracteres antrópicos. La contaminación proveniente de las rocas carbonatadas próximas es responsable de la predominancia de los suelos calcáreos en general.

El Xerorthent típico, calcáreo o no, aparece en las laderas más inclinadas y/o aparatadas. Si el suelo se hace más espeso a causa de una aminoración de los procesos degradativos, pueden ponerse de manifiesto horizontes de mayor evolución edáfica como un cámbico y/o un cálcico (menos frecuente) y mostrar concentraciones de caliza blanda pulverulenta.

Mucho menos frecuente son los Mollisoles, en enclaves con vegetación natural; los Aquents en suelos bajo prados húmedos; y Alfisoles en zonas más altas con tendencia a la concavidad, protegidas y con acumulación de tierra fina.

Pertenecen a esta unidad los perfiles nº 25 y 26 así como los sondeos nº 22, 23, 24, 40, 41, 47 y 62.

## UNIDAD 19

### SUELOS

**PRINCIPALES:** Calcixeroll típico, Xerochrept calcixeróllico

**MINORITARIOS:** Haploxeroll cálcico, Calcixeroll páquico, Xerorthent típico

### UBICACION Y EXTENSION CARTOGRAFICA

**LOCALIZACION:** Cerro de los Poyos de Monachil, Los Cahorros, Cerro del Castillo, NE de Gúejar Sierra, Cerro de Cortichuela y sus laderas bajas norteñas, El Collado y al Sur de la Solana de la Dehesa

**SUPERFICIE OCUPADA:** 1.599 has.            2,04% del total

**NUMERO DE MANCHAS CARTOGRAFICAS INDIVIDUALIZADAS:** 7 (0,5%)

**EXTENSION DE LAS MANCHAS CARTOGRAFICAS:** Mayor: 390 has.  
Menor: 80 has. Más frecuente: -

### CARACTERISTICAS EXTRINSECAS

**FISIOGRAFIA:** Escarpes rocosos carbonatados con áreas coluviales a su pie más o menos estabilizadas

**VEGETACION/USO:** Matorral - Tomillar serial y prado xerofítico; algún resto de bosque perennifolio. Coníferas de repoblación

**REGIMEN DE HUMEDAD:** Xérico

**REGIMEN DE TEMPERATURA:** Mésico, (Frígido)

**ALTITUD (m.):** 900 - 2.200

**PENDIENTE (%):** 45 - 75

**MATERIAL ORIGINAL:** Rocas carbonatadas y coluviones de la misma naturaleza

**ROCOSIDAD:** Extremadamente rocosa

**PEDREGOSIDAD:** Excesivamente pedregosa y ripiosa

**EROSION:** Media

**DRENAJE:** Algo excesivamente drenado

### CARACTERISTICAS INTRINSECAS

**PERFIL:** Ah, Bw, Ck; A, AC, Ck; Ah, Ck

**ESPESOR SOLUM (cm.):** 40 - 85

**HORIZONTES DIAGNOSTICOS:** Móllico, (Ocrico), Cámbico, Cálxico

**TEXTURA:** Franca o más fina

**FRAGMENTOS GRUESOS (% peso):** 50 - 85

**RESERVA DE AGUA (mm.):** 25 - 35

**SATURACION (%):** 100

**CARBONATOS (%):** 40 - 70

**pH:** 7,5 - 8,2

**C.E.C. en Horiz. A (cmol+ kg<sup>-1</sup>):** 10 - 15

**MATERIA ORGANICA en Horiz. A (%):** 3,5 - 6,5

**NUTRIENTES en Horiz. A (Kg/ha):** P: 50-400; K: 100-400; N: 3.000-5.000

### RASGOS Y CONTROLES CARTOGRAFICOS:

La unidad, instaurada sobre materiales carbonatados, en gran parte coluvionados, es bastante compleja, detectándose una gran diversidad de suelos. La pendiente, la cobertura vegetal y todos los factores que regulan el espesor de los coluviones, su granulometría, estabilidad y procesos erosivos superficiales, controlan la distribución de las tipologías.

La escasez de vegetación en determinados sectores ocasiona una merma del horizonte orgánico - mineral, no cumpliendo los requerimientos del epipedón móllico. Aparece así el Xerochrept calcixeróllico en depósitos coluviales espesos, tornándose Xerorthent típico cuando la pendiente es más extrema y desaparecen los horizontes de diagnóstico subsuperficiales, disminuyendo el espesor del suelo.

Los Mollisoles, que pueden o no tener horizontes B según el grosor del coluvión, se localizan en pies de laderas estabilizadas con vegetación. El Calcixeroll predomina en las partes más bajas, cambiando a Haploxeroll según se asciende en cota y se evidencia una decarbonatación del perfil. Cuando el móllico es muy espeso aparece el Calcixeroll páquico. Otros suelos muy minoritarios se corresponden con restos de las unidades

vecinas (Rhodoxeralf, Haploxeralf) y con cambios en el régimen de temperatura del suelo (Haploboroll, con régimen frígido y Crioboroll por encima de 2.160 m. con régimen críco).

Los sondeos nº 2, 25, 26, 39 y 52 y el perfil nº 27 pertenecen a esta unidad.

## UNIDAD 20

### SUELOS

**PRINCIPALES:** Haploxeroll cálcico, Xerochrept calcixeróllico, Xerorthent lítico

**MINORITARIOS:** Rhodoxeralf típico, Haploxeralf típico, Haploxeralf móllico, Calcixeroll típico, Xerochrept típico

### UBICACION Y EXTENSION CARTOGRAFICA

**LOCALIZACION:** Entre Barranco Castillejo y Barranco de las Mimbres, W del Collado de Matas Verdes, al N de la Loma del Perro y otros más, todos ellos en la parte occidental del área

**SUPERFICIE OCUPADA:** 1.191 has. 1,52% del total

**NUMERO DE MANCHAS CARTOGRAFICAS INDIVIDUALIZADAS:** 12 (0,9%)

**EXTENSION DE LAS MANCHAS CARTOGRAFICAS:** Mayor: 165 has.  
Menor: 37 has. Más frecuente: -

### CARACTERISTICAS EXTRINSECAS

**FISIOGRAFIA:** Lomas convexas de aspecto redondeado, ocupando a veces las partes altas del paisaje con karstificación y fisuración

**VEGETACION/USO:** Matorral serial; prado xerofítico; caméfitos y restos de bosque perennifolio. Repoblaciones forestales con coníferas

**REGIMEN DE HUMEDAD:** Xérico

**REGIMEN DE TEMPERATURA:** Mésico, Frígido, (Críico)

**ALTITUD (m.):** 1.100 - 2.300

**PENDIENTE (%):** 20 - 40

**MATERIAL ORIGINAL:** Rocas del Manto de Las Víboras y en algunos casos coluviones con matriz arcillosa. Intercalaciones de filitas

**ROCOSIDAD:** Extremadamente rocosa

**PEDREGOSIDAD:** Excesivamente pedregosa

**EROSION:** Media



**DRENAJE:** Bien drenado

**CARACTERISTICAS INTRINSECAS**

**PERFIL:** Ah, Bw, Ck(R); A, C; Ah, Bt, C

**ESPESOR SOLUM (cm.):** 25 - 70

**HORIZONTES DIAGNOSTICOS:** Ocrico, Móllico, Cámbico, Cálculo, (Argíllico)

**TEXTURA:** Franco arcillo limosa

**FRAGMENTOS GRUESOS (% peso):** 50 - 80

**RESERVA DE AGUA (mm.):** 10 - 40

**SATURACION (%):** 100

**CARBONATOS (%):** 45 - 70

**pH:** 7,8 - 8,2

**C.E.C. en Horiz. A (cmol+ kg<sup>-1</sup>):** 6 - 18

**MATERIA ORGANICA en Horiz. A (%):** 2,0 - 5,0

**NUTRIENTES en Horiz. A (Kg/ha):** P: <400; K: 100-300; N: 3.000-5.000

**RASGOS Y CONTROLES CARTOGRAFICOS:**

La unidad, erosiva, está representada por superficies seniles y denudadas que se han conservado merced a un sustrato compacto de calizas masivas y tableadas del Manto de las Víboras.

Los Alfisoles son las inclusiones mayoritarias, desarrollados entre las fisuras de la roca. En general son del subgrupo típico aunque en ocasiones están recarbonatados y pertenecen al subgrupo cálcico. Cuando el suelo se ubica en áreas más húmedas, menos erosivas y con cubierta vegetal, se desarrolla un epipedón móllico que da origen al Haploxeralf móllico. Si por el contrario el horizonte Bt sufre procesos de terrificación y movilización, se describe el Xerochrept típico.

El Haploxeroll cálcico y el Xerochrept calcixeróllico, se desarrollan a partir de los materiales erosionados y coluvionados de los suelos arriba descritos, y son por tanto más ricos en fragmentos gruesos y carbonato equivalente. En la mayoría de las ocasiones el horizonte B está presente. En esta unidad el Haploxeroll domina sobre

el Calcixeroll puesto que el lavado está favorecido por la altura y la compacidad de la roca. Por último el Xerorthent es también abundante cuando se adelgaza el suelo en sectores de mayor rocosidad.

En los sectores donde el régimen de temperatura es frígido, el suelo principiál se clasifica como Haploboroll típico o éntico, pasando a Crioboroll en régimen críico. Otras inclusiones minoritarias son Haploxeroll lítico, Xerochrept lítico y Xerochrept rúptico - lítico.

Los muestreos de la unidad corresponden a los perfiles nº 12, 14 y 31 y a los sondeos nº 3, 35, 37, 38, 42, 43, 44, 49, 50, 53, 54, 59 y 67.

## UNIDAD 21

### SUELOS

**PRINCIPALES:** Xerochrept calcixeróllico

**MINORITARIOS:** Haploxeroll típico, Calcixeroll típico, Xerochrept calcixeróllico - vértico, Xerorthent típico

### UBICACION Y EXTENSION CARTOGRAFICA

**LOCALIZACION:** Llanos del Purche

**SUPERFICIE OCUPADA:** 227 has.      0,29% del total

**NUMERO DE MANCHAS CARTOGRAFICAS INDIVIDUALIZADAS:** 1 (0,08%)

**EXTENSION DE LAS MANCHAS CARTOGRAFICAS:** Mayor: 227 has.  
Menor: - Más frecuente: -

### CARACTERISTICAS EXTRINSECAS

**FISIOGRAFIA:** Rellano deprimido entre relieves calizos

**VEGETACION/USO:** Cultivos

**REGIMEN DE HUMEDAD:** Xérico

**REGIMEN DE TEMPERATURA:** Mésico

**ALTITUD (m.):** 1.400 - 1.500

**PENDIENTE (%):** 10 - 20

**MATERIAL ORIGINAL:** Arenas, limos, conglomerados y calcarenitas

**ROCOSIDAD:** Rocosa

**PEDREGOSIDAD:** Pedregosa

**EROSION:** Moderada

**DRENAJE:** Bien drenada

### CARACTERISTICAS INTRINSECAS

**PERFIL:** Ap, Bw(AC), C; Ap, Bw(Ack), Ck

**ESPEJOR SOLUM (cm.):** 50 - 100

**HORIZONTES DIAGNOSTICOS:** Ocrico, Móllico, Cámbico, (Cálcico)

**TEXTURA:** Franco limosas y franco arcillo limosas

**FRAGMENTOS GRUESOS (% peso):** 50 - 65

**RESERVA DE AGUA (mm.):** 25 - 45

**SATURACION (%):** 100

**CARBONATOS (%):** 30 - 65

**pH:** 7,8 - 8,3

**C.E.C. en Horiz. A (cmol+ kg<sup>-1</sup>):** 6 - 18

**MATERIA ORGANICA en Horiz. A (%):** 3,0 - 5,0

**NUTRIENTES en Horiz. A (Kg/ha):** P: 150-350; K: 100-300; N: 2.000-4.000

### RASGOS Y CONTROLES CARTOGRAFICOS:

La unidad se relaciona con sedimentos detríticos terciarios y cuaternarios intensamente cultivados, en un rellano entre relieves calizos.

Aunque el Xerochrept es la tipología dominante, la proximidad de los colores del epipedón ócrico a los del móllico hace que el Haploxeroll sea la inclusión fundamental de la unidad, pudiendo ser típico (la mayoría de las veces) o cálcico cuando tiene una concentración importante de caliza pulverulenta, e incluso Calcixeroll cuando presenta un horizonte cálcico bastante manifiesto.

El Xerochrept calciceróllico-vértico se da preferentemente en los puntos donde el sedimento es más fino de granulometría (limolitas) y el Xerorthent en las laderas más erosivas.

## UNIDAD 22

### SUELOS

**PRINCIPALES:** Xerochrept típico, Xerorthent típico

**MINORITARIOS:** Rhodoxeralf típico (cálcico), Haploxeralf típico (cálcico), Xerochrept calcixeróllico

### UBICACION Y EXTENSION CARTOGRAFICA

**LOCALIZACION:** Angulo N-W de la zona en la Lomilla de Hacho y Pico Hacho

**SUPERFICIE OCUPADA:** 258 has.      0,33% del total

**NUMERO DE MANCHAS CARTOGRAFICAS INDIVIDUALIZADAS:** 1 (0,08%)

**EXTENSION DE LAS MANCHAS CARTOGRAFICAS:** Mayor: 258 has.  
Menor: - Más frecuente: -

### CARACTERISTICAS EXTRINSECAS

**FISIOGRAFIA:** Laderas convexas con cárcavas; paratas de cultivo y resaltes rocosos dentro de las laderas

**VEGETACION/USO:** Matorral espontáneo y estepa agostante poco espesa. Cultivos

**REGIMEN DE HUMEDAD:** Xérico

**REGIMEN DE TEMPERATURA:** Mésico

**ALTITUD (m.):** 850 - 1.300

**PENDIENTE (%):** 25 - 40

**MATERIAL ORIGINAL:** Conglomerados, limos, arenas y areniscas

**ROCOSIDAD:** Rocosa - Muy rocosa

**PEDREGOSIDAD:** Pedregosa - Muy pedregosa

**EROSION:** Alta

**DRENAJE:** Bien drenada

### CARACTERISTICAS INTRINSECAS

PERFIL: Ap, Bw(AC), C; A, C; (Ah, Bt, C)

ESPESOR SOLUM (cm.): 15 - 65

HORIZONTES DIAGNOSTICOS: Ocrico, Cámbico, (Argílico)

TEXTURA: Franca y franco limonsa

FRAGMENTOS GRUESOS (% peso): 35 - 70

RESERVA DE AGUA (mm.): 10 - 40

SATURACION (%): 100

CARBONATOS (%): 15 - 50

pH: 7,9 - 8,3

C.E.C. en Horiz. A (cmol+ kg<sup>-1</sup>): 6 - 15

MATERIA ORGANICA en Horiz. A (%): 1,0 - 3,0

NUTRIENTES en Horiz. A (Kg/ha): P: 100-400; K: 300-700; N: 2.000-3.000

### RASGOS Y CONTROLES CARTOGRAFICOS:

Esta unidad puede considerarse derivada de la n° 17, por acentuación de los procesos erosivos en los materiales neógenos del extremo noroccidental del área. Este hecho, dificulta el lavado de carbonatos, no siendo frecuente percibir la acumulación de carbonato cálcico secundario, por lo que los suelos pertenecen fundamentalmente al subgrupo típico.

El Xerochrept aparece en las zonas más llanas a partir de coluvios algo aparatados; el Xerorthent se sitúa en las convexidades y crestas erosivas con un espesor de solum que rara vez supera los 20 cm.; y por último los Alfisoles, según el color sea más o menos rojo intenso, se clasifican como Rhodoxeralf o Haploxeralf y suelen situarse sobre el sustrato más competente a la erosión: al abrigo de los conglomerados.

## UNIDAD 23

### SUELOS

**PRINCIPALES:** Xerorthent típico, Xerochrept típico

**MINORITARIOS:** Rhodoxeralf típico (cálcico), Haploxeralf típico (cálcico), Xerochrept calcixeróllico

### UBICACION Y EXTENSION CARTOGRAFICA

**LOCALIZACION:** Al Norte del Púlpito de Canales, desde la Loma de la Pileta hasta el Cortijo Serrallo

**SUPERFICIE OCUPADA:** 227 has. 0,29% del total

**NUMERO DE MANCHAS CARTOGRAFICAS INDIVIDUALIZADAS:** 2 (0,1%)

**EXTENSION DE LAS MANCHAS CARTOGRAFICAS:** Mayor: 212 has.  
Menor: 15 has. Más frecuente: -

### CARACTERISTICAS EXTRINSECAS

**FISIOGRAFIA:** Lomas medias con relieve elevado y laderas convexas y perfiles angulosos

**VEGETACION/USO:** Matorral y prado agostante escaso; restos de árboles autóctonos en las cabeceras de los barrancos. Cultivos en las zonas altas y coníferas de repoblación en algunos sectores

**REGIMEN DE HUMEDAD:** Xérico

**REGIMEN DE TEMPERATURA:** Mésico

**ALTITUD (m.):** 900 - 2.150

**PENDIENTE (%):** 30 - 70

**MATERIAL ORIGINAL:** Conglomerados, limos y arenas

**ROCOSIDAD:** Casi nula

**PEDREGOSIDAD:** Excesivamente pedregosa

**EROSION:** Alta

**DRENAJE:** Algo exesivamente drenada

### CARACTERISTICAS INTRINSECAS

PERFIL: A, Bw(AC), C; A, C

ESPESOR SOLUM (cm.): 15 - 50

HORIZONTES DIAGNOSTICOS: Ocrico, Cámbico, (Argílico)

TEXTURA: Franca

FRAGMENTOS GRUESOS (% peso): 35 - 70

RESERVA DE AGUA (mm.): 5 - 25

SATURACION (%): 100

CARBONATOS (%): 15 - 50

pH: 7,9 - 8,3

C.E.C. en Horiz. A (cmol+ kg<sup>-1</sup>): 6 - 15

MATERIA ORGANICA en Horiz. A (%): 1,0 - 3,0

NUTRIENTES en Horiz. A (Kg/ha): P: 100-400; K: 300-700; N: 2.000-3.000

### RASGOS Y CONTROLES CARTOGRAFICOS:

Las unidades 17, 22 y 23 están estrechamente relacionadas, marcando diversos grados secuenciales de degradación de menor a mayor, en el mismo orden expuesto.

En esta unidad las pendientes medias son extremas, disminuye el espesor del solum y es predominante el Xerorthent sobre el Xerochrept. Interesa destacar que el suelo sin Bw procede bien de Xerochrepts erosionados o bien de paratas construidas por el hombre.

Las situaciones más protegidas y/o que mantienen restos de vegetación arbórea son favorables para la conservación de Alfisoles antiguos, e incluso se ha descrito algún Haploxeroll.

En el mismo sentido expuesto en la unidad 22 los lavados de carbonatos y su acumulación secundaria son poco frecuentes.



## UNIDAD 24

### SUELOS

**PRINCIPALES:** Xerochrept típico

**MINORITARIOS:** Xerochrept calcixeróllico, Xerorthent típico, Calcixeroll típico, Haploxeroll cálcico

### UBICACION Y EXTENSION CARTOGRAFICA

**LOCALIZACION:** Desde Fraile del Almar hasta el Pulpito de Canales, y al NE de la Central eléctrica de Pinos Genil

**SUPERFICIE OCUPADA:** 235 has. 0,30% del total

**NUMERO DE MANCHAS CARTOGRAFICAS INDIVIDUALIZADAS:** 2 (0,1%)

**EXTENSION DE LAS MANCHAS CARTOGRAFICAS:** Mayor: 200 has.  
Menor: 35 has. Más frecuente: -

### CARACTERISTICAS EXTRINSECAS

**FISIOGRAFIA:** Alomada en las partes más altas, apareciendo más y mayores escarpes hacia las cotas más bajas

**VEGETACION:** Matorral - tomillar con prado xerofítico

**REGIMEN DE HUMEDAD:** Xérico

**REGIMEN DE TEMPERATURA:** Mésisco

**ALTITUD (m.):** 800 - 1.500

**PENDIENTE (%):** 35 - 70

**MATERIAL ORIGINAL:** Areniscas bioclásticas calcáreas

**ROCOSIDAD:** Extremadamente rocosa

**PEDREGOSIDAD:** Excesivamente pedregosa

**EROSION:** Alta

**DRENAJE:** Algo excesivamente drenada

### CARACTERISTICAS INTRINSECAS

PERFIL: Ah, Bw(AC), C; Ap, Bw, Ck

ESPESOR SOLUM (cm.): 15 - 40

HORIZONTES DIAGNOSTICOS: Ocrico, (Móllico), Cámbico (Cálcico)

TEXTURA: Franca y franco arcillo limosa

FRAGMENTOS GRUESOS (% peso): 35 - 70

RESERVA DE AGUA (mm.): 25 - 50

SATURACION (%): 100

CARBONATOS (%): 15 - 50

pH: 7,9 - 8,3

C.E.C. en Horiz. A (cmol+ kg<sup>-1</sup>): 6 - 16

MATERIA ORGANICA en Horiz. A (%): 1,5 - 3,5

NUTRIENTES en Horiz. A (Kg/ha): P: 100-400; K: 300-700; N: 2.000-3.000

### RASGOS Y CONTROLES CARTOGRAFICOS:

Los afloramientos rocosos de calcarenitas del Tortoniense suponen un porcentaje importante de la superficie ocupada por la unidad, en la que el Xerochrept es el suelo más abundante, localizándose en las zonas de ladera no muy erosivas. Dentro de ellos se han reconocido dos variedades con propiedades distintas: Los Xerochrepts desarrollados a partir de maciños duros son delgados, de textura fina y decarbonatados. En esta situación los subgrupos dominantes son el típico y lítico; sin embargo el Xerochrept calcixeróllico es más frecuente instaurado sobre areniscas deleznable y se caracteriza por ser más espeso, extremadamente calcáreo y de textura franca.

Las zonas más acarcavadas y desnudas de vegetación reducen el perfil a un máximo de 25 cm. de espesor. Contrariamente, posiciones fisiográficas acumulativas y protegidas por matorral al pie de grandes escarpes, favorecen epipedones móllicos que sobre un horizonte cálcico dan lugar a Calcixeroll típico, si el suelo es calcáreo en su totalidad, o Haploxeroll cálcico, cuando están lavados los horizontes superiores del suelo.

## UNIDAD 25

### SUELOS

**PRINCIPALES:** Haploxeroll cálcico

**MINORITARIOS:** Xerochrept calcixeróllico, Xerochrept típico, Calcixeroll típico, Haploxeralf móllico

### UBICACION Y EXTENSION CARTOGRAFICA

**LOCALIZACION:** Monte Ahí de Cara, Cortijo Diéchar, Collado del Cerrajón hasta el Pico Huenes, Pico del Tesoro y al Sur de la Loma del Perro

**SUPERFICIE OCUPADA:** 1.520 has.      1,94% del total

**NUMERO DE MANCHAS CARTOGRAFICAS INDIVIDUALIZADAS:** 5 (0,4%)

**EXTENSION DE LAS MANCHAS CARTOGRAFICAS:** Mayor: 600 Menor: 37 Más frecuente: -

### CARACTERISTICAS EXTRINSECAS

**FISIOGRAFIA:** Laderas coluviales estabilizadas y zonas de cumbres karstificadas; áreas acumulativas.

**VEGETACION:** Matorral y prado con enclaves importantes de encinas y coníferas de repoblación.

**REGIMEN DE HUMEDAD:** Xérico

**REGIMEN DE TEMPERATURA:** Mésico, (Frígido)

**ALTITUD (m.):** 1.200 - 2.200

**PENDIENTE (%):** 20 - 45

**MATERIAL ORIGINAL:** Coluviones carbonatados

**ROCOSIDAD:** Extremadamente rocosa

**PEDREGOSIDAD:** Excesivamente pedregosa

**EROSION:** Ligera

**DRENAJE:** Algo excesivamente drenada

### CARACTERISTICAS INTRINSECAS

PERFIL: Ah, Bw, Ck; Ah, Bw, C

ESPEJOR SOLUM (cm.): 50 - 80

HORIZONTES DIAGNOSTICOS: Ocrico, Móllico, Cámbico, Cállico

TEXTURA: Franco limosa y franca

FRAGMENTOS GRUESOS (% peso): 30 - 60

RESERVA DE AGUA (mm.): 40 - 65

SATURACION (%): 100

CARBONATOS (%): 30 - 60

pH: 7,6 - 8,1

C.E.C. en Horiz. A (cmol+ kg<sup>-1</sup>): 10 - 20

MATERIA ORGANICA en Horiz. A (%): 4 - 8

NUTRIENTES en Horiz. A (Kg/ha): P: 50-250; K: 100-250; N: 3.500-7.000

### RASGOS Y CONTROLES CARTOGRAFICOS:

La unidad se relaciona con la existencia de zonas acumulativas, estabilizadas y protegidas por la vegetación, sobre materiales calizos del manto de Víboras.

El Haploxeroll cálcico es el suelo más abundante, casi siempre con horizonte Bw, que suele pasar a Calcixeroll cuando no aparecen síntomas de decarbonatación, hecho que ocurre en las cotas más bajas y en depósitos coluviales espesos y muy groseros. Cuando el régimen de temperatura es más frío que méxico, el suelo se clasifica en el suborden Boroll.

La inclusión más importante es el Xerochrept calcixeróllico, en las laderas que no cumplen los requerimientos del móllico, y el Xerochrept típico que aparece en respuesta a procesos de terrificación, movilización y erosión de horizontes argílicos y móllicos de los Haploxeralfs móllicos.

El perfil nº 28 y los sondeos nº 4, 27, 34, 36, 46, 48 y 51 se han muestreado en esta unidad.

## UNIDAD 26

### SUELOS

**PRINCIPALES:** Xerochrept típico, Xerorthent típico, Rhodoxeralf típico

**MINORITARIOS:** Haploxeralf típico

### UBICACION Y EXTENSION CARTOGRAFICA

**LOCALIZACION:** Margen N-W de la zona de estudio, desde el Cerro de Don Luis a Los Cahorros

**SUPERFICIE OCUPADA:** 258 has. 0,33% del total

**NUMERO DE MANCHAS CARTOGRAFICAS INDIVIDUALIZADAS:** 1 (0,08%)

**EXTENSION DE LAS MANCHAS CARTOGRAFICAS:** Mayor: 258 has.  
Menor: - Más frecuente: -

### CARACTERISTICAS EXTRINSECAS

**FISIOGRAFIA:** Alomada con tendencia a la angularidad de las divisorias de aguas

**VEGETACION/USO:** Matorral serial poco espeso y prado agostante; cultivos; repoblación forestal

**REGIMEN DE HUMEDAD:** Xérico

**REGIMEN DE TEMPERATURA:** Mésico

**ALTITUD (m.):** 950 - 1.400

**PENDIENTE (%):** 20 - 60

**MATERIAL ORIGINAL:** Conglomerado no calcáreo

**ROCOSIDAD:** Moderadamente rocosa

**PEDREGOSIDAD:** Excesivamente pedregosa

**EROSION:** Media

**DRENAJE:** Algo excesivamente drenado

### CARACTERISTICAS INTRINSECAS

**PERFIL:** Ah, Bw, C; Ah, C

**ESPESOR SOLUM (cm.):** 15 - 75

**HORIZONTES DIAGNOSTICOS:** Ocrico, Cámbico

**TEXTURA:** Franca

**FRAGMENTOS GRUESOS (% peso):** 40 - 60

**RESERVA DE AGUA (mm.):** 10 - 40

**SATURACION (%):** > 50

**CARBONATOS (%):** -

**pH:** 7,0 - 7,5

**C.E.C. en Horiz. A (cmol+ kg<sup>-1</sup>):** 6 - 12

**MATERIA ORGANICA en Horiz. A (%):** 3 - 6

**NUTRIENTES en Horiz. A (Kg/ha):** P: 100-400; K: 300-700;  
N: 2.000-3.000

### RASGOS Y CONTROLES CARTOGRAFICOS:

Aunque lo más característico de esta unidad es la naturaleza del material original de los suelos, conglomerados de carácter no calcáreo, por razones cartográficas se ha incluido un pequeño depósito de piedemonte en el que aparecen Xerorthent muy arenosos y con reacción calcárea.

En los sectores menos inclinados se encuentran los Rhodoxeralfs y Xerochrepts; éstos últimos distribuidos en áreas alomadas y procedentes de la disturbación de Alfisoles o bien, desarrollados a partir de coluvios poco alterados y estables con un horizonte cámbico que alcanza los 75 cm. de profundidad.

Por contra, cuando la pendiente es más acentuada desaparece el horizonte Bw y el solum se adelgaza a causa de la erosión, constituyendo el Xerorthent típico no calcáreo.

## UNIDAD 27

### SUELOS

**PRINCIPALES:** Xerorthent lítico

**MINORITARIOS:** Xerochrept lítico, Haploxeroll lítico,  
(Haploxeroll típico)

### UBICACION Y EXTENSION CARTOGRAFICA

**LOCALIZACION:** Loma del Perro, Cerro Blanco, Cerro del Tamboril, La Dehesilla, Cerrajón, Solana de la Dehesa y otros núcleos menores

**SUPERFICIE OCUPADA:** 736 has.            0,94%

**NUMERO DE MANCHAS CARTOGRAFICAS INDIVIDUALIZADAS:** 11 (0,8%)

**EXTENSION DE LAS MANCHAS CARTOGRAFICAS:** Mayor: 140 has.  
Menor: 17 has.    Más frecuente: 55 has.

### CARACTERISTICAS EXTRINSECAS

**FISIOGRAFIA:** Zonas convexas muy denudadas de las partes altas de las lomas

**VEGETACION:** Matorral degradado escaso y algún resto arbóreo disperso

**REGIMEN DE HUMEDAD:** Xérico

**REGIMEN DE TEMPERATURA:** Mésico, (Frígido)

**ALTITUD (m.):** 1.300 - 2.200

**PENDIENTE (%):** 30 - 50

**MATERIAL ORIGINAL:** Rocas carbonatadas, in situ o coluvionadas

**ROCOSIDAD:** Extremadamente rocosa

**PEDREGOSIDAD:** Excesivamente pedregosa

**EROSION:** Alta

**DRENAJE:** Algo excesivamente drenada

### CARACTERISTICAS INTRINSECAS

PERFIL: Ah, (C), R; Ah, Bw, C

ESPEJOR SOLUM (cm.): 15 - 35

HORIZONTES DIAGNOSTICOS: Ocrico, Móllico, (Cámbico)

TEXTURA: Franca y franco limosa

FRAGMENTOS GRUESOS (% peso): 50 - 80

RESERVA DE AGUA (mm.): 5 - 10

SATURACION (%): 100

CARBONATOS (%): 45 -70

pH: 7,8 - 8,2

C.E.C. en Horiz. A (cmol+ kg<sup>-1</sup>): 4 - 10

MATERIA ORGANICA en Horiz. A (%): 2 - 4

NUTRIENTES en Horiz. A (Kg/ha): P: 100-400; K: 300-700; N: 2.000-3.000

### RASGOS Y CONTROLES CARTOGRAFICOS:

La unidad se ha considerado emparentada con la n° 20 de la que procede o al menos comparte el paisaje en los lugares más erosivos del Manto de las Víboras.

El Xerorthent es el suelo dominante con un horizonte R o un C que tiene carácter de costra sobre el R y que hace pensar en una formación antigua.

El Haploxeroll es algo más espeso que el Xerorthent, aunque parece predominar el subgrupo lítico (25 - 30 cm.), a veces con Bw y colores en A al límite para definir un móllico (7,5YR a 5YR 4/3 en seco y 3/2 en húmedo). Esta es la causa de que en numerosas ocasiones el Ah se clasifique como ócrico y el suelo resultante, en todo lo demás similar al Haploxeroll, sea un Xerochrept lítico.

Como impurezas aparecen Criorthents líticos y Borolls, en las zonas más altas de la unidad.

Los sondeos enclavados en esta unidad han sido los n° 8 y 21.



## UNIDAD 28

### SUELOS

**PRINCIPALES:** Haploxeroll típico, Haploxeroll cálcico

**MINORITARIOS:** Xerochrept calcixeróllico, Xerochrept típico, Xerorthent típico

### UBICACION Y EXTENSION CARTOGRAFICA

**LOCALIZACION:** Entre Cerro Gordo y La Dehesilla, barranco al Norte del Pico del Tesoro, Peñón de Muñoz

**SUPERFICIE OCUPADA:** 258 has.      0,33% del total

**NUMERO DE MANCHAS CARTOGRAFICAS INDIVIDUALIZADAS:** 3 (0,2%)

**EXTENSION DE LAS MANCHAS CARTOGRAFICAS:** Mayor: 160 has.  
Menor: 22 has. Más frecuente: -

### CARACTERISTICAS EXTRINSECAS

**FISIOGRAFIA:** Laderas de barrancos no muy pronunciados

**VEGETACION:** Quercus y matorral xerofítico espeso

**REGIMEN DE HUMEDAD:** Xérico (puntualmente Udico)

**REGIMEN DE TEMPERATURA:** Mésico

**ALTITUD (m.):** 1.200 - 2.000

**PENDIENTE (%):** 20 - 40

**MATERIAL ORIGINAL:** Filitas y rocas carbonatadas

**ROCOSIDAD:** Moderadamente rocosa

**PEDREGOSIDAD:** Moderadamente pedregosa

**EROSION:** Moderada

**DRENAJE:** Bien drenada

### CARACTERISTICAS INTRINSECAS

PERFIL: Ah, AC, Ck; Ah, Bw, Ck

ESPEJOR SOLUM (cm.): 15 - 50

HORIZONTES DIAGNOSTICOS: Móllico, Ocrico, Cámbico

TEXTURA: Franco arenosa

FRAGMENTOS GRUESOS (% peso): 30 - 60

RESERVA DE AGUA (mm.): 40 - 65

SATURACION (%): 80 - 100

CARBONATOS (%): < 30

pH: 7,5 - 7,7

C.E.C. en Horiz. A (cmol+ kg<sup>-1</sup>): 10 - 20

MATERIA ORGANICA en Horiz. A (%): 4,5 - 7,5

NUTRIENTES en Horiz. A (Kg/ha): P: 50-250; K: 100-300; N: 3.000-4.000

### RASGOS Y CONTROLES CARTOGRAFICOS:

Unidad menor dentro del área carbonatada, constituye sólo pequeños enclaves emparentados con la unidad 18, radicando sus diferencias en la presencia de núcleos de vegetación más conservada (matorral espeso y bosque autóctono), por lo que abundan las tipologías de Haploxeroll sobre los suelos cultivados y/o erosivos.

Las áreas donde predominan las filitas dan origen a Haploxeroll típico, en tanto que el Haploxeroll cálcico se localiza en los sectores más contaminados por los carbonatos procedentes de los afloramientos circundantes. El horizonte C, en éste último caso, presenta acumulaciones de carbonato cálcico secundario, sin que pueda definirse no obstante un horizonte cálcico, aunque sí un horizonte k.

La pérdida del epipedón móllico en los suelos da lugar a Xerochrepts y Xerorthents con un horizonte superficial grisáceo a pardo grisáceo. Cuando aparece el horizonte B éste es de color 10YR 6/3 en seco y 10YR 5/3 en húmedo. El contenido en carbonatos sigue las directrices ya indicadas en el caso del Haploxeroll.

Los sondeos nº 1 y 45 se describieron en esta unidad.

## UNIDAD 29

### SUELOS

**PRINCIPALES:** Xerorthent típico, Xerochrept calcixeróllico

**MINORITARIOS:** Xerochrept típico, Rhodoxeralf típico (cálcico), Haploxeralf típico (cálcico)

### UBICACION Y EXTENSION CARTOGRAFICA

**LOCALIZACION:** Al E y W de Gúejar Sierra

**SUPERFICIE OCUPADA:** 141 has. 0,18% del total

**NUMERO DE MANCHAS CARTOGRAFICAS INDIVIDUALIZADAS:** 2 (0,1%)

**EXTENSION DE LAS MANCHAS CARTOGRAFICAS:** Mayor: 98 has  
Menor: 43 has. Más frecuente: -

### CARACTERISTICAS EXTRINSECAS

**FISIOGRAFIA:** Ligeramente cóncava, es un área de acumulación aparatada y muy modificada por el hombre

**VEGETACION/USO:** Cultivos

**REGIMEN DE HUMEDAD:** Xérico

**REGIMEN DE TEMPERATURA:** Mésico

**ALTITUD (m.):** 1.000 - 1.150 m.

**PENDIENTE (%):** 10 - 20

**MATERIAL ORIGINAL:** Coluvión detrítico, carbonatado, además de materiales aportados por el hombre

**ROCOSIDAD:** Sin rocas

**PEDREGOSIDAD:** Moderadamente pedregosa

**EROSION:** Ligera

**DRENAJE:** Bien drenada

### CARACTERISTICAS INTRINSECAS

**PERFIL:** Ap, C1, C2; (Ap, Bw, C)

**ESPESOR SOLUM (cm.):** > 100

**HORIZONTES DIAGNOSTICOS:** Ocrico, (Cámbico)

**TEXTURA:** Franco limosa

**FRAGMENTOS GRUESOS (% peso):** 20 - 50

**RESERVA DE AGUA (mm.):** 45 - 65

**SATURACION (%):** 100

**CARBONATOS (%):** < 50

**pH:** 7,5 - 8,0

**C.E.C. en Horiz. A (cmol+ kg<sup>-1</sup>):** 10 - 15

**MATERIA ORGANICA en Horiz. A (%):** 3 - 6

**NUTRIENTES en Horiz. A (Kg/ha):** P: 100-200; K: 100-300; N: 1.500-3.000

### RASGOS Y CONTROLES CARTOGRAFICOS:

El área de ocupación de la unidad es muy restringida, semejando un gran escalón al pie de las elevaciones carbonatadas del Noroeste de Güejar Sierra y de la mole de materiales detríticos del Oeste.

El material original está constituido por un acúmulo de sedimentos detríticos, material procedente de rocas carbonatadas y de los suelos derivados a partir de todos ellos. Es muy posible que el hombre colaborara a la construcción de los suelos trayendo sedimentos de zonas cercanas (p. ej. del río Genil).

El Xerorthent típico se ha definido con carácter antrópico, bien por su condición de suelo construido en paratas y/o por tener un epipedón antrópico. El suelo está continuamente laboreado y sometido a riego y abonado. El perfil no presenta apenas horizonación y sí tonos muy oscuros, aunque no llegan a constituir un epipedón móllico, bien por la ausencia de contraste de color entre las partes superiores y el horizonte C o bien por tener un elevado contenido en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

En las zonas más llanas del borde de la unidad aparecen Alfisoles y Xerochrepts, éstos últimos con más frecuencia, indicando una mayor evolución del perfil, y/o

inclusiones de los suelos de las unidades circundantes.

## UNIDAD 30

### SUELOS

**PRINCIPALES:** Xerorthent típico, Haploxeroll cálcico

**MINORITARIOS:** Xerochrept calcixeróllico, Calcixeroll típico

### UBICACION Y EXTENSION CARTOGRAFICA

**LOCALIZACION:** Alayos de Dílar, Cuesta del Fresno, cabecera del Barranco del Cerezo y al NNW y W de la Placeta-El Purche

**SUPERFICIE OCUPADA:** 1.042 has. 1,33% del total

**NUMERO DE MANCHAS CARTOGRAFICAS INDIVIDUALIZADAS:** 4 (0,3%)

**EXTENSION DE LAS MANCHAS CARTOGRAFICAS:** Mayor: 415 has.  
Menor: 100 has. Más frecuente: -

### CARACTERISTICAS EXTRINSECAS

**FISIOGRAFIA:** Laderas intensamente acaravadas y apretada red de drenaje

**VEGETACION/USO:** Pinar, matorral serial y algunos restos de bosque perennifolio

**REGIMEN DE HUMEDAD:** Xérico

**REGIMEN DE TEMPERATURA:** Mésico

**ALTITUD (m.):** 1.300 - 2.000

**PENDIENTE (%):** 35 - 65

**MATERIAL ORIGINAL:** Rocas carbonatadas, in situ y coluvionadas

**ROCOSIDAD:** Extremadamente rocosa

**PEDREGOSIDAD:** Excesivamente pedregosa

**EROSION:** Media

**DRENAJE:** Algo excesivamente drenado

## CARACTERISTICAS INTRINSECAS

**PERFIL:** Ah, Ac(Bw), Ck; Ah, AC(Bw)k, Ck

**ESPEJOR SOLUM (cm.):** 20 - 70

**HORIZONTES DIAGNOSTICOS:** Ocrico, Móllico, (Cámbico), Cálculo

**TEXTURA:** Franca a franco limosa

**FRAGMENTOS GRUESOS (% peso):** 50 - 80

**RESERVA DE AGUA (mm.):** 5 - 50

**SATURACION (%):** 100

**CARBONATOS (%):** 40 - 60

**pH:** 7,8 - 8,2

**C.E.C. en Horiz. A (cmol+ kg<sup>-1</sup>):** 8 - 16

**MATERIA ORGANICA en Horiz. A (%):** 3 - 6

**NUTRIENTES en Horiz. A (Kg/ha):** P: 100-200; K: 100-300; N: 1.500-3.000

## RASGOS Y CONTROLES CARTOGRAFICOS:

Dada la elevada magnitud que adquieren la rocosidad y la pedregosidad, en ocasiones las áreas ocupadas por la unidad podrían considerarse tierra rocosa o ripiosa.

La unidad es semejante a otras instauradas sobre materiales carbonatados con rocas de la unidad del Trevenque, si bien la superficie se encuentra algo más protegida por la vegetación. En las laderas aparecen tres situaciones: 1) Las áreas muy erosivas, convexidades y laderas de cárcavas que están desprovistas de vegetación, todas muy rocosas y pedregosas, siendo el Xerorthent típico y lítico el único suelo representado. 2) Zonas estabilizadas, en términos relativos, que tienen caracteres opuestos a las anteriores y con suelos Haploxerolls y Xerochrepts, en general cálcicos. 3) Areas de coluvión grosero, a pie de laderas y en cuencas de recepción, donde se sitúan Calcixerolls y Haploxerolls cuando la vegetación es espesa o Xerorthent típico cuando no hay cubierta vegetal desarrollada.

Los sondeos recogidos en la unidad son los nº 5, 6, 7, 15, 16, 19, 28, 29, 31, 56, 57, 61, 64 y 65.

## UNIDAD 31

### SUELOS

**PRINCIPALES:** Haploxeroll cálcico, Xerochrept calcixeróllico

**MINORITARIOS:** Xerorthent típico, Xerochrept típico, Calcixeroll típico, Haploxeroll páquico-cálcico y Calcixeroll páquico

### UBICACION Y EXTENSION CARTOGRAFICA

**LOCALIZACION:** Oeste de Cerro Blanco, Barranco de la Magara, al Sur del Canal de la Espartera, laderas del Arroyo de Huenes, etc.

**SUPERFICIE OCUPADA:** 588 has. 0,75% del total

**NUMERO DE MANCHAS CARTOGRAFICAS INDIVIDUALIZADAS:** 6 (0,5%)

**EXTENSION DE LAS MANCHAS CARTOGRAFICAS:** Mayor: 180 has.  
Menor: 20 has. Más frecuente: -

### CARACTERISTICAS EXTRINSECAS

**FISIOGRAFIA:** Zonas de ladera y pie de ladera con tendencia a la concavidad

**VEGETACION/USO:** Matorral espeso, prado y restos de bosques autóctonos perennifolios. También coníferas de repoblación

**REGIMEN DE HUMEDAD:** Xérico

**REGIMEN DE TEMPERATURA:** Mésico

**ALTITUD (m.):** 1.200 - 1.900

**PENDIENTE (%):** 25 - 45

**MATERIAL ORIGINAL:** Derrubios de ladera carbonatados

**ROCOSIDAD:** Extremadamente rocosa

**PEDREGOSIDAD:** Excesivamente pedregosa

**EROSION:** Moderada

**DRENAJE:** Bien drenada



## CARACTERISTICAS INTRINSECAS

PERFIL: Ah, Bw(k), Ck; Ah, AC(k), Ck

ESPESOR SOLUM (cm.): 30 - 60

HORIZONTES DIAGNOSTICOS: Móllico, (Ocrico), Cámbico, Cálxico

TEXTURA: Franco limosa

FRAGMENTOS GRUESOS (% peso): 30 - 70

RESERVA DE AGUA (mm.): 40 - 65

SATURACION (%): 100

CARBONATOS (%): 30 - 60

pH: 7,6 - 8,2

C.E.C. en Horiz. A (cmol+ kg<sup>-1</sup>): 15 - 20

MATERIA ORGANICA en Horiz. A (%): 4 - 8

NUTRIENTES en Horiz. A (Kg/ha): P: 150-300; K: 100-300; N: 4.000-6.000

## RASGOS Y CONTROLES CARTOGRAFICOS:

La unidad se corresponde con áreas coluviales estabilizadas merced a la vegetación. También aparece en zonas karstificadas (cumbres de los Alayos), al ser áreas dolinadas con tendencia a la concavidad, acumulativas y relativamente estables, donde el perfil (Calcixeroll o/y Haploxeroll) está constituido de un material oscuro procedente del arrastre de horizontes Ah de los suelos de las laderas, que supera el metro de solum y que en ocasiones tiene un móllico de más de 50 cm. de espesor dando lugar al subgrupo páquico.

Los Haploxerolls cálcicos tienen generalmente horizontes Bw, tornándose Xerochrept cuando se incrementa la pendiente y/o desaparece la vegetación, parámetros adversos que al hacerse extremos condicionan no sólo la desaparición del móllico, sino también del cámbico, dando lugar a un Xerorthnet típico de carácter ripioso e intercalado entre afloramientos rocosos.

En términos generales los suelos con reacción calcárea y con huellas visibles de lavado y acumulación de CO<sub>3</sub><sup>=</sup> secundario, son con mucho mayoritarios respecto a los suelos decarbonatados.

Los sondeos definidos en la unidad son los nº 9, 11, 12, 14, 18, 34, 63 y 68.

[Faint, illegible text, possibly bleed-through from the reverse side of the page]

## UNIDADES MISCELANEAS

### UNIDAD 32

#### AREAS ROCOSAS Y PEDREGOSO ROCOSAS

#### UBICACION Y EXTENSION CARTOGRAFICA

**LOCALIZACION:** Mayoritariamente en la línea de cumbres que separa las vertientes Norte y Sur de Sierra Nevada, además de otros puntos menores como los Tajos Altos, Tajos de las Chorreras Negras, Pico de Sabinal y otros muchos núcleos más dispersos y de menor extensión.

**SUPERFICIE OCUPADA:** 6.068 has. 7,74% del total

**NUMERO DE MANCHAS CARTOGRAFICAS INDIVIDUALIZADAS:** 64 (5,0%)

**EXTENSION DE LAS MANCHAS CARTOGRAFICAS:** Mayor: 2.800  
Menor: 2 Más frecuente: 15

#### CARACTERISTICAS EXTRINSECAS

**FISIOGRAFIA:** Zonas de escarpes rocosos

**VEGETACION:** Escasa y muy especializada

**ALTITUD (m.):** > 2.100

**PENDIENTE (%):** > 50

#### RASGOS Y CONTROLES CARTOGRAFICOS

La unidad supone aquellas zonas donde los afloramientos rocosos y la acumulación de fragmentos gruesos ocupan el 90% o más de la superficie expuesta, y no es posible separar las zonas exclusivamente pedregosas, que constituyen la siguiente unidad.

Los enclaves están relativamente dispersos, concentrándose los núcleos más importantes en las divisorias de crestas, accidentes tectónicos, estratos duros (cuarcitas) y paredones rocosos de origen glaciario.

Aunque la unidad puede descender hasta los 1.000 m., es dominante en las zonas de cumbres, generadas por procesos de modelado antiguo que originaron abundantes umbrales rocosos, y los activos fenómenos actuales (p.ej. neotectónica y periglaciario) que dejan la roca al descubierto en muchos puntos.

Respecto a las tipologías de los suelos (siempre minoritarios) se puede aplicar lo descrito para las áreas pedregosas.

[Faint, illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the page]

[Faint, illegible section header]

[Faint, illegible text]

[Faint, illegible section header]

[Faint, illegible text]

## UNIDAD 33

### AREAS PEDREGOSAS

#### UBICACION Y EXTENSION CARTOGRAFICA

**LOCALIZACION:** Sector NE del área en la divisoria de agua, Loma del Mulhacén, Puntal de Caldera, Corral de Valdeinfierno, Tajos del Campanario, ladera W del Veleta, Tajo de Laguillos, Hoya de la Mora, etc.

**SUPERFICIE OCUPADA:** 4.962 has. 6,33% del total

**NUMERO DE MANCHAS CARTOGRAFICAS INDIVIDUALIZADAS:** 26 (2,0%)

**EXTENSION DE LAS MANCHAS CARTOGRAFICAS:** Mayor: 1.800 has.  
Menor: 8 has. Más frecuente: 80 has.

#### CARACTERISTICAS EXTRINSECAS

**FISIOGRAFIA:** Laderas con enlosamiento de piedras

**ALTITUD (m.):** > 2.300

**PENDIENTE (%):** 40 - 70

**MATERIAL ORIGINAL:** Cantos metamórficos nevadofilábrides

#### RASGOS Y CONTROLES CARTOGRAFICOS

La unidad se corresponde con tierras en las que el recubrimiento superficial por piedras, gravas y pedregones, constituye más del 90% del total.

Aparece bien representada en las cumbres mediante acumulaciones diversas de cantos y grandes bloques amontonados al pie de escarpes rocosos, llegando a constituir laderas enteras, de grandes dimensiones, de cascajares con fragmentos de diversos tamaños, denominadas canchales (p. ej. ladera Oeste del pico Veleta).

El origen de esta unidad es doble; por un lado se atribuye a procesos cuaternarios glaciares y periglaciares y por otro, debido a la liberación de grandes cantidades de materiales en respuesta a la neotectónica, que crea numerosos puntos débiles sobre los que actúan constantemente mecanismos de desmenuzamiento actuales, entre los que destaca la acción del hielo - deshielo.

La naturaleza esquistosa de la roca ha facilitado la intensificación de los procesos aludidos y la consiguiente

producción y acumulación de clastos.

En sectores minoritarios existe alguna concentración de materiales de textura más fina, continuamente sometidos a rejuvenecimiento por fenómenos erosivos y de reptación - soliflución como consecuencia de la fuerte pendiente, la falta de vegetación y el almacenamiento de agua en los derrubios, pudiendo definirse Criorthents típicos. Otros suelos que pueden encontrarse corresponden a tipologías de las unidades limítrofes (Criochrept dístico y Criumbrept éntico) entre los que destaca la presencia de Aquent.

## UNIDAD 34

### AREAS URBANIZADAS

#### UBICACION Y EXTENSION CARTOGRAFICA

**LOCALIZACION:** Unidad dispersa, tentativa y sometida a continua evolución de crecimiento areal. La mayor concentración aparece en el Sur del área. El núcleo cartográfico más extenso se ubica en la estación invernal de Solynieve.

**SUPERFICIE OCUPADA:** 470 has.      0,6% del total

**NUMERO DE MANCHAS CARTOGRAFICAS INDIVIDUALIZADAS:** 20 (1,6%)

**EXTENSION DE LAS MANCHAS CARTOGRAFICAS:** Mayor: 145 has.  
Menor: 5 has. Más frecuente: 9 has.

#### RASGOS Y CONTROLES CARTOGRAFICOS

Unidad enclavada en la estación de esquí de Solynieve, las vías de acceso a la misma y las zonas de influencia más directa y cercana. Asimismo, los pueblos de Gúejar Sierra, Trevélez, Pinos Genil, Soportújar, Cáñar, Carataunas, Pampaneira, Bubión, Capileira, etc., se consideran en la unidad 34 como áreas urbanas.

La zona delimitada en la estación de esquí está constituida por edificios, carreteras, pistas, desmontes de materiales, suelos destruidos, amontonamiento de detritus diversos, etc.

Existen inclusiones de suelos vírgenes como Xerumbrepts y Criumbrepts típicos - énticos, Ochrepts, Orthents, Aquent, etc.

## UNIDAD 35

### AREAS AFECTADAS POR OBRAS HIDRAULICAS

SUPERFICIE OCUPADA: 156 has.      0,20% del total

NUMERO DE MANCHAS CARTOGRAFICAS INDIVIDUALIZADAS: 1 (0,08%)

### RASGOS Y CONTROLES CARTOGRAFICOS

Unidad ubicada en el valle del río Genil, corresponde a las zonas fuertemente afectadas por la construcción del pantano de Canales: Areas de acumulación de agua, zonas de desmontes en las que se ha eliminado el suelo, acumulaciones de materiales, construcciones, pistas, etc.

con el propósito de determinar el área afectada por las obras de construcción del pantano de Canales, se ha realizado un estudio cartográfico de la zona, en el que se han individualizado las manchas cartográficas que conforman la unidad.

Las zonas de acumulación de agua, zonas de desmontes, acumulaciones de materiales, construcciones, pistas, etc., se han cartografiado y se han asignado los rasgos correspondientes.

Los rasgos cartográficos que se han asignado a las manchas individualizadas son los siguientes:



## **CAPITULO 2**

### **PERFILES Y SONDEOS DE SUELO**



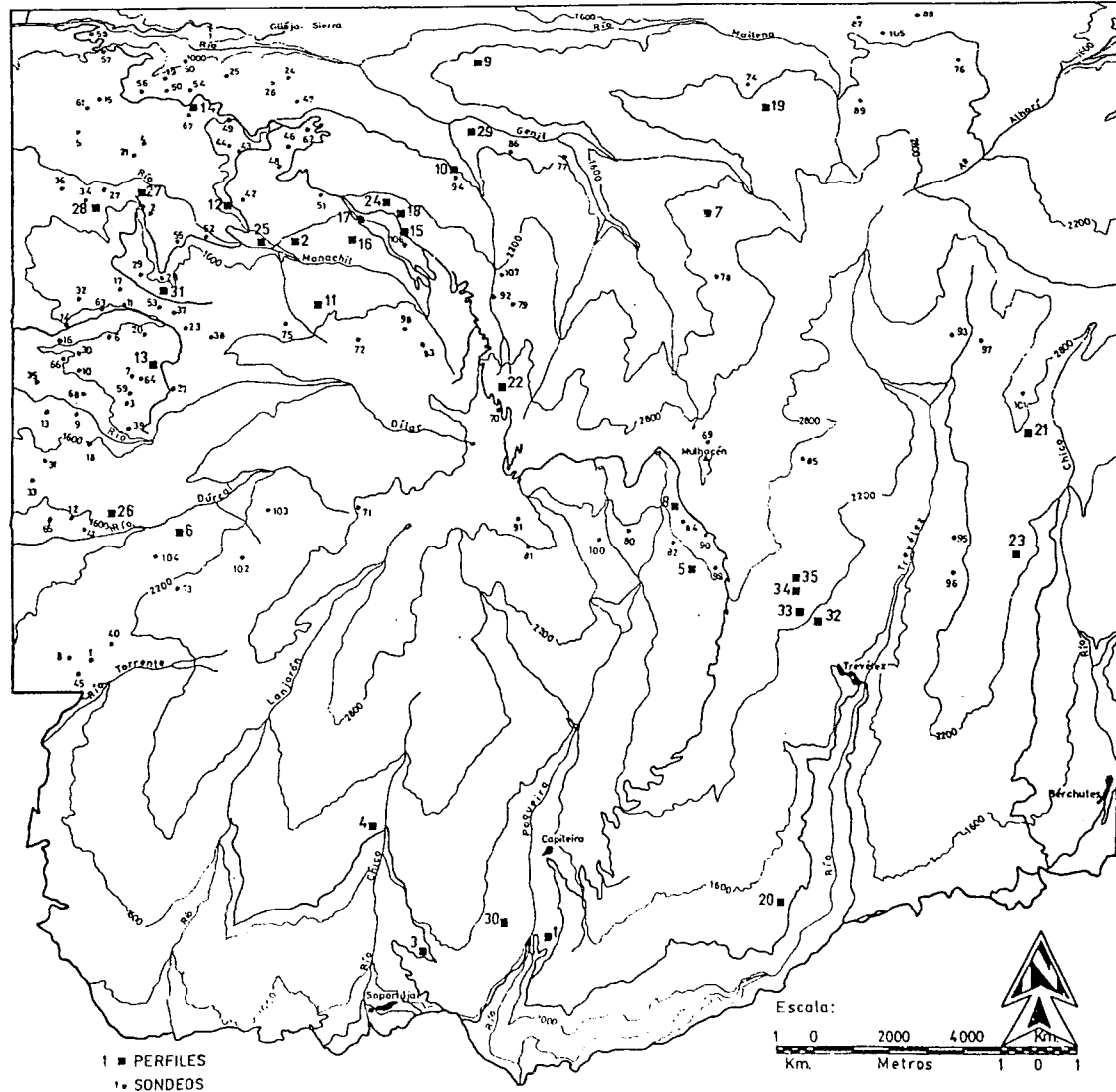
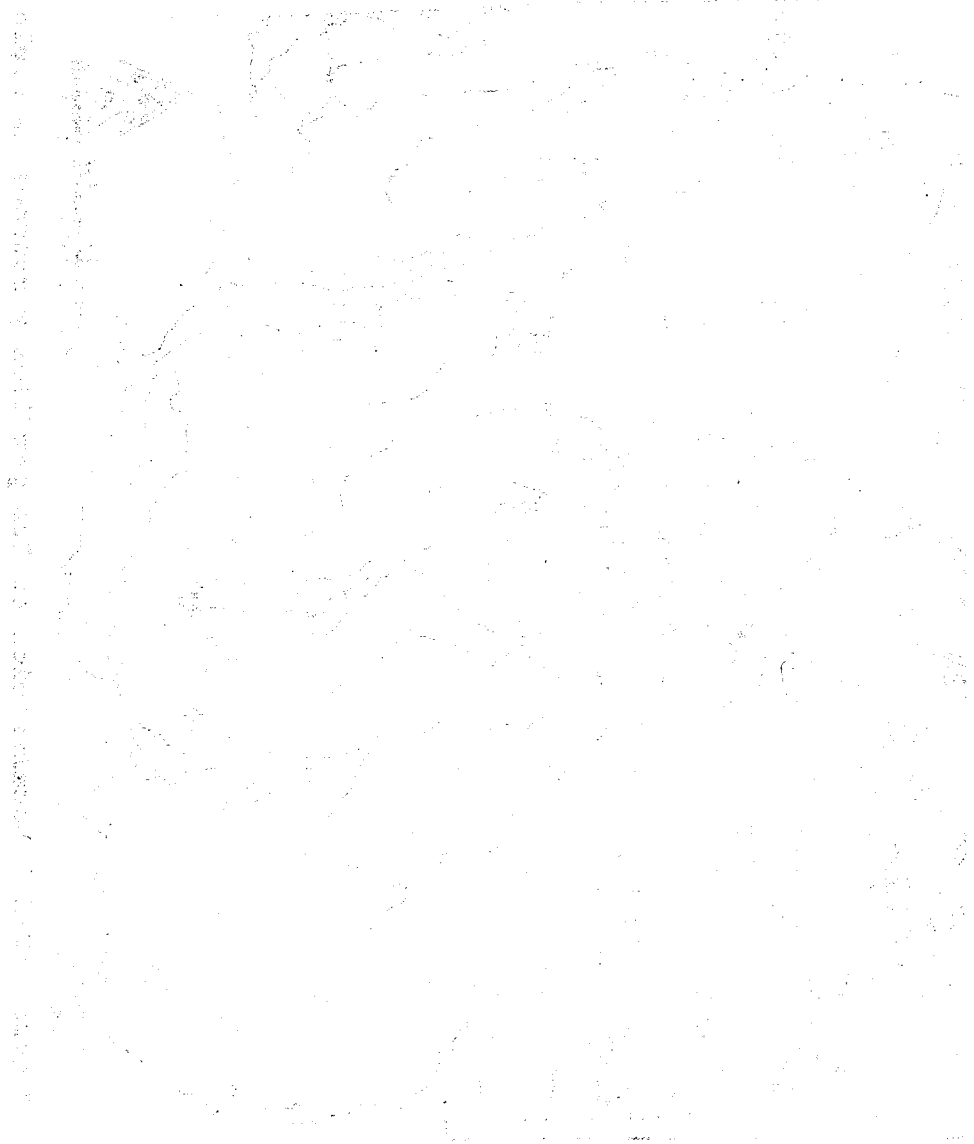


Figura III-2-1 Localización de los perfiles y sondeos de suelo



## PERFIL N° 1

**CLASIFICACION:** Xerumbrept típico

### 1.- CARACTERES GENERALES

**Fecha de muestreo:** Junio 1.988

**Ubicación:** Aproximadamente a un kilómetro al Noreste de Pampaneira, en un claro del bosque de encinas y quejigos

**Coordenadas:** 30SVF686887

**Altitud:** 1.320 m.

**Orientación:** Sur

**Posición fisiográfica:** Ladera rectilínea longitudinalmente y convexa en el sentido transversal

**Forma del terreno circundante:** Montañoso

**Microtopografía:** Lóbulos de reptación

**Pendiente:** 65%

**Vegetación:** Bosque de encinas espesas y quejigos en menor cantidad, y monte bajo de matorral espinoso

**Material de partida:** Derrubio de micasquistos grafitosos y cuarcitas

**Drenaje:** Bien drenado. Clase 4

**Condiciones de humedad:** Secos los primeros 20 centímetros, debajo levemente húmedo

**Pedregosidad superficial:** Clase 4. Excesivamente pedregoso

**Afloramientos de roca:** Clase 3. Muy rocoso

**Evidencias de erosión:** Hídrica laminar ligera

**Influencia humana:** Bosque talado en la Guerra Civil

## 2.-DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

Horiz. Prof. cm.

- O 5 - 0 Negro (10YR 2/1) en húmedo y gris muy oscuro (10YR 3/1) en seco, constituido por restos de encina algo estratificados con material mineral fino y raíces finas de gramíneas. No es continuo en toda la superficie. Los restos vegetales están más disgregados a medida que se profundiza. Estructura migajosa mediana que rompe en fina. También existe la estructura laminar de estratificación de los restos. Límite gradual con el horizonte A.
- Ah 0 - 27 Entre negro y gris muy oscuro en húmedo (10YR 2,5/1) y entre gris muy oscuro y gris oscuro (10YR 3,5/1) en seco; franco arenoso grueso con grava; estructura migajosa mediana que rompe en migajosa fina, ambas débiles; entre blando y ligeramente duro, friable, no adherente, ligeramente plástico; muchos poros intersticiales muy finos; frecuente grava (20%), con poca piedra (8%) y muy pocos pedregones (2%); no calcáreo; muy abundantes raíces finas y muy finas y pocas medianas y gruesas; límite neto y paralelo a la topografía.
- Bw 27 - 65 Entre gris muy oscuro y pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/1,5) en húmedo y entre pardo y pardo oscuro (10YR 4,5/3) en seco; franco arenoso grueso con mucha grava; estructura en bloques subangulares finos débil y en migajosa fina débil; entre blando y ligeramente duro, friable, ligeramente adherente y ligeramente plástico; muchos poros intersticiales, frecuentes finos y muy finos exped; con frecuente grava (30%) y poca piedra y pedregón (7%); no calcáreo; comunes raíces que se distribuyen en medianas, finas y muy finas; límite neto y plano con el horizonte subyacente.
- BCw 65 - 90 Pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en húmedo y entre pardo y pardo amarillento (10YR 5/3,5) en seco; franco arenoso grueso con grava; estructura en bloques subangulares finos, débil; entre blando y ligeramente duro, friable, ligeramente adherente y ligeramente plástico; muchos poros intersticiales, frecuentes finos y muy finos exped; frecuentes fragmentos gruesos tamaño grava, piedra y pedregón, que constituyen un porcentaje en volumen de 32%; no calcáreo; pocas raíces medianas y gruesas; límite neto y plano con el horizonte subyacente.
- C > 90 Gris oscuro (5Y 3/2) en húmedo y oliva (5Y 5/3) en seco. Franco arenoso grueso muy pedregoso. Coluvión fresco de micasquistos.

Tabla III-2-1 DATOS ANALITICOS DEL PERFIL N° 1

| Hori. | Prof.cm. | % Arenas     |       |          |            |        |       |      |          | % Unified | % Grava |
|-------|----------|--------------|-------|----------|------------|--------|-------|------|----------|-----------|---------|
|       |          | %Arena total | %Limo | %Arcilla | Muy gruesa | Gruesa | Media | Fina | Muy fina |           |         |
| Ah    | 0 - 27   | 53,3         | 35,0  | 11,7     | 13,4       | 12,1   | 8,7   | 9,7  | 9,4      | 52,4      | 43      |
| Bw    | 27 - 65  | 61,5         | 27,2  | 11,3     | 15,5       | 13,4   | 20,4  | 8,5  | 3,7      | 40,4      | 50      |
| BCw   | 65 - 90  | 64,9         | 25,3  | 9,8      | 15,8       | 14,2   | 22,8  | 9,3  | 2,8      | 36,0      | 44      |
| C     | > 90     | 64,0         | 27,3  | 8,7      | 15,5       | 13,5   | 11,8  | 14,8 | 8,4      | 39,7      | 62      |

| Hori. | Cm  | Retención de agua (%) |          | Agua útil | DAFH               | % C.O. | % N   | C/N | P asim.             | pH               |     |
|-------|-----|-----------------------|----------|-----------|--------------------|--------|-------|-----|---------------------|------------------|-----|
|       |     | H33KPa                | H1500KPa | mm/cm     | Mg m <sup>-3</sup> |        |       |     | mg Kg <sup>-1</sup> | H <sub>2</sub> O | CLK |
| Ah    | 0,7 | 25,61                 | 9,16     | 1,7       | 1,13               | 4,37   | 0,296 | 16  | 62,0                | 7,0              | 6,0 |
| Bw    | 0,6 | 17,72                 | 6,43     | 1,1       | 1,36               | 1,58   | 0,105 | 15  | 48,0                | 6,5              | 5,0 |
| BCw   | 0,7 | 18,14                 | 5,62     | 1,3       | 1,37               | 1,28   | 0,173 | 9   | 31,9                | 5,8              | 4,5 |
| C     | 0,5 | 17,31                 | 6,68     | 0,8       | 1,38               | 1,21   | 0,173 | 7   | 29,0                | 5,8              | 4,6 |

| Hori. | %CO <sub>2</sub> Ca eq. | cmol(+) Kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |          |        | % Sat. | Bases |
|-------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|----------------|----------|--------|--------|-------|
|       |                         | Ca <sup>++</sup>         | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | S. Bases | C.E.C. |        |       |
| Ah    | -                       | 11,8                     | 2,1              | 0,1             | 0,2            | 14,2     | 13,1   | 100    |       |
| Bw    | -                       | 2,0                      | 1,3              | 0,2             | 0,2            | 3,7      | 4,6    | 80     |       |
| BCw   | -                       | 1,0                      | 0,7              | 0,1             | 0,1            | 1,9      | 4,3    | 44     |       |
| C     | -                       | 1,0                      | 0,4              | 0,2             | 0,1            | 1,7      | 3,8    | 44     |       |

387

## **PERFIL N° 2**

**CLASIFICACION:** Haploixeroll últico éntico

### **1.- CARACTERES GENERALES**

**Fecha de muestreo:** Octubre de 1.988

**Ubicación:** Cuenca del río Monachil, en la Loma de las Yeguas, a cien metros al Sureste del barranco de los Prados del Aire

**Coordenadas:** 4615 - 41067

**Altitud:** 1.800 m.

**Orientación:** Oeste

**Posición fisiográfica:** Pendiente levemente convexa en sentido transversal y longitudinal

**Forma del terreno circundante:** Montañoso

**Microtopografía:** Lóbulos de reptación marcados por la erosión

**Pendiente:** 80 %

**Vegetación:** Lastonar espeso

**Material de partida:** Derrubio de ladera de micasquisto con feldespatos, anfíbolitas y gneises

**Drenaje:** Clase 4. Bien drenado

**Condiciones de humedad:** Seco hasta los 25 cm., húmedo a partir de ahí

**Pedregosidad superficial:** Clase 4. Excesivamente pedregoso

**Afloramientos de roca:** Clase 2 a 3. Rocoso a muy rocoso

**Evidencias de erosión:** Hídrica laminar severa, eólica moderada

**Influencia humana:** Pastoreo y quema de matorrales



## 2.- DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

| Horiz. | Prof. cm. |  |
|--------|-----------|--|
| Ah     | 0 - 20    | Pardo oscuro (7,5YR 3/2) en húmedo, entre pardo y pardo oscuro (7,5YR 4,5/4) en seco; franco arenoso con grava, ligeramente pedregoso y con pedregones; estructura migajosa fina moderada, no adherente, no plástico, friable y blando; frecuentes poros intersticiales finos expeditivos; frecuentes gravas (35%) de formas planas y angulosas de naturaleza variable, semejante a la del material origen poco alterados; abundantes excretas; abundantes raíces finas y muy finas; límite gradual y plano con el horizonte subyacente.   |
| AC     | 20 - 35   | Pardo oscuro (8,75YR 3/3) en húmedo, pardo (7,5YR 4,5/4) en seco; entre franco y franco arenoso con mucha grava y pedregoso; estructura en bloques subangulares casi laminar mediana, débil que rompe en migajosa fina débil; no adherente, no plástico, friable y blando; frecuentes poros intersticiales finos expeditivos; abundantes gravas (60%) y pocas piedras (6%) de micasquitos, anfibolitas y gneises de forma variable desde planas y angulosas a subredondeadas, poco alteradas con exudaciones de hierro y recubrimientos de material limoso; comunes raíces finas y escasas medianas; límite gradual y plano con el horizonte subyacente. |
| C      | > 35      | Pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en húmedo, entre pardo grisáceo y gris parduzco claro (10YR 5,5/2) en seco; es una mezcla de grava (90%) y algunas piedras sin estructura; la tierra fina es de textura franco arenosa gruesa; los fragmentos son de la misma naturaleza que en el horizonte anterior y con iguales características; muy pocas raíces finas y medianas.   |

Tabla III-2-2 DATOS ANALITICOS DEL PERFIL N° 2

| Hori. | Prof.cm. | %Arena total | %Limo | %Arcilla | % Arenas   |        |       |      |          | % Unified | % Grava |
|-------|----------|--------------|-------|----------|------------|--------|-------|------|----------|-----------|---------|
|       |          |              |       |          | Muy gruesa | Gruesa | Media | Fina | Muy fina |           |         |
| Ah    | 0 - 20   | 56,3         | 33,3  | 10,4     | 12,4       | 13,0   | 7,0   | 18,1 | 5,8      | 44,1      | 50      |
| AC    | 20 - 35  | 53,8         | 35,4  | 10,8     | 12,9       | 13,1   | 6,8   | 15,5 | 5,5      | 47,1      | 76      |
| 2C    | > 35     | 67,6         | 26,4  | 6,0      | 20,8       | 21,3   | 9,2   | 13,3 | 3,0      | 35,0      | 94      |

| Hori. | Cm  | Retención de agua (%) |          | Agua útil | DAFH               | % C.O. | % N   | C/N | P asim.             | pH H <sub>2</sub> O |
|-------|-----|-----------------------|----------|-----------|--------------------|--------|-------|-----|---------------------|---------------------|
|       |     | H33KPa                | H1500KPa | mm/cm     | Mg m <sup>-3</sup> |        |       |     | mg Kg <sup>-1</sup> |                     |
| Ah    | 0,6 | 20,35                 | 6,66     | 1,1       | 1,31               | 1,63   | 0,128 | 13  | 5,9                 | 6,3                 |
| AC    | 0,4 | 19,21                 | 6,45     | 0,6       | 1,24               | 1,06   | 0,077 | 13  | 4,5                 | 6,3                 |
| 2C    | 0,1 | 13,66                 | 4,16     | 0,1       | 1,23               | 0,43   | 0,048 | 9   | 18,0                | 6,6                 |

| Hori. | %CO <sub>3</sub> Ca eq. | cmol(+) Kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |       | S. Bases | C.E.C. | % Sat. Bases | % Fe |
|-------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|----------------|-------|----------|--------|--------------|------|
|       |                         | Ca <sup>++</sup>         | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | libre |          |        |              |      |
| Ah    | -                       | 8,3                      | 1,1              | 0,1             | 0,4            | 9,9   | 11,8     | 85     | 1,35         |      |
| AC    | -                       | 8,2                      | 0,9              | 0,1             | 0,3            | 9,5   | 12,3     | 77     | 0,98         |      |
| 2C    | -                       | 4,2                      | 0,8              | 0,1             | 0,2            | 5,2   | 6,0      | 86     | 1,30         |      |

068

## PERFIL N° 3

**CLASIFICACION:** Xerochrept típico

### 1.- CARACTERES GENERALES

**Fecha de muestreo:** Junio de 1.988

**Ubicación:** A unos 50 m. del camino al robledal de Soportújar, en un lugar conocido como "Cuesta de los Bancalillos"

**Coordenadas:** 30SVF649883

**Altitud:** 1.480 m.

**Orientación:** Sur-Oeste

**Posición fisiográfica:** Ladera ligeramente cóncava en sentido lateral y ligeramente convexa en el longitudinal a unos 100 m. del cambio de pendiente superior

**Forma del terreno circundante:** Montañoso con grandes lomas y grandes cárcavas típicas de esquistos

**Microtopografía:** En pequeñas lomas bajo la vegetación

**Pendiente:** 35 %. Clase 5. Escarpado

**Vegetación:** Tomillar con gramíneas xerofíticas y algunas encinas

**Material de partida:** Derrubio de ladera de micasquistos

**Drenaje:** Bien drenado. Clase 4

**Condiciones de humedad:** Seco en los primeros 30 cm. y debajo levemente húmedo

**Pedregosidad superficial:** Clase 3. Muy pedregoso

**Afloramientos de roca:** No hay. Clase 0

**Evidencias de erosión:** Laminar severa a moderada

**Influencia humana:** Cultivo abandonado

## 2.-DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

Horiz. Prof. cm.

|    |         |   |
|----|---------|---|
| Ah | 0 - 12  | Pardo oscuro (10YR 3/3) en húmedo, pardo amarillento (10YR 5/4) en seco; franco arenoso grueso con mucha grava; estructura en bloques subangulares finos, débil, ligeramente duro, ligeramente adherente, entre ligeramente plástico y no plástico, friable, muchos poros intersticiales finos, muy finos y pocos medianos; abundante grava (50%); no calcáreo; muy abundantes raíces finas y muy finas; límite neto y plano con el horizonte subyacente.   |
| AB | 12 - 25 | Pardo amarillento oscuro (10YR 4/4) en húmedo, amarillo parduzco (10YR 6/6) en seco; franco arenoso grueso con mucha grava y pedregoso; estructura en bloques subangulares medianos, débil, que rompe en angular fina débil; ligeramente duro, friable, ligeramente adherente, ligeramente plástico; frecuentes poros intersticiales muy finos y finos; frecuente grava (35%) y piedra (15%); no calcáreo; abundantes raíces muy finas y pocas gruesas y medianas; límite neto y plano con el horizonte subyacente. |
| Bw | 25 - 56 | Pardo amarillento oscuro (10YR 4/4) en húmedo, amarillo parduzco (10YR 6/6) en seco; franco arenoso grueso con mucha grava; estructura en bloques subangulares gruesos débil a moderada que rompen en bloques subangulares finos débiles; entre ligeramente duro y duro, entre ligeramente adherente y adherente, ligeramente plástico, friable; muchos poros intersticiales muy finos; abundante grava (44%); no calcáreo; pocas raíces muy finas y medianas; límite gradual y plano con el horizonte subyacente.  |
| C  | > 56    | Pardo amarillento (10YR 5/6) en húmedo y amarillo (10YR 7/6) en seco; franco arenoso grueso con mucha grava y pedregoso, practicamente suelto, muy friable, blando, no adherente, no plástico, muy pocas raíces medianas y finas; no calcáreo.  |

Tabla III-2-3 DATOS ANALITICOS DEL PERFIL N° 3

| Hori. | Prof.cm. | % Arenas     |       |          |            |        |       |      |          |      | % Unified | % Grava |
|-------|----------|--------------|-------|----------|------------|--------|-------|------|----------|------|-----------|---------|
|       |          | %Arena total | %Limo | %Arcilla | Muy gruesa | Gruesa | Media | Fina | Muy fina |      |           |         |
| Ah    | 0 - 12   | 70,4         | 20,7  | 8,9      | 23,0       | 18,3   | 10,2  | 8,7  | 10,2     | 33,4 | 66        |         |
| AB    | 12 - 25  | 61,4         | 25,6  | 13,0     | 18,0       | 13,4   | 7,4   | 10,2 | 12,4     | 42,1 | 62        |         |
| Bw    | 25 - 56  | 56,3         | 27,4  | 16,3     | 19,2       | 13,3   | 7,6   | 8,8  | 7,4      | 47,4 | 56        |         |
| C     | > 56     | 65,4         | 30,3  | 4,3      | 15,7       | 18,2   | 9,4   | 11,2 | 6,8      | 38,2 | 68        |         |

| Hori. | Cm  | Retención de agua (%) |          | Agua útil |                    | DAFH   |       |     | P asim.             | pH               |     |
|-------|-----|-----------------------|----------|-----------|--------------------|--------|-------|-----|---------------------|------------------|-----|
|       |     | H33KPa                | H1500KPa | mm/cm     | Mg m <sup>-3</sup> | % C.O. | % N   | C/N | mg Kg <sup>-1</sup> | H <sub>2</sub> O | CLK |
| Ah    | 0,5 | 23,9                  | 8,1      | 1,1       | 1,19               | 2,68   | 0,186 | 14  | 94,1                | 6,9              | 6,1 |
| AB    | 0,5 | 19,0                  | 5,4      | 1,0       | 1,28               | 0,95   | 0,065 | 15  | 91,2                | 6,8              | 5,4 |
| Bw    | 0,6 | 18,9                  | 6,0      | 1,1       | 1,33               | 0,53   | 0,050 | 11  | 93,1                | 6,7              | 5,2 |
| C     | 0,4 | 16,2                  | 4,3      | 0,8       | 1,38               | 0,25   | -     | -   | 18,1                | 6,8              | 4,8 |

| Hori. | %CO <sub>3</sub> Ca eq. | cmol(+) Kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |          |        |     | % Sat. Bases |
|-------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|----------------|----------|--------|-----|--------------|
|       |                         | Ca <sup>++</sup>         | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | S. Bases | C.E.C. |     |              |
| Ah    | -                       | 29,1                     | 1,3              | 0,2             | 0,5            | 31,1     | 10,4   | 100 |              |
| AB    | -                       | 4,1                      | 1,1              | 0,1             | 0,2            | 5,5      | 8,0    | 68  |              |
| Bw    | -                       | 3,5                      | 0,8              | 0,1             | 0,2            | 4,6      | 6,3    | 73  |              |
| C     | -                       | 2,2                      | 0,4              | 0,2             | 0,1            | 2,9      | 4,7    | 62  |              |

368

## **PERFIL N° 4**

**CLASIFICACION:** Haploxeroll típico

### **1.- CARACTERES GENERALES**

**Fecha de muestreo:** Junio de 1.988

**Ubicación:** Margen Oeste del río Chico, aproximadamente a 1 Km. del mismo, en las proximidades al Barranco del Tío Quinto

**Coordenadas:** 30SVF632915

**Altitud:** 1.820 m.

**Orientación:** Sur-Este

**Posición fisiográfica:** Ladera convexa en ambos sentidos. El perfil se muestra en el centro de una loma

**Forma del terreno circundante:** Montañoso

**Microtopografía:** Aterrazado por las veredas, sin descartar las reptaciones.

**Pendiente:** 65 %. Clase 6. Muy escarpado

**Vegetación:** Robledal con sotobosque y prado de gramíneas

**Material de partida:** Micasquisto grafitoso junto a otras tipologías de rocas nevadofilábrides.

**Drenaje:** Bien drenado. Clase 4

**Condiciones de humedad:** Levemente húmedo en todo el perfil

**Pedregosidad superficial:** Clase 2. Pedregoso

**Afloramientos de roca:** Rocoso. Clase 2

**Evidencias de erosión:** Hídrica laminar moderada en los frentes. Reptación

**Influencia humana:** Poco apreciable

## 2.-DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

| Horiz. | Prof. cm.  |  |
|--------|------------|--|
| O      | 7 - 0      | Subdividido en 3 subhorizontes. L de 7 a 5 cm.; F de 5 a 2 cm. y H de 2 a 0 cm. Abundantes muestras de actividad biológica. Cantidad creciente de material mineral hacia abajo. Pasa gradualmente al horizonte A.  |
| Ah     | 0 - 10     | Pardo grisáceo muy oscuro (2,5Y 3/2) en húmedo y pardo oliva claro (2,5Y 5/4) en seco; franco arenoso con grava; estructura migajosa fina, débil y granular mediana débil a moderada, de origen biológico; ligeramente duro, friable, entre ligeramente adherente y no adherente, entre no plástico y ligeramente plástico; muchos poros intersticiales muy finos, finos y medianos; frecuentes fragmentos rocosos (25%) en su mayoría micasquistos de tamaño grava; no calcáreo; abundantes raíces finas y muy finas; límite neto y paralelo a la topografía. |
| Bw     | 10 - 25/30 | Pardo grisáceo oscuro (2,5Y 4/2) en húmedo y pardo amarillento claro (2,5Y 6/4) en seco; franco arcillo arenoso con mucha grava; estructura en bloques subangulares gruesos débil, que rompe en bloques subangulares finos y muy finos de débil a moderada; ligeramente duro, friable, ligeramente adherente y ligeramente plástico; frecuentes poros intersticiales finos y muy finos; frecuente grava (30%) y pocas piedras (8%); no calcáreo; comunes raíces medianas y finas; límite brusco y ondulado con el horizonte subyacente.                        |
| C      | 25/30      | Roca in situ, cavable, algo disgregada, con menos del 10 % de tierra fina.   |

**Tabla III-2-4 DATOS ANALITICOS DEL PERFIL N° 4**

| Hori. | Prof.cm. | %Arena total | %Limo | %Arcilla | % Arenas   |        |       |      |          | % Unified | % Grava |
|-------|----------|--------------|-------|----------|------------|--------|-------|------|----------|-----------|---------|
|       |          |              |       |          | Muy gruesa | Gruesa | Media | Fina | Muy fina |           |         |
| Ah    | 0 - 10   | 64,3         | 25,2  | 10,5     | 7,0        | 16,2   | 12,3  | 16,0 | 12,8     | 40,1      | 36      |
| Bw    | 10-25/30 | 53,4         | 26,2  | 20,4     | 7,3        | 13,2   | 8,4   | 11,4 | 13,1     | 51,2      | 51      |

| Hori. | Cm  | Retención de agua (%) |          | Agua útil | DAFH               | % C.O. | % N   | C/N | P asim.<br>mg Kg <sup>-1</sup> | pH               |     |
|-------|-----|-----------------------|----------|-----------|--------------------|--------|-------|-----|--------------------------------|------------------|-----|
|       |     | H33KPa                | H1500KPa | mm/cm     | Mg m <sup>-3</sup> |        |       |     |                                | H <sub>2</sub> O | ClK |
| Ah    | 0,7 | 34,40                 | 20,90    | 1,5       | 0,95               | 5,20   | 0,402 | 13  | 350,0                          | 7,1              | 6,4 |
| Bw    | 0,6 | 21,00                 | 6,60     | 1,3       | 1,32               | 1,43   | 0,103 | 14  | 81,1                           | 6,8              | 5,5 |

| Hori. | %CO <sub>3</sub> Ca eq. | cmol(+) Kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |          |        |     | % Sat. Bases |
|-------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|----------------|----------|--------|-----|--------------|
|       |                         | Ca <sup>++</sup>         | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | S. Bases | C.E.C. |     |              |
| Ah    | 0,46                    | 20,8                     | 3,1              | 0,3             | 0,4            | 24,6     | 19,4   | 100 |              |
| Bw    | 0,46                    | 3,8                      | 2,0              | 0,1             | 0,4            | 6,3      | 6,2    | 100 |              |



## **PERFIL N° 5**

**CLASIFICACION:** Criumbrept éntico

### **1.- CARACTERES GENERALES**

**Fecha de muestreo:** Octubre 1.988

**Ubicación:** Loma del Mulhacén; al Norte de la Peña de Juan Alonso

**Coordenadas:** 4722 - 40980

**Altitud:** 2.700 m.

**Orientación:** Suroeste

**Posición fisiográfica:** Ladera levemente convexa en ambos sentidos

**Forma del terreno circundante:** Montañoso

**Microtopografía:** Microcubetas generadas por la erosión y la reptación

**Pendiente:** 30 %

**Vegetación:** Piornos y enebros coexistiendo con especies de las comunidades culminícolas

**Material de partida:** Derrubio de ladera de micasquistos grafitosos de color gris y grano medio

**Drenaje:** Clase 3. Moderadamente bien drenado

**Condiciones de humedad:** Seco los primeros 15 cm., húmedo hacia abajo

**Pedregosidad superficial:** Clase 4. Excesivamente pedregoso

**Afloramientos de roca:** Clase 2. Rocoso

**Evidencias de erosión:** Eólica e hídrica laminar moderadas

**Influencia humana:** Pastoreo y quema de piornos

## 2.-DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

Horiz. Prof. cm.

- |    |         |  |
|----|---------|--|
| Ah | 0 - 12  | Pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en húmedo, entre pardo, pardo oscuro y pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2,5) en seco; franco arenoso con grava; estructura migajosa fina débil; no adherente, no plástico, muy friable y blando; frecuentes poros intersticiales medianos, exped; frecuentes gravas (40% en volumen) y muy pocas piedras (25%) de micasquistos grafitosos subangulares poco meteorizadas, con manchas ferruginosas en superficies y algunos de ellos con recubrimientos de limo; comunes raíces finas y pocas medianas y gruesas; límite neto y plano con el horizonte subyacente. |
| AC | 12 - 33 | Pardo grisáceo muy oscuro (2,5Y 3/2) en húmedo, entre pardo grisáceo, pardo grisáceo oscuro, pardo oliva claro y pardo oliva (2,5Y 4,5/3) en seco; franco con grava y ligeramente pedregoso; estructura laminar fina débil que rompe en migajosa fina muy débil; no adherente, no plástico, friable y blando; frecuentes poros intersticiales exped; abundantes gravas (45%) y muy pocas piedras (5%) de las mismas características que en el horizonte anterior; comunes raíces finas y muy finas, pocas medianas y gruesas; límite gradual y plano con el horizonte subyacente.                    |
| 2C | > 33    | Pardo grisáceo oscuro (2,5Y 4/2) en húmedo, entre pardo grisáceo y gris parduzco claro (2,5Y 5,5/2) en seco; franco arenoso con mucha grava y ligeramente pedregoso; estructura laminar fina débil; no adherente, no plástico, friable y ligeramente duro; abundantes gravas (60%) y pocas piedras (6%) de caracteres similares a los anteriores pero con mayor cantidad de manchas ferruginosas.  |

Tabla III-2-5 DATOS ANALITICOS DEL PERFIL N° 5

| Hori. | Prof.cm. | %Arena total | %Limo | %Arcilla | % Arenas   |        |       |      |          | % Unified | % Grava |
|-------|----------|--------------|-------|----------|------------|--------|-------|------|----------|-----------|---------|
|       |          |              |       |          | Muy gruesa | Gruesa | Media | Fina | Muy fina |           |         |
| Ah    | 0 - 12   | 58,4         | 33,7  | 7,9      | 14,6       | 13,1   | 6,2   | 16,0 | 8,5      | 45,6      | 61      |
| AC    | 12 - 33  | 52,3         | 37,1  | 10,6     | 13,7       | 12,6   | 5,3   | 12,1 | 8,6      | 48,5      | 65      |
| 2C    | > 33     | 65,2         | 30,1  | 4,7      | 24,5       | 18,8   | 9,1   | 10,4 | 2,4      | 35,0      | 76      |

| Hori. | Cm  | Retención de agua (%) |          | Agua útil | DAFH               | % C.O. | % N   | C/N | P asim.             | pH H <sub>2</sub> O |
|-------|-----|-----------------------|----------|-----------|--------------------|--------|-------|-----|---------------------|---------------------|
|       |     | H33KPa                | H1500KPa | mm/cm     | Mg m <sup>-3</sup> |        |       |     | mg Kg <sup>-1</sup> |                     |
| Ah    | 0,6 | 25,51                 | 14,53    | 0,7       | 1,08               | 6,85   | 0,371 | 18  | 27,0                | 4,2                 |
| AC    | 0,5 | 21,61                 | 7,63     | 0,9       | 1,31               | 2,31   | 0,220 | 10  | 18,1                | 4,6                 |
| 2C    | 0,3 | 14,64                 | 4,77     | 0,5       | 1,40               | 0,42   | 0,061 | 7   | 15,2                | 5,3                 |

| Hori. | %CO <sub>3</sub> Ca eq. | cmol(+) Kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |       | S. Bases | C.E.C. | % Sat. Bases | % Fe |
|-------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|----------------|-------|----------|--------|--------------|------|
|       |                         | Ca <sup>++</sup>         | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | libre |          |        |              |      |
| Ah    | -                       | 1,5                      | 0,2              | 0,1             | 0,3            | 2,1   | 14,1     | 15     | 1,37         |      |
| AC    | -                       | 0,3                      | 0,1              | 0,1             | 0,1            | 0,6   | 6,9      | 9      | 1,61         |      |
| 2C    | -                       | 0,2                      | 0,1              | 0,1             | 0,1            | 0,5   | 3,8      | 13     | 1,32         |      |

## **PERFIL N° 6**

**CLASIFICACION:** Xerorthent típico

### **1.- CARACTERES GENERALES**

**Fecha de muestreo:** Noviembre 1.988

**Ubicación:** Cuenca del río Dúrcal; camino a la Raya de la Dehesa; vertiente Noreste del Barranco de Cerro del Caballo

**Coordenadas:** 4581 - 40993

**Altitud:** 1.800 m.

**Orientación:** Noreste

**Posición fisiográfica:** Pendiente convexa en sentido longitudinal y transversal

**Forma del terreno circundante:** Montañoso

**Microtopografía:** Originada por la fuerte erosión

**Pendiente:** 75 %. Muy escarpada

**Vegetación:** Matorral serial silíceo degradado y sustituido por gramíneas dispersas del género Festuca

**Material de partida:** Disgregación de micasquisto grafitoso

**Drenaje:** Clase 4-5. Bien drenado

**Condiciones de humedad:** Húmedo todo el perfil

**Pedregosidad superficial:** Clase 4. Excesivamente pedregoso

**Afloramientos de roca:** Clase 2. Rocoso

**Evidencias de erosión:** Laminar hídrica severa

**Influencia humana:** Pastoreo y quema del piorno

## 2.-DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

Horiz. Prof. cm.

Ah 0 - 15

Entre pardo grisáceo oscuro y pardo oliva (2,5Y 4/3) en húmedo, pardo grisáceo a pardo oliva claro (2,5Y 5/3) en seco; franco arenoso grueso con grava y pedregoso; estructura laminar fina débil que rompe en migajosa fina débil; no adherente, no plástico, friable y blando; frecuentes poros intersticiales finos y muy finos imped e exped, como consecuencia del intenso lavado de los materiales finos; frecuentes gravas (30%) y pocas piedras (10%) de micasquisto grafitoso fundamentalmente, aunque se reconocen aportes de micasquisto feldespático, y cuarcitas micáceas, la forma de los fragmentos es plana y angulosa, poco alterados, se reconocen recubrimientos de material limoso debajo de los cuales a veces existe una pátina de oxihidróxidos de hierro; frecuentes raíces finas y muy finas, alguna mediana; límite neto y plano con el horizonte subyacente.

C > 15

Es un horizonte discontinuo que forma bandas inclinadas respecto a la superficie, en dichas bandas existe un predominio de la estructura de roca aunque con algo de tierra fina (aproximadamente 11% en volumen). La tierra fina es de color pardo grisáceo (2,5Y 5/2) en húmedo, gris parduzco claro (2,5Y 6/2) en seco; franco arenoso grueso; estructura laminar fina débil; no adherente, no plástico, friable y casi suelto; frecuentes poros intersticiales finos; los fragmentos gruesos son de micasquistos grafitosos angulosos y poco meteorizados; muy pocas raíces finas y medianas.

Tabla III-2-6 DATOS ANALITICOS DEL PERFIL N° 6

| Hori. | Prof.cm. | %Arena total | %Limo | %Arcilla | % Arenas   |        |       |      |          |           |         |
|-------|----------|--------------|-------|----------|------------|--------|-------|------|----------|-----------|---------|
|       |          |              |       |          | Muy gruesa | Gruesa | Media | Fina | Muy fina | % Unified | % Grava |
| Ah    | 0 - 15   | 63,1         | 27,1  | 9,8      | 16,8       | 16,8   | 8,6   | 14,9 | 6,0      | 39,4      | 45      |
| C     | > 15     | 68,9         | 25,4  | 5,7      | 21,0       | 22,0   | 9,5   | 13,4 | 3,0      | 31,2      | 93      |

| Hori. | Cm  | Retención de agua (%) |          | Agua útil | DAFH               | % C.O. | % N   | C/N | P asim.             | pH H <sub>2</sub> O |
|-------|-----|-----------------------|----------|-----------|--------------------|--------|-------|-----|---------------------|---------------------|
|       |     | H33KPa                | H1500KPa | mm/cm     | Mg m <sup>-3</sup> |        |       |     | mg Kg <sup>-1</sup> |                     |
| Ah    | 0,5 | 16,68                 | 5,97     | 0,7       | 1,29               | 1,21   | 0,100 | 12  | 8                   | 6,1                 |
| C     | 0,1 | 15,80                 | 4,34     | 0,3       | 1,49               | 0,44   | 0,045 | 10  | 23                  | 6,6                 |

| Hori. | %CO <sub>3</sub> Ca eq. | cmol (+) Kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |          |       | C.E.C. | % Sat. Bases | % Fe |
|-------|-------------------------|---------------------------|------------------|-----------------|----------------|----------|-------|--------|--------------|------|
|       |                         | Ca <sup>++</sup>          | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | S. Bases | libre |        |              |      |
| Ah    | -                       | 5,7                       | 0,8              | 0,1             | 0,3            | 6,9      | 7,6   | 91     | 1,63         |      |
| C     | -                       | 4,7                       | 1,1              | 0,1             | 0,2            | 6,1      | 6,5   | 94     | 1,77         |      |

409

## PERFIL N° 7

**CLASIFICACION:** Criorthent típico

### 1.- CARACTERES GENERALES

**Fecha de muestreo:** Agosto de 1.988

**Ubicación:** Vereda a los Prados de Vacares desde el refugio de la Cucaracha; Cuesta de la Barraca

**Coordenadas:** 4723 - 41072

**Altitud:** 2.540 m.

**Orientación:** Oeste-Noroeste

**Posición fisiográfica:** Ladera convexa en ambos sentidos

**Forma del terreno circundante:** Montañoso

**Microtopografía:** Lóbulos de reptación

**Pendiente:** 47 %

**Vegetación:** Tomillar de pequeño porte y de escasa cobertura correspondiente a las especies culminícolas, y piornos muy diseminados

**Material de partida:** Derrubio de micasquistos grafitosos y cuarcitas de origen periglacial

**Drenaje:** Clase 4. Bien drenado

**Condiciones de humedad:** Seco en su totalidad

**Pedregosidad superficial:** Clase 4. Excesivamente pedregoso

**Afloramientos de roca:** Clase 1. Moderadamente rocoso

**Evidencias de erosión:** Eólica e hídrica laminar moderadas

**Influencia humana:** Pastoreo

## 2.-DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

Horiz. Prof. cm.

- Ah 0 - 13 Pardo grisáceo muy oscuro (2,5Y 3/2) en húmedo, entre pardo grisáceo oscuro y pardo oliva (2,5Y 4/3) en seco; franco arenoso con grava y ligeramente pedregoso; estructura laminar media muy débil que rompe en migajosa fina moderada; no adherente, no plástico, friable y blando; frecuentes poros intersticiales medianos; frecuentes gravas (20%) y pocas piedras (10%) de micasquisto grafitoso anguloso y subredondeado poco alterado, con recubrimientos de óxidos de hierro y limo; comunes raíces finas y muy finas, muy pocas medianas; límite neto y plano con el horizonte subyacente.
- C > 13 Entre pardo grisáceo muy oscuro y gris oscuro (2,5Y 3/1) en húmedo, entre gris oscuro y pardo grisáceo oscuro (2,5Y 4/1) en seco; franco arenoso con mucha grava y ligeramente pedregoso; estructura laminar fina débil que rompe en migajosa fina débil; no adherente, no plástico, friable y blando; pocos poros finos intersticiales exped; abundantes gravas (55%), pocas piedras (5%) y muy pocos pedregones de micasquisto grafitoso y cuarcitas de formas angulosas, predominantemente, y algunas subredondeadas poco alteradas y con abundantes manchas ferruginosas en la superficie y recubrimientos de material limoso; muy pocos nódulos pequeños e irregulares de hierro; escasísimas raíces finas.



Tabla III-2-7 DATOS ANALITICOS DEL PERFIL N° 7

| Hori. | Prof.cm. | %Arena total | %Limo | %Arcilla | % Arenas   |        |       |      |          | % Unified | % Grava |
|-------|----------|--------------|-------|----------|------------|--------|-------|------|----------|-----------|---------|
|       |          |              |       |          | Muy gruesa | Gruesa | Media | Fina | Muy fina |           |         |
| Ah    | 0 - 13   | 63,9         | 25,0  | 11,1     | 10,4       | 12,9   | 9,2   | 25,8 | 5,6      | 38,3      | 43      |
| C     | > 13     | 71,5         | 19,8  | 8,7      | 21,7       | 15,5   | 8,7   | 21,3 | 4,3      | 29,5      | 75      |

| Hori. | Cm  | Retención de agua (%) |          | Agua útil<br>mm/cm | DAFH<br>Mg m <sup>-3</sup> | % C.O. | % N   | C/N | P asim.             |                     |
|-------|-----|-----------------------|----------|--------------------|----------------------------|--------|-------|-----|---------------------|---------------------|
|       |     | H33KPa                | H1500KPa |                    |                            |        |       |     | mg Kg <sup>-1</sup> | pH H <sub>2</sub> O |
| Ah    | 0,7 | 15,94                 | 4,78     | 1,0                | 1,29                       | 0,79   | 0,085 | 9   | 6                   | 5,5                 |
| C     | 0,6 | 12,83                 | 4,71     | 0,7                | 1,33                       | 0,38   | 0,048 | 8   | 11                  | 5,8                 |

| Hori. | %CO <sub>3</sub> Ca eq. | cmol(+) Kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |     | S. Bases | C.E.C | % Sat. Bases | % Fe<br>libre |
|-------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|----------------|-----|----------|-------|--------------|---------------|
|       |                         | Ca <sup>++</sup>         | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> |     |          |       |              |               |
| Ah    | -                       | 2,5                      | 0,5              | 0,3             | 0,3            | 3,6 | 6,7      | 54    | 1,26         |               |
| C     | -                       | 1,5                      | 0,4              | 0,4             | 0,2            | 2,5 | 5,1      | 44    | 1,45         |               |

405

## **PERFIL N° 8**

**CLASIFICACION:** Criorthent típico

### **1.- CARACTERES GENERALES**

**Fecha de muestreo:** Agosto de 1.988

**Ubicación:** Carretera de Capileira al Mulhacén; vertiente Oeste de la loma del Mulhacén

**Coordenadas:** 4718 - 40995

**Altitud:** 2.990 m.

**Orientación:** Suroeste

**Posición fisiográfica:** Ladera convexa en ambos sentidos

**Forma del terreno circundante:** Montañoso

**Microtopografía:** Lóbulos de reptación

**Pendiente:** 38 %

**Vegetación:** Tundra; de pequeño porte y escas

**Material de partida:** Derrubio de micasquistos de diferente clase, de origen periglaciario

**Drenaje:** Moderadamente bien drenado por efecto de la nieve

**Condiciones de humedad:** Seco en su totalidad

**Pedregosidad superficial:** Clase 4. Excesivamente pedregoso

**Afloramientos de roca:** Clase 2. Rocoso

**Evidencias de erosión:** Eólica moderada, hídrica laminar moderada

**Influencia humana:** Pastoreo de verano

## 2-DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

Horiz. Prof. cm.

Ah 0 - 36

Color entre pardo oscuro, pardo grisáceo muy oscuro y pardo oliva (1,25Y 3/3) en húmedo, entre pardo y pardo amarillento (10YR 5/3,5) en seco; franco arenoso con grava y ligeramente pedregoso; estructura laminar fina muy débil, que rompe en migajosa fina débil; no adherente, no plástico, muy friable y blando; frecuentes poros vesiculares finos exped, frecuentes intersticiales medianos; frecuentes gravas (38% en volumen) y pocas piedras (10%) de micasquisto grafitoso y trozos más cuarcíticos, angulosos y subredondeados poco meteorizados que presentan en superficie manchas ferruginosas y recubrimientos de limo; muy pocos nódulos pequeños y grandes de hierro; frecuentes raíces finas y muy finas, límite neto y plano con el horizonte subyacente.

C > 36

Color entre pardo grisáceo oscuro y pardo oliva (2,5Y 4/3) en húmedo, entre pardo grisáceo y pardo oliva claro (2,5Y 5/3) en seco; franco arenoso con mucha grava y pedregoso; estructura laminar fina débil que rompe en migajosa fina débil; no adherente, no plástico, friable y blando; pocos poros intersticiales finos; abundantes gravas (60%), frecuentes piedras (25%) y muy pocos pedregones de la misma litología que en el horizonte anterior, angulosos y poco meteorizados con recubrimientos de oxihidróxidos de hierro y limo; muy pocos nódulos ferruginosos; pocas raíces finas.

Tabla III-2-8 DATOS ANALITICOS DEL PERFIL N° 8

| Hori. | Prof.cm. | %Arena total | %Limo | %Arcilla | % Arenas   |        |       |      |          |           |         |
|-------|----------|--------------|-------|----------|------------|--------|-------|------|----------|-----------|---------|
|       |          |              |       |          | Muy gruesa | Gruesa | Media | Fina | Muy fina | % Unified | % Grava |
| Ah    | 0 - 36   | 69,4         | 23,8  | 6,8      | 20,8       | 20,5   | 8,7   | 12,8 | 6,6      | 29,2      | 63      |
| C     | > 36     | 73,2         | 22,5  | 4,3      | 22,7       | 21,4   | 10,3  | 12,6 | 6,2      | 27,5      | 91      |

| Hori. | Cm  | Retención de agua (%) |          | Agua útil | DAFH               | % C.O. | % N   | C/N | P asim.             |                     |
|-------|-----|-----------------------|----------|-----------|--------------------|--------|-------|-----|---------------------|---------------------|
|       |     | H33KPa                | H1500KPa | mm/cm     | Mg m <sup>-3</sup> |        |       |     | mg Kg <sup>-1</sup> | pH H <sub>2</sub> O |
| Ah    | 0,4 | 19,41                 | 4,83     | 0,8       | 1,37               | 0,67   | 0,060 | 12  | 8,0                 | 4,8                 |
| C     | 0,1 | 17,32                 | 3,56     | 0,5       | 1,38               | 0,31   | 0,040 | 8   | 6,0                 | 4,9                 |

| Hori. | %CO <sub>3</sub> Ca eq. | cmol(+) Kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |          |     | C.E.C. | % Sat. Bases | % Fe<br>libre |
|-------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|----------------|----------|-----|--------|--------------|---------------|
|       |                         | Ca <sup>++</sup>         | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | S. Bases |     |        |              |               |
| Ah    | -                       | 1,0                      | 0,2              | 0,1             | 0,2            | 1,5      | 5,6 | 27     | 0,98         |               |
| C     | -                       | 0,8                      | 0,1              | 0,1             | 0,2            | 1,2      | 3,6 | 33     | -            |               |

## **PERFIL N° 9**

**CLASIFICACION:** Xerumbrept éntico

### **1.- CARACTERES GENERALES**

**Fecha de muestreo:** Octubre de 1.988

**Ubicación:** Vertiente Norte de la Loma de la Cuna de los Cuartos, a unos tres mil metros al Este de la desembocadura del río Maitena

**Coordenadas:** 4653 - 41116

**Altitud:** 1.690 m.

**Orientación:** Norte 330° Este

**Posición fisiográfica:** Ladera convexa en ambos sentidos

**Forma del terreno circundante:** Montañoso

**Microtopografía:** Lóbulos de reptación y formas de erosión

**Pendiente:** 57 %

**Vegetación:** Robledal algo degradado con prado de gramíneas

**Material de partida:** Micasquistos con feldespato y fragmentos más cuarcíticos

**Drenaje:** Clase 4. Bien drenado

**Condiciones de humedad:** Húmedo los 50 cm. primeros. Levemente húmedo el resto.

**Pedregosidad superficial:** Clase 3. Muy pedregoso

**Afloramientos de roca:** Clase 2. Rocoso

**Evidencias de erosión:** Hídrica laminar moderada a severa

**Influencia humana:** Pastoreo

## 2.-DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

Horiz. Prof. cm.

Ah 0 - 27

Pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en húmedo, pardo (10YR 5/3) en seco; franco arenoso grueso con grava y ligeramente pedregoso; estructura migajosa fina, débil; no adherente, no plástico, friable y blando; frecuentes poros intersticiales finos y muy finos expedito e impedido; frecuentes gravas (20%) y pocas piedras (10%) de micasquisto con feldespato y en mucha menor proporción cuarcitas micáceas, formas planas y angulosas, poco alteradas, con revestimientos de limos y pátina de oxihidróxidos de hierro; abundantes raíces finas y muy finas, algunas medianas, límite gradual y plano con el horizonte subyacente.

AC 27 - 45

Pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en húmedo, pardo a pardo pálido (10YR 5/3) en seco; franco arenoso grueso, con grava; estructura en bloques subangulares medianos, muy débil que rompe en migajosa fina débil; no adherente, no plástico, friable y blando; frecuentes poros intersticiales finos y muy finos; frecuentes gravas (35%) y pocas piedras (5%) de la misma naturaleza y características que en el horizonte anterior; abundantes raíces finas y algunas medianas; límite gradual y plano con el horizonte subyacente.

2C > 45

Pardo grisáceo (10YR 5/2) en húmedo, gris parduzco claro (10YR 6/2) en seco; franco arenoso grueso con mucha grava y pedregoso; estructura laminar débil, casi suelta; no adherente, no plástico, friable y suelto; 60% de grava y 10% de piedras de micasquisto con feldespato de formas planas y angulosas, poco alterado; pocas raíces finas y medianas.

Tabla III-2-9 DATOS ANALITICOS DEL PERFIL N° 9

| Hori. | Prof.cm. | %Arena total | %Limo | %Arcilla | % Arenas   |        |       |      |          |           |         |
|-------|----------|--------------|-------|----------|------------|--------|-------|------|----------|-----------|---------|
|       |          |              |       |          | Muy gruesa | Gruesa | Media | Fina | Muy fina | % Unified | % Grava |
| Ah    | 0 - 27   | 57,9         | 31,7  | 10,4     | 15,4       | 15,4   | 7,9   | 13,7 | 5,5      | 44,7      | 37      |
| AC    | 27 - 45  | 55,7         | 37,8  | 6,5      | 13,4       | 13,6   | 7,0   | 16,0 | 5,7      | 47,3      | 54      |
| 2C    | > 45     | 69,5         | 24,8  | 5,7      | 25,8       | 17,9   | 7,7   | 14,2 | 3,9      | 32,5      | 76      |

| Hori. | Cm  | Retención de agua (%) |          | Agua útil<br>mm/cm | DAFH               |        |       | C/N | P asim.             |                     |
|-------|-----|-----------------------|----------|--------------------|--------------------|--------|-------|-----|---------------------|---------------------|
|       |     | H33KPa                | H1500KPa |                    | Mg m <sup>-3</sup> | % C.O. | % N   |     | mg Kg <sup>-1</sup> | pH H <sub>2</sub> O |
| Ah    | 0,8 | 21,15                 | 9,16     | 1,0                | 1,09               | 3,31   | 0,236 | 14  | 4,1                 | 6,1                 |
| AC    | 0,6 | 19,52                 | 6,71     | 0,9                | 1,12               | 1,70   | 0,130 | 13  | 4,3                 | 5,9                 |
| 2C    | 0,4 | 13,50                 | 4,92     | 0,4                | 1,33               | 0,52   | 0,058 | 9   | 7,0                 | 6,0                 |

| Hori. | %CO <sub>3</sub> Ca eq. | cmol(+) Kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |          |        |    | % Sat. Bases | % Fe<br>libre |
|-------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|----------------|----------|--------|----|--------------|---------------|
|       |                         | Ca <sup>++</sup>         | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | S. Bases | C.E.C. |    |              |               |
| Ah    | -                       | 6,7                      | 1,1              | 0,1             | 0,6            | 8,5      | 15,0   | 56 | 1,13         |               |
| AC    | -                       | 5,1                      | 0,8              | 0,1             | 0,3            | 6,3      | 14,9   | 42 | 0,62         |               |
| 2C    | -                       | 1,3                      | 0,3              | 0,1             | 0,2            | 1,9      | 5,9    | 32 | -            |               |

411

## **PERFIL N° 10**

**CLASIFICACION:** Xerochrept típico

### **1.- CARACTERES GENERALES**

**Fecha de muestreo:** Octubre de 1.988

**Ubicación:** Barranco del río San Juan; cercanías de la Peña del Tesoro

**Coordenadas:** 4657 - 41082

**Altitud:** 1.850 m.

**Orientación:** Noreste

**Posición fisiográfica:** Ladera rectilínea en sentido longitudinal y levemente convexa en sentido transversal

**Forma del terreno circundante:** Montañoso

**Microtopografía:** Reptaciones a favor de la pendiente

**Pendiente:** 70 %

**Vegetación:** Robledal degradado; lastonar espeso con algunos matorrales

**Material de partida:** Micasquisto grafitoso con feldespatos y clorita con aportes de ladera de cuarcitas y anfibolitas

**Drenaje:** Clase 4. Bien drenado

**Condiciones de humedad:** Húmedo los primeros 15 cm., seco el resto

**Pedregosidad superficial:** Clase 4. Excesivamente pedregoso

**Afloramientos de roca:** Clase 2. Rocoso

**Evidencias de erosión:** Hídrica laminar moderada

**Influencia humana:** Pastoreo y quema del piorno



## 2.-DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

Horiz. Prof. cm.

Ah 0 - 20

Pardo oscuro (7,5YR 3/2) en húmedo, entre pardo y pardo oscuro (7,5YR 4/4) en seco; franco con mucha grava y pedregoso; estructura laminar fina débil que rompe en migajosa a granular fina moderada; ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable y blando; frecuentes poros intersticiales finos exped; abundantes gravas (40%) y frecuentes piedras (20%) de micasquisto grafitoso, algunos de cuarcita micácea y en menor cantidad de anfibolitas de formas planas y angulosas poco alteradas; frecuentes excretas de lombrices y ácaros; no calcáreo; frecuentes raíces finas y muy finas; pocas medianas, límite gradual y plano con el horizonte subyacente.

Bw 20 - 48

Entre pardo rojizo, pardo rojizo oscuro y pardo oscuro (6,75YR 3,5/4) en húmedo, entre rojo amarillento, pardo rojizo, pardo fuerte y pardo (6,75YR 5/5) en seco; entre franco y franco arenoso grueso con mucha grava y ligeramente pedregoso; estructura en bloques subangulares medianos, débil que rompe en bloques subangulares a angulares finos, de débil a moderada; frecuentes poros intersticiales finos exped; frecuentes gravas (35%) y pocas piedras (5%) de naturaleza variable, predominan los micasquistos grafitosos seguido de las cuarcitas y en menor cantidad fragmentos de anfibolitas, de formas planas y algunos subredondeados, poco alterados, con recubrimientos de materiales limosos y manchas de oxihidróxidos de hierro; muy pocos nódulos pequeños, irregulares, duros, de óxidos de hierro; frecuentes raíces finas y muy finas, pocas medianas; límite neto y plano con el horizonte subyacente.

C > 48

Se trata de un derrubio de ladera de micasquisto grafitoso y algo de cuarcita micácea. No se reconocen fragmentos de anfibolitas. La granulometría es bastante uniforme, predominando el tamaño grava con algunas piedras y muy pocos pedregones, todos ellos son de formas predominantemente planas, angulosos y poco alterados, se encuentran revestidos por una película de limo que se engruesa en la parte baja de los cantos y además presentan manchas ocres y rojizas de oxihidróxidos de hierro. El porcentaje de fragmentos gruesos en el horizonte es de aproximadamente un 90%. La tierra fina es de color pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en húmedo y pardo grisáceo (10YR 5/2) en seco; textura franco arenosa gruesa; estructura laminar fina condicionada por la presencia de cantos; porosidad escasa de tipo intersticial y comunes raíces finas y alguna mediana.

Tabla III-2-10 DATOS ANALITICOS DEL PERFIL N° 10

| Hori. | Prof.cm. | %Arena total | %Limo | %Arcilla | % Arenas   |        |       |      |          |      | % Unified | % Grava |
|-------|----------|--------------|-------|----------|------------|--------|-------|------|----------|------|-----------|---------|
|       |          |              |       |          | Muy gruesa | Gruesa | Media | Fina | Muy fina |      |           |         |
| Ah    | 0 - 20   | 50,1         | 40,8  | 9,1      | 8,5        | 10,5   | 6,3   | 17,0 | 7,8      | 53,9 | 57        |         |
| Bw    | 20 - 48  | 53,3         | 35,7  | 11,0     | 11,9       | 13,2   | 6,9   | 15,7 | 5,6      | 49,6 | 54        |         |
| C     | > 48     | 59,5         | 31,9  | 8,6      | 18,6       | 14,9   | 7,0   | 14,4 | 4,6      | 41,6 | 85        |         |

| Hori. | Cm  | Retención de agua (%) |          | Agua útil<br>mm/cm | DAFH               |        |       | P asim. |                     |                     |
|-------|-----|-----------------------|----------|--------------------|--------------------|--------|-------|---------|---------------------|---------------------|
|       |     | H33KPa                | H1500KPa |                    | Mg m <sup>-3</sup> | % C.O. | % N   | C/N     | mg Kg <sup>-1</sup> | pH H <sub>2</sub> O |
| Ah    | 0,6 | 22,30                 | 7,47     | 1,0                | 1,11               | 2,38   | 0,170 | 14      | 3,5                 | 6,6                 |
| Bw    | 0,6 | 19,30                 | 5,30     | 1,1                | 1,22               | 0,77   | 0,059 | 13      | 4,2                 | 6,8                 |
| C     | 0,2 | 16,62                 | 4,62     | 0,4                | 1,30               | 0,32   | 0,036 | 9       | 7,1                 | 6,8                 |

| Hori. | %CO <sub>3</sub> Ca eq. | cmol(+) Kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |          |      | C.E.C. | % Sat. Bases | % Fe<br>libre |
|-------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|----------------|----------|------|--------|--------------|---------------|
|       |                         | Ca <sup>++</sup>         | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | S. Bases |      |        |              |               |
| Ah    | -                       | 10,9                     | 1,1              | 0,1             | 0,8            | 12,9     | 15,3 | 84     | 1,20         |               |
| Bw    | -                       | 8,4                      | 0,5              | 0,1             | 0,6            | 9,6      | 11,3 | 84     | 1,19         |               |
| C     | -                       | 2,9                      | 0,5              | 0,1             | 0,3            | 3,8      | 7,9  | 48     | -            |               |

414

## **PERFIL N° 11**

**CLASIFICACION:** Xerumbrept típico

### **1.- CARACTERES GENERALES**

**Fecha de muestreo:** Octubre de 1.988

**Ubicación:** Cuenca del río Monachil. Vertiente Norte de la Loma de Dilar, a seiscientos metros al Este del arroyo de Manuel Cazar

**Coordenadas:** 4617 - 41052

**Altitud:** 2.120 m.

**Orientación:** Norte 210° Este

**Posición fisiográfica:** Ladera ligeramente convexa en sentido transversal y casi rectilínea longitudinalmente

**Forma del terreno circundante:** Montañoso

**Microtopografía:** Lóbulos de reptación

**Pendiente:** 20%

**Vegetación:** Matorral de piorno con prado de gramíneas

**Material de partida:** Derrubio de ladera de micasquistos grafitosos con feldespatos

**Drenaje:** Clase 3. Moderadamente bien drenado

**Condiciones de humedad:** Húmedo entre 10 y 30 cm. de profundidad

**Pedregosidad superficial:** Clase 3. Muy pedregoso

**Afloramientos de roca:** Clase 0. Ninguna o pocas rocas

**Evidencias de erosión:** Hídrica laminar ligera

**Influencia humana:** Pastoreo y quema de piornos

## 2.-DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

Horiz. Prof. cm.

Ah 0 - 18

Pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en húmedo, entre pardo y pardo oscuro (10YR 4/3) en seco; franco arenoso grueso con grava y ligeramente pedregoso; estructura migajosa fina débil; no adherente, no plástico, muy friable y blando; frecuentes poros intersticiales finos continuos imped y exped, pocos tubulares medianos exped discontinuos; frecuentes gravas (30%) y pocas piedras (5%) de micasquisto grafitoso de forma plana y angulosa poco alteradas; abundantes raíces finas y muy finas y comunes medianas; límite gradual y plano con el horizonte inferior.

Bw 18 - 40

Pardo oscuro (7,5YR 3,5/4) en húmedo, pardo fuerte (7,5YR 5/6) en seco; franco arenoso fino con grava; estructura en bloques subangulares, mediana, moderada que rompe en migajosa fina débil; ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable y blando; cútanes zonales y delgados de arcilla y óxidos de hierro en caras de agregados; frecuentes poros intersticiales finos imped y exped, pocos tubulares finos imped; abundantes gravas de formas planas y subangulosas de micasquistos grafitosos con poca alteración en la mayoría de ellos, aunque alguno se encuentre meteorizado; comunes raíces finas y muy finas, alguna mediana; límite gradual y plano con el horizonte subyacente.

C > 40

Gris parduzco claro (10YR 6/2) en húmedo, entre gris parduzco claro y gris claro (10YR 6,5/2) en seco; franco arenoso grueso con grava; ligeramente pedregoso y con pedregones; estructura en bloques subangulares medianos, muy débil, casi suelta; no adherente, no plástico, friable y blando; no presenta cútanes; frecuentes poros intersticiales finos; abundantes gravas (40%) pocas piedras (5%) y pocos pedregones de micasquisto grafitoso poco alterados y de formas planas y subredondeadas; pocas raíces finas y medianas, alguna gruesa.

Tabla III-2-11 DATOS ANALITICOS DEL PERFIL N° 11

| Hori. | Prof.cm. | %Arena total | %Limo | %Arcilla | % Arenas   |        |       |      |          | % Unified | % Grava |
|-------|----------|--------------|-------|----------|------------|--------|-------|------|----------|-----------|---------|
|       |          |              |       |          | Muy gruesa | Gruesa | Media | Fina | Muy fina |           |         |
| Ah    | 0 - 18   | 69,6         | 21,0  | 9,4      | 12,5       | 13,9   | 8,0   | 24,3 | 10,9     | 35,4      | 52      |
| Bw    | 18 - 40  | 55,8         | 34,7  | 9,5      | 7,4        | 10,8   | 6,9   | 19,9 | 10,8     | 49,2      | 65      |
| C     | > 40     | 65,5         | 28,2  | 6,3      | 14,9       | 15,6   | 8,1   | 19,8 | 7,1      | 38,0      | 56      |

| Hori. | Cm  | Retención de agua (%) |          | Agua útil | DAFH               | % C.O. | % N   | C/N | P asim.             |                     |
|-------|-----|-----------------------|----------|-----------|--------------------|--------|-------|-----|---------------------|---------------------|
|       |     | H33KPa                | H1500KPa | mm/cm     | Mg m <sup>-3</sup> |        |       |     | mg Kg <sup>-1</sup> | pH H <sub>2</sub> O |
| Ah    | 0,7 | 18,06                 | 9,96     | 0,6       | 1,01               | 3,84   | 0,274 | 14  | 43,1                | 5,6                 |
| Bw    | 0,5 | 18,95                 | 5,88     | 0,8       | 1,21               | 1,15   | 0,104 | 11  | 21,4                | 5,1                 |
| C     | 0,6 | 14,64                 | 4,73     | 0,8       | 1,37               | 0,39   | 0,037 | 10  | 3,5                 | 5,2                 |

| Hori. | %CO <sub>3</sub> Ca eq. | cmol(+) Kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |       | S. Bases | C.E.C. | % Sat. Bases | % Fe |
|-------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|----------------|-------|----------|--------|--------------|------|
|       |                         | Ca <sup>++</sup>         | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | libre |          |        |              |      |
| Ah    | -                       | 10,9                     | 1,4              | 0,1             | 0,5            | 12,9  | 17,1     | 75     | 0,84         |      |
| Bw    | -                       | 1,1                      | 0,4              | 0,1             | 0,4            | 2,0   | 11,2     | 18     | 1,12         |      |
| C     | -                       | 0,8                      | 0,4              | 0,1             | 0,1            | 1,4   | 4,7      | 30     | -            |      |

417

## **PERFIL N° 12**

**CLASIFICACION:** Haploxeralf móllico

### **1.- CARACTERES GENERALES**

**Fecha de muestreo:** Julio de 1.988

**Ubicación:** Carretera a los cortijos de San Jerónimo, trescientos metros al Norte del cortijo de Diéchar

**Coordenadas:** 4591 - 41076

**Altitud:** 1.610 m.

**Orientación:** Sur-Oeste

**Posición fisiográfica:** Zona superior de una ladera levemente convexa en ambos sentidos a unos 50 m. de la divisoria

**Forma del terreno circundante:** Montañoso

**Microtopografía:** Pequeñas depresiones entre afloramientos de roca

**Pendiente:** 33%

**Vegetación:** Matorral xerofítico y restos de encinares

**Material de partida:** Mármol grisáceo con vetas blancas muy diaclasado y con intercalaciones de metarcillitas

**Drenaje:** Clase 4-5. Bien drenado a excesivamente drenado

**Condiciones de humedad:** Seco todo el perfil

**Pedregosidad superficial:** Clase 3. Muy pedregoso

**Afloramientos de roca:** Clase 2-3. De rocoso a muy rocoso

**Evidencias de erosión:** Laminar hídrica, moderada

**Influencia humana:** Pastoreo

## 2.-DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

Horiz. Prof. cm.

Ah 0 - 17

Rojo amarillento (5YR 5/6) en húmedo, rojo amarillento (5YR 5/6) en seco; franco arcilloso con poca grava; estructura en bloques angulares a subangulares muy gruesos, moderada que rompe en bloques subangulares medianos y finos, también moderada; adherente, plástico, friable y duro; cútanos discontinuos delgados de arcilla e hierro en caras de agregados y poros; muchos poros finos y muy finos intersticiales y tubulares; frecuentes poros de tamaño mediano y grueso; muy pocas gravas (5%) de la naturaleza descrita en el material original, de formas irregulares y angulosas poco alterados; escasas raíces de diverso tamaño desde finas hasta gruesas; no calcáreo; límite difuso y plano con el horizonte subyacente.

Bt 17 - 50/55

Entre rojo y rojo amarillento (3,75YR 4/8) en húmedo; entre rojo y rojo amarillento (3,75YR 5/8) en seco; arcilloso con grava: estructura en bloques angulares, fuerte que rompe en bloques angulares medianos y finos, fuerte; muy adherente, plástico, friable y duro; cútanos discontinuos delgados de iluviación, cútanos de presión; pocos poros tubulares y vesiculares, finos imped; frecuentes gravas (30%) de la misma naturaleza y características descritas en el horizonte anterior; escasas raíces finas, no calcáreo; límite abrupto con la roca.

R > 50/55

Mármol compacto y coherente

Tabla III-2-12 DATOS ANALITICOS DEL PERFIL N° 12

| Hori. | Prof.cm. | %Arena total | %Limo | %Arcilla | % Arenas   |        |       |      |          | % Unified | % Grava |
|-------|----------|--------------|-------|----------|------------|--------|-------|------|----------|-----------|---------|
|       |          |              |       |          | Muy gruesa | Gruesa | Media | Fina | Muy fina |           |         |
| A     | 0 - 17   | 12,6         | 59,1  | 28,3     | 1,5        | 1,9    | 1,5   | 3,5  | 4,2      | 90,1      | 14      |
| Bt    | 17-50/55 | 12,2         | 36,3  | 51,5     | 1,0        | 2,0    | 1,6   | 4,6  | 3,0      | 89,1      | 47      |
| R     | >50/55   |              |       |          |            |        |       |      |          |           |         |

| Hori. | Cm  | Retención de agua (%) |          | Agua útil | DAFH               | % C.O. | % N   | C/N | P asim.<br>mg Kg <sup>-1</sup> | pH               |     |
|-------|-----|-----------------------|----------|-----------|--------------------|--------|-------|-----|--------------------------------|------------------|-----|
|       |     | H33KPa                | H1500KPa | mm/cm     | Mg m <sup>-3</sup> |        |       |     |                                | H <sub>2</sub> O | CLK |
| A     | 0,9 | 28,29                 | 14,63    | 1,0       | 0,79               | 4,11   | 0,216 | 19  | 354,5                          | 7,8              | 6,9 |
| Bt    | 0,7 | 32,88                 | 26,12    | 0,5       | 1,04               | 1,66   | 0,174 | 10  | 502,1                          | 7,8              | 6,1 |

| Hori. | %CO <sub>3</sub> Ca eq. | cmol(+) Kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |          |        |     | % Sat. Bases |
|-------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|----------------|----------|--------|-----|--------------|
|       |                         | Ca <sup>++</sup>         | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | S. Bases | C.E.C. |     |              |
| A     | 0,71                    | 30,0                     | 5,7              | 0,2             | 0,6            | 36,5     | 29,0   | 100 |              |
| Bt    | 0,49                    | 12,5                     | 4,2              | 0,1             | 0,4            | 17,2     | 17,8   | 97  |              |

420



## PERFIL Nº 13

**CLASIFICACION:** Xerochrept calcixeróllico lítico

### 1.- CARACTERES GENERALES

**Fecha de muestreo:** Noviembre 1.988

**Ubicación:** Ladera Este del pico Trevenque a unos doscientos metros al Oeste del carril que va a la cantera de serpentina

**Coordenadas:** 4577 - 41035

**Altitud:** 1.870 m.

**Orientación:** Este - Sureste

**Posición fisiográfica:** Pendiente convexa en los dos sentidos a unos 15 m. de la divisoria de aguas

**Forma del terreno circundante:** Montañoso

**Microtopografía:** Lóbulos de reptación

**Pendiente:** 43%

**Vegetación:** Matorral xerofítico escaso de lavandas, tomillos, aulagas, etc.

**Material de partida:** Dolomía calcárea tectonizada

**Drenaje:** Clase 4. Bien drenado

**Condiciones de humedad:** Húmedo a partir de los 5 cm. desde la superficie

**Pedregosidad superficial:** Clase 4. Excesivamente pedregoso

**Afloramientos de roca:** Clase 3. Muy rocoso

**Evidencias de erosión:** Hídrica laminar moderada a severa

**Influencia humana:** Construcción de una carretera y repoblación

## 2.-DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

Horiz. Prof. cm.

- |     |              |   |
|-----|--------------|---|
| Ah  | 0 - 10/7     | Entre pardo grisáceo oscuro, pardo y pardo oscuro (10YR 4/2,5) en húmedo, entre pardo y pardo pálido (10YR 5,5/3) en seco; franco arenoso con mucha grava; estructura laminar fina muy débil que rompe en bloques subangulares finos débil; ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable y ligeramente duro; pocos poros finos y muy finos imped, pocos tubulares y frecuentes intersticiales exped; abundantes gravas (60%) de forma angulosa de dolomía poco alterada con revestimientos de carbonato cálcico en toda la superficie; calcáreo; pocas raíces finas y muy finas; pocas medianas; límite gradual y ligeramente ondulado con el horizonte inferior. |
| ACK | 10/7 - 15/21 | Entre pardo y pardo oscuro (7,5YR 4/2) en húmedo, pardo (10YR 5/4) en seco; franco arenoso con mucha grava; estructura de roca con tierra fina en las grietas, la estructura de la tierra fina es laminar débil que rompe en migajosa débil; ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable y de blando a ligeramente duro; pocos poros tubulares finos imped; el porcentaje de gravas del horizonte supera el 80%, se encuentran recubiertas por una capa espesa de caliza pulverulenta; fuertemente calcáreo; muchas raíces finas y muy finas y pocas medianas; límite neto y ondulado en algunas zonas con el horizonte subyacente.                              |
| Ck  | > 15/21      | Estructura de roca con zonas donde es más compacta aunque diaclasada y que sería calificable como R. La tierra fina que aparece entre las grietas es de tres clases: 1) rojiza con disposiciones de hierro; 2) blanca o rosada, que corresponde a carbonato de calcio depositado; 3) Parda en muy poca cantidad. Hacia la profundidad el horizonte se vuelve compacto y antes de los 50 cm. sería calificable en su totalidad como R.   |

Tabla III-2-13 DATOS ANALITICOS DEL PERFIL N° 13

| Hori | Prof.cm.   | %Arena total | %Limo | %Arcilla | % Arenas   |        |       |      |          | % Unified | % Grava |
|------|------------|--------------|-------|----------|------------|--------|-------|------|----------|-----------|---------|
|      |            |              |       |          | Muy gruesa | Gruesa | Media | Fina | Muy fina |           |         |
| Ah   | 0-10/7     | 52,3         | 45,5  | 2,2      | 6,0        | 6,5    | 3,9   | 13,1 | 22,8     | 61,4      | 75      |
| ACK  | 10/7-15/21 | 61,6         | 36,2  | 2,2      | 18,7       | 12,1   | 4,6   | 9,1  | 17,1     | 48,1      | 85      |
| Ck   | >15/21     | 77,3         | 20,4  | 2,3      | 14,7       | 14,1   | 6,1   | 17,2 | 25,2     | 36,4      | 89      |

| Hori. | Cm  | Retención de agua (%) |          | Agua útil | DAFH               | % C.O. | % N   | C/N | P asim.             | pH H <sub>2</sub> O |
|-------|-----|-----------------------|----------|-----------|--------------------|--------|-------|-----|---------------------|---------------------|
|       |     | H33KPa                | H1500KPa | mm/cm     | Mg m <sup>-3</sup> |        |       |     | mg Kg <sup>-1</sup> |                     |
| Ah    | 0,3 | 13,89                 | 5,05     | 0,4       | 1,33               | 2,49   | 0,117 | 21  | 15,5                | 7,7                 |
| ACK   | 0,2 | 13,21                 | 7,66     | 2,0       | 1,31               | 2,47   | 0,131 | 19  | 52,5                | 7,8                 |
| Ck    | 0,2 | 7,11                  | 2,94     | 0,1       | 1,38               | 0,87   | 0,052 | 17  | 0,0                 | 8,2                 |

| Hori. | %CO <sub>3</sub> Ca eq. | cmol(+) Kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |      | S. Bases | C.E.C. | % Sat. Bases |
|-------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|----------------|------|----------|--------|--------------|
|       |                         | Ca <sup>++</sup>         | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> |      |          |        |              |
| Ah    | 78,30                   | 8,1                      | 8,6              | < 0,1           | < 0,1          | 16,7 | 6,6      | 100    |              |
| ACK   | 67,22                   | 13,6                     | 16,4             | < 0,1           | < 0,1          | 30,0 | 7,0      | 100    |              |
| Ck    | 88,77                   | 8,0                      | 8,3              | 0,1             | < 0,1          | 16,4 | 3,5      | 100    |              |

423

## **PERFIL N° 14**

**CLASIFICACION:** Xerorthent lítico

### **1.- CARACTERES GENERALES**

**Fecha de muestreo:** Julio de 1.988

**Ubicación:** Camino a la Central de Diechar, en el alto del Purche, al Oeste de la carretera

**Coordenadas:** 4578 - 41105

**Altitud:** 1.520 m.

**Orientación:** Sur

**Posición fisiográfica:** Ladera convexa en ambos sentidos

**Forma del terreno circundante:** Montañoso

**Microtopografía:** Pequeños lomos de reptación

**Pendiente:** 60%

**Vegetación:** Tomillar de porte bajo con gramíneas

**Material de partida:** Mármol grisáceo de Las Víboras con venas de carbonato de color blanco

**Drenaje:** Clase 5. Algo excesivamente drenado

**Condiciones de humedad:** Seco

**Pedregosidad superficial:** Clase 4. Excesivamente pedregoso

**Afloramientos de roca:** Clase 3. Muy rocoso

**Evidencias de erosión:** Hídrica laminar, moderada

**Influencia humana:** Pastoreo

## 2.-DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

Horiz. Prof. cm.

|    |           |   |
|----|-----------|---|
| Ah | 0 - 10/15 | Pardo rojizo (5YR 4/4) en húmedo, rojo amarillento (5YR 6/6) en seco; entre franco arcilloso y franco arcillo limoso con mucha grava; estructura en bloques subangulares gruesos débil que rompe en bloques subangulares finos de débil a moderada; adherente, plástico, friable y duro; algunos cútanos de presión; frecuentes poros finos, escasos muy finos y algunos medianos; abundantes gravas de formas irregulares y subredondeadas de mármoles dolomíticos poco alterados; calcáreo; escasas raíces finas y muy finas; límite neto y ondulado con el horizonte subyacente. |
| C  | 10/15-30  | Estructura de roca algo cavable que contiene aproximadamente un 10% de tierra fina en las fisuras.  |
| R  | > 30      | Roca compacta y dura, no cavable.   |

Tabla III-2-14 DATOS ANALITICOS DEL PERFIL N° 14

| Hori. | Prof.cm. | %Arena total | %Limo | %Arcilla | % Arenas   |        |       |      |          | % Unified | % Grava |
|-------|----------|--------------|-------|----------|------------|--------|-------|------|----------|-----------|---------|
|       |          |              |       |          | Muy gruesa | Gruesa | Media | Fina | Muy fina |           |         |
| Ah    | 0-10/15  | 18,8         | 51,4  | 29,8     | 4,3        | 3,6    | 2,2   | 3,6  | 5,1      | 84,4      | 70      |
| C     | 10/15-30 |              |       |          |            |        |       |      |          |           |         |
| R     | > 30     |              |       |          |            |        |       |      |          |           |         |

| Hori. | Cm  | Retención de agua (%) |          | Agua útil | DAFH               | % C.O. | % N   | C/N | P asim.             | pH               |     |
|-------|-----|-----------------------|----------|-----------|--------------------|--------|-------|-----|---------------------|------------------|-----|
|       |     | H33KPa                | H1500KPa | mm/cm     | Mg m <sup>-3</sup> |        |       |     | mg Kg <sup>-1</sup> | H <sub>2</sub> O | ClK |
| Ah    | 0,4 | 16,88                 | 8,05     | 0,5       | 1,30               | 3,86   | 0,171 | 23  | 305,6               | 8,0              | 7,2 |

| Hori. | %CO <sub>2</sub> Ca eq. | cmol(+) Kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |          |        |     | % Sat. Bases |
|-------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|----------------|----------|--------|-----|--------------|
|       |                         | Ca <sup>++</sup>         | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | S. Bases | C.E.C. |     |              |
| Ah    | 6,46                    | 45,8                     | 5,3              | 0,1             | 0,6            | 51,8     | 7,9    | 100 |              |

## PERFIL N° 15

**CLASIFICACION:** Criumbrept éntico

### 1.- CARACTERES GENERALES

**Fecha de muestreo:** Septiembre de 1.989

**Ubicación:** Sierra Nevada, al pie de los Peñones de San Francisco

**Coordenadas:** 30SVG643070

**Altitud:** 2.350 m.

**Orientación:** Oeste

**Posición fisiográfica:** Tercio alto de ladera convexa longitudinalmente y concava en la transversal

**Forma del terreno circundante:** Fuertemente socavado (Colinado)

**Microtopografía:** Caballones naturales (entre 10 y 40 cm.) retenidos por el matorral o los afloramientos rocosos. Algunas veredas de ganado

**Pendiente:** 35 %

**Vegetación:** Matorral degradado espinoso con cobertura del 35%

**Material de partida:** Fundamentalmente cantos y piedras de anfibolitas, junto a otros de naturaleza silícica (micasquistos, alguna cuarcita, etc.)

**Drenaje:** Clase 4-5. Bien drenado a algo excesivamente drenado

**Condiciones de humedad:** Seco y ligeramente húmedo en el muro del horizonte C

**Pedregosidad superficial:** Clase 3-4. Muy pedregoso a excesivamente pedregoso

**Afloramientos de roca:** Clase 2-3. Rocoso a muy rocoso

**Evidencias de erosión:** Hídrica moderada en cárcavas y en surcos. Algunos deslizamientos de ladera

**Influencia humana:** Pastoreo ocasional. Proximidad de zonas con rasgos antrópicos de obras civiles

## 2.-DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

Horiz. Prof. cm.

|     |         |   |
|-----|---------|---|
| Ah1 | 0 - 10  | Pardo grisáceo muy oscuro (2,5Y 2,5/2) en húmedo y pardo grisáceo (2,5Y 4/2) en seco; textura franco arenosa fina, pedregoso y con grava de naturaleza silícica; estructura muy débil con algunos agregados subangulares que rompen en granular, los primeros delgados a medianos y los segundos muy finos. La cohesión dentro de los agregados se consigue por un entramado de raíces muy finas; ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable y blando; algunos nódulos angulosos; abundantes raíces muy finas y escasas finas y medianas; límite gradual y plano con el horizonte subyacente. |
| Ah2 | 10 - 19 | Color similar al del horizonte superior; arenoso franco con grava y ligeramente pedregoso; estructura algo más suelta que el horizonte suprayacente y con algunos agregados granulares finos débiles; ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable y blando; pocos poros finos discontinuos, caóticos e intersticiales; frecuentes gravas (20%) y pocas piedras (5%) de anfibolita, micasquisto y cuarcita con alteraciones nodulares ferruginosas; abundantes raíces muy finas, pocas medianas y muy pocas medianas; límite gradual, entre plano a ondulado, con el horizonte subyacente.      |
| AC  | 19 - 38 | Pardo grisáceo muy oscuro (2,5Y 2,5/2) en húmedo y pardo grisáceo (2,5Y 3,5/2) en seco; arenoso franco con grava y ligeramente pedregoso; estructura en bloques subangulares medianos, débil y moderada, siendo la mayoría agregados granulares finos y muy finos; ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable y blando; leve aumento de la porosidad respecto a los horizontes superiores; frecuentes gravas (25%) y piedras (20%); abundantes raíces muy finas y pocas medianas y finas; límite brusco ondulado a plano con el horizonte inferior.   |
| C   | 38 - 62 | Pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en húmedo y pardo grisáceo claro (1,25Y 5/3) a pardo oliva (2,5Y 5/3) en seco; franco arenoso fino con grava y muy pedregoso; estructura en grano suelto; no adherente, no plástico, muy friable y blando; abundantes piedras y gravas, pocos pedregones de anfibolitas; frecuentes nódulos ferruginosos angulares; abundantes raíces muy finas y muy pocas medianas y finas; límite neto y ondulado con la roca in situ.  |
| R   | > 62    | Anfibolita fresca difícilmente cavable, aunque alterada y lajada. Colores verdosos con manchas de minerales blanquecinos (feldespatos). Abundantes concentraciones nodulares y vesiculares de formas de Fe que con frecuencia siguen superficies de debilidad de la roca, coloreando al muro de este horizonte en tonos rojizos.  |



Tabla II-2-15 DATOS ANALITICOS DEL PERFIL N° 15

| Hori. | Prof.cm. | %Arena total | %Limo | %Arcilla | % Arenas   |        |       |      |          | % Unified | % Grava |
|-------|----------|--------------|-------|----------|------------|--------|-------|------|----------|-----------|---------|
|       |          |              |       |          | Muy gruesa | Gruesa | Media | Fina | Muy fina |           |         |
| Ah1   | 0 - 10   | 70,8         | 22,7  | 6,5      | 8,5        | 7,8    | 9,6   | 23,1 | 21,8     | 39,2      | 34      |
| Ah2   | 10 - 19  | 75,8         | 18,3  | 5,9      | 8,9        | 8,6    | 12,4  | 29,0 | 16,9     | 30,7      | 32      |
| AC    | 19 - 38  | 78,4         | 16,4  | 5,2      | 5,5        | 8,5    | 14,4  | 37,9 | 12,1     | 26,1      | 56      |
| C     | 38 - 62  | 64,7         | 32,3  | 3,0      | 4,3        | 9,9    | 13,1  | 26,3 | 11,1     | 39,6      | 68      |

| Hori. | Cm  | Retención de agua (%) |          | Agua útil | DAFH               | % C.O. | % N   | C/N | P asim.             | pH               |     |
|-------|-----|-----------------------|----------|-----------|--------------------|--------|-------|-----|---------------------|------------------|-----|
|       |     | H33KPa                | H1500KPa | mm/cm     | Mg m <sup>-3</sup> |        |       |     | mg Kg <sup>-1</sup> | H <sub>2</sub> O | ClK |
| Ah1   | 0,8 | 15,72                 | 4,51     | 1,1       | 1,27               | 2,07   | 0,173 | 12  | 2,2                 | 7,0              | 6,3 |
| Ah2   | 0,8 | 15,46                 | 2,11     | 1,3       | 1,23               | 2,58   | 0,235 | 11  | 2,2                 | 6,4              | 5,4 |
| AC    | 0,6 | 17,48                 | 3,09     | 1,1       | 1,26               | 1,84   | 0,204 | 9   | 2,1                 | 6,1              | 4,8 |
| C     | 0,4 | 18,95                 | 3,10     | 0,9       | 1,29               | 0,95   | 0,158 | 6   | 2,1                 | 6,0              | 4,6 |

| Hori. | %CO <sub>3</sub> Ca eq. | cmol(+) Kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |          |        | % Sat. Bases |
|-------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|----------------|----------|--------|--------------|
|       |                         | Ca <sup>++</sup>         | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | S. Bases | C.E.C. |              |
| Ah1   | -                       | 5,8                      | 1,1              | < 0,1           | 0,1            | 7,0      | 7,6    | 92,1         |
| Ah2   | -                       | 4,0                      | 2,0              | < 0,1           | 0,1            | 6,1      | 8,5    | 71,8         |
| AC    | -                       | 2,3                      | 0,5              | < 0,1           | 0,1            | 2,9      | 7,5    | 38,7         |
| C     | -                       | 1,1                      | 0,6              | < 0,1           | < 0,1          | 1,7      | 7,9    | 25,5         |

## **PERFIL N° 16**

**CLASIFICACION:** Xerochrept típico

### **1.- CARACTERES GENERALES**

**Fecha de muestreo:** Septiembre de 1.989

**Ubicación:** Loma de las Yeguas, a un kilómetro del río Monachil, en su margen derecha

**Coordenadas:** 30SVG626069

**Altitud:** 2.000 m.

**Orientación:** Sur

**Posición fisiográfica:** Ladera convexa en ambos sentidos, en su tercio superior

**Forma del terreno circundante:** Fuertemente socavado a Montañoso

**Microtopografía:** Terrazas semiartificiales estabilizadas

**Pendiente:** 42 %

**Vegetación:** Jaral con aulagas, tomillos, algún piorno degradado, gramíneas y espinos. Cobertura del 70%

**Material de partida:** Derrubios de micasquistos con granate, cuarcitas y micasquistos ricos en mica blanca. Roca in situ (Horizonte 2C) de serpentinita

**Drenaje:** Clase 4-5. Bien drenado a algo excesivamente drenado

**Condiciones de humedad:** Seco todo el perfil

**Pedregosidad superficial:** Clase 3. Muy pedregoso

**Afloramientos de roca:** Clase 1. Moderadamente rocoso

**Evidencias de erosión:** Hídrica, de moderada a severa. Algunas terracetas están rotas por surcos y cárcavas.

**Influencia humana:** Terrazas antiguas próximas a pinares de repoblación

## 2.-DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

Horiz. Prof. cm.

- Ah1 0 - 4 Color pardo amarillento oscuro (10YR 3/4) en húmedo y pardo amarillento (10YR 5/4) en seco; franco con grava y ligeramente pedregoso; estructura en bloques subangulares medianos, moderada a débil que rompe en granular fina y muy fina, débil; ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable y blando; frecuentes poros finos, exped, intersticiales; frecuentes gravas de diversa naturaleza micasquistosa; comunes raíces muy finas; límite neto y plano con el horizonte inferior.
- Ah2 4 - 15 Color pardo oscuro (7,5YR 3/4) en húmedo y pardo (8,75YR 5,5/6) en seco; franco a franco limoso con mucha grava y ligeramente pedregoso; estructura granular, fina, moderada; consistencia igual al anterior; pocos poros finos, tubulares, imped y exped; abundantes raíces muy finas y finas, pocas medianas; límite difuso y plano con el horizonte subyacente.
- Ah3 15 - 32 Color pardo oscuro (8,75YR 3/4) en húmedo y pardo amarillento (10YR 5/4) en seco; franco con grava; estructura en bloques subangulares, medianos y finos, débil que rompe en granular muy fina y fina, moderada; consistencia similar al horizonte superior; mayor frecuencia de poros con las mismas características que el horizonte Ah2; frecuentes gravas silícicas meteorizadas; límite neto y plano con el horizonte subyacente.
- Bw 32 - 45 Color pardo oscuro (7,5YR 3,5/4) en húmedo y pardo amarillento (8,75YR 5,5/6) en seco; franco con mucha grava y ligeramente pedregoso; estructura en bloques subangulares gruesos, moderada que rompe en angulares y subangulares medianos; ligeramente fuerte, adherente, plástico, friable y blando; frecuentes poros finos intersticiales y tubulares, pocos medianos vesiculares; abundantes fragmentos rocosos tamaño grava (40%) y piedra (15%); abundantes raíces finas y pocas medianas; límite neto y plano con el horizonte inferior.
- BC 45 - 66 Color similar al horizonte Bw; franco a franco limoso con grava y pedregoso; estructura en bloques angulares medianos y finos, algunos gruesos, moderada; consistencia similar al horizonte superior; muchos poros tubulares y vesiculares finos y muy finos; pocas raíces medianas y finas; frecuentes gravas de micasquistos y cuarcitas; límite neto con el horizonte inferior.
- 2C > 66 Color pardo amarillento oscuro (10YR 4/4) en húmedo y pardo amarillento (10YR 5,5/5) en seco. Serpentinita muy alterada in situ. Existe cierta agregación edáfica en bloques subangulares y granular.

**Tabla III-2-16 DATOS ANALITICOS DEL PERFIL N° 16**

| Horiz | Prof. (cm.) | %Arena total | %Limo | %Arcilla | % Unified | % Grava |
|-------|-------------|--------------|-------|----------|-----------|---------|
| Ah1   | 0 - 4       | 46,4         | 42,7  | 10,9     | 60,7      | 42      |
| Ah2   | 4 - 15      | 40,8         | 46,3  | 12,9     | 60,6      | 56      |
| Ah3   | 15 - 32     | 45,6         | 43,1  | 11,3     | 59,2      | 37      |
| Bw    | 32 - 45     | 38,4         | 45,8  | 15,8     | 65,5      | 64      |
| BC    | 45 - 66     | 40,6         | 47,0  | 12,4     | 65,1      | 53      |
| 2C    | > 66        | 41,6         | 46,3  | 12,1     | 59,2      | 47      |

| Hori. | % Arenas   |        |       |      |          | pH               |     |
|-------|------------|--------|-------|------|----------|------------------|-----|
|       | Muy gruesa | Gruesa | Media | Fina | Muy fina | H <sub>2</sub> O | CLK |
| Ah1   | 5,8        | 5,4    | 5,6   | 14,7 | 14,9     | 6,8              | 6,2 |
| Ah2   | 6,0        | 5,6    | 6,7   | 17,1 | 5,4      | 6,5              | 5,6 |
| Ah3   | 7,8        | 6,2    | 6,4   | 13,6 | 11,6     | 6,5              | 5,7 |
| Bw    | 6,1        | 5,1    | 5,0   | 11,9 | 10,3     | 6,3              | 5,3 |
| BC    | 6,0        | 4,9    | 4,9   | 11,9 | 12,9     | 6,6              | 5,3 |
| 2C    | 4,1        | 5,0    | 5,4   | 24,1 | 3,0      | 6,5              | 5,3 |

| Hor | Cm  | Retención de agua (%) |          | Agua útil<br>mm/cm | DAFH               |       |       | C/N |
|-----|-----|-----------------------|----------|--------------------|--------------------|-------|-------|-----|
|     |     | H33KPa                | H1500KPa |                    | Mg m <sup>-3</sup> | %C.O. | % N   |     |
| Ah1 | 0,7 | 30,05                 | 6,66     | 2,1                | 1,24               | 3,92  | 0,302 | 13  |
| Ah2 | 0,6 | 22,16                 | 2,19     | 1,5                | 1,33               | 1,76  | 0,126 | 14  |
| Ah3 | 0,7 | 20,32                 | 1,51     | 1,6                | 1,36               | 1,45  | 0,121 | 12  |
| Bw  | 0,5 | 23,89                 | 2,23     | 1,4                | 1,37               | 0,82  | 0,082 | 10  |
| BC  | 0,7 | 22,33                 | 2,39     | 1,6                | 1,41               | 0,37  | 0,046 | 8   |
| 2C  | 0,6 | 22,47                 | 1,42     | 1,9                | 1,44               | 0,26  | 0,043 | 6   |

| Horiz | P asim.<br>mg Kg <sup>-1</sup> | cmol(+) Kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |         |     | C.E.C. | SAT. |
|-------|--------------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|----------------|---------|-----|--------|------|
|       |                                | Ca <sup>++</sup>         | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | S.Bases |     |        |      |
| Ah1   | 3,5                            | 4,3                      | 5,5              | < 0,1           | 0,2            | 10,0    | 9,6 | 100    |      |
| Ah2   | 1,0                            | 5,7                      | 0,5              | < 0,1           | 0,1            | 6,3     | 7,3 | 86,3   |      |
| Ah3   | 2,0                            | 4,4                      | 1,6              | < 0,1           | 0,1            | 6,1     | 6,1 | 100    |      |
| Bw    | 1,1                            | 3,3                      | 1,4              | < 0,1           | < 0,1          | 4,7     | 6,1 | 77,0   |      |
| BC    | 0,5                            | 2,7                      | 1,6              | < 0,1           | < 0,1          | 4,3     | 4,6 | 93,5   |      |
| 2C    | 0,2                            | 2,8                      | 0,6              | < 0,1           | < 0,1          | 3,4     | 3,6 | 94,4   |      |

## **PERFIL N° 17**

**CLASIFICACION:** Crioboroll páquico

### **1.- CARACTERES GENERALES**

**Fecha de muestreo:** Septiembre de 1.989

**Ubicación:** Al Oeste de los Peñones de San Francisco; aproximadamente a 2 kilómetros al Sureste de los Prados del Aire

**Coordenadas:** 30SVG630074

**Altitud:** 2.200 m.

**Orientación:** Suroeste

**Posición fisiográfica:** Parte cóncava final de ladera, en un rellano

**Forma del terreno circundante:** Fuertemente ondulado a colinado

**Microtopografía:** Proximidad a terrazas de repoblación con pinar

**Pendiente:** 15 %

**Vegetación:** Pinos, piornos y enebros degradados

**Material de partida:** Serpentinitas con derrubios de micasquistos y cuarcitas

**Drenaje:** Clase 3. Moderadamente bien drenado

**Condiciones de humedad:** Seco todo el perfil

**Pedregosidad superficial:** Clase 4. Excesivamente pedregoso

**Afloramientos de roca:** Clase 1. Moderadamente rocoso

**Evidencias de erosión:** Surcos y cárcavas; hídrica moderada a débil

**Influencia humana:** Repoblación forestal

## 2.-DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

Horiz. Prof. cm.

|     |         |   |
|-----|---------|---|
| Ah1 | 0 - 23  | Color pardo muy oscuro (10YR 2,5/2) en húmedo y pardo grisáceo muy oscuro (1,25Y 3,5/2) en seco; franco arenoso fino con grava y ligeramente pedregoso; estructura grumosa; ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable y blando; muchos poros finos y muy finos; frecuentes gravas de micasquistos, cuarcitas y serpentinitas; abundantes raíces muy finas; límite difuso y plano con el horizonte subyacente.  |
| Ah2 | 23 - 41 | Color pardo muy oscuro (10YR 2,5/2) en húmedo y pardo (10YR 4,5/3) en seco; franco arenoso fino con grava; estructura en bloques subangulares muy débiles, mediana y fina, que rompe en granular; consistencia similar al horizonte anterior; los poros y los fragmentos gruesos tienen iguales características que el horizonte superficial aunque son más abundantes en éste; abundantes raíces muy finas y pocas medianas; límite neto e irregular con el horizonte inferior.  |
| AC  | 41 - 58 | Pardo grisáceo muy oscuro (1,25Y 3/2) en húmedo y pardo oliva claro (2,5Y 5/4) en seco; franco arenoso fino pedregoso y con mucha grava; estructura en bloques angulares a subangulares muy débil, que rompe a granular muy fina y también muy débil; no adherente, no plástico, friable y blando; pocos poros finos y muy finos tubulares e intersticiales; fragmentos de roca abundantes de tamaño grava (40%) y frecuentes piedras (15%), esencialmente serpentinitas; comunes raíces finas y pocas medianas; límite neto e irregular con el horizonte subyacente. |
| C   | > 58    | Roca in situ. Serpentinita alterada y disgregada. Color pardo oliva (2,5Y 4,5/4) en húmedo y pardo amarillento claro (2,5Y 6,5/4) en seco; franco a franco limoso muy pedregoso y con mucha grava; estructura en bloques angulares finos y medianos, débil a moderada; ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable y blando; frecuentes poros finos y muy finos, vesiculares y tubulares; abundantes fragmentos rocosos de diferente tamaño; muy pocas raíces medianas y finas.  |

Tabla III-2-17 DATOS ANALITICOS DEL PERFIL N° 17

| Hori. | Prof.cm. | % Arenas     |       |          |            |        |       |      |          | % Unified | % Grava |
|-------|----------|--------------|-------|----------|------------|--------|-------|------|----------|-----------|---------|
|       |          | %Arena total | %Limo | %Arcilla | Muy gruesa | Gruesa | Media | Fina | Muy fina |           |         |
| Ah1   | 0 - 23   | 58,8         | 29,6  | 11,6     | 9,2        | 7,0    | 9,3   | 27,5 | 5,8      | 43,5      | 43      |
| Ah2   | 23 - 41  | 59,8         | 29,5  | 10,7     | 8,2        | 6,9    | 9,5   | 26,5 | 8,7      | 43,3      | 48      |
| AC    | 41 - 58  | 59,9         | 35,3  | 4,8      | 5,1        | 7,2    | 8,3   | 20,6 | 18,7     | 48,3      | 69      |
| C     | > 58     | 46,7         | 44,2  | 9,1      | 2,3        | 4,4    | 6,0   | 29,8 | 4,2      | 54,6      | 78      |

| Hori. | Cm  | Retención de agua (%) |          | Agua útil<br>mm/cm | DAFH<br>Mg m <sup>-3</sup> | % C.O. | % N   | C/N | P asim.<br>mg Kg <sup>-1</sup> | pH               |     |
|-------|-----|-----------------------|----------|--------------------|----------------------------|--------|-------|-----|--------------------------------|------------------|-----|
|       |     | H33KPa                | H1500KPa |                    |                            |        |       |     |                                | H <sub>2</sub> O | ClK |
| Ah1   | 0,7 | 18,08                 | 8,52     | 0,8                | 1,16                       | 3,92   | 0,261 | 15  | 3,8                            | 6,9              | 6,1 |
| Ah2   | 0,6 | 16,13                 | 3,64     | 1,0                | 1,23                       | 3,02   | 0,201 | 15  | 2,2                            | 6,3              | 5,5 |
| AC    | 0,5 | 13,78                 | 1,47     | 0,7                | 1,40                       | 1,51   | 0,151 | 10  | 2,2                            | 6,1              | 4,9 |
| C     | 0,3 | 23,46                 | 2,03     | 0,9                | 1,43                       | 0,77   | 0,096 | 8   | 1,1                            | 6,0              | 5,0 |

| Hori. | %CO <sub>3</sub> Ca eq. | cmol(+) Kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |          |        | % Sat. Bases |
|-------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|----------------|----------|--------|--------------|
|       |                         | Ca <sup>++</sup>         | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | S. Bases | C.E.C. |              |
| Ah1   | -                       | 5,1                      | 6,5              | < 0,1           | 0,2            | 11,7     | 11,8   | 99,1         |
| Ah2   | -                       | 5,5                      | 0,9              | < 0,1           | 0,1            | 6,5      | 9,3    | 69,9         |
| AC    | -                       | 1,4                      | 0,4              | < 0,1           | < 0,1          | 1,8      | 3,5    | 51,4         |
| C     | -                       | 1,4                      | 1,4              | 0,6             | 0,1            | 3,5      | 3,4    | 100          |

## PERFIL N° 18

**CLASIFICACION:** Criorthent típico

### 1.- CARACTERES GENERALES

**Fecha de muestreo:** Septiembre de 1.989

**Ubicación:** Collado del Diablo, a 200 metros de la carretera de la Sierra tomando el carril que desde ésta se dirige a las ruinas de los Campos de Otero

**Coordenadas:** 30SVG642075

**Altitud:** 2.300 m.

**Orientación:** Norte - Noreste

**Posición fisiográfica:** Media ladera, en un punto de inflexión cóncavo - convexo en la transversal

**Forma del terreno circundante:** Montañoso y fuertemente socavado

**Microtopografía:** Algunos albardones naturales de pequeña magnitud que retienen suelo por la elevada pedregosidad y el sustrato herbáceo

**Pendiente:** 49 %

**Vegetación:** Sustrato herbáceo de gramíneas y algunos líquenes y musgos

**Material de partida:** Roca anfibolítica verde alterada con mineralizaciones de formas de Fe y venas de feldespatos

**Drenaje:** Clase 5-6. Algo excesivamente drenado a excesivamente drenado

**Condiciones de humedad:** Seco; algo húmedo el horizonte C

**Pedregosidad superficial:** Clase 5-4. Terreno ripioso a excesivamente pedregoso

**Afloramientos de roca:** Clase 0-1. Muy pocas rocas

**Evidencias de erosión:** Hídrica, en surcos severa y en cárcavas moderada. Pequeños deslizamientos de ladera



## 2.-DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

Horiz. Prof. cm.

- Ah 0 - 18 Pardo grisáceo muy oscuro (1,25Y 3/2) en húmedo y pardo oliva claro (1,25Y 5/4) en seco; franco arenoso fino pedregoso y con grava; estructura con algunos bloques subangulares medianos muy débiles, que rompen en bloques subangulares finos y granulares también muy débil; ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable y blando; frecuentes poros finos y muy finos en algunos agregados blocosos; frecuentes gravas (25%) y pocas piedras (10%); comunes raíces muy finas y finas, muy pocas medianas; límite neto y plano con el horizonte subyacente.
- AC 18 - 32 Pardo oliva (2,5Y 3,5/4) en húmedo y pardo oliva claro (2,5Y 5/4) en seco; franco arenoso fino pedregoso y con poca grava; estructura granular fina y muy fina extremadamente débil; no adherente, no plástico, friable y blando; porosidad vesicular y tubular fina y mediana; frecuentes piedras y gravas, en total 25% en volumen; comunes raíces medianas, pocas finas y muy finas; límite neto e irregular con el horizonte subyacente.
- 2C > 32 Al menos hasta 58 cm. aparece roca anfibolítica muy alterada y casi suelta, fácilmente cavable. El horizonte presenta un color pardo oliva (2,5Y 4/4) en húmedo y pardo amarillento claro (2,5Y 6/4) en seco; franco arenoso fino muy pedregoso; estructura, consistencia y poros con características similares al horizonte anterior; abundantes fragmentos gruesos de anfibolita, careciendo de cantos de micasquistos a diferencia de los horizontes superiores.

Tabla III-2-18 DATOS ANALITICOS DEL PERFIL Nº 18

| Hori. | Prof.cm. | % Arenas     |       |          |            |        |       |      |          |           |         |
|-------|----------|--------------|-------|----------|------------|--------|-------|------|----------|-----------|---------|
|       |          | %Arena total | %Limo | %Arcilla | Muy gruesa | Gruesa | Media | Fina | Muy fina | % Unified | % Grava |
| Ah    | 0 - 18   | 66,3         | 25,3  | 8,4      | 6,6        | 8,9    | 11,7  | 25,0 | 14,1     | 38,7      | 41      |
| AC    | 18 - 32  | 65,2         | 30,2  | 4,6      | 5,0        | 7,7    | 10,5  | 23,1 | 18,9     | 42,0      | 34      |
| 2C    | > 32     | 62,9         | 34,7  | 2,4      | 2,0        | 7,2    | 10,7  | 21,8 | 21,2     | 48,0      | 65      |

| Hori. | Cm  | Retención de agua (%) |          | Agua útil | DAFH               | % C.O. | % N   | C/N | P asim.             | pH               |     |
|-------|-----|-----------------------|----------|-----------|--------------------|--------|-------|-----|---------------------|------------------|-----|
|       |     | H33KPa                | H1500KPa | mm/cm     | Mg m <sup>-3</sup> |        |       |     | mg Kg <sup>-1</sup> | H <sub>2</sub> O | CLK |
| Ah    | 0,7 | 13,09                 | 1,90     | 1,0       | 1,35               | 0,45   | 0,041 | 11  | 1,9                 | 6,2              | 4,9 |
| AC    | 0,8 | 12,20                 | 0,97     | 1,1       | 1,36               | 0,37   | 0,041 | 9   | 1,3                 | 6,1              | 4,5 |
| 2C    | 0,5 | 13,81                 | 1,27     | 0,8       | 1,37               | 0,11   | 0,016 | 7   | 1,2                 | 5,9              | 4,4 |

| Hori. | %CO <sub>3</sub> Ca eq. | cmol(+) Kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |          |        |              |
|-------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|----------------|----------|--------|--------------|
|       |                         | Ca <sup>++</sup>         | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | S. Bases | C.E.C. | % Sat. Bases |
| Ah    | -                       | 1,5                      | 0,6              | < 0,1           | 0,1            | 2,2      | 4,5    | 48,9         |
| AC    | -                       | 1,0                      | 0,7              | < 0,1           | < 0,1          | 1,7      | 5,4    | 31,5         |
| 2C    | -                       | 0,9                      | 0,7              | 0,2             | < 0,1          | 1,8      | 6,2    | 29,0         |

438

## **PERFIL N° 19**

**CLASIFICACION:** Criumbrept éntico

### **1.- CARACTERES GENERALES**

**Fecha de muestreo:** Septiembre 1.989

**Ubicación:** Ladera Norte de la Loma del río Maitena; partes altas de los Prados del Clérigo

**Coordenadas:** 4742 - 41102

**Altitud:** 2.390 m.

**Orientación:** Norte - Noroeste

**Posición fisiográfica:** Ladera levemente convexa en ambos sentidos

**Forma del terreno circundante:** Montañoso

**Microtopografía:** Lóbulos de reptación y cubetas de erosión

**Pendiente:** 27 %

**Vegetación:** Escasa y de poco porte perteneciente a la comunidad culminícola, piornal diseminado

**Material de partida:** Derrubio de micasquisto grafitoso de origen periglacial

**Drenaje:** Clase 3. Moderadamente bien drenado

**Condiciones de humedad:** Seco hasta los 20 cm., húmedo a partir de ahí

**Pedregosidad superficial:** Clase 3. Muy pedregoso

**Afloramientos de roca:** Clase 1. Moderadamente rocoso

**Evidencias de erosión:** Eólica e hídrica laminar moderada

**Influencia humana:** Pastoreo

## 2.-DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

Horiz. Prof. cm.

- Ah 0 - 17 Entre pardo muy oscuro y pardo grisáceo muy oscuro (10YR 2,5/2) en húmedo, pardo (10YR 5/3) en seco; arenoso franco con grava y ligeramente pedregoso; estructura migajosa fina moderada a débil; no adherente, no plástico, muy friable y blando; muchos poros intersticiales finos, continuos, expede imped; frecuentes gravas (25%) y muy pocas piedras de formas planas y angulosas de micasquitos grafitosos y algunas cuarcitas, poco meteorizadas, con algunas películas de oxihidróxidos de hierro en superficie; abundantes raíces finas y muy finas, pocas medianas; límite gradual y plano con el horizonte subyacente.
- AC 17 - 37 Entre pardo muy oscuro y pardo grisáceo muy oscuro (10YR 2,5/2) en húmedo, de pardo a pardo oscuro (10YR 4/2) en seco; franco arenoso grueso con grava; estructura en bloques subangulares medianos, débil, que rompe en migajosa de fina a mediana, moderada; no adherente, no plástico, friable y blando; frecuentes poros intersticiales finos, continuos imped y expede, pocos poros tubulares medianos imped discontinuos; abundantes gravas (50%) de micasquisto grafitoso de forma subangular y plana, poco alterados, con revestimientos de limo y películas de oxihidróxidos de hierro en superficie; menos abundantes que en el horizonte anterior, raíces finas, muy finas y pocas medianas; límite gradual y paralelo a la topografía con el horizonte subyacente.
- C > 37 Entre gris oscuro y pardo grisáceo oscuro (10YR 4/1,5) en húmedo, pardo grisáceo (10YR 5/2) en seco; franco arenoso grueso con mucha grava; estructura de grano suelto; no adherente, no plástico, suelto; abundantes gravas (60%) de micasquisto de formas planas y angulosas, poco alterado, con recubrimientos de oxihidróxidos de hierro y limo; escasas raíces finas y medianas.

Tabla III-2-19 DATOS ANALITICOS DEL PERFIL N° 19

| Hori. | Prof.cm. | %Arena total | %Limo | %Arcilla | % Arenas   |        |       |      |          | % Unified | % Grava |
|-------|----------|--------------|-------|----------|------------|--------|-------|------|----------|-----------|---------|
|       |          |              |       |          | Muy gruesa | Gruesa | Media | Fina | Muy fina |           |         |
| Ah    | 0 - 17   | 81,0         | 13,6  | 5,4      | 14,4       | 16,2   | 9,4   | 28,3 | 12,7     | 21,3      | 39      |
| AC    | 17 - 37  | 69,5         | 21,0  | 9,5      | 12,2       | 13,0   | 8,1   | 25,6 | 10,6     | 32,4      | 66      |
| C     | > 37     | 69,9         | 25,6  | 4,5      | 28,4       | 20,3   | 8,2   | 10,3 | 2,7      | 31,7      | 70      |

| Hori. | Cm  | Retención de agua (%) |          | Agua útil | DAFH               | % C.O. | % N   | C/N | P asim.             | pH H <sub>2</sub> O |
|-------|-----|-----------------------|----------|-----------|--------------------|--------|-------|-----|---------------------|---------------------|
|       |     | H33KPa                | H1500KPa | mm/cm     | Mg m <sup>-3</sup> |        |       |     | mg Kg <sup>-1</sup> |                     |
| Ah    | 0,7 | 12,37                 | 7,87     | 0,4       | 1,29               | 2,46   | 0,150 | 16  | 12,0                | 4,6                 |
| AC    | 0,5 | 15,21                 | 6,65     | 0,5       | 1,25               | 1,66   | 0,130 | 13  | 17,1                | 4,3                 |
| C     | 0,4 | 13,45                 | 4,85     | 0,5       | 1,38               | 0,47   | 0,061 | 8   | 16,5                | 4,5                 |

| Hori. | %CO <sub>2</sub> Ca eq. | cmol(+) Kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |     | S. Bases | C.E.C. | % Sat. Bases | % Fe<br>libre |
|-------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|----------------|-----|----------|--------|--------------|---------------|
|       |                         | Ca <sup>++</sup>         | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> |     |          |        |              |               |
| Ah    | -                       | 1,1                      | 0,2              | 0,1             | 0,2            | 1,6 | 5,9      | 27     | 1,27         |               |
| AC    | -                       | 0,2                      | 0,1              | 0,1             | 0,1            | 0,5 | 8,3      | 6      | 1,96         |               |
| C     | -                       | 0,1                      | 0,1              | 0,1             | 0,1            | 0,4 | 4,2      | 9      | 1,33         |               |

441

## PERFIL N° 20

**CLASIFICACION:** Xerorthent dístico

### 1.- CARACTERES GENERALES

**Fecha de muestreo:** Septiembre de 1.989

**Ubicación:** En el Barranco del Tesoro, a 2 kilómetros aguas arriba de su intersección con el río Trevélez

**Coordenadas:** 30SVF747895

**Altitud:** 1.340 m.

**Orientación:** Sur

**Posición fisiográfica:** Ladera convexa en ambos sentidos, de una pequeña cárcava

**Forma del terreno circundante:** Montañoso

**Microtopografía:** Taludes de derrubios

**Pendiente:** 47 %

**Vegetación:** Algunas aulagas

**Material de partida:** Micasquisto grafitoso de grano medio

**Drenaje:** Clase 4-5. Entre bien drenado y algo excesivamente drenado

**Condiciones de humedad:** Seco en todo el perfil

**Pedregosidad superficial:** Clase 5. Terreno ripioso

**Afloramientos de roca:** Clase 4. Extremadamente rocoso

**Evidencias de erosión:** Hídrica laminar severa y deslizamientos de ladera

## 2.-DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

Horiz. Prof. cm.

- A 0 - 7 Gris oliva (5Y 4/2) en húmedo y oliva (5Y 5/3) en seco; franco arenoso grueso pedregoso y con grava; estructura laminar, media y débil, que rompe en granular fina débil; ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable y blando; muchos poros finos y muy finos, caóticos, exped y vesiculares; abundantes fragmentos rocosos (45%) de naturaleza silícica con predominio del tamaño grava y en menor medida piedra; pocas raíces finas y muy finas; límite gradual y plano con el horizonte inferior.
- C 7 - 10/26 Pardo oliva (2,5Y 4/2,5) en húmedo y oliva (5Y 5/3) en seco; franco arenoso grueso muy pedregoso y con grava; estructura en bloques angulares finos, débil; ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable y blando; porosidad y raíces con característica similares al horizonte superior; abundantes gravas, piedras y pedregones (70% en volumen) de micasquisto con recubrimientos de formas de hierro; límite neto e irregular con el horizonte inferior.
- 2C > 10/26 Roca in situ cavable y disgregada.

Tabla III-2-20 DATOS ANALITICOS DEL PERFIL N° 20

| Hori. | Prof.cm. | % Arenas     |       |          |            |        |       |      |          | % Unified | % Grava |
|-------|----------|--------------|-------|----------|------------|--------|-------|------|----------|-----------|---------|
|       |          | %Arena total | %Limo | %Arcilla | Muy gruesa | Gruesa | Media | Fina | Muy fina |           |         |
| Ah    | 0 - 7    | 65,4         | 21,6  | 13,0     | 23,3       | 12,8   | 10,8  | 11,7 | 6,8      | 40,6      | 59      |
| C     | 7-10/26  | 58,2         | 33,9  | 7,9      | 21,8       | 10,2   | 6,7   | 9,6  | 9,9      | 44,3      | 80      |
| 2C    | > 10/26  |              |       |          |            |        |       |      |          |           |         |

| Hori. | Cm  | Retención de agua (%) |          | Agua útil | DAFH               |        | C/N   | P asim.<br>mg Kg <sup>-1</sup> | pH   |                  |     |
|-------|-----|-----------------------|----------|-----------|--------------------|--------|-------|--------------------------------|------|------------------|-----|
|       |     | H33KPa                | H1500KPa | mm/cm     | Mg m <sup>-3</sup> | % C.O. |       |                                | % N  | H <sub>2</sub> O | CLK |
| Ah    | 0,5 | 28,11                 | 9,61     | 1,5       | 1,25               | 1,43   | 0,079 | 18                             | 0,00 | 7,8              | 6,6 |
| C     | 0,3 | 30,20                 | 12,50    | 0,8       | 1,10               | 1,01   | -     | -                              | 0,00 | 6,7              | 5,5 |

| Hori. | %CO <sub>2</sub> Ca eq. | cmol(+) Kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |          |        | % Sat. Bases |
|-------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|----------------|----------|--------|--------------|
|       |                         | Ca <sup>++</sup>         | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | S. Bases | C.E.C. |              |
| Ah    | 0,00                    | 2,0                      | 1,4              | < 0,1           | < 0,1          | 3,4      | 8,6    | 39           |
| C     | 0,38                    | 5,5                      | 0,1              | < 0,1           | < 0,1          | 5,6      | 10,8   | 52           |

444



## PERFIL Nº 21

**CLASIFICACION:** Criumbrept éntico

### 1.- CARACTERES GENERALES

**Fecha de muestreo:** Septiembre de 1.989

**Ubicación:** Camino de Bérchules a las Minas de Hierro; ladera Sur - Sureste del Peñón del Muerto, a unos quinientos metros de la cima

**Coordenadas:** 4811 - 41014

**Altitud:** 2.650 m.

**Orientación:** Sureste

**Posición fisiográfica:** Ladera convexa en ambos sentidos

**Forma del terreno circundante:** Montañoso

**Microtopografía:** Lóbulos de reptación marcados

**Pendiente:** 60 %

**Vegetación:** Piornal poco espeso y especies de poco porte pertenecientes a la vegetación de las cumbres

**Material de partida:** Derrubio de micasquistos y cuarcitas de origen periglaciario

**Drenaje:** Clase 4. Bien drenado

**Condiciones de humedad:** Seco hasta los 30 cm., húmedo a partir de ahí

**Pedregosidad superficial:** Clase 4. Excesivamente pedregoso

**Afloramientos de roca:** Clase 2. Rocoso

**Evidencias de erosión:** Eólica e hídrica laminar moderadas

**Influencia humana:** Pastoreo y quema de piornos

## 2.-DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

Horiz. Prof. cm.

Ah 0 - 11

Pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en húmedo, pardo oscuro (10YR 3,5/3) en seco; entre franco arenoso y arenoso franco grueso con grava y ligeramente pedregoso; estructura migajosa fina de débil a moderada; no adherente, no plástico, friable y blando; muchos poros intersticiales finos continuos expedito e impedido; frecuentes gravas (30%) y muy pocas piedras (5%) de micasquisto grafitoso y cuarcitas, planas, angulosas y poco alteradas con revestimientos de material limoso; abundantes raíces finas y muy finas, muy pocas medianas; límite gradual y plano con el horizonte subyacente.

AC 11 - 29

Pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en húmedo, entre pardo grisáceo oscuro y pardo grisáceo (10YR 4,5/2) en seco; franco arenoso grueso con grava; estructura en bloques subangulares de finos a medianos, débil que rompe en migajosa fina débil; no adherente, no plástico, friable y blando; frecuentes poros intersticiales continuos finos expedito; abundantes gravas (45%) de micasquisto grafitoso y cuarcitas de forma plana angulosa y subangulosa poco alteradas y recubrimientos de una película de limo, en alguna de ellas son frecuentes las exudaciones de hierro; comunes raíces finas, muy finas y pocas medianas; límite gradual y plano con el horizonte subyacente.

C > 29

Pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en húmedo, pardo grisáceo (10YR 5/2) en seco; entre franco arenoso y arenoso franco grueso con mucha grava; estructura granular fina muy débil, casi suelto; no adherente, no plástico, suelto; frecuentes poros intersticiales finos y medianos, generados posiblemente por lavado lateral; abundantes gravas (50%) de micasquisto grafitoso principalmente y pocas cuarcitas de forma plana angulosa y poco meteorizadas, las gravas se encuentran recubiertas de limo; muy escasas raíces finas.

Tabla III-2-21 DATOS ANALITICOS DEL PERFIL N° 21

| Hori. | Prof.cm. | % Arenas     |       |          |            |        |       |      |          |           |         |
|-------|----------|--------------|-------|----------|------------|--------|-------|------|----------|-----------|---------|
|       |          | %Arena total | %Limo | %Arcilla | Muy gruesa | Gruesa | Media | Fina | Muy fina | % Unified | % Grava |
| Ah    | 0 - 11   | 76,5         | 16,7  | 6,8      | 32,5       | 15,3   | 8,4   | 14,0 | 6,3      | 25,2      | 53      |
| AC    | 11 - 29  | 66,1         | 25,3  | 8,6      | 22,7       | 18,7   | 6,5   | 11,6 | 6,6      | 36,7      | 58      |
| C     | > 29     | 74,1         | 21,2  | 4,7      | 31,3       | 21,6   | 7,0   | 11,2 | 3,0      | 27,9      | 64      |

| Hori. | Cm  | Retención de agua (%) |          | Agua útil | DAFH               |        |       | P asim. |                     |                     |
|-------|-----|-----------------------|----------|-----------|--------------------|--------|-------|---------|---------------------|---------------------|
|       |     | H33KPa                | H1500KPa | mm/cm     | Mg m <sup>-3</sup> | % C.O. | % N   | C/N     | mg Kg <sup>-1</sup> | pH H <sub>2</sub> O |
| Ah    | 0,6 | 16,05                 | 10,35    | 0,5       | 1,22               | 4,10   | 0,220 | 19      | 19,0                | 5,1                 |
| AC    | 0,6 | 16,47                 | 6,91     | 0,7       | 1,29               | 1,83   | 0,150 | 12      | 16,2                | 4,8                 |
| C     | 0,5 | 12,27                 | 0,78     | 0,7       | 1,36               | 0,52   | 0,060 | 8       | 20,1                | 5,2                 |

| Hori. | %CO <sub>3</sub> Ca eq. | cmol(+) Kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |          |     | C.E.C. | % Sat. Bases | % Fe libre |
|-------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|----------------|----------|-----|--------|--------------|------------|
|       |                         | Ca <sup>++</sup>         | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | S. Bases |     |        |              |            |
| Ah    | -                       | 2,9                      | 0,8              | 0,1             | 0,5            | 4,3      | 8,3 | 52     | 1,33         |            |
| AC    | -                       | 0,8                      | 0,2              | 0,1             | 0,3            | 1,4      | 6,8 | 21     | 1,60         |            |
| C     | -                       | 0,7                      | 0,3              | 0,1             | 0,2            | 1,3      | 4,6 | 28     | 1,35         |            |

447

## **PERFIL N° 22**

**CLASIFICACION:** Criochrept dístico

### **1.- CARACTERES GENERALES**

**Fecha de muestreo:** Agosto de 1.989

**Ubicación:** Carretera al pico Veleta, a unos 1.500 metros al Noroeste de la cima

**Coordenadas:** 4670 - 41028

**Altitud:** 3.020 m.

**Orientación:** Norte

**Posición fisiográfica:** Pendiente levemente cóncava en sentido longitudinal y transversal

**Forma del terreno circundante:** Montañoso

**Microtopografía:** Elevaciones de los matorrales debido a la erosión

**Pendiente:** 32 %

**Vegetación:** Poco espesa y de pequeño porte, perteneciente a las comunidades de las cumbres

**Material de partida:** Derrubio de micasquisto con feldespatos y clorita

**Drenaje:** Clase 3. Moderadamente bien drenado

**Condiciones de humedad:** Seco hasta los 12 cm., húmedo el resto

**Pedregosidad superficial:** Clase 4. Excesivamente pedregoso

**Afloramientos de roca:** Clase 2. Rocoso

**Evidencias de erosión:** Eólica e hídrica laminar moderada

## 2.-DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

Horiz. Prof. cm.

- |    |        |  |
|----|--------|--|
| Ah | 0 - 6  | Entre pardo oscuro y pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2,5) en húmedo, pardo (10YR 5/3) en seco; franco arenoso grueso con grava; estructura migajosa fina muy débil, casi suelto; ligeramente adherente, no plástico, muy friable y suelto; frecuentes poros intersticiales finos y muy finos; abundantes gravas (40%) de micasquisto grafitoso y algunos fragmentos de cuarcita subangulares y planos poco alterados, con recubrimientos de limo y oxihidróxidos de hierro; pocos nódulos pequeños, duros irregulares de óxidos de hierro, comunes raíces finas y muy finas; límite gradual y plano con el horizonte subyacente. |
| Bw | 6 - 20 | Pardo oscuro (10YR 3/3) en húmedo, entre pardo y pardo amarillento (10YR 5/3,5) en seco; franco arenoso grueso con grava; estructura laminar fina débil que rompe en granular fina débil; no adherente, no plástico, muy friable y blando; pocos poros tubulares finos exped; frecuentes gravas (40%) de la misma naturaleza y características que en el horizonte anterior, aunque la película de oxihidróxidos de hierro está más desarrollada; pocos nódulos pequeños duros irregulares de óxidos de hierro; comunes raíces finas y muy finas; límite neto y plano con el horizonte subyacente.                                 |
| C  | > 20   | Pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en húmedo, pardo (10YR 5/3) en seco; franco arenoso grueso con mucha grava; estructura laminar fina débil casi suelta; no adherente, no plástico, muy friable y blando; pocos poros intersticiales medianos; abundantes gravas (75%) de la misma naturaleza y características que en el horizonte Ah; nódulos en cantidad semejante y de las mismas características que en el horizonte Ah; escasas raíces finas.   |

Tabla III-2-22 DATOS ANALITICOS DEL PERFIL N° 22

| Hori. | Prof.cm. | %Arena total | %Limo | %Arcilla | % Arenas   |        |       |      |          | % Unified | % Grava |
|-------|----------|--------------|-------|----------|------------|--------|-------|------|----------|-----------|---------|
|       |          |              |       |          | Muy gruesa | Gruesa | Media | Fina | Muy fina |           |         |
| Ah    | 0 - 6    | 62,6         | 29,9  | 7,5      | 25,1       | 17,6   | 6,2   | 10,3 | 3,4      | 37,9      | 57      |
| Bw    | 6 - 20   | 54,6         | 35,5  | 9,9      | 19,9       | 14,3   | 5,6   | 10,8 | 4,0      | 47,1      | 54      |
| 2C    | > 20     | 58,8         | 32,9  | 8,3      | 16,1       | 16,0   | 8,1   | 14,1 | 3,7      | 41,8      | 85      |

| Hori. | Cm  | Retención de agua (%) |          | Agua útil | DAFH               |        |       | P asim. |                     |                     |
|-------|-----|-----------------------|----------|-----------|--------------------|--------|-------|---------|---------------------|---------------------|
|       |     | H33KPa                | H1500KPa | mm/cm     | Mg m <sup>-3</sup> | % C.O. | % N   | C/N     | mg Kg <sup>-1</sup> | pH H <sub>2</sub> O |
| Ah    | 0,8 | 17,46                 | 5,60     | 0,9       | 1,34               | 1,01   | 0,101 | 10      | 11                  | 5,0                 |
| Bw    | 0,6 | 18,10                 | 4,66     | 1,1       | 1,36               | 0,35   | 0,041 | 9       | 12                  | 4,6                 |
| 2C    | 0,2 | 15,88                 | 4,20     | 0,3       | 1,46               | 0,15   | -     | -       | 11                  | 5,3                 |

| Hori. | %CO <sub>3</sub> Ca eq. | cmol (+) Kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |     | S. Bases | C.E.C. | % Sat. Bases | % Fe libre |
|-------|-------------------------|---------------------------|------------------|-----------------|----------------|-----|----------|--------|--------------|------------|
|       |                         | Ca <sup>++</sup>          | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> |     |          |        |              |            |
| Ah    | -                       | 1,9                       | 0,2              | 0,1             | 0,4            | 2,6 | 5,7      | 45     | 2,83         |            |
| Bw    | -                       | 0,9                       | 0,2              | 0,1             | 0,1            | 1,3 | 5,6      | 23     | 2,59         |            |
| 2C    | -                       | 0,4                       | 0,1              | < 0,1           | 0,1            | 0,6 | 3,9      | 15     | 2,58         |            |

450

## **PERFIL N° 23**

**CLASIFICACION:** Xerumbrept típico

### **1.- CARACTERES GENERALES**

**Fecha de muestreo:** Abril 1.989

**Ubicación:** Camino de Bérchules a las Minas de Hierro; ladera Sur del Collado del Guarda; a un kilómetro del Cortijo del Prado del Espino

**Coordenadas:** 4804 - 40907

**Altitud:** 2.350 m.

**Orientación:** Sureste

**Posición fisiográfica:** Ladera rectilínea longitudinalmente y ligeramente convexa en sentido transversal

**Forma del terreno circundante:** Montañoso

**Microtopografía:** Lóbulos de reptación

**Pendiente:** 47 %

**Vegetación:** Matorral de piorno, sabina y enebro, degradado por influencia de antiguos cultivos

**Material de partida:** Derrubios de ladera de micasquisto

**Drenaje:** Clase 3. Moderadamente bien drenado

**Condiciones de humedad:** Húmedo en su totalidad

**Pedregosidad superficial:** Clase 2. Pedregoso

**Afloramientos de roca:** Clase 0 - 1. Entre nada y moderadamente rocoso

**Evidencias de erosión:** Hídrica laminar ligera

**Influencia humana:** Pastoreo y quema de piornos

## 2.-DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

Horiz. Prof. cm.

- |    |         |  |
|----|---------|--|
| O  | 5 - 0   | Con una ligera capa de 2 cm. de espesor de restos de gramíneas y de piorno y otra de 3 cm. aproximadamente de materia orgánica más descompuesta con una red de raicillas muy finas que compacta el conjunto y algunos fragmentos gruesos.  |
| Ah | 0 - 22  | Pardo oscuro (10YR 3/3) en húmedo, pardo oscuro (10YR 3,5/3) en seco; franco arenoso con grava y ligeramente pedregoso; estructura en bloques subangulares finos, débil que rompe en migajosa fina, débil; no adherente, no plástico, friable y blando; frecuentes poros intersticiales finos; frecuentes gravas (23%) y pocas piedras (3%) de formas angulosas y algunas subredondeadas de micasquisto grafitoso mayoritariamente y cuarcita micácea en menor proporción, poco meteorizados; abundantes raíces finas, muy finas y medianas; abundantes excretas y algunas larvas de insectos; límite neto y plano con el horizonte subyacente.                              |
| Bw | 22 - 72 | Pardo amarillento oscuro (10YR 3,5/4) en húmedo, pardo amarillento (10YR 5/5) en seco; franco arenoso fino con grava y ligeramente pedregoso; estructura en bloques subangulares moderada; ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable y blando; comunes poros intersticiales finos expeditos e impedidos, pocos tubulares finos impedidos; abundantes gravas (45%) y pocas piedras (7%) de micasquisto grafitoso principalmente planas y angulosas, poco meteorizadas y con exudaciones de oxihidróxidos de hierro y película de materiales limosos; escasas raíces finas y medianas que disminuyen al profundizar; límite neto y plano con el horizonte inferior. |
| C  | > 72    | Entre pardo y pardo oscuro (10YR 3,5/3) en húmedo, pardo amarillento (10YR 5/5) en seco; franco arenoso con grava, ligeramente pedregoso y con algunos pedregones; estructura en bloques subangulares medianos, muy débil, casi suelta; fragmentos gruesos en igual cantidad y con las mismas características que en el horizonte anterior.  |



Tabla III-2-23 DATOS ANALITICOS DEL PERFIL N° 23

| Hori. | Prof.cm. | % Arenas     |       |          |            |        |       |      |          |      | % Unified | % Grava |
|-------|----------|--------------|-------|----------|------------|--------|-------|------|----------|------|-----------|---------|
|       |          | %Arena total | %Limo | %Arcilla | Muy gruesa | Gruesa | Media | Fina | Muy fina |      |           |         |
| O     | 5 - 0    |              |       |          |            |        |       |      |          |      |           |         |
| Ah    | 0 - 22   | 67,2         | 23,3  | 9,5      | 8,8        | 12,6   | 9,1   | 24,9 | 11,8     | 36,7 | 37        |         |
| Bw    | 22 - 72  | 54,0         | 29,3  | 16,7     | 5,2        | 8,7    | 6,3   | 22,6 | 11,2     | 43,5 | 61        |         |
| C     | > 72     | 53,4         | 36,8  | 9,8      | 12,3       | 11,1   | 6,0   | 16,5 | 7,5      | 44,9 | 58        |         |

| Hori. | Cm  | Retención de agua (%) |          | Agua útil | DAFH               | % C.O. | % N   | C/N | P asim.             | pH H <sub>2</sub> O |
|-------|-----|-----------------------|----------|-----------|--------------------|--------|-------|-----|---------------------|---------------------|
|       |     | H33KPa                | H1500KPa | mm/cm     | Mg m <sup>-3</sup> |        |       |     | mg Kg <sup>-1</sup> |                     |
| O     |     |                       |          |           |                    | 17,40  | 1,410 | 12  |                     | 5,4                 |
| Ah    | 0,8 | 17,11                 | 8,01     | 0,8       | 1,20               | 3,30   | 0,236 | 14  | 9,5                 | 4,7                 |
| Bw    | 0,5 | 20,21                 | 7,40     | 0,9       | 1,27               | 1,10   | 0,122 | 9   | 23,3                | 5,3                 |
| C     | 0,5 | 16,10                 | 2,92     | 1,1       | 1,39               | 0,40   | -     | -   | 8,3                 | 5,6                 |

| Hori. | %CO <sub>2</sub> Ca eq. | cmol(+) Kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |          |     | C.E.C. | % Sat. Bases | % Fe libre |
|-------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|----------------|----------|-----|--------|--------------|------------|
|       |                         | Ca <sup>++</sup>         | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | S. Bases |     |        |              |            |
| O     | -                       |                          |                  |                 |                |          |     |        |              |            |
| Ah    | -                       | 2,4                      | 1,0              | 0,2             | 0,1            | 3,7      | 9,8 | 38     | 1,87         |            |
| Bw    | -                       | 1,1                      | 0,5              | 0,2             | < 0,1          | 1,8      | 8,4 | 21     | 2,21         |            |
| C     | -                       | 1,3                      | 0,4              | < 0,1           | < 0,1          | 1,7      | 4,6 | 37     | 2,50         |            |

657

## **PERFIL N° 24**

**CLASIFICACION:** Criumbrept típico

### **1.- CARACTERES GENERALES**

**Fecha de muestreo:** Septiembre 1.989

**Ubicación:** Loma de San Francisco, a la altura de Collado del Diablo, cercano al primer Peñón

**Coordenadas:** 4641 - 41075

**Altitud:** 2.300 m.

**Orientación:** Sur - Oeste

**Posición fisiográfica:** Ladera levemente convexa en ambos sentidos

**Forma del terreno circundante:** Montañoso

**Microtopografía:** Lóbulos de reptación

**Pendiente:** 40 %

**Vegetación:** Piornos, sabinas y enebros

**Material de partida:** Derrubio de ladera de micasquisto grafitoso y otro más cuarcítico, con fragmentos de cuarzo

**Drenaje:** Clase 3. Moderadamente bien drenado

**Condiciones de humedad:** Seco hasta los 50 cm. desde la superficie

**Pedregosidad superficial:** Clase 3. Muy pedregoso

**Afloramientos de roca:** Clase 1 - 2. De rocoso a moderadamente rocoso

**Evidencias de erosión:** Eólica e hídrica laminar, ligeras

**Influencia humana:** Turismo y pastoreo

## 2.-DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

Horiz. Prof. cm.

- Ah 0 - 25 Entre pardo oscuro y pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2,5) en húmedo, entre pardo y pardo oscuro (10YR 4/3) en seco, franco arenoso fino con grava; estructura migajosa fina moderada, ligeramente adherente, ligerammente plástico, muy friable y blando; muchos poros intersticiales finos y muy finos continuos exped e imped; frecuentes (30%) gravas planas y angulosas de micasquisto grafitoso y cuarcitas poco alteradas, con manchas ferruginosas; abundantes raíces finas y muy finas y comunes medianas; límite neto y ligeramente ondulado con el horizonte subyacente.
- Bw 25 - 55 Pardo amarillento oscuro (10YR 3/4) en húmedo, entre pardo amarillento, pardo amarillento oscuro, pardo oliva y pardo oliva claro (1,25Y 4,5/4) en seco; franco arenoso fino con mucha grava; estructura en bloques subangulares medianos, débil, que rompe en bloques subangulares finos y muy finos moderada; ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable y ligeramente duro; frecuentes poros intersticiales finos, continuos exped e imped y pocos poros tubulares finos y muy finos imped; abundantes gravas (50%) planas angulosas y subangulosas de micasquisto grafitoso poco alterado y con recubrimeintos de limo debajo del que existe una pátina de óxidos de hierro; muy pocos nódulos irregulares grandes y pequeños de hierro, comunes raíces medianas y gruesas; límite gradual y plano con el horizonte subyacente.
- BC 55 - 67 Pardo oliva (2,5Y 4/4) en húmedo, pardo oliva claro (2,5Y 5/4) en seco; franco arenoso fino con mucha grava; estructura en bloques subangulares medianos de débil a moderada; ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable y ligeramente duro; pocos poros intersticiales finos continuos exped; abundantes gravas (50%) de las mismas características que en el horizonte anterior; pocos nódulos irregulares grandes y pequeños de hierro; muy pocas raíces medianas y alguna gruesa; límite gradual y plano con el horizonte subyacente.
- C > 67 Entre pardo grisáceo oscuro y pardo oliva (2,5Y 4/3) en húmedo, entre pardo grisáceo y pardo oliva claro (2,5Y 5/3) en seco; franco arenoso fino con grava; estructura de grano suelto; no adherente, no plástico, suelto; pocos poros intersticiales finos; de frecuentes a abundantes gravas (40%) de la misma naturaleza que en los horizontes anteriores con menos pátinas de óxidos de hierro y mayor recubrimiento de limos, el grado de alteración es pequeño y las formas: planas, angulosas y subangulosas; escasas raíces.

Tabla III-2-24 DATOS ANALITICOS DEL PERFIL N° 24

| Hori. | Prof.cm.                | % Arenas                 |                  |                 |                    |          |        |      |                     |                     |         |
|-------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|--------------------|----------|--------|------|---------------------|---------------------|---------|
|       |                         | %Arena total             | %Limo            | %Arcilla        | Muy gruesa         | Gruesa   | Media  | Fina | Muy fina            | % Unified           | % Grava |
| Ah    | 0 - 25                  | 54,9                     | 34,7             | 10,4            | 9,9                | 10,6     | 6,3    | 19,6 | 8,5                 | 46,3                | 52      |
| Bw    | 25 - 55                 | 54,4                     | 37,8             | 7,8             | 8,1                | 10,7     | 6,6    | 19,7 | 9,3                 | 38,5                | 65      |
| BC    | 55 - 67                 | 52,2                     | 42,5             | 5,3             | 10,7               | 11,6     | 5,9    | 17,1 | 6,9                 | 49,7                | 63      |
| C     | > 67                    | 56,8                     | 40,0             | 3,2             | 12,6               | 12,7     | 6,7    | 17,8 | 7,0                 | 45,9                | 53      |
| Hori. | Cm                      | Retención de agua (%)    |                  | Agua útil       | DAFH               | P asim.  |        |      |                     |                     |         |
|       |                         | H33KPa                   | H1500KPa         | mm/cm           | Mg m <sup>-3</sup> | % C.O.   | % N    | C/N  | mg Kg <sup>-1</sup> | pH H <sub>2</sub> O |         |
| Ah    | 0,6                     | 18,51                    | 9,91             | 0,6             | 0,94               | 3,70     | 0,247  | 15   | 4,3                 | 5,5                 |         |
| Bw    | 0,5                     | 18,62                    | 5,40             | 0,9             | 1,27               | 0,60     | 0,120  | 5    | 4,4                 | 5,4                 |         |
| BC    | 0,5                     | 19,30                    | 3,52             | 1,2             | 1,39               | 0,26     | -      | -    | 4,7                 | 5,5                 |         |
| C     | 0,6                     | 16,30                    | 2,81             | 1,2             | 1,45               | 0,20     | -      | -    | 8,1                 | 5,6                 |         |
| Hori. | %CO <sub>2</sub> Ca eq. | cmol(+) Kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                    |          |        |      | % Sat. Bases        | % Fe libre          |         |
|       |                         | Ca <sup>++</sup>         | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup>     | S. Bases | C.E.C. |      |                     |                     |         |
| Ah    | -                       | 3,8                      | 1,3              | < 0,1           | 0,1                | 5,2      | 12,7   | 41   | 1,8                 |                     |         |
| Bw    | -                       | 0,1                      | 0,1              | < 0,1           | < 0,1              | 0,2      | 5,2    | 4    | 1,9                 |                     |         |
| BC    | -                       | < 0,1                    | < 0,1            | < 0,1           | < 0,1              | < 0,1    | 3,7    | 3    | 1,9                 |                     |         |
| C     | -                       | < 0,1                    | < 0,1            | < 0,1           | < 0,1              | < 0,1    | 2,9    | 3    | 1,5                 |                     |         |

## PERFIL N° 25

**CLASIFICACION:** Xerorthent típico

### 1.- CARACTERES GENERALES

**Fecha de muestreo:** Junio de 1.989

**Ubicación:** Margen derecha del barranco del río Monachil, a 700 m. al SE del Cortijo Diéchar

**Coordenadas:** 30SVG599069

**Altitud:** 1.500 m.

**Orientación:** Sur - Suroeste

**Posición fisiográfica:** Ladera suavemente convexa en ambos sentidos

**Forma del terreno circundante:** Montañoso

**Microtopografía:** Superficie ondulada creada por los matorrales

**Pendiente:** 30 %

**Vegetación:** Retamal con tomillo y gramíneas xerofíticas de porte muy bajo

**Material de partida:** Filitas y algunos bancos de cuarcitas

**Drenaje:** Clase 4. Bien drenado

**Condiciones de humedad:** Seco los primeros 10 cm. y debajo levemente húmedo

**Pedregosidad superficial:** Clase 1. Pedregoso

**Afloramientos de roca:** Clase 0. Sin rocas

**Evidencias de erosión:** Laminar, de ligera a moderada

## 2.-DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

Horiz. Prof. cm.

- |   |        |  |
|---|--------|--|
| A | 0 - 21 | Entre pardo amarillento oscuro y pardo amarillento (10YR 4,5/4) en húmedo y pardo pálido (10YR 6/3) en seco; franco arenoso con mucha grava; estructura en bloques subangulares medianos, finos y muy finos, débil a moderada; ligeramente duro, friable, entre ligeramente adherente y no adherente, no plástico; muchos poros intersticiales finos y muy finos; abundantes gravas (45%) de cuarcitas y filitas, ligeramente calcáreo; frecuentes raíces finas y muy finas; límite neto y paralelo a la topografía. |
| C | > 21   | Entre gris y gris claro (2,5Y 6/0) en húmedo y entre gris claro y blanco (2,5Y 7,5/0) en seco. Textura arenoso franca gruesa. Fuertemente calcáreo. Filita in situ poco disgregada pero con estructura de roca. Poca tierra fina. Hacia los 40 cm. está totalmente inalterada.   |

Tabla III-2-25 DATOS ANALITICOS DEL PERFIL N° 25

| Hori. | Prof.cm. | %Arena total | %Limo | %Arcilla | % Arenas   |        |       |      |          | % Unified | % Grava |
|-------|----------|--------------|-------|----------|------------|--------|-------|------|----------|-----------|---------|
|       |          |              |       |          | Muy gruesa | Gruesa | Media | Fina | Muy fina |           |         |
| A     | 0 - 21   | 69,4         | 27,4  | 3,2      | 20,3       | 9,7    | 10,3  | 16,3 | 12,8     | 33,4      | 57      |
| C     | > 21     | 78,2         | 17,2  | 4,6      | 22,2       | 11,9   | 12,2  | 17,6 | 14,3     | 25,6      | 45      |

| Hori. | Cm  | Retención de agua (%) |          | Agua útil<br>mm/cm | DAFH<br>Mg m <sup>-3</sup> | % C.O. | % N   | C/N | P asim.<br>mg Kg <sup>-1</sup> | pH               |     |
|-------|-----|-----------------------|----------|--------------------|----------------------------|--------|-------|-----|--------------------------------|------------------|-----|
|       |     | H33KPa                | H1500KPa |                    |                            |        |       |     |                                | H <sub>2</sub> O | ClK |
| A     | 0,6 | 14,60                 | 4,60     | 0,8                | 1,44                       | 0,93   | 0,079 | 12  | 181,0                          | 7,8              | 7,2 |
| C     | 0,7 | 18,70                 | 4,50     | 1,4                | 1,44                       | 0,34   | -     | -   | 31,0                           | 8,2              | 7,5 |

| Hori. | %CO <sub>3</sub> Ca eq. | cmol(+) Kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |          |        | % Sat. Bases |
|-------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|----------------|----------|--------|--------------|
|       |                         | Ca <sup>++</sup>         | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | S. Bases | C.E.C. |              |
| A     | 4,27                    | 41,6                     | 2,1              | 0,1             | 0,1            | 43,9     | 1,6    | 100          |
| C     | 13,12                   | 35,0                     | 0,8              | 0,1             | 0,6            | 36,5     | 1,1    | 100          |

## **PERFIL N° 26**

**CLASIFICACION:** Xerorthent típico

### **1.- CARACTERES GENERALES**

**Fecha de muestreo:** Junio de 1.989

**Ubicación:** En un afloramiento de filitas entre el Collado del Pino y el río Dúrcal, a quinientos metros al Sur del Cortijo del Espinar

**Coordenadas:** 30SVF562997

**Altitud:** 1.700 m.

**Orientación:** Sur

**Posición fisiográfica:** Pendiente convexa en ambos sentidos que vierte a una cárcava, encontrándose a unos seis metros del curso de la misma

**Forma del terreno circundante:** Montañoso

**Microtopografía:** Lóbulos de reptación

**Pendiente:** 54% Clase 5. Escarpado

**Vegetación:** Tomillar de escaso recubrimiento

**Material de partida:** Filitas y algunos bancos de cuarcitas

**Drenaje:** Clase 5. Algo excesivamente drenado

**Condiciones de humedad:** Seco todo el perfil

**Pedregosidad superficial:** Clase 3. Muy pedregoso

**Afloramientos de roca:** Clase 3. Muy rocoso. Roca blanda

**Evidencias de erosión:** Hídrica laminar en surcos y cárcavas



## 2.-DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

Horiz. Prof. cm.

- |   |        |  |
|---|--------|--|
| A | 0 - 11 | Gris (2,5Y 6/0) en húmedo y gris claro (2,5Y 7/0) en seco; franco arenoso grueso con mucha grava; estructura en bloques subangulares medianos muy débil y laminar débil debida a la propia estructura de la roca; ligeramente duro, friable, ligeramente adherente, no plástico; algunos poros intersticiales finos; entre frecuentes y abundantes (40%) gravas; calcáreo; pocas raíces finas; límite neto y paralelo a la topografía. |
| C | > 11   | Gris (2,5Y 5/0) en húmedo y gris claro (2,5Y 7/0) en seco. Roca madre de filita y algún banco de cuarcita in situ. Cavable, pero fresca, casi sin tierra fina de origen pedogénico; arenoso franco grueso con mucha grava; ligeramente calcáreo.   |

Tabla III-2-26 DATOS ANALITICOS DEL PERFIL N° 26

| Hori. | Prof.cm. | %Arena total | %Limo | %Arcilla | % Arenas   |        |       |      |          |      | % Unified | % Grava |
|-------|----------|--------------|-------|----------|------------|--------|-------|------|----------|------|-----------|---------|
|       |          |              |       |          | Muy gruesa | Gruesa | Media | Fina | Muy fina |      |           |         |
| A     | 0 - 11   | 71,2         | 26,4  | 2,4      | 20,4       | 10,6   | 10,2  | 14,4 | 15,6     | 31,4 | 55        |         |
| C     | > 11     | 77,4         | 18,3  | 4,3      | 23,2       | 12,1   | 9,8   | 16,1 | 16,2     | 26,3 | 56        |         |

| Hori. | Cm  | Retención de agua (%) |          | Agua útil | DAFH               | % C.O. | % N   | C/N | P asim.             | pH               |     |
|-------|-----|-----------------------|----------|-----------|--------------------|--------|-------|-----|---------------------|------------------|-----|
|       |     | H33KPa                | H1500KPa | mm/cm     | Mg m <sup>-3</sup> |        |       |     | mg Kg <sup>-1</sup> | H <sub>2</sub> O | ClK |
| A     | 0,6 | 9,70                  | 2,91     | 0,6       | 1,42               | 0,46   | 0,050 | 9   | 68,0                | 8,0              | 7,6 |
| C     | 0,6 | 14,81                 | 3,32     | 1,0       | 1,43               | 0,07   | -     | -   | 18,0                | 8,4              | 7,9 |

| Hori. | %CO <sub>3</sub> Ca eq. | cmol(+) Kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |          |        |     | % Sat. Bases |
|-------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|----------------|----------|--------|-----|--------------|
|       |                         | Ca <sup>++</sup>         | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | S. Bases | C.E.C. |     |              |
| A     | 5,59                    | 20,0                     | 0,9              | 0,1             | 0,1            | 21,1     | 2,24   | 100 |              |
| C     | 4,11                    | 10,1                     | 0,2              | 0,1             | 0,1            | 10,5     | 1,88   | 100 |              |

## **PERFIL N° 27**

**CLASIFICACION:** Calcixeroll típico

### **1.- CARACTERES GENERALES**

**Fecha de muestreo:** Julio de 1.989

**Ubicación:** Ladera Norte del Cerro de los Poyos de Monachil

**Coordenadas:** 30SVG572081

**Altitud:** 1.480 m.

**Orientación:** Norte

**Posición fisiográfica:** Tercio medio de una pequeña ladera al pie de escarpes rocosos

**Forma del terreno circundante:** Montañoso

**Microtopografía:** Deslizamientos de ladera de escasa magnitud

**Pendiente:** 60 %

**Vegetación:** Tomillar y restos de frondosas de escaso porte y densidad

**Material de partida:** Coluvión calizo alpujárride de rocas del manto de las Víboras

**Drenaje:** Clase 5. Algo excesivamente drenado

**Condiciones de humedad:** Seco todo el sólum

**Pedregosidad superficial:** Clase 4 - 5. Excesivamente pedregoso a ripioso

**Afloramientos de roca:** Clase 4. Extremadamente rocoso

**Evidencias de erosión:** Hídrica laminar ligera

## 2.-DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

Horiz. Prof. cm.

- |     |         |   |
|-----|---------|---|
| Ah1 | 0 - 15  | Pardo oscuro (8,75YR 3/3) en húmedo y entre pardo amarillento oscuro y pardo oscuro (8,75YR 4/4) en seco; franco con mucha grava y pedregoso; estructura migajosa fina moderada; ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable y blando; frecuentes poros intersticiales finos y medianos; abundantes fragmentos de rocas (56% en volumen) de tamaño grava y piedra, de naturaleza caliza y formas angulosas; calcáreo; abundantes raíces finas y medianas; límite gradual y plano con el horizonte subyacente.  |
| Ah2 | 15 - 38 | Pardo oscuro (8,75YR 3/3) en húmedo y pardo amarillento (10YR 5/4) en seco; franco; estructura subangular en bloques medianos muy débiles que rompen en granular fina y débil; adherente, plástico, friable y ligeramente duro; frecuentes poros intersticiales finos y medianos; similar contenido en fragmentos gruesos y raíces; calcáreo; límite neto y plano con el horizonte inferior.  |
| ACK | 38 - 62 | Pardo amarillento oscuro (10YR 4/4) en húmedo y pardo amarillento (10YR 5/5) en seco; entre franco y franco arenoso fino con grava y muy pedregoso; estructura en bloques angulares medianos y débiles, que rompen en bloques más finos y muy débiles; consistencia y porosidad con características similares al horizonte anterior; abundantes piedras y gravas (70%) y algún pedregón; calcáreo, y en la base del horizonte con concreciones nodulares y micelios de caliza pulverulenta; pocas raíces finas y medianas; límite gradual y plano con el horizonte inferior.  |
| Ck  | > 62    | Se trata de un material carbonataado derrubiado con una granulometría uniforme en la que domina el tamaño grava y piedra, con pocos pedregones, hasta constituir un porcentaje en volumen del 75%. Entre estos materiales la tierra fina presenta colores pardo amarillento (10YR 5/6) en húmedo y amarillento pardo (10YR 6/7) en seco; textura franco arenosa fina; casi sin estructura; ligeramente adherente, ligeramente plástico, muy friable y ligeramente duro; fuertemente calcáreo, observandose evidencias muy patentes de acumulaciones de CO <sub>3</sub> Ca secundario, tanto en forma de entramados espesos de micelios y caliza pulverulenta, como en recubrimientos sobre las gravas, hasta constituir una capa más espesa cuanto más se profundiza. |

Tabla III-2-27 DATOS ANALITICOS DEL PERFIL N° 27

| Hori. | Prof.cm. | % Arenas     |       |          |            |        |       |      |          |      | % Unified | % Grava |
|-------|----------|--------------|-------|----------|------------|--------|-------|------|----------|------|-----------|---------|
|       |          | %Arena total | %Limo | %Arcilla | Muy gruesa | Gruesa | Media | Fina | Muy fina |      |           |         |
| Ah1   | 0 - 15   | 48,1         | 33,2  | 18,7     | 11,4       | 5,8    | 6,2   | 18,7 | 6,0      | 53,1 | 68        |         |
| Ah2   | 15 - 38  | 47,8         | 34,1  | 18,1     | 9,5        | 4,7    | 5,1   | 21,4 | 7,1      | 54,2 | 68        |         |
| ACk   | 38 - 62  | 50,9         | 29,8  | 19,3     | 11,7       | 5,2    | 7,0   | 19,2 | 7,8      | 51,9 | 79        |         |
| Ck    | > 62     | 57,9         | 23,3  | 18,8     | 10,3       | 6,3    | 8,1   | 25,6 | 7,6      | 44,5 | 82        |         |

| Hori. | Cm  | Retención de agua (%) |          | Agua útil | DAFH               | % C.O. | % N   | C/N | P asim.             | pH               |     |
|-------|-----|-----------------------|----------|-----------|--------------------|--------|-------|-----|---------------------|------------------|-----|
|       |     | H33KPa                | H1500KPa | mm/cm     | Mg m <sup>-3</sup> |        |       |     | mg Kg <sup>-1</sup> | H <sub>2</sub> O | ClK |
| Ah1   | 0,4 | 18,43                 | 5,98     | 0,7       | 1,13               | 2,98   | 0,295 | 10  | 250,2               | 7,6              | 7,0 |
| Ah2   | 0,4 | 13,35                 | 4,28     | 0,5       | 1,17               | 1,89   | 0,200 | 9   | 287,5               | 7,8              | 7,2 |
| ACk   | 0,3 | 13,98                 | 5,04     | 0,4       | 1,30               | 1,02   | 0,093 | 11  | 315,4               | 7,9              | 7,2 |
| Ck    | 0,3 | 19,41                 | 8,35     | 0,4       | 1,38               | 0,65   | 0,040 | 16  | 297,4               | 8,0              | 7,4 |

| Hori. | %CO <sub>3</sub> Ca eq. | cmol(+) Kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |          |        |     | % Sat. Bases |
|-------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|----------------|----------|--------|-----|--------------|
|       |                         | Ca <sup>++</sup>         | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | S. Bases | C.E.C. |     |              |
| Ah1   | 58,93                   | 54,2                     | 8,5              | 0,2             | 0,4            | 63,3     | 13,8   | 100 |              |
| Ah2   | 58,12                   | 48,4                     | 6,9              | 0,1             | 0,2            | 55,6     | 12,7   | 100 |              |
| ACk   | 69,95                   | 53,3                     | 5,8              | < 0,1           | 0,1            | 59,2     | 7,5    | 100 |              |
| Ck    | 75,85                   | 49,1                     | 5,3              | < 0,1           | 0,1            | 54,5     | 4,0    | 100 |              |

## **PERFIL N° 28**

**CLASIFICACION:** Haploxeroll cálcico

### **1.- CARACTERES GENERALES**

**Fecha de muestreo:** Noviembre de 1.989

**Ubicación:** En la cuenca del río Monachil, en la ladera derecha del Barranco seco

**Coordenadas:** 30SVG563079

**Altitud:** 1.400 m.

**Orientación:** Noroeste

**Posición fisiográfica:** Punto central de una ladera rectilínea en sentido longitudinal y levemente convexa en la transversal

**Forma del terreno circundante:** Montañoso

**Microtopografía:** Resaltes rocosos

**Pendiente:** 43 %

**Vegetación:** Matorral poco espeso de tipo maquis. Más arriba existen enclaves con pinos de repoblación

**Material de partida:** Calizas derrubias

**Drenaje:** Clase 5. Algo excesivamente drenado

**Condiciones de humedad:** Húmedo todo el perfil

**Pedregosidad superficial:** Clase 4. Excesivamente pedregoso

**Afloramientos de roca:** Clase 4. Extremadamente rocoso

**Evidencias de erosión:** Despreciable

**Influencia humana:** En la misma unidad, algunas terrazas de repoblación

## 2.-DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

Horiz. Prof. cm.

- Ah 0 - 27 Pardo oscuro (7,5YR 3/3) en húmedo y entre pardo y pardo oscuro (7,5YR 4/4) en seco; franco limoso con grava; estructura migajosa fina moderada; ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable y blando; muchos poros finos y muy finos caóticos e intersticiales; entre pocas y frecuentes gravas (16% en volumen) de calizas y calcoesquistos poco alterados y con formas angulosas; ligeramente calcáreo; comunes raíces medianas y muy abundantes finas y muy finas; límite gradual y plano con el horizonte subyacente.
- Bw 27 - 62 Pardo rojizo oscuro (5YR 3/4) en húmedo y rojo amarillento (5YR 4/6) en seco; franco arcillo limoso con grava y pedregoso; estructura en bloques subangulares medianos y fuerte; adherente, plástico, friable y ligeramente duro; frecuentes poros finos y pocos medianos, caóticos, imped, tubulares e intersticiales; frecuentes gravas y pocas piedras de calizas subredondeadas y aplastadas; muy ligeramente calcáreo, casi imperceptible la efervescencia; comunes raíces finas y muy finas; límite gradual y plano con el horizonte inferior.
- Ck > 62 Derrubio de calizas y calcoesquistos. Pardo fuerte (7,5YR 5/7) en húmedo y amarillento rojizo (7,5YR 7/6) en seco; franco limoso pedregoso (35%) y con grava (25%); prácticamente suelto; ligeramente adherente, ligeramente plástico, muy friable y blando. Porosidad y fragmentos rocosos (65%) con características similares al horizonte superior. Calcáreo; muy pocos nódulos de carbonato cálcico (< 3%), muy pequeños, muy aislados, dispersos, blandos y esféricos, que desaparecen al profundizar los primeros cm.

Tabla III-2-28 DATOS ANALITICOS DEL PERFIL N° 28

| Hori. | Prof.cm. | %Arena total | %Limo | %Arcilla | % Arenas   |        |       |      |          | % Unified | % Grava |
|-------|----------|--------------|-------|----------|------------|--------|-------|------|----------|-----------|---------|
|       |          |              |       |          | Muy gruesa | Gruesa | Media | Fina | Muy fina |           |         |
| Ah    | 0 - 27   | 26,2         | 58,9  | 14,9     | 5,2        | 3,8    | 4,1   | 5,8  | 7,3      | 76,3      | 32      |
| Bw    | 27 - 62  | 17,5         | 51,3  | 31,2     | 3,1        | 2,7    | 3,0   | 4,5  | 4,2      | 84,3      | 54      |
| Ck    | > 62     | 25,0         | 59,2  | 15,8     | 5,9        | 4,3    | 5,0   | 4,9  | 4,9      | 76,9      | 60      |

| Hori. | Cm  | Retención de agua (%) |          | Agua útil<br>mm/cm | DAFH<br>Mg m <sup>-3</sup> | % C.O. | % N   | C/N | P asim.<br>mg Kg <sup>-1</sup> | pH               |     |
|-------|-----|-----------------------|----------|--------------------|----------------------------|--------|-------|-----|--------------------------------|------------------|-----|
|       |     | H33KPa                | H1500KPa |                    |                            |        |       |     |                                | H <sub>2</sub> O | ClK |
| Ah    | 0,8 | 23,21                 | 12,83    | 1,0                | 1,12                       | 3,47   | 0,350 | 10  | 84,1                           | 7,8              | 7,2 |
| Bw    | 0,6 | 22,35                 | 10,45    | 0,9                | 1,27                       | 0,90   | 0,115 | 8   | 57,4                           | 8,0              | 7,4 |
| Ck    | 0,4 | 12,54                 | 4,33     | 0,6                | 1,41                       | 0,25   | 0,030 | 8   | 45,8                           | 8,2              | 7,5 |

| Hori. | %CO <sub>2</sub> Ca eq. | cmol(+) Kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |          |        |     | % Sat. Bases |
|-------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|----------------|----------|--------|-----|--------------|
|       |                         | Ca <sup>++</sup>         | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | S. Bases | C.E.C. |     |              |
| Ah    | 38,45                   | 19,9                     | 8,4              | 0,1             | 0,2            | 28,6     | 15,8   | 100 |              |
| Bw    | 20,35                   | 14,7                     | 5,3              | < 0,1           | 0,1            | 20,1     | 10,5   | 100 |              |
| Ck    | 61,57                   | 7,9                      | 5,0              | < 0,1           | 0,1            | 13,0     | 5,7    | 100 |              |



## **PERFIL N° 29**

**CLASIFICACION:** Haplumbrept éntico

### **1.- CARACTERES GENERALES**

**Fecha de muestreo:** Junio de 1.989

**Ubicación:** Entre el río Genil y el Barranco de San Juan a unos quinientos metros al Este de las Casas de la Hortichuela

**Coordenadas:** 30SVG661098

**Altitud:** 1.400 m.

**Orientación:** Noreste

**Posición fisiográfica:** Ladera convexa en sentido longitudinal y algo cóncava en sentido transversal

**Forma del terreno circundante:** Montañoso

**Microtopografía:** Algunos lóbulos de reptación ocultos por la hojarasca

**Pendiente:** 39 %

**Vegetación:** Frondosas autóctonas

**Material de partida:** Derrubio de ladera de micasquistos y cuarcitas

**Drenaje:** Clase 4. Bien drenado

**Condiciones de humedad:** Húmedo todo el perfil

**Pedregosidad superficial:** Clase 3. Muy pedregoso

**Afloramientos de roca:** Clase 3. Muy rocoso

**Evidencias de erosión:** Inapreciables

## 2.-DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

Horiz. Prof. cm.

|    |         |  |
|----|---------|--|
| O  | 3 - 0   | Capa de hojarasca en diversos grados de descomposición, de color negro (10YR 2/1) en húmedo y gris muy oscuro (10YR 3/1) en seco.  |
| Ah | 0 - 28  | Pardo muy oscuro (10YR 2,5/2) en húmedo y pardo oscuro en seco (10YR 4/3); franco; estructura migajosa mediana que rompe en migajosa fina, ambas débiles; no adherente, ligeramente plástico, friable y blando; muchos poros intersticiales; frecuentes gravas (37%) de micasquistos y algunas cuarcitas poco alteradas y con pátinas de limo y oxihidróxidos de hierro; muy abundantes raíces finas y muy finas, pocas medianas; límite gradual y plano con el horizonte subyacente.  |
| AC | 28 - 60 | Pardo oscuro a pardo (10YR 4/3) en húmedo y pardo amarillento oscuro (10YR 4,5/4) en seco; franco; estructura en bloques subangulares mediana y débil, que rompe en granular fina moderada; ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable y ligeramente duro; muchos poros intersticiales, finos y muy finos; abundantes gravas y pocas piedras y pedregones (55% en total sobre el volumen) con las mismas características que el horizonte superior; comunes raíces medianas y finas; límite gradual y plano con el horizonte inferior. |
| C  | > 60    | Coluvión inalterado de micasquistos. Pardo grisáceo (10YR 5/2) en húmedo, gris parduzco claro (10YR 6/2) en seco; franco con abundantes piedras y gravas (55%); prácticamente suelto o estructura muy débil y fina en bloques subangulares; pocas raíces medianas y comunes finas.   |

Tabla III-2-29 DATOS ANALITICOS DEL PERFIL N° 29

| Hori. | Prof.cm. | %Arena total | %Limo | %Arcilla | % Arenas   |        |       |      |          | % Unified | % Grava |
|-------|----------|--------------|-------|----------|------------|--------|-------|------|----------|-----------|---------|
|       |          |              |       |          | Muy gruesa | Gruesa | Media | Fina | Muy fina |           |         |
| Ah    | 0 - 28   | 45,7         | 34,9  | 19,4     | 7,9        | 8,0    | 5,8   | 14,0 | 10,0     | 58,5      | 50      |
| AC    | 28 - 60  | 42,8         | 36,7  | 20,5     | 10,0       | 6,4    | 6,4   | 11,5 | 8,5      | 60,4      | 65      |
| C     | > 60     | 43,7         | 36,0  | 20,3     | 11,3       | 12,5   | 6,5   | 5,5  | 7,9      | 59,3      | 65      |

| Hori. | Cm  | Retención de agua (%) |          | Agua útil<br>mm/cm | DAFH<br>Mg m <sup>-3</sup> | % C.O. | % N   | C/N | P asim.<br>mg Kg <sup>-1</sup> | pH               |     |
|-------|-----|-----------------------|----------|--------------------|----------------------------|--------|-------|-----|--------------------------------|------------------|-----|
|       |     | H33KPa                | H1500KPa |                    |                            |        |       |     |                                | H <sub>2</sub> O | CLK |
| Ah    | 0,6 | 24,35                 | 10,41    | 1,0                | 0,96                       | 3,21   | 0,211 | 15  | 39,0                           | 6,5              | 5,0 |
| AC    | 0,5 | 20,14                 | 6,35     | 0,8                | 1,13                       | 1,32   | 0,072 | 18  | 47,3                           | 5,8              | 4,7 |
| C     | 0,5 | 18,00                 | 7,16     | 0,4                | 1,19                       | 0,95   | 0,052 | 18  | 21,4                           | 5,5              | 4,2 |

| Hori. | %CO <sub>3</sub> Ca eq. | cmol(+) Kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |      | S. Bases | C.E.C. | % Sat. Bases |
|-------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|----------------|------|----------|--------|--------------|
|       |                         | Ca <sup>++</sup>         | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> |      |          |        |              |
| Ah    | -                       | 5,1                      | 5,4              | 0,1             | 0,2            | 10,8 | 20,5     | 53     |              |
| AC    | -                       | 3,2                      | 2,5              | < 0,1           | 0,1            | 5,8  | 14,8     | 39     |              |
| C     | -                       | 2,1                      | 1,9              | < 0,1           | 0,1            | 4,1  | 12,3     | 33     |              |

**PERFIL Nº 30**

**CLASIFICACION:** Xerorthent típico

**1.- CARACTERES GENERALES**

**Fecha de muestreo:** Junio de 1.990

**Ubicación:** Margen derecha del barranco del río Poqueira, entre dos lugares conocidos por El Menchón y Pago del Tambor

**Coordenadas:** 30SVF669891

**Altitud:** 1.400 m.

**Orientación:** Este - Noreste

**Posición fisiográfica:** Media ladera convexa en sentido transversal y algo más cóncava en el punto de muestreo en sentido longitudinal

**Forma del terreno circundante:** Montañoso

**Microtopografía:** Terrazas de cultivo

**Pendiente:** 38 %

**Vegetación:** Cultivos arbolados

**Material de partida:** Derrubios de micasquistos grafitosos feldespáticos y anfibólicos

**Drenaje:** Clase 4. Bien drenado

**Condiciones de humedad:** Húmedo todo el perfil

**Pedregosidad superficial:** Clase 3 - 4. Muy pedregoso a excesivamente pedregoso

**Afloramientos de roca:** Clase 0. Ninguno

**Evidencias de erosión:** Inapreciables

**Influencia humana:** Abancalamiento y diferentes prácticas agrícolas de cultivos en paratas

## 2.-DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

Horiz. Prof. cm.

- Ap 0 - 23 Pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2,5) en húmedo y pardo (1,25Y 5/3) en seco; franco arenoso grueso con grava y ligeramente pedregoso; estructura en bloques subangulares medianos débil a moderada que rompe en bloques subangulares finos débil; ligeramente duro, friable, ligeramente adherente, muy ligeramente plástico; frecuentes poros finos y muy finos; frecuentes fragmentos rocosos (37%), la mayoría tamaño grava y algunas piedras; comunes raíces medianas y abundantes finas y muy finas; límite gradual y plano.
- AC 23 - 55 Entre pardo amarillento oscuro y pardo oliva (1,25Y 3,5/3,5) en húmedo y pardo oliva claro (2,5Y 5/4) en seco; entre franco y franco arenoso grueso con grava y ligeramente pedregoso; estructura en bloques subangulares medianos débil a moderada; consistencia similar al horizonte superior; abundantes poros finos y muy finos intersticiales; frecuentes piedras y gravas (38%) de micasquistos de forma planar y exudaciones de oxihidróxidos de hierro; mayor contenido en raíces que el horizonte superior; límite neto y plano.
- 2C1 55 - 80 Pardo grisáceo oscuro (2,5Y 4/3) en húmedo y pardo oliva claro (2,5Y 5/4) en seco; franco arenoso grueso muy pedregoso y con grava; estructura en bloques subangulares finos (la mayoría) y medianos, débil; ligeramente adherente, no plástico, friable y blando; muchos poros intersticiales finos y muy finos; el porcentaje de fragmentos rocosos en volumen (56%) y el tamaño de los mismos (piedra, grava, pedregón) se ha utilizado como criterio de separación de este horizonte respecto al inmediatamente superior, apareciendo una mezcla grosera de cantos de micasquistos con tendencia planar, asimilable a un derrubio de ladera muy pedregoso; límite difuso y plano con el horizonte subyacente.
- 2C2 > 80 Características similares al anterior horizonte, del que se ha diferenciado por su deficiente estructuración, casi suelta o granular fina y extremadamente débil.

Tabla III-2-30 DATOS ANALITICOS DEL PERFIL N° 30

| Hori. | Prof.cm. | %Arena total | %Limo | %Arcilla | % Arenas   |        |       |      |          | % Unified | % Grava |
|-------|----------|--------------|-------|----------|------------|--------|-------|------|----------|-----------|---------|
|       |          |              |       |          | Muy gruesa | Gruesa | Media | Fina | Muy fina |           |         |
| Ap    | 0 - 23   | 56,0         | 30,9  | 13,1     | 15,0       | 13,9   | 6,2   | 9,6  | 11,3     | 49,0      | 50      |
| AC    | 23 - 55  | 53,2         | 31,9  | 14,9     | 15,1       | 15,0   | 4,3   | 10,0 | 8,8      | 50,8      | 52      |
| 2C1   | 55 - 80  | 60,0         | 29,7  | 10,3     | 18,2       | 17,9   | 6,5   | 9,3  | 8,1      | 43,0      | 68      |
| 2C2   | > 80     | 58,3         | 30,0  | 11,3     | 19,4       | 17,0   | 7,0   | 7,9  | 7,0      | 43,7      | 65      |

| Hori. | Cm  | Retención de agua (%) |          | Agua útil<br>mm/cm | DAFH<br>Mg m <sup>-3</sup> | % C.O. | % N   | C/N | P asim.<br>mg Kg <sup>-1</sup> | pH               |     |
|-------|-----|-----------------------|----------|--------------------|----------------------------|--------|-------|-----|--------------------------------|------------------|-----|
|       |     | H33KPa                | H1500KPa |                    |                            |        |       |     |                                | H <sub>2</sub> O | ClK |
| Ap    | 0,6 | 23,01                 | 10,43    | 1,4                | 1,17                       | 3,22   | 0,266 | 12  | 44,2                           | 6,7              | 5,9 |
| AC    | 0,6 | 18,95                 | 8,12     | 0,9                | 1,24                       | 1,91   | 0,126 | 15  | 30,5                           | 6,4              | 5,0 |
| 2C1   | 0,4 | 15,83                 | 6,33     | 0,6                | 1,37                       | 0,70   | 0,058 | 12  | 35,0                           | 6,1              | 4,9 |
| 2C2   | 0,5 | 16,03                 | 6,33     | 0,6                | 1,37                       | 0,61   | 0,035 | 17  | 27,4                           | 6,1              | 4,9 |

| Hori. | %CO <sub>3</sub> Ca eq. | cmol(+) Kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |          |        | % Sat. Bases |
|-------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|----------------|----------|--------|--------------|
|       |                         | Ca <sup>++</sup>         | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | S. Bases | C.E.C. |              |
| Ap    | -                       | 8,1                      | 0,8              | 0,1             | 0,3            | 9,3      | 11,9   | 78,2         |
| AC    | -                       | 4,2                      | 1,5              | 0,2             | 0,4            | 6,3      | 9,5    | 66,3         |
| 2C1   | -                       | 1,6                      | 0,8              | 0,2             | 0,2            | 2,8      | 4,9    | 57,1         |
| 2C2   | -                       | 2,0                      | 0,5              | 0,1             | 0,1            | 2,7      | 4,7    | 57,4         |

\* El epipedón superficial tiene más de 250 ppm. de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> soluble en una solución al 1% de ácido cítrico.

## **PERFIL N° 31**

**CLASIFICACION:** Xerochrept calcixeróllico

### **1.- CARACTERES GENERALES**

**Fecha de muestreo:** Septiembre de 1.990

**Ubicación:** Cabecera del Barranco del Cerezo, aproximadamente a un kilómetro al Oeste del Cerro de Cortichuela

**Coordenadas:** 30SVG579055

**Altitud:** 1.700 m.

**Orientación:** Norte - Noreste

**Posición fisiográfica:** Ladera rectilínea en sentido longitudinal y algo convexa en la transversal

**Forma del terreno circundante:** Montañoso

**Microtopografía:** Superficies onduladas por deslizamientos de ladera

**Pendiente:** 45 %

**Vegetación:** Matorrales xerofíticos y restos de garriga de diferente porte y espesura. Proximidad a enclaves de coníferas de repoblación

**Material de partida:** Rocas carbonatadas coluvionadas e "in situ", alteradas y fisuradas

**Drenaje:** Clase 4 - 5. Entre bien drenado y algo excesivamente drenado

**Condiciones de humedad:** Seco hasta los 20 primeros cm. y algo húmedo en profundidad

**Pedregosidad superficial:** Clase 4. Excesivamente pedregoso

**Afloramientos de roca:** Clase 3 - 4. Muy rocoso a extremadamente rocoso

**Evidencias de erosión:** Hídrica, laminar y en cárcavas, severa

## 2.-DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

Horiz. Prof. cm.

- |     |         |  |
|-----|---------|--|
| Ah  | 0 - 25  | Entre pardo y pardo oscuro (7,5YR 4/3) en húmedo y pardo (7,5YR 4,5/4) en seco; franco limoso con mucha grava; estructura laminar fina débil; ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable, blando; frecuentes poros finos y muy finos, exped; frecuentes gravas calizas (40%) de formas angulosas y pocas piedras (5%) de la misma naturaleza; calcáreo; comunes raíces finas y muy finas; muy pocas medianas; límite gradual y plano con el horizonte inferior.  |
| Bw  | 25 - 41 | Rojo amarillento (5YR 4,5/6) en húmedo y entre rojo amarillento y amarillo rojizo (5YR 5,5/7) en seco; franco arcillo limoso a franco arcilloso pedregoso y con grava; estructura en bloques angulares medianos y fuertes; adherente, ligeramente plástico, friable a firme, ligeramente duro; frecuentes poros finos y pocos medianos y muy finos, caóticos, imped, vesiculares e intersticiales; frecuentes gravas (35%) y piedras (10%) de roca caliza endurecida con revestimientos de carbonato cálcico; calcáreo; comunes raíces finas y abundantes muy finas; límite gradual y plano con el horizonte inferior. |
| Bck | 41 - 52 | Pardo (7,5YR 5/4) en húmedo y pardo fuerte (7,5YR 5/7) en seco; entre franco limoso y franco, pedregoso y con mucha grava; estructura en bloques subangulares medianos moderada; consistencia, porosidad y fragmentos rocosos de características similares al horizonte superior; fuertemente calcáreo; aparecen recubrimientos de CO <sub>3</sub> Ca en los cantos con un contenido importante en caliza pulverulenta y concreciones nodulares esféricas; muy pocas raíces finas; límite gradual y plano con el horizonte subyacente.   |
| Ck  | > 52    | Pardo amarillento en húmedo (7,5YR 6/6) y en seco (7,5YR 7/7); entre franco y franco limoso con grava y muy pedregoso; estructura muy débil, casi suelta; ligeramente adherente; no plástico, muy friable y blando. Abundantes piedras y gravas (65%) de calizas y calizo-dolomías muy poco alteradas con puentes de CO <sub>3</sub> Ca secundario y concreciones nodulares; fuertemente calcáreo; cavable fácilmente al menos hasta los 65 cm. de profundidad.  |



Tabla III-2-31 DATOS ANALITICOS DEL PERFIL N° 31

| Hori. | Prof.cm. | % Arenas     |       |          |            |        |       |      |          |      | % Unified | % Grava |
|-------|----------|--------------|-------|----------|------------|--------|-------|------|----------|------|-----------|---------|
|       |          | %Arena total | %Limo | %Arcilla | Muy gruesa | Gruesa | Media | Fina | Muy fina |      |           |         |
| Ah    | 0 - 25   | 23,0         | 53,2  | 23,8     | 5,1        | 4,9    | 1,5   | 7,5  | 4,0      | 78,2 | 62        |         |
| Bw    | 25 - 41  | 20,1         | 47,7  | 32,2     | 2,3        | 2,0    | 1,3   | 8,7  | 5,8      | 81,2 | 59        |         |
| Bck   | 41 - 52  | 24,2         | 49,3  | 26,5     | 3,9        | 2,4    | 3,3   | 8,9  | 5,7      | 77,9 | 69        |         |
| Ck    | > 52     | 34,3         | 50,7  | 15,0     | 5,9        | 3,5    | 6,4   | 9,6  | 8,9      | 68,1 | 75        |         |

| Hori. | Cm  | Retención de agua (%) |          | Agua útil<br>mm/cm | DAFH<br>Mg m <sup>-3</sup> | % C.O. | % N   | C/N | P asim.<br>mg Kg <sup>-1</sup> | pH               |     |
|-------|-----|-----------------------|----------|--------------------|----------------------------|--------|-------|-----|--------------------------------|------------------|-----|
|       |     | H33KPa                | H1500KPa |                    |                            |        |       |     |                                | H <sub>2</sub> O | ClK |
| Ah    | 0,5 | 27,32                 | 17,11    | 0,6                | 1,05                       | 2,85   | 0,158 | 18  | 30,0                           | 7,6              | 7,1 |
| Bw    | 0,5 | 26,95                 | 12,01    | 1,0                | 1,19                       | 1,19   | 0,092 | 13  | 11,3                           | 7,9              | 7,2 |
| Bck   | 0,4 | 20,55                 | 10,00    | 0,6                | 1,29                       | 0,68   | 0,068 | 10  | 10,2                           | 8,1              | 7,5 |
| Ck    | 0,4 | 15,98                 | 6,31     | 0,5                | 1,41                       | 0,33   | 0,041 | 8   | 8,0                            | 8,2              | 7,5 |

| Hori. | %CO <sub>3</sub> Ca eq. | cmol(+) Kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |          |        |     | % Sat. Bases |
|-------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|----------------|----------|--------|-----|--------------|
|       |                         | Ca <sup>++</sup>         | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | S. Bases | C.E.C. |     |              |
| Ah    | 58,00                   | 21,3                     | 5,5              | 0,1             | 0,2            | 27,1     | 18,7   | 100 |              |
| Bw    | 39,70                   | 14,2                     | 5,8              | 0,1             | 0,2            | 20,3     | 13,0   | 100 |              |
| Bck   | 67,32                   | 11,5                     | 4,2              | < 0,1           | 0,1            | 15,8     | 9,2    | 100 |              |
| Ck    | 77,78                   | 10,1                     | 3,0              | < 0,1           | 0,1            | 13,2     | 5,0    | 100 |              |

477

## PERFIL N° 32

**CLASIFICACION:** Xerumbrept típico

### 1.- CARACTERES GENERALES

**Fecha de muestreo:** Octubre 1.990

**Ubicación:** Ladera Oeste del barranco del río Trevélez, en el tramo medio-alto de su cuenca vertiente, aproximadamente a un kilómetro del Noroeste del Cortijo de la Umbría

**Coordenadas:** 30SVF753968

**Altitud:** 2.130 m.

**Orientación:** Sur - Sureste

**Posición fisiográfica:** Ladera ligeramente convexa en sentido longitudinal y transversal

**Forma del terreno circundante:** Montañoso

**Microtopografía:** Lóbulos de reptación

**Pendiente:** 45%

**Vegetación:** Matorral de piorno con prado de gramíneas

**Material de partida:** Derrubio de ladera de micasquistos oscuros con feldespatos

**Drenaje:** Clase 3. Moderadamente bien drenado

**Condiciones de humedad:** Húmedo todo el perfil

**Pedregosidad superficial:** Clase 3. Muy pedregoso

**Afloramientos de roca:** Clase 0. Ninguna o pocas piedras

**Evidencias de erosión:** Hídrica laminar ligera

**Influencia humana:** Pastoreo y quema de piornos

## 2.-DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

Horiz. Prof. cm.

- 0 11 - 0 Pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en húmedo y pardo amarillento (10YR 5/4) en seco; constituido por restos de acículas de piorno, que incrementan el grado de descomposición progresivamente con la profundidad. Abundantes muestras de actividad biológica. Es posible reconocer tres capas (L, F y H) que proporcionan al horizonte una estructura laminar muy patente, especialmente en F y H. El contenido en material mineral se incrementa hacia abajo, con una textura franco arenosa con gravas y pedregones de cantos de micasquitos feldespáticos y alguna cuarcita. Límite neto y plano con el horizonte inferior.
- Ah 0 - 26 Pardo oscuro (10YR 3/3) en húmedo y pardo amarillento (10YR 5/4) en seco; franco arenoso grueso con grava y ligeramente pedregoso; estructura migajosa mediana, débil; no adherente, no plástico, friable y blando; frecuentes poros finos, imped y exped; frecuentes fragmentos rocosos (20%), en su mayoría micasquitos de tamaño grava y formas planas y angulosas, con pátinas de oxihidróxidos de hierro en superficie; comunes raíces finas y medianas, abundantes raíces muy finas y frecuentes raíces gruesas; límite neto y plano con el horizonte subyacente.
- Bw 26 - 75 Pardo amarillento (8,75YR 5/4) en húmedo y pardo amarillento (10YR 5,5/5) en seco; franco arenoso grueso con grava; estructura en bloques subangulares moderada; ligeramente plástico, friable y blando; comunes poros intersticiales finos; frecuentes gravas (25%) y pocas piedras (< 10%) de micasquisto de formas planas y angulosas, poco meteorizadas y con exudaciones de oxihidróxidos de hierro; comunes raíces finas y muy finas, frecuentes gruesas; límite gradual y ondulado.
- C > 75 Entre pardo amarillento oscuro y pardo amarillento (10YR 4,5/4) en húmedo y pardo amarillento (10YR 5/5) en seco; franco arenoso grueso con grava y piedras; estructura en bloques subangulares finos y muy débil; fragmentos gruesos en igual cantidad y con las mismas características que el horizonte anterior.

Tabla III-2-32 DATOS ANALITICOS DEL PERFIL Nº 32

| Hori. | Prof. cm. | %Arena total | %Limo | %Arcilla | % Arenas   |        |       |      |          | % Grava |
|-------|-----------|--------------|-------|----------|------------|--------|-------|------|----------|---------|
|       |           |              |       |          | Muy gruesa | Gruesa | Media | Fina | Muy fina |         |
| O     | 11 - 0    | 57,8         | 32,8  | 9,4      |            |        |       |      |          |         |
| Ah    | 0 - 26    | 64,9         | 23,4  | 11,7     | 15,6       | 12,8   | 13,5  | 16,8 | 6,2      | 45      |
| Bw    | 26 - 75   | 58,3         | 26,3  | 15,4     | 11,0       | 15,0   | 10,0  | 14,2 | 8,1      | 44      |
| C     | > 75      | 65,8         | 25,7  | 8,5      | 17,9       | 16,6   | 10,9  | 10,8 | 9,6      | 45      |

| Hori. | Cm  | Retención de agua (%) |          | Agua útil | DAFH               | % C.O. | % N   | C/N | P asim.             | pH H <sub>2</sub> O |
|-------|-----|-----------------------|----------|-----------|--------------------|--------|-------|-----|---------------------|---------------------|
|       |     | H33KPa                | H1500KPa | mm/cm     | Mg m <sup>-3</sup> |        |       |     | mg Kg <sup>-1</sup> |                     |
| O     |     |                       |          |           |                    | 17,53  | 1,323 | 13  | 320,3               | 5,0                 |
| Ah    | 0,7 | 18,72                 | 8,17     | 0,9       | 1,26               | 2,01   | 0,195 | 10  | 82,5                | 5,0                 |
| Bw    | 0,7 | 19,95                 | 6,59     | 1,3       | 1,44               | 0,58   | 0,100 | 6   | 41,3                | 5,4                 |
| C     | 0,6 | 12,80                 | 5,01     | 0,7       | 1,49               | 0,22   | 0,058 | 4   | 10,1                | 5,8                 |

| Hori. | %CO <sub>3</sub> Ca eq. | cmol(+) Kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |       | S. Bases | C.E.C. | % Sat. Bases | % Fe |
|-------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|----------------|-------|----------|--------|--------------|------|
|       |                         | Ca <sup>++</sup>         | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | libre |          |        |              |      |
| O     | -                       | 38,5                     | 8,0              | 0,1             | 0,8            | 47,4  | 22,1     | 100    | 0,82         |      |
| Ah    | -                       | 2,2                      | 1,1              | 0,1             | 0,4            | 3,8   | 9,2      | 41     | 1,39         |      |
| Bw    | -                       | 1,1                      | 0,5              | 0,1             | 0,4            | 2,1   | 8,9      | 23     | 1,88         |      |
| C     | -                       | 0,8                      | 0,3              | 0,1             | 0,1            | 1,3   | 4,0      | 32     | -            |      |

## **PERFIL N° 33**

**CLASIFICACION:** Xerumbrept típico

### **1.- CARACTERES GENERALES**

**Fecha de muestreo:** Octubre 1.990

**Ubicación:** Vertiente Sur de Sierra Nevada. Tramo medio-alto de la cuenca del río Trevélez, en la margen derecha, a quinientos metros al Noroeste del perfil n° 32

**Coordenadas:** 30SVF749970

**Altitud:** 2.280 m.

**Orientación:** Sur

**Posición fisiográfica:** Ladera convexa en la transversal y ligeramente cóncava longitudinalmente

**Forma del terreno circundante:** Montañoso

**Microtopografía:** Lóbulos de reptación

**Pendiente:** 38%

**Vegetación:** Matorral de piorno, sabina y enebro

**Material de partida:** Derrubio de ladera de micasquisto

**Drenaje:** Clase 3. Moderadamente bien drenado

**Condiciones de humedad:** Perfil húmedo en su totalidad

**Pedregosidad superficial:** Clase 3. Muy pedregoso

**Afloramientos de roca:** Clase 0. Ninguna o pocas piedras

**Evidencias de erosión:** Hídrica laminar ligera

**Influencia humana:** Pastoreo y quema de piornos

## 2.-DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

Horiz. Prof. cm.

- O 10 - 0 Entre los restos de piornos, sabinas y gramíneas se puede distinguir una capa superficial de 5 cm., donde la materia vegetal está prácticamente sin descomponer. Hacia abajo el horizonte se hace más oscuro y se incrementa el grado de humedad de forma paralela al aumento del grado de compactación del conjunto infrayacente, haciéndose evidente una estructura laminar muy débil que rompe en migajosa, al presionarla entre los dedos. En el nivel más profundo la materia orgánica está apelmazada por una densa red de raicillas muy finas y material mineral. Abundantes muestras de edafofauna en todo el horizonte, si bien predominan de la mitad para abajo. El límite con el horizonte inferior es brusco y plano.
- Ah 0 - 22 Pardo oscuro (10YR 3/3) en húmedo y pardo oscuro (10YR 3,5/3) en seco; franco arenoso con grava y ligeramente pedregoso; estructura migajosa fina, débil; no adherente, no plástico, friable y blando; frecuentes poros intersticiales finos; frecuentes gravas (20%) y pocas piedras (5%) de formas angulosas y subredondeadas de micasquisto y cuarcita micácea, con una fina película de material limoso amarillento; abundantes raíces finas y muy finas, pocas medianas y frecuentes gruesas; abundantes excretas; límite neto y plano con el horizonte infrayacente.
- Bw 22 - 61 Pardo amarillento (10YR 5/5) en húmedo y amarillo empardecido (10YR 6/6) en seco; franco arenoso, muy cercano a franco, con mucha grava; estructura en bloques subangulares finos, débil; ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable y blando; comunes poros finos intersticiales y pocos tubulares; frecuentes fragmentos gruesos (35%) de tamaño grava y piedra de micasquisto, de formas planas y angulosas, algunos de cuarcita subredondeados y poco meteorizados, frecuentemente recubiertos de oxihidróxidos de hierro; escasas raíces finas y medianas, algunas raíces gruesas; límite gradual y ondulado con el horizonte inferior.
- C > 61 Pardo amarillento (10YR 5/5) en húmedo y amarillo empardecido (10YR 6/7) en seco. Este horizonte se diferencia del superior, básicamente, por su mayor contenido y tamaño de fragmentos gruesos, en su mayoría pedregones. La tierra fina que aparece entre las fisuras del derrubio de ladera original, presenta una textura entre franco arenosa y franca; estructura en bloques subangulares y angulares, fina y muy débil; ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable y blando.

Tabla III-2-33 DATOS ANALITICOS DEL PERFIL N° 33

| Hori. | Prof.cm. | %Arena total | %Limo | %Arcilla | % Arenas   |        |       |      |          | % Grava |
|-------|----------|--------------|-------|----------|------------|--------|-------|------|----------|---------|
|       |          |              |       |          | Muy gruesa | Gruesa | Media | Fina | Muy fina |         |
| O     | 10 - 0   | 63,2         | 27,3  | 9,5      |            |        |       |      |          |         |
| Ah    | 0 - 22   | 59,9         | 25,4  | 14,7     | 10,0       | 11,1   | 13,0  | 19,4 | 6,4      | 58      |
| Bw    | 22 - 61  | 52,1         | 29,9  | 18,0     | 12,5       | 8,4    | 12,9  | 10,1 | 8,2      | 53      |
| C     | > 61     | 53,4         | 33,6  | 13,0     | 14,3       | 9,3    | 14,7  | 7,1  | 8,0      | 65      |

| Hori. | Cm  | Retención de agua (%) |          | Agua útil<br>mm/cm | DAFH<br>Mg m <sup>-3</sup> | % C.O. | % N   | C/N | P asim.<br>mg Kg <sup>-1</sup> | pH H <sub>2</sub> O |
|-------|-----|-----------------------|----------|--------------------|----------------------------|--------|-------|-----|--------------------------------|---------------------|
|       |     | H33KPa                | H1500KPa |                    |                            |        |       |     |                                |                     |
| O     |     |                       |          |                    |                            | 16,20  | 1,425 | 11  | 185,4                          | 5,5                 |
| Ah    | 0,6 | 20,22                 | 8,95     | 0,8                | 1,20                       | 2,41   | 0,243 | 10  | 58,3                           | 5,2                 |
| Bw    | 0,6 | 18,91                 | 6,43     | 0,8                | 1,39                       | 1,01   | 0,135 | 7   | 29,5                           | 5,5                 |
| C     | 0,5 | 16,02                 | 6,12     | 0,7                | 1,45                       | 0,51   | 0,110 | 5   | 4,2                            | 5,7                 |

| Hori. | %CO <sub>3</sub> Ca eq. | cmol(+) Kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |      | S. Bases | C.E.C. | % Sat. Bases | % Fe<br>libre |
|-------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|----------------|------|----------|--------|--------------|---------------|
|       |                         | Ca <sup>++</sup>         | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> |      |          |        |              |               |
| O     | -                       | 39,4                     | 5,4              | 0,1             | 1,3            | 46,2 | 22,3     | 100    | 0,92         |               |
| Ah    | -                       | 2,3                      | 1,3              | 0,1             | 0,2            | 3,9  | 11,1     | 35     | 1,85         |               |
| Bw    | -                       | 0,8                      | 0,4              | 0,1             | 0,3            | 1,6  | 9,9      | 16     | 2,33         |               |
| C     | -                       | 0,5                      | 0,3              | 0,1             | 0,5            | 1,4  | 4,5      | 31     | -            |               |

## **PERFIL N° 34**

**CLASIFICACION:** Xerumbrept típico

### **1.- CARACTERES GENERALES**

**Fecha de muestreo:** Octubre 1.990

**Ubicación:** Tramo medio-alto de la cuenca del río Trevélez, en la ladera derecha del mismo barranco, a unos treientos metros al Noroeste del perfil n° 33

**Coordenadas:** 30SVF747972

**Altitud:** 2.400 m.

**Orientación:** Sureste

**Posición fisiográfica:** Ladera rectilínea en sentido transversal y moderadamente convexa en sentido longitudinal

**Forma del terreno circundante:** Montañoso

**Microtopografía:** Lóbulos de reptación

**Pendiente:** 41%

**Vegetación:** Piornos y vegetación espesa de caracteres culminícolas

**Material de partida:** Derrubio de ladera de micasquisto

**Drenaje:** Clase 3. Moderadamente bien drenado

**Condiciones de humedad:** Perfil húmedo en su totalidad

**Pedregosidad superficial:** Clase 4. Excesivamente pedregoso

**Afloramientos de roca:** Clase 1. Moderadamente rocoso

**Evidencias de erosión:** Hídrica laminar moderada

**Influencia humana:** Pastoreo



## 2.-DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

Horiz. Prof. cm.

- 0 5 - 0 El horizonte se ha subdividido en dos capas subhorizontales, atendiendo al grado de alteración de los restos vegetales de gramíneas y piornos. La capa L es la más espesa dando paso gradualmente a F, donde los restos, aunque reconocibles, se encuentran apelmazados y estratificados junto a una fracción mineral escasa y excretas de edafofauna. Límite brusco y plano con el horizonte inferior.
- Ah 0 - 20 Pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en húmedo, entre pardo, pardo oscuro y pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2,5) en seco; franco arenoso grueso con grava; estructura migajosa fina y débil; no adherente, no plástico, muy friable y blando; frecuentes poros intersticiales finos y medianos; frecuentes gravas (40%) y muy pocas piedras (15%) de micasquisto de formas planas y angulosas, con pátinas de limo y oxihidróxidos de hierro en la superficie de las mismas; comunes raíces finas, medianas y gruesas; límite neto y plano con el horizonte inferior.
- Bw 20 - 58 Pardo oscuro (7,5YR 3,5/4) en húmedo, pardo fuerte (8,75YR 5/6) en seco; franco arenoso grueso con mucha grava y pocas piedras; estructura en bloques subangulares, mediana, moderada; ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable y blando; frecuentes poros intersticiales y tubulares de tamaño fino; fragmentos gruesos de características similares al anterior horizonte; comunes raíces finas y muy finas, alguna mediana y algunas gruesas; límite gradual y plano con el horizonte subyacente.
- C > 58 Pardo amarillento oscuro (10YR 4/4) en húmedo y pardo amarillento (10YR 5/5) en seco; franco arenoso grueso muy pedregoso; estructura en bloques subangulares medianos, muy débil, casi suelta; ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable y blando; frecuentes poros intersticiales finos; fragmentos gruesos de idénticas características al horizonte superior, aunque parece que el porcentaje en volumen es algo mayor, y predominan los tamaños piedra y pedregón; pocas raíces finas y medianas.

Tabla III-2-34 DATOS ANALITICOS DEL PERFIL N° 34

| Hori. | Prof.cm. | % Arenas     |       |          |            |        |       |      |          | % Grava |
|-------|----------|--------------|-------|----------|------------|--------|-------|------|----------|---------|
|       |          | %Arena total | %Limo | %Arcilla | Muy gruesa | Gruesa | Media | Fina | Muy fina |         |
| O     | 5 - 0    | 55,9         | 34,0  | 10,1     |            |        |       |      |          |         |
| Ah    | 0 - 20   | 65,3         | 23,5  | 11,2     | 11,7       | 14,0   | 12,4  | 18,3 | 8,9      | 60      |
| Bw    | 20 - 58  | 73,4         | 15,3  | 11,3     | 21,2       | 15,4   | 12,1  | 13,9 | 10,8     | 65      |
| C     | > 58     | 75,9         | 15,6  | 8,5      | 18,4       | 12,9   | 12,2  | 17,9 | 14,5     | 62      |

| Hori. | Cm  | Retención de agua (%) |          |     | Agua útil<br>mm/cm | DAFH<br>Mg m <sup>-3</sup> | % C.O. | % N | C/N   | P asim.<br>mg Kg <sup>-1</sup> | pH H <sub>2</sub> O |
|-------|-----|-----------------------|----------|-----|--------------------|----------------------------|--------|-----|-------|--------------------------------|---------------------|
|       |     | H33KPa                | H1500KPa |     |                    |                            |        |     |       |                                |                     |
| O     |     |                       |          |     |                    | 15,81                      | 1,325  | 12  | 235,4 | 5,8                            |                     |
| Ah    | 0,6 | 25,38                 | 9,15     | 1,0 | 0,94               | 4,51                       | 0,355  | 13  | 82,1  | 5,0                            |                     |
| Bw    | 0,5 | 18,37                 | 7,01     | 0,7 | 1,37               | 1,18                       | 0,129  | 9   | 21,4  | 5,5                            |                     |
| C     | 0,5 | 17,22                 | 6,33     | 0,8 | 1,45               | 0,49                       | 0,100  | 5   | 5,3   | 5,9                            |                     |

| Hori. | %CO <sub>3</sub> Ca eq. | cmol(+) Kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |          |        |     | % Sat. Bases | % Fe<br>libre |
|-------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|----------------|----------|--------|-----|--------------|---------------|
|       |                         | Ca <sup>++</sup>         | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | S. Bases | C.E.C. |     |              |               |
| O     | -                       | 40,2                     | 4,9              | 0,2             | 1,1            | 46,4     | 23,1   | 100 | 0,82         |               |
| Ah    | -                       | 3,0                      | 1,1              | 0,1             | 0,4            | 4,6      | 15,5   | 30  | 2,01         |               |
| Bw    | -                       | 1,1                      | 0,3              | 0,1             | 0,2            | 1,7      | 9,9    | 17  | 1,89         |               |
| C     | -                       | 0,3                      | 0,3              | 0,2             | 0,4            | 1,2      | 5,0    | 24  | -            |               |

## **PERFIL N° 35**

**CLASIFICACION:** Xerumbrept típico

### **1.- CARACTERES GENERALES**

**Fecha de muestreo:** Octubre 1.990

**Ubicación:** A cuatrocientos metros al Norte del perfil n° 34. Vertiente Sur de Sierra Nevada, en la margen derecha de la cuenca del río Trevélez

**Coordenadas:** 30SVF747976

**Altitud:** 2.480 m.

**Orientación:** Sureste

**Posición fisiográfica:** Ladera rectilínea en ambos sentidos

**Forma del terreno circundante:** Montañoso

**Microtopografía:** Lóbulos de reptación

**Pendiente:** 49%

**Vegetación:** Matorral de piornos, enebros y sabinas y especies de poco porte pertenecientes a la vegetación de las cumbres

**Material de partida:** Derrubio de ladera de micasquisto grafitoso y cuarcitas

**Drenaje:** Calse 3. Moderadamente bien drenado

**Condiciones de humedad:** Húmedo todo el perfil

**Pedregosidad superficial:** Clase 4. Excesivamente pedregoso

**Afloramientos de roca:** Clase 1-2. Moderadamente rocoso a ROCOSO

**Evidencias de erosión:** Hídrica laminar ligera

## 2.-DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

Horiz. Prof. cm.

|    |         |   |
|----|---------|---|
| O  | 4 - 0   | Presenta una capa L de 3 cm. de espesor de restos de piornos y gramíneas, y otra de 1 cm., de materia orgánica más descompuesta, entrecruzada con una densa red de raicillas muy finas que compacta el conjunto, y algunos fragmentos gruesos. Límite brusco y plano con el horizonte infrayacente.   |
| Ah | 0 - 20  | Pardo oscuro (10YR 3/3) en seco; franco arenoso con grava y ligeramente pedregoso; estructura migajosa fina, débil; no adherente, no plástico, friable y blando; frecuentes poros finos intersticiales; frecuentes fragmentos gruesos (40%), en su mayoría de tamaño grava de micasquistos y piedras de cuarcita poco meteorizados, con exhudaciones de oxhidróxidos de hierro; comunes raíces finas y medianas y frecuentes gruesas; límite gradual y ondulado con el horizonte inferior.  |
| Bw | 20 - 48 | Pardo amarillento (10YR 5/5) en húmedo, entre pardo amarillento claro y amarillo empardecido (10YR 6/5) en seco; franco arenoso con mucha grava y pedregoso; estructura en bloques subangulares medianos, moderada; ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable y blando; frecuentes poros intersticiales exped; abundantes gravas y piedras (en total 40% del volumen) de micasquisto y cuarcita, poco alteradas y con manchas ferruginosas; comunes raíces finas y muy finas, algunas medianas y gruesas; límite gradual y ondulado con el horizonte subyacente. |
| C  | > 48    | Pardo oliva claro (2,5Y 5/5) en húmedo y pardo amarillento claro (2,5Y 6/5) en seco; franco arenoso grueso con mucha grava, pedregoso y con pedregones; estructura en bloques subangulares, fina y débil, ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable y ligeramente duro; abundantes fragmentos rocosos (> 50%), predominantemente, tamaño grava y piedra, algún pedregón; prácticamente sin raíces.   |

Tabla III-2-35 DATOS ANALITICOS DEL PERFIL N° 35

| Hori. | Prof.cm. | %Arena total | %Limo | %Arcilla | % Arenas   |        |       |      |          | % Grava |
|-------|----------|--------------|-------|----------|------------|--------|-------|------|----------|---------|
|       |          |              |       |          | Muy gruesa | Gruesa | Media | Fina | Muy fina |         |
| O     | 4 - 0    | 55,9         | 25,9  | 18,2     |            |        |       |      |          |         |
| Ah    | 0 - 20   | 69,3         | 19,6  | 11,1     | 9,2        | 10,5   | 17,3  | 19,9 | 12,4     | 68      |
| Bw    | 20 - 48  | 67,0         | 22,5  | 10,5     | 10,5       | 8,4    | 19,0  | 15,6 | 13,5     | 59      |
| C     | > 48     | 70,2         | 21,5  | 8,3      | 15,8       | 10,7   | 20,1  | 12,3 | 11,3     | 69      |

| Hori. | Cm  | Retención de agua (%) |          | Agua útil<br>mm/cm | DAFH               |        |       | C/N | P asim.<br>mg Kg <sup>-1</sup> | pH H <sub>2</sub> O |
|-------|-----|-----------------------|----------|--------------------|--------------------|--------|-------|-----|--------------------------------|---------------------|
|       |     | H33KPa                | H1500KPa |                    | Mg m <sup>-3</sup> | % C.O. | % N   |     |                                |                     |
| O     |     |                       |          |                    |                    | 16,20  | 1,412 | 11  | 65,2                           | 5,5                 |
| Ah    | 0,5 | 23,45                 | 9,01     | 0,7                | 0,98               | 4,21   | 0,241 | 17  | 38,7                           | 4,7                 |
| Bw    | 0,5 | 15,19                 | 6,95     | 0,6                | 1,35               | 1,27   | 0,116 | 11  | 19,5                           | 4,7                 |
| C     | 0,4 | 16,1                  | 6,21     | 0,6                | 1,47               | 0,35   | 0,081 | 4   | 5,1                            | 4,9                 |

| Hori. | %CO <sub>3</sub> Ca eq. | cmol(+) Kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |      | S. Bases | C.E.C. | % Sat. Bases | % Fe<br>libre |
|-------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|----------------|------|----------|--------|--------------|---------------|
|       |                         | Ca <sup>++</sup>         | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> |      |          |        |              |               |
| O     | -                       | 37,5                     | 10,1             | 0,2             | 2,9            | 50,7 | 27,0     | 100    | 0,51         |               |
| Ah    | -                       | 2,5                      | 1,3              | 0,1             | 0,4            | 4,3  | 16,2     | 26     | 1,87         |               |
| Bw    | -                       | 1,8                      | 1,1              | 0,1             | 0,3            | 3,3  | 10,1     | 33     | 2,15         |               |
| C     | -                       | 0,8                      | 0,8              | 0,1             | 0,3            | 2,0  | 4,7      | 42     | -            |               |

Tabla III-2-36 Clasificación y Características de los Sondeos

| Sondeo n° | Clasificación             | Altitud (m.) | Pendiente (%) | Vegetación                                  | Material original                      | Horizontes | Espesor solum (cm.) |
|-----------|---------------------------|--------------|---------------|---|--|------------|---------------------|
| 1         | Haploxeroll típico        | 1.800        | 18            | Repoblación de pinos, matorral espeso       | Filitas                                | Ah-Bw-C    | 38                  |
| 2         | Xerochrept calcixeróllico | 1.720        | 37            | Repoblación de pinos, matorral espeso       | Calizas y calizo-dolomías compactas    | Ah-Bwk-R   | 30                  |
| 3         | Xerochrept típico         | 1.730        | 35            | Repoblación de pinos y arbustos espinosos   | Filitas con aporte coluvial de calizas | Ah-Bw-C    | 60                  |
| 4         | Haploxeroll típico        | 1.560        | 35            | Repoblación de pinos y arbustos diseminados | Calizas y calizo-dolomías brechoides   | Ah-Bw-C    | 45                  |
| 5         | Xerorthent típico         | 1.310        | 65            | Matorral poco espeso                        | Dolomías tectonizadas (Cataclasitas)   | Ah-C       | 14                  |
| 6         | Haploxeroll cálcico       | 1.720        | 60            | Repoblación de pinos, encinas y matorral    | Dolomías tectonizadas (Cataclasitas)   | Ah-Ck      | 20                  |
| 7         | Haploxeroll cálcico       | 1.790        | 40            | Matorral espeso                             | Dolomías tectonizadas (Cataclasitas)   | Ah-Ck      | 35                  |
| 8         | Xerorthent lítico         | 1.850        | 45            | Matorral espeso                             | Calizas y calizo-dolomías compactas    | Ah-R       | 22                  |

| Sondeo N° | Color húmedo | Color seco  | % Arena | % Limo | % Arcilla | % C. Orgánico | pH (H <sub>2</sub> O) |
|-----------|--------------|-------------|---------|--------|-----------|---------------|-----------------------|
| 1         | 7,5YR 3/2    | 7,5YR 5/4   | 10,2    | 43,5   | 46,3      | 3,65          | 7,6                   |
| 2         | 7,5YR 4/4    | 7,5YR 5/4   | 32,1    | 32,3   | 35,6      | 1,93          | 7,9                   |
| 3         | 7,5YR 3/4    | 7,5YR 4/4   | 6,0     | 48,4   | 45,6      | 2,34          | 7,7                   |
| 4         | 7,5YR 3,5/2  | 7,5YR 5,5/4 | 29,0    | 28,1   | 42,9      | 3,28          | 7,6                   |
| 5         | 7,5YR 4/4    | 7,5YR 5/6   | 23,1    | 54,7   | 22,2      | 1,95          | 7,8                   |
| 6         | 7,5YR 3,5/2  | 7,5YR 4/4   | 49,3    | 33,2   | 17,5      | 4,18          | 7,5                   |
| 7         | 6,25YR 3/3   | 7,5YR 4,5/4 | 32,1    | 52,9   | 15,0      | 3,51          | 7,6                   |
| 8         | 7,5YR 3/4    | 7,5YR 5/5   | 50,3    | 39,3   | 10,4      | 1,84          | 7,9                   |

Tabla III-2-36 (continuación) Clasificación y Características de los Sondeos

| Sondeo nº | Clasificación             | Altitud (m.) | Pendiente (%) | Vegetación           | Material original                    | Horizontes | Espesor solum (cm.) |
|-----------|---------------------------|--------------|---------------|----------------------|--------------------------------------|------------|---------------------|
| 9         | Haploxeroll cálcico       | 1.210        | 3             | Matorral espeso      | Coluvión arenoso de cataclasitas     | Ah-Bw-Ck   | 35                  |
| 10        | Xerorthent típico         | 1.680        | 50            | Matorral poco espeso | Dolomias tectonizadas (Cataclasitas) | Ah-C       | 8                   |
| 11        | Calcixeroll típico        | 1.590        | 30            | Matorral espeso      | Dolomias tectonizadas (cataclasitas) | Ah-Bw-Ck   | 40                  |
| 12        | Haploxeroll cálcico       | 1.520        | 36            | Matorral espeso      | Cataclasitas y derrubios de caliza   | Ah-Bw-Ck   | 35                  |
| 13        | Xerorthent típico         | 1.370        | 60            | Matorral poco espeso | Dolomias tectonizadas (Cataclasitas) | Ah-C       | 20                  |
| 14        | Haploxeroll cálcico       | 1.740        | 65            | Matorral espeso      | Derrubio de cataclasitas             | Ah-Bwk-Ck  | 45                  |
| 15        | Xerochrept calcixeróllico | 1.400        | 40            | Matorral espeso      | Cataclasitas derrubiadas             | Ah-Bwk-C   | 37                  |
| 16        | Xerorthent típico         | 1.580        | 60            | Matorral poco espeso | Dolomias tectonizadas (Cataclasitas) | Ah-C       | 18                  |

| Sondeo Nº | Color húmedo | Color seco   | % Arena | % Limo | % Arcilla | % C. Orgánico | pH (H <sub>2</sub> O) |
|-----------|--------------|--------------|---------|--------|-----------|---------------|-----------------------|
| 9         | 7,5YR 3/2    | 7,5YR 5/4,5  | 48,5    | 32,8   | 18,7      | 3,44          | 7,7                   |
| 10        | 10YR 4/3     | 10YR 5,5/3   | 59,6    | 31,6   | 9,8       | 2,56          | 7,9                   |
| 11        | 10YR 3/2,5   | 10YR 5/3,5   | 29,8    | 51,8   | 18,4      | 3,08          | 8,0                   |
| 12        | 10YR 3/3     | 10YR 4,5/3   | 30,8    | 54,3   | 14,9      | 2,67          | 7,9                   |
| 13        | 10YR 5/4     | 10YR 6/3     | 57,5    | 25,4   | 17,1      | 1,64          | 7,9                   |
| 14        | 10YR 2,5/1   | 10YR 3/2     | 17,9    | 58,5   | 23,6      | 0,91          | 8,1                   |
| 15        | 10YR 4/3     | 10YR 4,5/3,5 | 37,5    | 46,7   | 15,8      | 2,86          | 7,9                   |
| 16        | 10YR 5/4     | 10YR 5,5/4   | 44,6    | 43,4   | 12,0      | 1,36          | 8,1                   |

Tabla III-2-36 (continuación) Clasificación y Características de los Sondeos

| Sondeo n° | Clasificación             | Altitud (m.) | Pendiente (%) | Vegetación                           | Material original                    | Horizontes | Espesor solum (cm.) |
|-----------|---------------------------|--------------|---------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------|---------------------|
| 17        | Xerorthent típico         | 1.730        | 65            | Matorral poco espeso                 | Dolomías tectonizadas (Cataclasitas) | Ah-C       | 16                  |
| 18        | Haploxeroll páquico       | 1.740        | 18            | Matorral moderadamente espeso        | Derrubio de cataclasitas             | Ah-C       | 40                  |
| 19        | Xerochrept calcixeróllico | 1.190        | 40            | Matorral espeso, chaparros dispersos | Dolomías tectonizadas y derrubios    | Ah-Bwk-C   | 40                  |
| 20        | Xerorthent típico         | 1.820        | 60            | Matorral poco espeso                 | Dolomías tectonizadas (Cataclasitas) | Ah-C       | 18                  |
| 21        | Xerorthent lítico         | 1.600        | 40            | Gramíneas                            | Calizas compactas                    | Ah-R       | 12                  |
| 22        | Xerorthent típico         | 1.960        | 42            | Matorral poco espeso                 | Filitas                              | Ah-C       | 22                  |
| 23        | Xerochrept calciceróllico | 1.730        | 56            | Matorral moderadamente espeso        | Coluvio de filitas                   | Ah-Bw-C    | 50                  |
| 24        | Xerorthent típico         | 1.550        | 70            | Matorral poco espeso                 | Coluvio de filitas                   | Ah-C       | 19                  |

| Sondeo N° | Color húmedo | Color seco  | % Arena | % Limo | % Arcilla | % C. Orgánico | pH (H <sub>2</sub> O) |
|-----------|--------------|-------------|---------|--------|-----------|---------------|-----------------------|
| 17        | 7,5YR 5/4    | 7,5YR 5,5/4 | 46,5    | 42,9   | 10,6      | 1,52          | 7,9                   |
| 18        | 10YR 3/2     | 10YR 5/3    | 35,6    | 54,7   | 9,7       | 3,32          | 7,7                   |
| 19        | 10YR 3,5/3   | 10YR 5/3    | 26,9    | 53,3   | 19,8      | 2,71          | 7,8                   |
| 20        | 10YR 4,5/2   | 10YR 6/2,5  | 56,2    | 26,5   | 17,3      | 3,60          | 7,6                   |
| 21        | 5YR 4/4      | 5YR 6/4     | 43,6    | 25,1   | 31,3      | 1,97          | 8,3                   |
| 22        | 10YR 5/3     | 10YR 6/3    | 27,8    | 52,7   | 19,5      | 2,53          | 8,2                   |
| 23        | 10YR 6/3     | 10YR 6,5/4  | 29,7    | 51,4   | 18,9      | 2,45          | 8,2                   |
| 24        | 10YR 5/4     | 10YR 5/4    | 29,3    | 53,6   | 17,1      | 1,81          | 8,0                   |



Tabla III-2-36 (continuación) Clasificación y Características de los Sondaos

| Sondeo n° | Clasificación             | Altitud (m.) | Pendiente (%) | Vegetación                    | Material original                    | Horizontes | Espesor solum (cm.) |
|-----------|---------------------------|--------------|---------------|-------------------------------|--------------------------------------|------------|---------------------|
| 25        | Haploxeroll cálcico       | 1.310        | 64            | Matorral espeso               | Calizas compactas                    | Ah-R       | 28                  |
| 26        | Calcixeroll típico        | 1.590        | 37            | Matorral moderadamente espeso | Calizas compactas                    | Ah-Bwk-R   | 30                  |
| 27        | Haploxeroll cálcico       | 1.300        | 70            | Matorral poco espeso          | Calizas compactas                    | Ah-Bwk-R   | 62                  |
| 28        | Haploxeroll típico        | 1.580        | 75            | Gramíneas                     | Derrubios de cataclasitas            | Ah-C       | 22                  |
| 29        | Xerochrept calcixeróllico | 1.710        | 55            | Matorral poco espeso          | Derrubios de cataclasitas            | Ah-Bwk-C   | 44                  |
| 30        | Haploxeroll cálcico       | 1.690        | 42            | Pinar de repoblación          | Calizo-dolomías tectonizadas         | Ah-R       | 38                  |
| 31        | Haploxeroll cálcico       | 1.810        | 65            | Matorral alto, poco espeso    | Dolomías tectonizadas (Cataclasitas) | Ah-Ck      | 58                  |
| 32        | Xerorthent típico         | 1.680        | 65            | Matorral alto, poco espeso    | Dolomías tectonizadas (Cataclasitas) | Ah-C       | 10                  |

| Sondeo N° | Color húmedo | Color seco | % Arena | % Limo | % Arcilla | % C. Orgánico | pH (H <sub>2</sub> O) |
|-----------|--------------|------------|---------|--------|-----------|---------------|-----------------------|
| 25        | 10YR 3/2     | 10YR 4/2   | 55,2    | 25,5   | 19,3      | 3,66          | 8,1                   |
| 26        | 7,5YR 4/4    | 7,5YR 5/4  | 45,9    | 42,4   | 11,7      | 1,99          | 8,2                   |
| 27        | 10YR 3/1,5   | 10YR 4/2   | 32,6    | 55,1   | 12,3      | 3,68          | 7,6                   |
| 28        | 10YR 3/2     | 10YR 4/2   | 50,9    | 34,3   | 14,8      | 4,03          | 7,5                   |
| 29        | 10YR 4/4     | 10YR 5,5/2 | 59,0    | 30,4   | 10,6      | 2,18          | 8,2                   |
| 30        | 10YR 3/2     | 10YR 4/3   | 34,0    | 45,3   | 20,7      | 3,91          | 7,6                   |
| 31        | 10YR 3/2     | 10YR 4,5/3 | 22,6    | 54,3   | 23,1      | 4,51          | 7,4                   |
| 32        | 10YR 3/3     | 10YR 5/3   | 27,9    | 56,8   | 15,3      | 2,36          | 7,7                   |

Tabla III-2-36 (continuación) Clasificación y Características de los Sondeos

| Sondeo nº | Clasificación       | Altitud (m.) | Pendiente (%) | Vegetación                       | Material original                   | Horizontes | Espesor solum (cm.) |
|-----------|---------------------|--------------|---------------|----------------------------------|-------------------------------------|------------|---------------------|
| 33        | Haploxeroll típico  | 1.800        | 55            | Matorral espeso                  | Coluvio de cataclasitas             | Ah-Bw-C    | 60                  |
| 34        | Haploxeroll cálcico | 1.610        | 55            | Matorral y arbustos espesos      | Derrubio de calizas y dolomías      | Ah-Ck      | 43                  |
| 35        | Haploxeralf típico  | 1.580        | 40            | Matorral espeso                  | Calizas compactas y mata-arcillitas | Ah-Bt-C    | 27                  |
| 36        | Haploxeralf móllico | 1.350        | 52            | Matorral espeso                  | Calizas compactas y meta-arcillitas | Ah-Bt-C    | 45                  |
| 37        | Rhodoxeralf típico  | 1.750        | 53            | Encinas de poco porte y matorral | Calizas compactas y meta-arcillitas | Ah-Bt-C    | 53                  |
| 38        | Rhodoxeralf típico  | 1.960        | 52            | Matorral poco espeso             | Calizas compactas y meta-arcillitas | Ah-Bt-C    | 24                  |
| 39        | Xerorthent típico   | 1.630        | 42            | Matorral moderadamente espeso    | Calizas compactas                   | Ah-C       | 17                  |
| 40        | Xerorthent típico   | 2.000        | 40            | Matorral espeso                  | Filitas                             | Ah-C       | 18                  |

| Sondeo Nº | Color húmedo | Color seco | % Arena | % Limo | % Arcilla | % C. Orgánico | pH (H <sub>2</sub> O) |
|-----------|--------------|------------|---------|--------|-----------|---------------|-----------------------|
| 33        | 10YR 3/1     | 10YR 3,5/2 | 6,1     | 61,7   | 32,2      | 1,03          | 8,2                   |
| 34        | 10YR 2/1     | 10YR 4/2   | 59,1    | 22,0   | 18,9      | 1,06          | 8,0                   |
| 35        | 5YR 3/3      | 7,5YR 5/4  | 24,1    | 41,3   | 34,6      | 3,67          | 8,1                   |
| 36        | 7,5YR 3/2    | 7,5YR 4/4  | 14,3    | 47,6   | 38,1      | 4,70          | 8,1                   |
| 37        | 5YR 3,5/4    | 5YR 5/5    | 29,9    | 40,4   | 29,7      | 2,64          | 7,9                   |
| 38        | 5YR 4/5      | 5YR 5/6,5  | 33,9    | 32,5   | 33,6      | 1,61          | 8,1                   |
| 39        | 7,5YR 4/3    | 7,5YR 5/5  | 49,2    | 33,1   | 17,7      | 2,81          | 8,2                   |
| 40        | 2,5Y 4/3     | 2,5Y 6/4   | 64,8    | 23,9   | 11,3      | 3,05          | 8,1                   |

Tabla III-2-36 (continuación) Clasificación y Características de los Sondeos

| Sondeo n° | Clasificación      | Altitud (m.) | Pendiente (%) | Vegetación                    | Material original               | Horizontes | Espesor solum (cm.) |
|-----------|--------------------|--------------|---------------|-------------------------------|---------------------------------|------------|---------------------|
| 41        | Xerorthent típico  | 1.580        | 40            | Matorral espeso               | Filitas                         | Ah-C       | 15                  |
| 42        | Haploxeralf típico | 2.005        | 42            | Matorral moderadamente espeso | Calizas algo tectonizadas       | Ah-Bt-C    | 27                  |
| 43        | Haploxeralf típico | 1.720        | 42            | Matorral moderadamente espeso | Calizas compactas               | Ah-Bt-C    | 15                  |
| 44        | Rhodoxeralf típico | 1.700        | 30            | Matorral espeso               | Filitas y cuarcitas con calizas | Ah-Bt-C    | 50                  |
| 45        | Xerorthent típico  | 1.600        | 5             | Matorral poco espeso          | Filitas y cuarcitas             | Ah-C       | 15                  |
| 46        | Calcixeroll típico | 1.920        | 40            | Arbustos espesos              | Derrubio de calizas             | Ah-Ck      | 38                  |
| 47        | Haploxeroll éntico | 1.650        | 15            | Pastizales                    | Filitas                         | Ah-C       | 27                  |
| 48        | Haploxeralf típico | 1.970        | 52            | Matorral espeso               | Derrubio de calizas             | Ah-Bt-C    | 50                  |

| Sondeo N° | Color húmedo | Color seco | % Arena | % Limo | % Arcilla | % C. Orgánico | pH (H <sub>2</sub> O) |
|-----------|--------------|------------|---------|--------|-----------|---------------|-----------------------|
| 41        | 5Y 4/2,5     | 5Y 6/3,5   | 53,3    | 29,6   | 17,2      | 4,18          | 7,9                   |
| 42        | 7,5YR 3/4    | 7,5YR 3/4  | 42,8    | 22,7   | 34,5      | 2,54          | 8,1                   |
| 43        | 7,5YR 3,5/5  | 7,5YR 5/5  | 40,5    | 21,2   | 38,3      | 1,33          | 8,3                   |
| 44        | 5YR 4/6      | 5YR 6,5/6  | 41,2    | 25,6   | 33,2      | 0,60          | 8,3                   |
| 45        | 2,5Y 4/3     | 2,5Y 6/4   | 43,8    | 34,7   | 21,5      | 2,68          | 7,6                   |
| 46        | 10YR 2,5/1   | 10YR 3,5/2 | 31,5    | 42,7   | 25,8      | 0,99          | 8,1                   |
| 47        | 10YR 3,5/2   | 10YR 5/3   | 23,8    | 55,3   | 20,9      | 3,51          | 7,5                   |
| 48        | 7,5YR 3/2    | 7,5YR 4/4  | 33,3    | 54,6   | 12,1      | 3,36          | 7,9                   |

Tabla III-2-36 (continuación) Clasificación y Características de los Sondeos

| Sondeo n° | Clasificación       | Altitud (m.) | Pendiente (%) | Vegetación                      | Material original                     | Horizontes | Espesor solum (cm.) |
|-----------|---------------------|--------------|---------------|---------------------------------|---------------------------------------|------------|---------------------|
| 49        | Haploxeralf lítico  | 1.620        | 27            | Matorral poco espeso            | Calizas compactas y meta-arcillitas   | Ah-Bt-R    | 20                  |
| 50        | Haploxeralf lítico  | 1.450        | 27            | Matorral poco espeso            | Calizas compactas y meta-arcillitas   | Ah-Bt-R    | 20                  |
| 51        | Haploxeroll cálcico | 1.970        | 65            | Matorral poco espeso            | Derrubios de calizas                  | Ah-Ck      | 44                  |
| 52        | Haploxeroll éntico  | 1.660        | 53            | Matorral moderadamente espeso   | Calizas compactas con meta-arcillitas | Ah-C       | 21                  |
| 53        | Haploxeralf típico  | 1.700        | 15            | Pinar de repoblación            | Filitas con aportes de calizas        | Ah-Bt-C    | 60                  |
| 54        | Haploxeralf cálcico | 1.600        | 16            | Pinar de repoblación y matorral | Calizas compactas con meta-arcillitas | Ah-Bt-Ck   | 36                  |
| 55        | Xerorthent típico   | 1.560        | 45            | Matorral poco espeso            | Dolomías tectonizadas (Cataclasitas)  | Ah-C       | 15                  |
| 56        | Calcixeroll típico  | 1.480        | 40            | Pinar de repoblación y matorral | Dolomías tectonizadas (Cataclasitas)  | Ah-Bwk-Ck  | 35                  |

| Sondeo N° | Color húmedo | Color seco | % Arena | % Limo | % Arcilla | % C. Orgánico | pH (H <sub>2</sub> O) |
|-----------|--------------|------------|---------|--------|-----------|---------------|-----------------------|
| 49        | 7,5YR 3/2    | 7,5YR 4/4  | 32,4    | 52,2   | 15,4      | 3,24          | 7,6                   |
| 50        | 7,5YR 3/2    | 7,5YR 5/·  | 31,7    | 55,1   | 13,2      | 3,69          | 7,4                   |
| 51        | 10YR 2/1     | 10YR 3/2   | 64,0    | 23,6   | 12,4      | 1,89          | 8,2                   |
| 52        | 8,25YR 3/2   | 8,25YR 5/3 | 33,3    | 51,2   | 15,5      | 3,61          | 7,7                   |
| 53        | 10YR 3,5/2   | 10YR 6/3   | 24,8    | 40,7   | 34,5      | 2,92          | 7,8                   |
| 54        | 7,5YR 3/3    | 7,5YR 5/5  | 15,7    | 43,1   | 41,2      | 2,67          | 7,8                   |
| 55        | 10YR 4/3     | 10YR 5/4   | 53,8    | 29,3   | 16,9      | 2,53          | 8,2                   |
| 56        | 10YR 3,5/2   | 10YR 5/3   | 32,3    | 49,5   | 18,2      | 3,60          | 8,0                   |

Tabla III-2-36 (continuación) Clasificación y Características de los Sondeos

| Sondeo n° | Clasificación             | Altitud (m.) | Pendiente (%) | Vegetación                      | Material original                          | Horizontes | Espesor solum (cm.) |
|-----------|---------------------------|--------------|---------------|---------------------------------|--|------------|---------------------|
| 57        | Xerochrept calcixeróllico | 1.020        | 36            | Matorral poco espeso            | Conglomerado de cantos calizos y silícicos | Ah-Bw-Ck   | 30                  |
| 58        | Haploxeralf típico        | 900          | 36            | Matorral poco espeso            | Coglomerado de cantos silícicos            | Ah-Bt-C    | 100                 |
| 59        | Haploxeralf cálcico       | 1.750        | 10            | Cultivo abandonado              | Filitas                                    | Ap-Bt-Ck   | 55                  |
| 60        | Haploxeroll cálcico       | 1.100        | 65            | Pinar de repoblación y arbustos | Derrubios de cataclasitas                  | Ah-Ck      | 25                  |
| 61        | Xerorthent típico         | 1.410        | 65            | Pinar de repoblación y arbustos | Derrubios de cataclasitas                  | Ah-C       | 30                  |
| 62        | Haploxeroll típico        | 1.760        | 35            | Pinar de repoblación y arbustos | Calizo-dolomias                            | Ah-Bw-C    | 45                  |
| 63        | Haploxeroll cálcico       | 1.580        | 57            | Pinar de repoblación y arbustos | Derrubios de cataclasitas                  | Ah-Bw-Ck   | 60                  |
| 64        | Calcixeroll típico        | 1.820        | 60            | Pinar de repoblación y arbustos | Derrubios de cataclasitas                  | Ah-Ck      | 25                  |

| Sondeo N° | Color húmedo | Color seco | % Arena | % Limo | % Arcilla | % C. Orgánico | pH (H <sub>2</sub> O) |
|-----------|--------------|------------|---------|--------|-----------|---------------|-----------------------|
| 57        | 7,5YR 5/4    | 10YR 5,5/5 | 30,5    | 48,7   | 20,8      | 1,97          | 8,3                   |
| 58        | 5YR 4/4      | 5YR 5,5/4  | 10,0    | 46,4   | 43,6      | 2,01          | 7,6                   |
| 59        | 10YR 4/4     | 10YR 5/4   | 35,1    | 54,0   | 10,9      | 2,21          | 7,7                   |
| 60        | 10YR 2,5/1,5 | 10YR 3/1   | 24,6    | 56,2   | 19,2      | 4,00          | 7,8                   |
| 61        | 10YR 3,5/1   | 10YR 4,5/1 | 47,5    | 38,6   | 13,9      | 2,03          | 8,2                   |
| 62        | 10YR 3/2     | 10YR 4/2   | 21,5    | 56,4   | 22,1      | 4,61          | 7,9                   |
| 63        | 10YR 3/2     | 10YR 4,5/2 | 31,3    | 44,5   | 24,2      | 3,92          | 7,9                   |
| 64        | 10YR 3,5/3   | 10YR 5/3   | 34,5    | 42,9   | 22,6      | 2,76          | 7,9                   |

Tabla III-2-36 (continuación) Clasificación y Características de los Sondeos

| Sondeo nº | Clasificación       | Altitud (m.) | Pendiente (%) | Vegetación                      | Material original                    | Horizontes | Espesor solum (cm.) |
|-----------|---------------------|--------------|---------------|---------------------------------|--------------------------------------|------------|---------------------|
| 65        | Calcixeroll típico  | 1.600        | 57            | Matorral espeso                 | Dolomías tectonizadas (Cataclasitas) | Ah-Ck      | 31                  |
| 66        | Haploxeroll cálcico | 1.610        | 57            | Matorral poco espeso            | Dolomías tectonizadas (Cataclasitas) | Ah-Ck      | 20                  |
| 67        | Haploxeralf móllico | 1.500        | 50            | Pinar de repoblación y matorral | Dolomías y calizas                   | Ah-Bt-C    | 53                  |
| 68        | Haploxeroll típico  | 1.390        | 72            | Matorral espeso                 | Dolomías tectonizadas (Cataclasitas) | Ah-Bw-C    | 72                  |
| 69        | Criorthent típico   | 3.350        | 38            | Tundra                          | Derrubios de micasquistos            | Ah-C       | 11                  |
| 70        | Criorthent típico   | 3.100        | 49            | Tundra                          | Derrubios de ladera de micasquistos  | Ah-AC-C    | 30                  |
| 71        | Criorthent típico   | 3.020        | 36            | Tundra                          | Derrubios de micasquistos            | Ah-C       | 15                  |
| 72        | Criumbrept típico   | 2.390        | 22            | Piornos, enebros y sabinas      | Derrubios de micasquistos            | Ah-Bw-C    | 50                  |

| Sondeo Nº | Color húmedo | Color seco  | % Arena | % Limo | % Arcilla | % C. Orgánico | pH (H <sub>2</sub> O) |
|-----------|--------------|-------------|---------|--------|-----------|---------------|-----------------------|
| 65        | 10YR 3/2     | 10YR 3,5/2  | 38,7    | 40,3   | 21,0      | 3,45          | 7,6                   |
| 66        | 10YR 3/2     | 10YR 4/2,5  | 41,8    | 39,7   | 18,5      | 3,23          | 7,9                   |
| 67        | 7,5YR 3/2    | 7,5YR 4,5/3 | 22,7    | 54,2   | 23,1      | 4,02          | 7,6                   |
| 68        | 10YR 3,5/2   | 10YR 4/2    | 61,9    | 25,2   | 12,9      | 3,95          | 7,8                   |
| 69        | 2,5Y 3,5/2   | 2,5Y 5,5/3  | 63,7    | 26,8   | 9,5       | 0,92          | 5,7                   |
| 70        | 2,5Y 3,5/2   | 2,5Y 5/3    | 69,8    | 24,2   | 6,0       | 0,60          | 5,3                   |
| 71        | 2,5Y 3,5/2   | 2,5Y 5/3    | 57,2    | 30,9   | 11,9      | 0,95          | 5,6                   |
| 72        | 10YR 3/2     | 10YR 4,5/3  | 67,5    | 23,1   | 9,4       | 4,98          | 4,7                   |

Tabla III-2-36 (continuación) Clasificación y Características de los Sondeos

| Sondeo nº | Clasificación            | Altitud (m.) | Pendiente (%) | Vegetación                  | Material original                      | Horizontes | Espesor solum (cm.) |
|-----------|--------------------------|--------------|---------------|-----------------------------|--|------------|---------------------|
| 73        | Criumbrept típico        | 2.350        | 37            | Piornal poco espeso         | Derrubios de micasquistos              | Ah-Bw-C    | 80                  |
| 74        | Xerumbrept éntico        | 2.140        | 40            | Piornal                     | Derrubios de micasquistos              | Ah-AC-C    | 36                  |
| 75        | Xerumbrept típico        | 2.130        | 20            | Piornal y lastonar          | Derrubios de micasquistos              | Ah-Bw-C    | 40                  |
| 76        | Criumbrept típico        | 2.250        | 30            | Lastonar                    | Derrubios de micasquistos              | Ah-Bw-C    | 63                  |
| 77        | Xerorthent típico        | 1.550        | 77            | Encinar degradado           | Micasquistos y anfibolitas derrubiadas | Ah-AC-C    | 40                  |
| 78        | Criumbrept típico        | 2.460        | 17            | Piornal                     | Derrubios de micasquistos              | Ah-Bw-C    | 45                  |
| 79        | Criumbrept típico/éntico | 2.600        | 35            | Piornal poco espeso, tundra | Derrubios de micasquistos              | Ah-AC/Bw-C | 28                  |
| 80        | Criumbrept típico        | 2.620        | 31            | Piornal poco espeso, tundra | Derrubios de micasquistos              | Ah-Bw-C    | 40                  |

| Sondeo Nº | Color húmedo | Color seco  | % Arena | % Limo | % Arcilla | % C. Orgánico | pH (H <sub>2</sub> O) |
|-----------|--------------|-------------|---------|--------|-----------|---------------|-----------------------|
| 73        | 10YR 3/2,5   | 10YR 4/3,5  | 63,1    | 25,7   | 11,2      | 3,15          | 5,2                   |
| 74        | 10YR 2,5/2   | 10YR 4/3    | 69,0    | 23,1   | 7,9       | 3,92          | 5,3                   |
| 75        | 7,5YR 2,5/2  | 7,5YR 4/3   | 69,6    | 21,0   | 9,4       | 3,84          | 5,6                   |
| 76        | 7,5YR 2/2    | 7,5YR 3/3,5 | 69,1    | 21,7   | 9,2       | 3,42          | 5,5                   |
| 77        | 7,5YR 3/3,5  | 7,5YR 4/3   | 38,1    | 45,1   | 16,8      | 3,79          | 6,9                   |
| 78        | 10YR 3,5/3,5 | 10YR 5/5    | 61,5    | 25,1   | 13,4      | 1,04          | 5,2                   |
| 79        | 10YR 3/2     | 10YR 5/3,5  | 59,0    | 28,6   | 12,4      | 0,77          | 5,1                   |
| 80        | 10YR 3/2     | 10YR 4/3    | 66,2    | 21,8   | 12,1      | 7,04          | 4,2                   |

Tabla III-2-36 (continuación) Clasificación y Características de los Sondeos

| Sondeo n° | Clasificación     | Altitud (m.) | Pendiente (%) | Vegetación                  | Material original            | Horizontes | Espesor solum (cm.) |
|-----------|-------------------|--------------|---------------|-----------------------------|------------------------------|------------|---------------------|
| 81        | Criumbrept típico | 2.650        | 28            | Piornal poco espeso, tundra | Derrubios de micasquistos    | Ah-Bw-C    | 30                  |
| 82        | Criumbrept típico | 2.640        | 30            | Piornal poco espeso, tundra | Derrubios de micasquistos    | Ah-Bw-C    | 36                  |
| 83        | Criorthent típico | 2.540        | 47            | Piornal degradado           | Derrubios de micasquistos    | Ah-C       | 13                  |
| 84        | Criorthent típico | 2.850        | 44            | Tundra                      | Derrubios de micasquistos    | Ah-AC-C    | 27                  |
| 85        | Criumbrept éntico | 2.660        | 56            | Piornal poco espeso, tundra | Derrubios de micasquistos    | Ah-AC-C    | 30                  |
| 86        | Xerumbrept éntico | 1.790        | 60            | Encinar degradado           | Derrubios de rocas silícicas | Ah-AC-C    | 35                  |
| 87        | Xerumbrept típico | 1.850        | 70            | Encinar y lastonar          | Derrubios de micasquistos    | Ah-Bw-C    | 100                 |
| 88        | Xerumbrept típico | 1.970        | 75            | Encinar degradado           | Derrubios de micasquistos    | Ah-Bw-C    | 80                  |

| Sondeo N° | Color húmedo | Color seco   | % Arena | % Limo | % Arcilla | % C. Orgánico | pH (H <sub>2</sub> O) |
|-----------|--------------|--------------|---------|--------|-----------|---------------|-----------------------|
| 81        | 10YR 3/2     | 10YR 4,5/3   | 60,9    | 28,1   | 11,0      | 3,87          | 4,3                   |
| 82        | 10YR 3/3     | 10YR 4,5/3   | 69,0    | 19,5   | 11,5      | 2,14          | 5,4                   |
| 83        | 10YR 3/2     | 10YR 4,5/2,5 | 63,9    | 25,0   | 11,2      | 0,49          | 5,5                   |
| 84        | 2,5Y 3,5/2   | 2,5Y 5/3     | 50,5    | 39,7   | 9,8       | 0,84          | 5,7                   |
| 85        | 2,5Y 2/2     | 2,5Y 4/2     | 77,7    | 16,5   | 5,8       | 3,50          | 4,8                   |
| 86        | 7,5YR 3/2    | 7,5YR 4/3    | 57,5    | 31,7   | 10,7      | 3,34          | 6,0                   |
| 87        | 7,5YR 3/2    | 7,5YR 4/4    | 50,1    | 40,9   | 9,1       | 2,38          | 6,6                   |
| 88        | 7,5YR 3/2    | 7,5YR 4/3    | 67,9    | 24,4   | 7,7       | 2,45          | 5,9                   |



Tabla III-2-36 (continuación) Clasificación y Características de los Sondeos

| Sondeo n° | Clasificación     | Altitud (m.) | Pendiente (%) | Vegetación          | Material original         | Horizontes | Espesor solum (cm.) |
|-----------|-------------------|--------------|---------------|---------------------|---------------------------|------------|---------------------|
| 89        | Criumbrept éntico | 2.600        | 33            | Piornal poco espeso | Derrubios de micasquistos | Ah-AC-C    | 50                  |
| 90        | Criorthent típico | 2.990        | 38            | Tundra              | Derrubios de micasquistos | Ah-AC-C    | 36                  |
| 91        | Criorthent típico | 2.930        | 33            | Tundra              | Derrubios de micasquistos | Ah-AC-C    | 45                  |
| 92        | Criumbrept éntico | 2.530        | 15            | Piornal poco espeso | Derrubios de micasquistos | Ah-AC-C    | 27                  |
| 93        | Criumbrept éntico | 2.530        | 25            | Piornal poco espeso | Derrubios de micasquistos | Ah-AC-C    | 25                  |
| 94        | Xerumbrept típico | 1.690        | 77            | Encinar degradado   | Derrubios de micasquistos | Ah-Bw-C    | 56                  |
| 95        | Xerumbrept éntico | 2.020        | 74            | Lastonar            | Derrubios de micasquistos | Ah-AC-C    | 65                  |
| 96        | Xerumbrept típico | 2.070        | 55            | Lastonar            | Derrubios de micasquistos | Ah-Bw-C    | 70                  |

| Sondeo N° | Color húmedo | Color seco  | % Arena | % Limo | % Arcilla | % C. Orgánico | pH (H <sub>2</sub> O) |
|-----------|--------------|-------------|---------|--------|-----------|---------------|-----------------------|
| 89        | 10YR 3/4     | 10YR 5/4,5  | 56,8    | 30,7   | 12,5      | 1,30          | 4,9                   |
| 90        | 10YR 3/3     | 10YR 5/3,5  | 69,4    | 21,8   | 3,8       | 0,67          | 4,8                   |
| 91        | 2,5Y 4/2     | 2,5Y 5/3    | 66,1    | 24,7   | 9,3       | 0,71          | 5,2                   |
| 92        | 10YR 3,5/3   | 10YR 5/4    | 54,6    | 32,9   | 12,5      | 1,08          | 5,5                   |
| 93        | 2,5Y 3/1     | 2,5Y 4,5/2  | 62,4    | 26,8   | 10,8      | 3,90          | 4,3                   |
| 94        | 2,5Y 2,5/2   | 2,5Y 5/3    | 57,9    | 31,7   | 10,4      | 3,31          | 6,1                   |
| 95        | 7,5YR 2,5/2  | 7,5YR 4/3   | 71,9    | 21,3   | 6,9       | 2,66          | 5,6                   |
| 96        | 7,5YR 2/2    | 7,5YR 3,5/3 | 56,3    | 31,5   | 12,2      | 5,28          | 5,3                   |

Tabla III-2-36 (continuación) Clasificación y Características de los Sondeos

| Sondeo nº | Clasificación       | Altitud (m.) | Pendiente (%) | Vegetación | Material original         | Horizontes | Espesor solum (cm.) |
|-----------|---------------------|--------------|---------------|------------|---------------------------|------------|---------------------|
| 97        | Criumbrept éntico   | 2.630        | 65            | Tundra     | Derrubios de micasquistos | Ah-AC-C    | 28                  |
| 98        | Criumbrept éntico   | 2.390        | 27            | Piornal    | Derrubios de micasquistos | Ah-AC-C    | 37                  |
| 99        | Criochrept distríco | 2.930        | 30            | Tundra     | Derrubios de micasquistos | Ah-Bw-C    | 27                  |
| 100       | Criorthent típico   | 2.850        | 53            | Tundra     | Derrubios de micasquistos | Ah-C       | 10                  |
| 101       | Criochrept distríco | 2.760        | 36            | Tundra     | Derrubios de micasquistos | Ah-Bw-C    | 30                  |
| 102       | Criumbrept típico   | 2.400        | 35            | Piornal    | Derrubios de micasquistos | Ah-Bw-C    | 40                  |
| 103       | Criumbrept éntico   | 2.410        | 54            | Piornal    | Derrubios de micasquistos | Ah-AC-C    | 27                  |
| 104       | Xerumbrept típico   | 2.000        | 45            | Lastonar   | Derrubios de micasquistos | Ah-Bw-C    | 47                  |

| Sondeo Nº | Color húmedo | Color seco | % Arena | % Limo | % Arcilla | % C. Orgánico | pH (H <sub>2</sub> O) |
|-----------|--------------|------------|---------|--------|-----------|---------------|-----------------------|
| 97        | 10YR 2,5/2   | 10YR 3,5/3 | 75,3    | 19,6   | 7,8       | 4,51          | 5,2                   |
| 98        | 10YR 2,5/2   | 10YR 5,5/3 | 81,0    | 13,6   | 5,4       | 2,46          | 4,6                   |
| 99        | 10YR 3/3     | 10YR 5/4   | 55,3    | 32,6   | 12,1      | 0,78          | 5,1                   |
| 100       | 2,5Y 3,5/2   | 2,5Y 4,5/3 | 64,9    | 27,9   | 7,2       | 0,86          | 5,3                   |
| 101       | 2,5Y 3,5/2   | 2,5Y 5,5/3 | 57,1    | 31,8   | 11,1      | 0,73          | 5,4                   |
| 102       | 2,5Y 3/2     | 2,5Y 4,5/3 | 74,7    | 18,4   | 6,9       | 0,77          | 5,6                   |
| 103       | 2,5Y 3,5/2   | 2,5Y 5/2,5 | 62,3    | 28,7   | 9,1       | 1,26          | 4,9                   |
| 104       | 10YR 2/2     | 10YR 4/3   | 67,5    | 24,4   | 8,2       | 2,59          | 4,9                   |

Tabla III-2-36 (continuación) Clasificación y Características de los Sondeos

| Sondeo n° | Clasificación       | Altitud (m.) | Pendiente (%) | Vegetación | Material original         | Horizontes | Espesor solum (cm.) |
|-----------|---------------------|--------------|---------------|------------|---------------------------|------------|---------------------|
| 105       | Criumbrept típico   | 2.200        | 32            | Piornal    | Derrubios de micasquistos | Ah-Bw-C    | 50                  |
| 106       | Criumbrept típico   | 2.250        | 28            | Piornal    | Derrubios de micasquistos | Ah-Bw-C    | 75                  |
| 107       | Criochrept districo | 2.320        | 17            | Piornal    | Derrubios de micasquistos | Ah-Bw-C    | 60                  |

| Sondeo N° | Color húmedo | Color seco | % Arena | % Limo | % Arcilla | % C. Orgánico | pH (H <sub>2</sub> O) |
|-----------|--------------|------------|---------|--------|-----------|---------------|-----------------------|
| 105       | 10YR 2,5/3   | 10YR 4/4   | 61,5    | 27,1   | 11,4      | 4,02          | 5,2                   |
| 106       | 10YR 3/2     | 10YR 4,5/3 | 64,5    | 23,7   | 11,8      | 2,91          | 5,3                   |
| 107       | 10YR 3/2     | 10YR 4/3   | 65,5    | 22,4   | 12,2      | 2,98          | 4,2                   |

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions. It emphasizes that this is crucial for ensuring the integrity of the financial statements and for providing a clear audit trail. The text also mentions that proper record-keeping is essential for identifying trends and anomalies in the data.

2. The second part of the document focuses on the role of internal controls in preventing errors and fraud. It highlights that a robust system of internal controls is necessary to ensure that all transactions are properly authorized, recorded, and classified. The document also notes that internal controls should be designed to provide reasonable assurance of the reliability of the financial reporting process.

3. The third part of the document discusses the importance of segregation of duties. It explains that this principle is fundamental to the design of internal controls, as it helps to reduce the risk of errors and fraud by ensuring that no single individual has control over all aspects of a transaction. The text also mentions that segregation of duties is a key component of a strong internal control system.

4. The fourth part of the document addresses the need for regular monitoring and evaluation of internal controls. It states that internal controls should not be set and forgotten, but rather should be reviewed and updated as needed to reflect changes in the organization's operations and risk profile. The document also notes that regular monitoring and evaluation are essential for ensuring that internal controls remain effective over time.

5. The fifth part of the document discusses the importance of communication and training in the implementation of internal controls. It emphasizes that all employees must understand their roles and responsibilities in the internal control system and must be trained to perform their duties effectively. The text also mentions that clear communication is essential for ensuring that all employees are aware of the organization's policies and procedures.

6. The sixth part of the document discusses the importance of documentation in the internal control process. It states that all internal control procedures should be documented in a clear and concise manner, and that these documents should be readily accessible to all employees. The document also notes that documentation is essential for providing evidence of the organization's internal control system to external auditors.

7. The seventh part of the document discusses the importance of the internal control system in the overall financial reporting process. It explains that the internal control system is the foundation upon which the financial statements are prepared, and that a strong internal control system is essential for ensuring the reliability of the financial reporting process. The text also mentions that the internal control system is a key component of the organization's risk management framework.

8. The eighth part of the document discusses the importance of the internal control system in the overall business strategy. It states that the internal control system is not just a set of rules and procedures, but rather a strategic tool that can be used to improve the organization's performance and to reduce its risk. The document also notes that the internal control system is a key component of the organization's corporate governance framework.

9. The ninth part of the document discusses the importance of the internal control system in the overall regulatory environment. It explains that the internal control system is essential for ensuring that the organization complies with all applicable laws and regulations, and that it is a key component of the organization's compliance framework. The text also mentions that the internal control system is a key component of the organization's risk management framework.

10. The tenth part of the document discusses the importance of the internal control system in the overall business environment. It states that the internal control system is essential for ensuring that the organization is able to compete effectively in a global market, and that it is a key component of the organization's competitive advantage. The document also notes that the internal control system is a key component of the organization's risk management framework.

**CAPITULO 3**

**CONSIDERACIONES SOBRE LA**

**CLASIFICACION DE LOS SUELOS**

1900-1901

1902-1903

1904-1905

### III-3-1 - INTRODUCCION

Para la clasificación de los suelos presentes en el sector occidental de Sierra Nevada, se ha empleado la Soil Taxonomy (U.S.D.A., 1.975) y más concretamente las "claves" que el U.S.D.A. propone en 1.985. A pesar de ello se ha creído interesante comparar sus resultados con los que se obtienen al utilizar otros sistemas de clasificación, al objeto de estudiar la idoneidad de la Clave Americana para caracterizar los suelos del área de estudio, así como su grado de aplicabilidad en la evaluación de suelos.

La tabla III-3-1 muestra un resumen clasificatorio de los diversos perfiles muestreados, indicando en cada caso los criterios que sirven de base a su definición. En las próximas líneas se analizan las características taxonómicas de los suelos más representativos y del resto de perfiles del área, alcanzando el nivel subgrupo de la Soil Taxonomy, de acuerdo con la escala de trabajo. Se discute también su asimilación a las unidades de suelos de la clave FAO-UNESCO (1.974), ampliamente utilizada en años precedentes, y a las de la clave FAO-UNESCO (1.988), que supone una actualización y revisión de las unidades de suelos establecidas con anterioridad. La ubicación y distribución de los suelos se entiende suficientemente clarificada en el capítulo donde se describen las unidades cartográficas.

### III-3-2 - ORDEN MOLLISOL

En el área se han descrito los siguientes subgrupos: Calcixeroll típico, páquico y lítico; Haploxeroll típico, cálcico, últico, éntico, lítico y páquico; Crioboroll típico, cálcico, páquico y lítico; Calciboroll típico y lítico; Haploboroll típico, éntico, lítico y páquico; Hapludoll típico, éntico y lítico.

Los Mollisoles son suelos con epipedón móllico y una saturación de bases superior al 50% en todo el perfil. En los sectores donde el régimen de humedad del suelo es xérico y el de temperatura más cálido que frígido, el suelo se clasifica como Calcixeroll o Haploxeroll, dependiendo de que se manifieste claramente un horizonte cálcico y todo el perfil sea calcáreo, o alguna de estas condiciones no se cumpla. Los subgrupos que difieren del típico lo hacen en caso de existir contacto lítico dentro de los primeros 50 cm. (lítico), cuando el móllico tiene un espesor superior a 50 cm. (páquico) y si está ausente el horizonte cámbico (éntico). El Haploxeroll cálcico aparece cuando el suelo tiene bien un horizonte cálcico o bien concentraciones de caliza pulverulenta de origen secundario.

Los suelos se incluyen en el suborden Boroll siempre que el régimen de temperatura sea frígido, definiendo Haploboroll ( sin horizonte cálcico o no calcáreos) y



Calciboroll (con cálcico y calcáreos en todo el espesor de suelo), o críico, estableciéndose el Crioboroll. Los subgrupos tienen los mismos requerimientos que los del suborden Xeroll, a excepción del páquico que limita el espesor mínimo del móllico a 40 cm.

Si el régimen de humedad del suelo es údico encontramos Hapludoll típico, éntico, cuando no hay Bw, y lítico, en caso de existir contacto lítico dentro de los 50 cm. de profundidad.

De todos los mollisoles descritos, son especialmente abundantes en el área el Calcixeroll típico - en el sector alpujárride que soporta una vegetación espesa de matorral y/o de frondosas - y el Haploxeroll. Este último gran grupo, bien representado en la parte occidental, también se encuentra como Haploxeroll típico o éntico sobre los materiales nevadofilábrides contaminados por carbonatos de áreas adyacentes, sobre rocas ricas en bases (anfíbolitas y serpentinitas), así como en áreas bajas no muy lavadas de bases, con vegetación desarrollada que aporta restos con un alto contenido en alcalinotérreos, o con neutralización del pH y rebasificación por efectos antrópicos.

Los perfiles nº 2, 4, 17, 27 y 28 responden a las tipologías referidas. El perfil nº 2 se ha definido como Haploxeroll últico-éntico debido a una saturación de bases superior a 75% y no presentar horizonte B. El perfil nº 4,

aunque poco espeso, manifiesta un horizonte cámbico cuyo espesor y profundidad están al límite de los requerimientos. En ambos suelos encontramos anfibolitas, mezcladas con otras tipologías, como material original. El perfil nº 17, sobre serpentinitas y con régimen crítico, se clasifica como Crioboroll páquico, al exhibir un epipedón móllico de 58 cm. de espesor. Los tres perfiles entran en la unidad Phaeozem háplico según las claves FAO-UNESCO, tengan o no horizonte B y sin distinción del régimen de temperatura.

El Calcixeroll típico (perfil nº 27) y el Haploxeroll cálcico (perfil nº 28) se clasifican en la clave FAO-UNESCO (1.974) como Rendzinas y en la leyenda revisada de la misma en 1.988, como Kastanozem cálcico y Kastanozem háplico, respectivamente. La diferencia entre ambos suelos se hace en base a la intensidad de los procesos de lavado y acumulación de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ . Interesa destacar que la conversión de Rendzina a Kastanozem y no a Leptosol rendzico, como indica FAO, se atribuye a la presencia del horizonte cálcico y/o a que el espesor del suelo hasta el material altamente carbonatado ( $\text{CO}_3\text{Ca}$  equivalente  $> 40\%$ ) es superior a 30 cm.

### III-3-3 ORDEN ALFISOL

En el área no es un orden mayoritario, aunque se han descrito los siguientes subgrupos: Rhodoxeralf típico, cálcico y lítico; Haploxeralf típico, cálcico, lítico, móllico y últico. Aunque de forma minoritaria, se constata la presencia del Crioboralf típicos y líticos y Eutrobotalf típicos y líticos. Puntualmente se podrían encontrar Rhodudalf y Hapludalf, cuando el régimen de humedad sea údico, e incluso Boralf en los casos de régimen de temperatura frígido y críico. Estos últimos deben ser perfiles relativamente escasos: La fracción de suelos rojos y suelos lavados a cotas elevadas, en parte de régimen de humedad údico, forma parte de un estudio específico que se está realizando en la zona (Martín et al., 1.992).

El perfil nº 12 muestra las características fundamentales de los Alfisoles del área desarrollados sobre rocas carbonatadas: escasa profundidad, horizonte argílico generalmente entre fisuras, epipedón ócrico por ausencia de las exigencias de color para móllico, saturación de bases superior al 50% en todo el perfil y un color en el Bt en el límite para ser considerados como Rhodoxeralf o Haploxeralf. Los requerimientos para Rhodoxeralf son un hue más rojo de 5YR, un value en húmedo menor de 4 y que además, la diferencia entre el value en húmedo y en seco sea igual o inferior a la unidad. Los subgrupos se

diferencian respecto al modal o típico por existir un horizonte cálcico (subg. cálcico), una roca dura dentro de los 50 cm. (subg. lítico), un porcentaje en carbono orgánico en el horizonte A superior a 0,7% (subg. móllico), o una saturación de bases superior a 75% en el Bt (subg. últico).

### III-3-4 ORDEN INCEPTISOL

En el área se distinguen los siguientes subgrupos: Criochrept típico y dístrico; Xerochrept típico, calcixeróllico y dístrico; Criumbrept típico y éntico; Xerumbrept típico, éntico y páquico; Haplumbrept típico, éntico y páquico. En todos los grandes grupos no se descarta la presencia del subgrupo lítico, si bien éste es puntual en el conjunto del área, al estar constituido el material original de los suelos por derrubios de ladera y rara vez se ha encontrado un contacto lítico definible como tal dentro de los 50 cm. iniciales.

Los suelos pertenecientes al orden Inceptisol son los más característicos de este área de Sierra Nevada, teniendo su máximo exponente en los Xerumbrepts y Criumbrepts que vienen a significar el suelo tipo de las zonas con matorral de alta montaña.

Los **Ochrepts** son suelos que, bien presentan un horizonte móllico o úmbrico de menos de 25 cm. de espesor (en caso contrario serían umbrepts), con o sin horizonte cámbico y saturación de bases de menos de 50% en alguna parte del perfil, entre la superficie y 1,8 m. de profundidad, además de un régimen de temperatura méxico (perfil nº 10); o bien tienen un epipedón ócrico y un horizonte cámbico (perfil nº 3, 16, 22); un ócrico y un

horizonte cálcico (perfil 13); o un ócrico además de un cámbico y un cálcico (perfil nº 31). En estos casos, se estima necesario la creación de un nuevo subgrupo éntico, para aquellos Ochrepts que no manifiesten un horizonte Bw de alteración.

Los Criochrepts, que indican un régimen de temperatura críico, son por lo general dístricos incluso sobre rocas de tipo anfibolita, debido a la intensidad de los procesos de lavado de bases, muy superior a la capacidad de renovación de los materiales, propiciando saturaciones inferiores al 60%.

El Xerochrept se clasifica como típico siempre que esté saturado (%SAT. > 60%) en alguna parte del suelo entre 25 y 75 cm., dístrico en caso contrario y calcixeróllico cuando presenta síntomas de lavado y acumulación de  $CO_3Ca$  secundario.

El Xerochrept típico se encuentra en toda la zona de estudio distinguiéndose algunos con reacción calcárea y otros no calcáreos. Para el primer caso se cree que sería correcto que la Soil Taxonomy considerara un subgrupo.

El Xerochrept dístrico es exclusivo del núcleo nevadofilábride, en general en suelos decapitados por el cultivo, y el Xerochrept calciceróllico lo es del sector alpujárride en lugares no muy erosivos donde son visibles

las acumulaciones de caliza blanda pulverulenta.

Con respecto a las otras clasificaciones los Ochrepts se asimilan a unidades de suelos diversas. Para la FAO-UNESCO (1.974) los perfiles referidos se clasifican como Phaeozem háplico si existe móllico, tengan o no cámbico; Cambisoles si tienen cámbico y ócrico, diferenciando Cambisol eútrico o dístrico según la saturación y Cambisol cálcico cuando el suelo es calcáreo; y por último, cuando no hay cámbico, ni móllico, ni úmbrico, el suelo no es clasificable ya que se trata de un perfil con horizontes de diagnóstico ócrico y cálcico, que no puede ser Regosol ni Cambisol.

Como una particularidad se puede citar el perfil n° 22, que manifiesta un horizonte cámbico según la clave americana, aunque la base del mismo no llegue a 25 cm. de profundidad, cumpliendo todos los demás requisitos y siendo el régimen de humedad críico. Para la FAO-UNESCO (1.974 y 1.988) no hay horizonte de diagnóstico cámbico en este caso.

La consideración de nuevos criterios de diagnóstico en la clave FAO-UNESCO (1.988) son responsables del cambio de denominación de los perfiles n° 10, 13 y 31, ya que los suelos con horizonte cálcico se clasifican en esta leyenda dentro del grupo principal de suelos: "Calcisol".

Los **Umbrepts** son suelos que tienen un epipedón móllico de más de 25 cm. de espesor y parte del perfil desaturado, o un úmbrico mayor de 25 cm. de espesor, apareciendo en el área "tres grandes grupos" según el régimen de temperatura y de humedad del suelo: Criumbrept, Xerumbrept y Haplumbrept. En todos los casos la diferenciación de los subgrupos se hace en base a la presencia o no de horizontes Bw cámbicos (típico o éntico). Para los Xerumbrepts y Haplumbrepts puede existir el subgrupo páquico cuando el epipedón superficial tiene un espesor superior a 50 cm.

Los perfiles nº 1, 5, 9, 11, 15, 19, 21, 23, 24, 29, 32, 33, 34 y 35 son indicativos de las tipologías Umbrepts y de ellos se pueden hacer las siguientes consideraciones: 1) Los sustratos de los suelos están en todos los casos desaturados; 2) Los Xerumbrepts y Haplumbrepts suelen tener horizonte A móllico, mientras que en los Criumbrepts el epipedón es frecuentemente úmbrico; 3) Los perfiles nº 23, 32, 33, 34 y 35, se han clasificado como Xerumbrept por presentar régimen de temperatura frígido, aunque esten situados a una cota superior a la considerada como límite inferior de aparición del régimen críico. Ello se debe a la presencia en estos suelos de horizonte O.

Todos los perfiles son fácilmente clasificables en las claves del USDA (1.985) encontrándose dificultades al asimilarlos a las leyendas FAO-UNESCO. En primer lugar una parte importante de los suelos no cumplen el contraste de



"value" entre los colores del horizonte A y C de al menos una unidad, tanto en seco como en húmedo. Según este criterio las claves FAO no consideran epipedón móllico o úmblico a un alto porcentaje de horizontes superficiales, que tienen colores al límite de las exigencias (perfiles n° 1, 15 y 23), denominando a los suelos Cambisoles dístricos (con Bw cámbico) o Regosoles dístricos. La Soil Taxonomy, por el contrario, especifica la salvedad de este requerimiento para móllico, cuando la roca original es de tonos oscuros (por ejemplo micasquistos grafitosos), entendiendo que es más importante el criterio por el que el contenido de carbono orgánico debe ser, como mínimo, 0,6% superior en el móllico que en el horizonte C.

La FAO-UNESCO (1.974) clasifica a los Umbrepts con móllico o úmblico en dos unidades de suelos: Phaeozem háplico cuando existe móllico y Cambisol húmico siempre que el epipedón esté desaturado, tengan o no horizonte B cámbico.

La clasificación FAO más actualizada clarifica y puntualiza características taxonómicas en determinados casos, pero a la vez, y según se ha podido constatar, no permite la clasificación correcta de algunos perfiles.

Los suelos que tienen únicamente un horizonte de diagnóstico úmblico encajan en la unidad Regosol úmblico (perfil n° 5, 19, 21). El Cambisol húmico se presenta como

un suelo que tiene un horizonte cámbico desaturado en bases, subyacente a un móllico o un úmbrico (perfilnº 24). Los perfiles nº 9 y 29 cumplen los requerimientos para móllico en el horizonte A sin otro horizonte de diagnóstico. En estos casos los suelos no pueden ser clasificados, puesto que debajo del móllico el sustrato está desaturado incumpliendo los requisitos para Phaeozem, que sería el grupo principal de suelos más afín.

Para finalizar con el análisis de los Inceptisoles y a la vista de los resultados obtenidos, se reconoce en la clasificación americana el sistema más útil para definir los Umbrepts de este área mediterránea, aunque para una mayor exhaustividad parece razonable proponer un subgrupo que indicara el tipo de epipedón (móllico o úmbrico).

### III-3-5 - ORDEN ENTISOL

En el área se han descrito los subordenes Aquent, Fluvent y Orthent.

Los Aquents son suelos que presentan horizontes H y O desarrollados sobre materiales groseros derrubiados, con mezclas de tipologías ácidas y síntomas inequívocos de procesos de oxidación y reducción resultantes de períodos de encharcamiento prolongado. Grandes grupos como Cryaquent, Fluvaquent y Haplaquent pueden estar presentes aunque no se han muestreado y estudiado en detalle, por su pequeña extensión y por ende, importancia cartográfica.

Tampoco se ha prestado una atención especial a los Fluvents, debido a su escasa representación, si bien podemos apuntar que se trata de suelos poco evolucionados, sin horizontes de diagnóstico, sometidos a procesos de sedimentación aluvial que propician perfiles de suelo poco evolucionados, con una estratificación no edáfica que se manifiesta en una distribución irregular del contenido en carbono orgánico en profundidad. Los "grandes grupos" más frecuentes son los Criofluvents y Xerofluvents.

Los Orthents sólo presentan un horizonte de diagnóstico ócrico. En el área se han caracterizado tres tipologías diferentes, algunas de ellas no bien reflejadas

en las taxonomía USDA (1.985).

El tipo más frecuente es el Orthent erosivo, característico de las laderas muy denudadas, con pendientes importantes, sin vegetación desarrollada y/o en las zonas de cumbres. Por encima de 2.160 m. de altitud el régimen de temperatura es críico, clasificando al suelo como Criorthent típico o lítico (perfiles n° 7, 8, 18). En general todos los Criorthents están desaturados en bases, razón por la que no se echa en falta el subgrupo dístrico que USDA no contempla. El Xerorthent aparece cuando el régimen de humedad del suelo es xérico y el de temperatura distinto de críico; es típico (perfil n° 6) si está saturado en bases, dístrico (perfil n° 20) en caso contrario y lítico cuando está limitado por roca dura (perfil n° 14 = Leptosol eútrico en FAO-UNESCO, 1.988).

Un segundo tipo de Orthent (perfil n° 25 y 26) aunque se clasifica como Xerorthent típico, tiene peculiaridades que se piensan son razones de peso para la ampliación de un nuevo subgrupo: Xerothent calcáreo. Las claves FAO-UNESCO incluyen estos suelos en la unidad Regosol calcárico.

Por último se ha definido en el área el Xerorthent típico representado por el perfil n° 30 y caracterizado por ser un suelo de cultivo sometido a importantes acciones antrópicas (continuo abonado, riego, adición de materiales diversos, etc. ). Este suelo tiene un epipedón antrópico

(requerimientos de móllico y  $P_2O_5 > 250$  ppm.) y es de difícil clasificación en los sistemas taxonómicos convencionales, como discutieron en su día Delgado Calvo-Flores et al. (1.988). Quizás el mayor acierto corresponde a la clave revisada de FAO-UNESCO que incluye estos suelos dentro del gran grupo Anthrosol, si bien no es posible definir la unidad de suelos. Podría tratarse de cumúlicos, ya que el segundo supuesto de esta unidad habla de una elevación de la superficie hecha por el hombre, que corresponde al caso de los suelos alpujarreños. Incluso podría tratarse de Anthrosoles fímicos que incluyen un horizonte de diagnóstico fímico, antiguo antrópico.

Algunos de los Orthents analizados (perfiles nº 8, 20, 25, 26) podrían clasificarse o estar muy próximos al Arenosol álbico que describe FAO-UNESCO (1.974). En efecto se cumplen los requerimientos para material álbico, aunque los valores del "value" están en el límite de los requerimientos, y la textura es franco arenosa con menos de 18% de arcilla y más de 65% de arena. Sin embargo para FAO-UNESCO (1.988) y Soil Taxonomy nunca pueden clasificarse como tales; en el primer caso porque se exige una textura más gruesa que franco arenosa, y tampoco es Psamment porque debería tener menos del 35% en volumen de fragmentos gruesos y textura más gruesa que arenoso franca.

A la vista de la discusión precedente se justifica el empleo de la "Soil Taxonomy" para resolver la problemática

clasificatoria de los suelos de la zona estudiada, puesto que define con más precisión las características de los suelos y aporta un mayor grado de resolución e información sobre aspectos, no sólo genéticos, sino también aquellos otros destinados a la evaluación de suelos. Alcanzando el nivel de "subgrupo" se consigue conocer un número suficiente de características utilitarias: contenido en materia orgánica, disponibilidad de bases de cambio, horizonaciones, profundidad efectiva del suelo, regímenes de humedad y temperatura del suelo, etc.

La diferenciación de familias dentro de un subgrupo aportaría una mayor definición para la evaluación de suelos, si bien no se considera como estrictamente necesaria tanto por la escala de trabajo, como también por estar implícitos los criterios de diferenciación de familias de suelos en el sistema de evaluación empleado.

No obstante, se han detectado algunas deficiencias en la aplicación de la Clave Americana a los suelos del área, que podrían resumirse esencialmente en la falta de un subgrupo calcárico en Orthent y Ochrept, un nuevo subgrupo en Umbrept que diferenciase suelos con móllico de otros con úmbrico, la inclusión de Ochrept sin cámbico y la definición de Entisoles que tienen horizonte antrópico y no reúnen los requisitos para plaggen, cuestión ésta última que resuelve en parte FAO-UNESCO (1.988).

Tabla III-3-1 Clasificación de los perfiles

| PERFIL | SOIL TAXONOMY -USDA (1.985)  |                              | FAO - UNESCO (1.974)                               |                     | FAO - UNESCO (1.988)                                |                     |
|--------|--|------------------------------|--|---------------------|---|---------------------|
|        | Criterios *<br>Diagnósticos  | Clasificación                | Criterios *<br>Diagnósticos                        | Clasificación       | Criterios *<br>Diagnósticos                         | Clasificación       |
| 1      | Móllico > 25 cm.,<br>Cámbico, SAT < 50%<br>en la base, Xérico<br>y Mésico                            | Xerumbrept<br>típico         | Ocrico, Cámbico,<br>SAT < 50% en<br>parte del B    | Cambisol<br>dístico | Ocrico, Cámbico,<br>SAT < 50% en parte<br>del B     | Cambisol<br>dístico |
| 2      | Móllico, SAT > 50%<br>en todo el perfil,<br>SAT > 75% en los 75<br>cm. iniciales,<br>Xérico y Mésico | Haploxeroll<br>útrico-éntico | Móllico  | Phaeozem<br>háptico | Móllico, SAT > 50%<br>en todo el perfil             | Phaeozem<br>háptico |
| 3      | Ocrico, Cámbico,<br>SAT > 60% entre 25<br>y 75 cm., Xérico y<br>Mésico                               | Xerochrept<br>típico         | Ocrico, Cámbico,<br>SAT > 50% en todo<br>el perfil | Cambisol<br>eútrico | Ocrico, Cámbico,<br>SAT > 50% en todo<br>el perfil  | Cambisol<br>eútrico |
| 4      | Móllico, Cámbico,<br>SAT > 50% en todo<br>el perfil, Xérico<br>y Mésico                              | Haploxeroll<br>típico        | Móllico, Cámbico                                   | Phaeozem<br>háptico | Móllico, Cámbico,<br>SAT > 50% en todo<br>el perfil | Phaeozem<br>háptico |
| 5      | Umbrico > 25 cm.,<br>SAT < 50% en todo<br>el perfil, Criico  | Criumbrept<br>éntico         | Umbrico > 25 cm.                                   | Cambisol<br>húmico  | Umbrico   | Regosol úmbrico     |
| 6      | Ocrico, SAT > 60%<br>en todo el perfil<br>, Xérico y Mésico  | Xerorthent<br>típico         | Ocrico, SAT > 50%<br>en todo el perfil             | Regosol<br>eútrico  | Ocrico, SAT > 50%<br>en todo el perfil              | Regosol eútrico     |

\* Se refiere a los determinantes en la clasificación del perfil

529

Tabla III-3-1 Clasificación de los perfiles (Continuación)

| PERFIL | SOIL TAXONOMY -USDA (1.985)  |                        | FAO - UNESCO (1.974)   |  | FAO - UNESCO (1.988)  |                     |
|--------|--|------------------------|--|--|---|---------------------|
|        | Criterios *<br>Diagnósticos  | Clasificación          | Criterios *<br>Diagnósticos  | Clasificación                              | Criterios *<br>Diagnósticos   | Clasificación       |
| 7      | Ocrico, Xérico y<br>Críico   | Criorthent<br>típico   | Ocrico, SAT.< 50%<br>en la base  | Regosol<br>dístico                         | Ocrico, SAT.< 50%   | Regosol<br>dístico  |
| 8      | Ocrico, Xérico y<br>Críico   | Ciorthent<br>típico    | Ocrico, SAT.< 50%<br>en todo el<br>perfil. ¿Material<br>álbico?          | Regosol<br>dístico<br>¿Arenosol<br>álbico? | Ocrico, SAT.< 50%   | Regosol<br>dístico  |
| 9      | Móllico > 25 cm.,<br>SAT.< 50% en la<br>base, Xérico y<br>Mésico   | Xerumbrept<br>éntico   | Móllico  | Phaeozem<br>háplico                        | Móllico, SAT.< 50%<br>en la base  | ? ? ? ? ?           |
| 10     | Móllico < 25 cm.,<br>Cámbico, SAT.> 60%<br>entre 25-75 cm.,<br>Xérico y Mésico                           | Xerochrept<br>típico   | Móllico, Cámbico   | Phaeozem<br>háplico                        | Móllico, Cámbico,<br>SAT.> 50% en B,<br>SAT.< 50% en C                              | Cambisol<br>crómico |
| 11     | Móllico > 25 cm.,<br>Cámbico, SAT.< 50%<br>en la base, Xérico<br>y Frígido                               | Xerumbrept<br>típico   | Móllico, Cámbico   | Phaeozem<br>háplico                        | Móllico, Cámbico,<br>SAT. < 50% en B  | Cambisol húmico     |
| 12     | Ocrico, Argíllico,<br>Value húmedo de Bt<br>> 4, SAT.> 50% en<br>Bt, C.O.> 0,7% en<br>A, Xérico y Mésico | Haploxeralf<br>móllico | Ocrico, Argíllico,<br>SAT.> 50% en Bt,<br>Hue de Bt más<br>rojo de 7,5YR | Luvisol<br>crómico                         | Ocrico, Argico,<br>SAT.> 50% en Bt,<br>C.E.C.< 24 cmol(+)<br>Kg <sup>-1</sup> en Bt | Lixisol háplico     |

\* Se refiere a los determinates en la clasificación del perfil



Tabla III-3-1 Clasificación de los perfiles (continuación)

| PERFIL | SOIL TAXONOMY -USDA (1.985)  |   | FAO - UNESCO (1.974)                          |                     | FAO - UNESCO (1.988)                          |                     |
|--------|--|---|---|---------------------|---|---------------------|
|        | Criterios *<br>Diagnósticos  | Clasificación                           | Criterios *<br>Diagnósticos                   | Clasificación       | Criterios *<br>Diagnósticos                   | Clasificación       |
| 13     | Ocrico, Cálcico,<br>Contacto lítico en<br>50 cm., Xérico y<br>México | Xerochrept<br>calcixeróllico-<br>lítico | Ocrico, Cálcico                               | ? ? ? ? ?           | Ocrico, Cálcico                               | Calcisol<br>háptico |
| 14     | Ocrico, Contacto<br>lítico en 30 cm.<br>Xérico y México              | Xerorthent<br>lítico                    | Ocrico, calcáreo                              | Regosol<br>calcáreo | Ocrico, SAT.> 50%<br>en A                     | Leptosol<br>eútrico |
| 15     | Móllico > 25 cm.,<br>SAT.< 50% en la<br>base, Xérico y<br>Criico     | Criumbrept<br>éntico                    | Ocrico, SAT.< 50%<br>en la base               | Regosol<br>dístico  | Ocrico, SAT.< 50%<br>en la base               | Regosol<br>dístico  |
| 16     | Ocrico, Cámbico,<br>SAT.> 60% en el<br>perfil, Xérico y<br>México    | Xerochrept<br>típico                    | Ocrico, Cámbico,<br>SAT.> 50% en el<br>perfil | Cambisol<br>eútrico | Ocrico, Cámbico,<br>SAT.> 50% en el<br>perfil | Cambisol<br>eútrico |
| 17     | Móllico > 40 cm.,<br>SAT.> 50% en el<br>perfil, Xérico y<br>Criico   | Crioboroll<br>páquico                   | Móllico                                       | Phaeozem<br>háptico | Móllico, SAT.> 50%<br>en el perfil            | Phaeozem<br>háptico |
| 18     | Ocrico, Xérico y<br>Criico   | Criorthent<br>típico                    | Ocrico, SAT.< 50%<br>en el perfil             | Regosol<br>dístico  | Ocrico, SAT.< 50%<br>en el perfil             | Regosol<br>dístico  |
| 19     | Umbrico > 25 cm.,<br>SAT.> 50% en el<br>perfil, Xérico y<br>Criico   | Criumbrept<br>éntico                    | Umbrico > 25 cm.                              | Cambisol<br>húmico  | Umbrico                                       | Regosol úmbrico     |

\* Se refieren a los determinantes en la clasificación del perfil

Tabla III-3-1 Clasificación de los perfiles (Continuación)

| PERFIL | SOIL TAXONOMY -USDA (1.985)   |                       | FAO - UNESCO (1.974)  |   | FAO - UNESCO (1.988)                           |                                |
|--------|---|-----------------------|---|---|--|--------------------------------|
|        | Criterios *<br>Diagnósticos   | Clasificación         | Criterios *<br>Diagnósticos                                       | Clasificación   | Criterios *<br>Diagnósticos                    | Clasificación                  |
| 20     | Ocrico, SAT.< 60%<br>en el perfil,<br>Xérico y Mésico                       | Xerorthent<br>dístico | Ocrico, SAT.<50%<br>en A, SAT.> 50%<br>en C, ¿Material<br>álbico? | Regosol<br>eútrico -<br>dístico<br>¿Arenosol<br>álbico? | Ocrico, SAT.< 50%<br>en A, SAT.> 50% en<br>C   | Regosol<br>eútrico-<br>dístico |
| 21     | Umbrico > 25 cm.,<br>SAT.< 50% en el<br>perfil, Xérico y<br>Criico          | Criumbrept<br>éntico  | Umbrico > 25 cm.  | Cambisol<br>húmico                                      | Umbrico  | Regosol úmbrico                |
| 22     | Ocrico, Cámbico,<br>SAT.< 50% en el<br>perfil, Xérico y<br>Criico           | Criochrept<br>dístico | Ocrico  | Regosol<br>dístico                                      | Ocrico   | Regosol<br>dístico             |
| 23     | Umbrico > 25 cm.,<br>Cámbico, SAT.<50%<br>en el perfil,<br>Xérico. Hori. 0  | Xerumbrept<br>típico  | Ocrico, Cámbico,<br>SAT.< 50% en el<br>perfil                     | Cambisol<br>dístico                                     | Ocrico, Cámbico,<br>SAT.< 50% en el<br>perfil  | Cambisol<br>dístico            |
| 24     | Umbrico = 25 cm.,<br>Cámbico, SAT.< 50%<br>en el perfil,<br>Xérico y Criico | Criumbrept<br>típico  | Umbrico, Cámbico,<br>SAT.< 50% en el<br>perfil                    | Cambisol<br>húmico                                      | Umbrico, Cámbico,<br>SAT.< 50% en el<br>perfil | Cambisol húmico                |
| 25     | Ocrico, SAT.=100%<br>Xérico y Mésico  | Xerorthent<br>típico  | Ocrico, Calcáreo<br>SAT>50%¿Material<br>álbico?                   | Regosol<br>calcáreo<br>¿Arenosol<br>álbico?             | Ocrico, Calcáreo<br>entre 20-50 cm.            | Regosol<br>calcárico           |

\* Se refiere a los determinantes en la clasificación del perfil

Tabla III-3-1 Clasificación de los perfiles (Continuación)

| PERFIL | SOIL TAXONOMY -USDA (1.985)   |                              | FAO - UNESCO (1.974)  |   | FAO - UNESCO (1.988)                              |                                  |
|--------|---|------------------------------|---|---|---|----------------------------------|
|        | Criterios *<br>Diagnósticos   | Clasificación                | Criterios *<br>Diagnósticos                                       | Clasificación   | Criterios *<br>Diagnósticos                       | Clasificación                    |
| 26     | Ocrico, SAT.=100%<br>Xérico y Mésico  | Xerorthent<br>típico         | Ocrico, Ligera-<br>mente calcáreo,<br>SAT>50%¿Material<br>álbico? | Regosol eútrico<br>a calcáreo<br>¿Arenosol<br>álbico? | Ocrico, Ligera-<br>mente calcáreo                 | Regosol<br>eútrico-<br>calcárico |
| 27     | Móllico, Cálxico,<br>Calcáreo el<br>perfil, Xérico y<br>Mésico  | Calcixeroll<br>típico        | Móllico < 50 cm.<br>CO <sub>3</sub> Ca eq.> 40%                   | Rendzina  | Móllico con chroma<br>> 2, Cálxico                | Kastanozem<br>cálxico            |
| 28     | Móllico, Cámbico,<br>SAT.> 50% en el<br>perfil, calcáreo<br>en A y C, lig.<br>calcáreo en B,<br>Xérico y Mésico | Haploxeroll<br>cálxico       | Móllico < 50 cm.<br>CO <sub>3</sub> Ca eq.> 40%                   | Rendzina  | Móllico con chroma<br>> 2, caliza<br>pulverulenta | Kastanozem<br>háplico            |
| 29     | Móllico > 25 cm.,<br>SAT.< 50% en la<br>base, Udico y<br>Mésico   | Haplumbrept<br>éntico        | Móllico   | Phaeozem<br>háplico                                   | Móllico, SAT.< 50%<br>en la base                  | ? ? ? ? ?                        |
| 30     | Antrópico, SAT.><br>60% en el perfil  | Xerorthent<br>típico         | Ocrico, SAT.>50%<br>en el perfil                                  | Regosol eútrico                                       | Ocrico, acciones<br>antrópicas                    | Anthrosol                        |
| 31     | Ocrico, Cámbico,<br>Cálxico, Xérico y<br>Mésico   | Xerochrept<br>calcixeróllico | Ocrico, Cámbico,<br>Cálxico, Calcáreo                             | Cambisol<br>cálxico                                   | Ocrico, Cámbico,<br>Horizonte calcárico           | Calcisol<br>háplico              |

\* Se refieren a los determinates en la clasificación del perfil

Tabla III-3-1 Clasificación de los perfiles (Continuación)

| PERFIL | SOIL TAXONOMY -USDA (1.985)   |                      | FAO - UNESCO (1.974)                         |                     | FAO - UNESCO (1.988)                          |                     |
|--------|---|----------------------|--|---------------------|---|---------------------|
|        | Criterios *<br>Diagnósticos   | Clasificación        | Criterios *<br>Diagnósticos                  | Clasificación       | Criterios *<br>Diagnósticos                   | Clasificación       |
| 32     | Móllico > 25 cm.,<br>Cámbico, SAT< 50%<br>debajo de O<br>Xérico, Hor. O   | Xerumbrept<br>típico | Ocrico, Cámbico,<br>SAT.< 50% en B           | Cambisol<br>dístico | Ocrico, Cámbico,<br>SAT< 50% en B             | Cambisol<br>dístico |
| 33     | Móllico > 25 cm.,<br>Cámbico, SAT< 50%<br>debajo de O.<br>Xérico, Hor. O  | Xerumbrept<br>típico | Móllico, Cámbico                             | Phaeozem<br>háptico | Móllico, Cámbico,<br>SAT< 50% en B            | Cambisol<br>húmico  |
| 34     | Umbrico = 25 cm.,<br>Cámbico, SAT< 50%<br>en el perfil,<br>Xérico, Hor. O | Xerumbrept<br>típico | Umbrico, Cámbico<br>SAT< 50% en B            | Cambisol<br>húmico  | Umbrico, Cámbico,<br>SAT< 50% en B            | Cambisol<br>húmico  |
| 35     | Umbrico < 25 cm.,<br>Cámbico, SAT< 50%<br>en el perfil,<br>Xérico, Hor. O | Xerumbrept<br>típico | Umbrico, Cámbico<br>SAT< 50% en el<br>perfil | Cambisol<br>húmico  | Umbrico, Cámbico,<br>SAT< 50% en el<br>perfil | Cambisol<br>húmico  |

\* Se refiere a los determinantes en la clasificación del perfil

528

**CAPITULO 4**  
**SECUENCIAS DE SUELOS**

THE  
MAGAZINE  
OF THE  
SOCIETY  
OF  
MUSICIANS  
AND  
MUSIC  
TEACHERS  
OF  
THE  
UNITED  
STATES  
OF  
AMERICA  
PUBLISHED  
BY  
THE  
MUSIC  
TEACHERS  
SOCIETY  
OF  
AMERICA  
NEW  
YORK  
1914

CONTENTS

THE  
MUSIC  
TEACHERS  
SOCIETY  
OF  
AMERICA  
NEW  
YORK  
1914

### III-4-1 - INTRODUCCION

La edafogénesis del sector estudiado está condicionada por las variables intrínsecas de los factores formadores ya descritos. En este sentido difícilmente podrán comprenderse las características y propiedades locales de un pedón, sin un pormenorizado análisis de los procesos genéticos resultantes de la interacción de todos los parámetros biofísicos durante un tiempo determinado, el transcurrido desde el instante cero, y de las actuaciones humanas precedentes.

Pese a la afirmación anterior se reconocen en la zona tendencias edafogenéticas en las que se aprecia una variación de los caracteres morfológicos y analíticos de los perfiles de suelos investigados, paralelamente a los cambios de algunos condicionantes edáficos cuya influencia es prevalente frente al resto, que sólo introducen matizaciones al marco global de la génesis. Las secuencias de suelos son ilustrativas acerca de la influencia de los factores formadores, procesos edafogenéticos (tipología e intensidad) y consecuentemente de los suelos resultantes.

La primera consideración que cabe destacar y recordar es la existencia de dos grupos de rocas o materiales originales de los suelos, cuya influencia se deja sentir especialmente en la reacción del suelo: ácida a neutra en

los materiales nevadofilábrides y ligeramente básica en las unidades alpujárrides del sector occidental.

Las diferencias esenciales en los suelos de una y otra zona no se limitan en exclusiva al pH. En la figura III-4-1 se comparan los principales caracteres de dos suelos (perfil nº 31 y nº 11) que representan la tipologías medias de cada zona.

Con valores ciertamente dispares aparecen el porcentaje de saturación de bases en el horizonte subsuperficial y el contenido en  $\text{CO}_3\text{Ca}$  equivalente, ambos muy superiores en la zona carbonatada. La textura global es bastante más limosa y arcillosa en los suelos calizos que en los ácidos, donde la fracción arena está por encima del 50%.

Evidentemente, a igualdad de otros factores del medio natural, la roca tiene suficiente entidad como para condicionar diferencias edáficas de gran importancia. En cuanto a los procesos de formación del suelo actuantes sobre una y otra roca, se mantienen similares las pautas generales de meteorización, melanización y translocación, y por tanto la horizonación. Se trata en ambos casos de suelos de montaña mediterránea con unas tendencias edafogenéticas similares. No obstante la disolución de las calizodolomías y la evolución de los fenómenos kársticos con la acumulación de arcillas de descalcificación, la existencia de procesos de lavado de carbonato cálcico y formación de



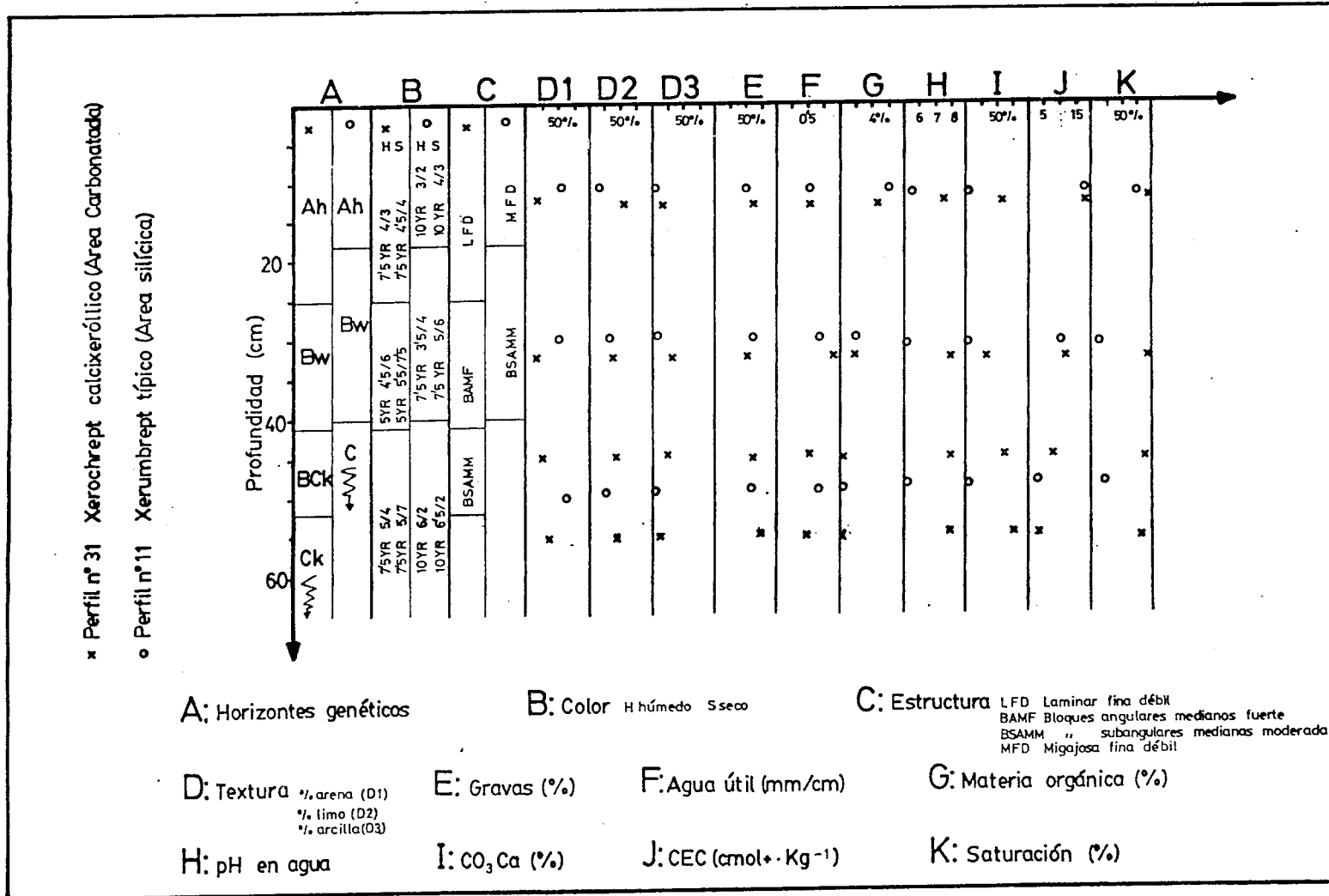


Figura III-4-1 Características morfológicas y analíticas del solum

1877

1878

1879

1880

1881

1882

1883

1884

1885

1886

1887

1888

1889

1890

1891

1892

1893

1894

1895

1896

1897

1898

1899

1900

1901

1902

1903

1904

1905

1906

1907

1908

1909

1910

1911

1912

1913

1914

1915

1916

1917

1918

1919

1920

1921

1922

1923

1924

1925

1926

1927

1928

1929

1930

1931

1932

1933

1934

1935

1936

1937

1938

1939

1940

1941

1942

1943

1944

1945

1946

1947

1948

1949

1950

1951

1952

1953

1954

1955

1956

1957

1958

1959

1960

1961

1962

1963

1964

1965

1966

1967

1968

1969

1970

1971

1972

1973

1974

1975

1976

1977

1978

1979

1980

1981

1982

1983

1984

1985

1986

1987

1988

1989

1990

1991

1992

1993

1994

1995

1996

1997

1998

1999

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

2014

2015

2016

2017

2018

2019

2020

2021

2022

2023

2024

2025

2026

2027

2028

2029

2030

2031

2032

2033

2034

2035

2036

2037

2038

2039

2040

2041

2042

2043

2044

2045

2046

2047

2048

2049

2050

2051

2052

2053

2054

2055

2056

2057

2058

2059

2060

2061

2062

2063

2064

2065

2066

2067

2068

2069

2070

2071

2072

2073

2074

2075

2076

2077

2078

2079

2080

2081

2082

2083

2084

2085

2086

2087

2088

2089

2090

2091

2092

2093

2094

2095

2096

2097

2098

2099

2100

2101

2102

2103

2104

2105

2106

2107

2108

2109

2110

2111

2112

2113

2114

2115

2116

2117

2118

2119

2120

2121

2122

2123

2124

2125

2126

2127

2128

2129

2130

2131

2132

2133

2134

2135

2136

2137

2138

2139

2140

2141

2142

2143

2144

2145

2146

2147

2148

2149

2150

2151

2152

2153

2154

2155

2156

2157

2158

2159

2160

2161

2162

2163

2164

2165

2166

2167

2168

2169

2170

2171

2172

2173

2174

2175

2176

2177

2178

2179

2180

2181

2182

2183

2184

2185

2186

2187

2188

2189

2190

2191

2192

2193

2194

2195

2196

2197

2198

2199

2200

2201

2202

2203

2204

2205

2206

2207

2208

2209

2210

2211

2212

2213

2214

2215

2216

2217

2218

2219

2220

2221

2222

2223

2224

2225

2226

2227

2228

2229

2230

2231

2232

2233

2234

2235

2236

2237

2238

2239

2240

2241

2242

2243

2244

2245

2246

2247

2248

2249

2250

2251

2252

2253

2254

2255

2256

2257

2258

2259

2260

2261

2262

2263

2264

2265

2266

2267

2268

2269

2270

2271

2272

2273

2274

2275

2276

2277

2278

2279

2280

2281

2282

2283

2284

2285

2286

2287

2288

2289

2290

2291

2292

2293

2294

2295

2296

2297

2298

2299

2300

2301

2302

2303

2304

2305

2306

2307

2308

2309

2310

2311

2312

2313

2314

2315

2316

2317

2318

2319

2320

2321

2322

2323

2324

2325

2326

2327

2328

2329

2330

2331

2332

2333

2334

2335

2336

2337

2338

2339

2340

2341

2342

2343

2344

2345

2346

2347

2348

2349

2350

2351

2352

2353

2354

2355

2356

2357

2358

2359

2360

2361

2362

2363

2364

2365

2366

2367

2368

2369

2370

2371

2372

2373

2374

2375

2376

2377

2378

2379

2380

2381

2382

2383

2384

2385

2386

2387

2388

2389

2390

2391

2392

2393

2394

2395

2396

2397

2398

2399

2400

2401

2402

2403

2404

2405

2406

2407

2408

2409

2410

2411

2412

2413

2414

2415

2416

2417

2418

2419

2420

2421

2422

2423

2424

2425

2426

2427

2428

2429

2430

2431

2432

2433

2434

2435

2436

2437

2438

2439

2440

2441

2442

2443

2444

2445

2446

2447

2448

2449

2450

2451

2452

2453

2454

2455

2456

2457

2458

2459

2460

2461

2462

2463

2464

2465

2466

2467

2468

2469

2470

2471

2472

2473

2474

2475

2476

2477

2478

2479

2480

2481

2482

2483

2484

2485

2486

2487

2488

2489

2490

2491

2492

2493

2494

2495

2496

2497

2498

2499

2500

horizontes cálcicos, así como algunos matices de la humificación sobre rocas carbonatadas, son, junto a otros de menor importancia, criterios que apoyan la separación de las dos zonas edafogenéticas consideradas.

A continuación se describen las secuencias de suelos que con mayor claridad pueden deducirse del estudio de los perfiles recogidos y analizados en el área. Se emplearán esencialmente las propiedades morfológicas y analíticas.

### III-4-2 - SECUENCIAS DE SUELOS DEL AREA CARBONATADA

La primera serie edafogenética que se reconoce en los suelos desarrollados sobre materiales alpujárrides está condicionada por el porcentaje de cobertura de la vegetación y por el porte de la misma.

Tomando como datos de base los obtenidos para los perfiles nº 14 (Xerorthent lítico), 31 (Xerochrept calcixeróllico), 28 (Haploxeroll cálcico) y 27 (Calcixeroll típico), es posible mostrar la influencia de la vegetación, que especialmente se deja sentir en el horizonte orgánico-mineral Ah, cuando se mantienen condiciones homólogas de los demás factores formadores.

Partiendo de la sucesión: Gramíneas y matorral xerofítico - Matorral xerofítico y restos de garriga -  
- Matorral de maquis - Matorral y frondosas; en la figura III-4-2 pueden verse las líneas evolutivas del horizonte Ah, en el mismo sentido del desarrollo de la vegetación, considerando únicamente aquellas características del epipedón que pueden modificarse total o parcialmente por este factor.

Los procesos de acumulación de materia orgánica y aquellos otros encaminados a engrosar el horizonte Ah (retención de materiales inorgánicos de granulometría fina

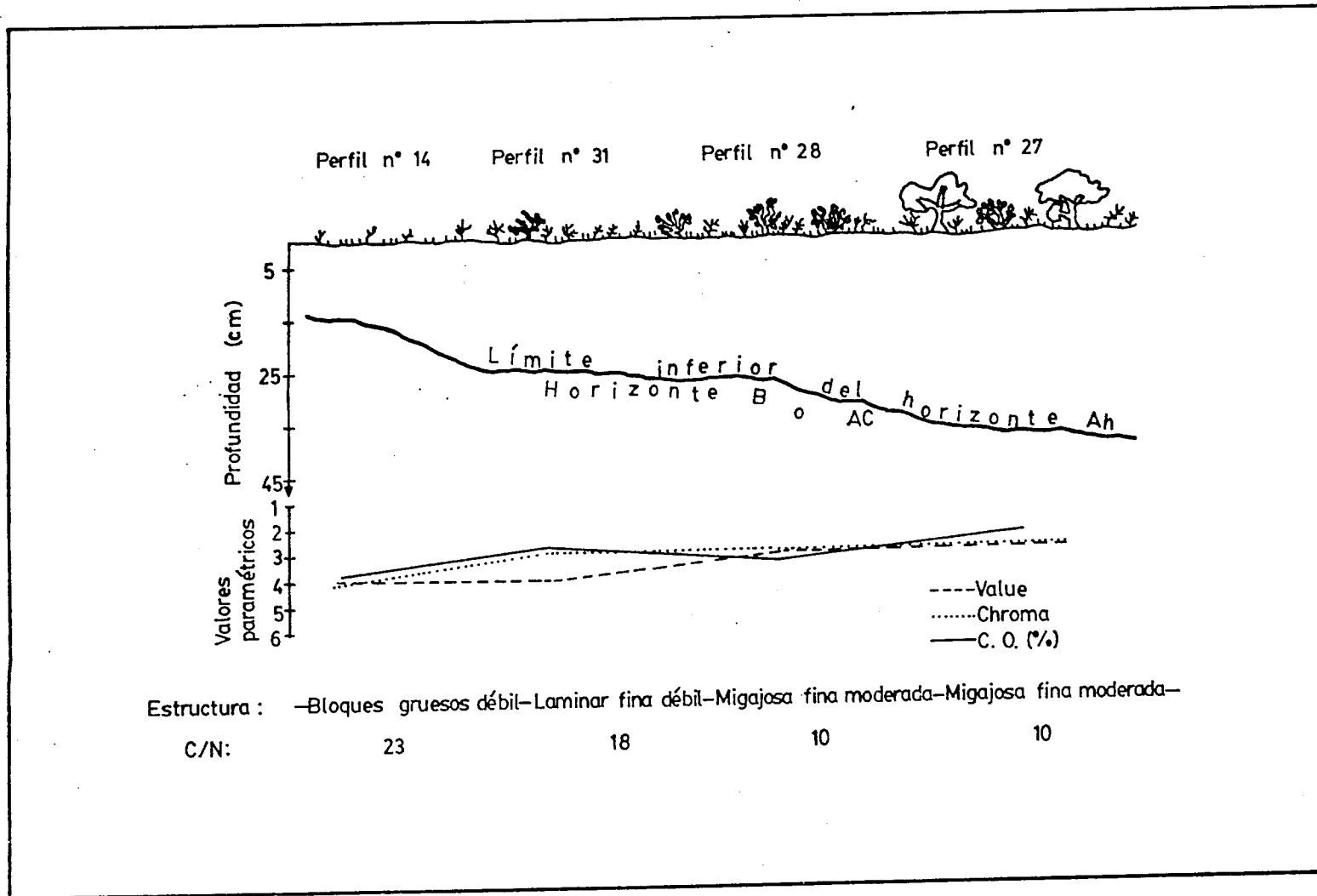
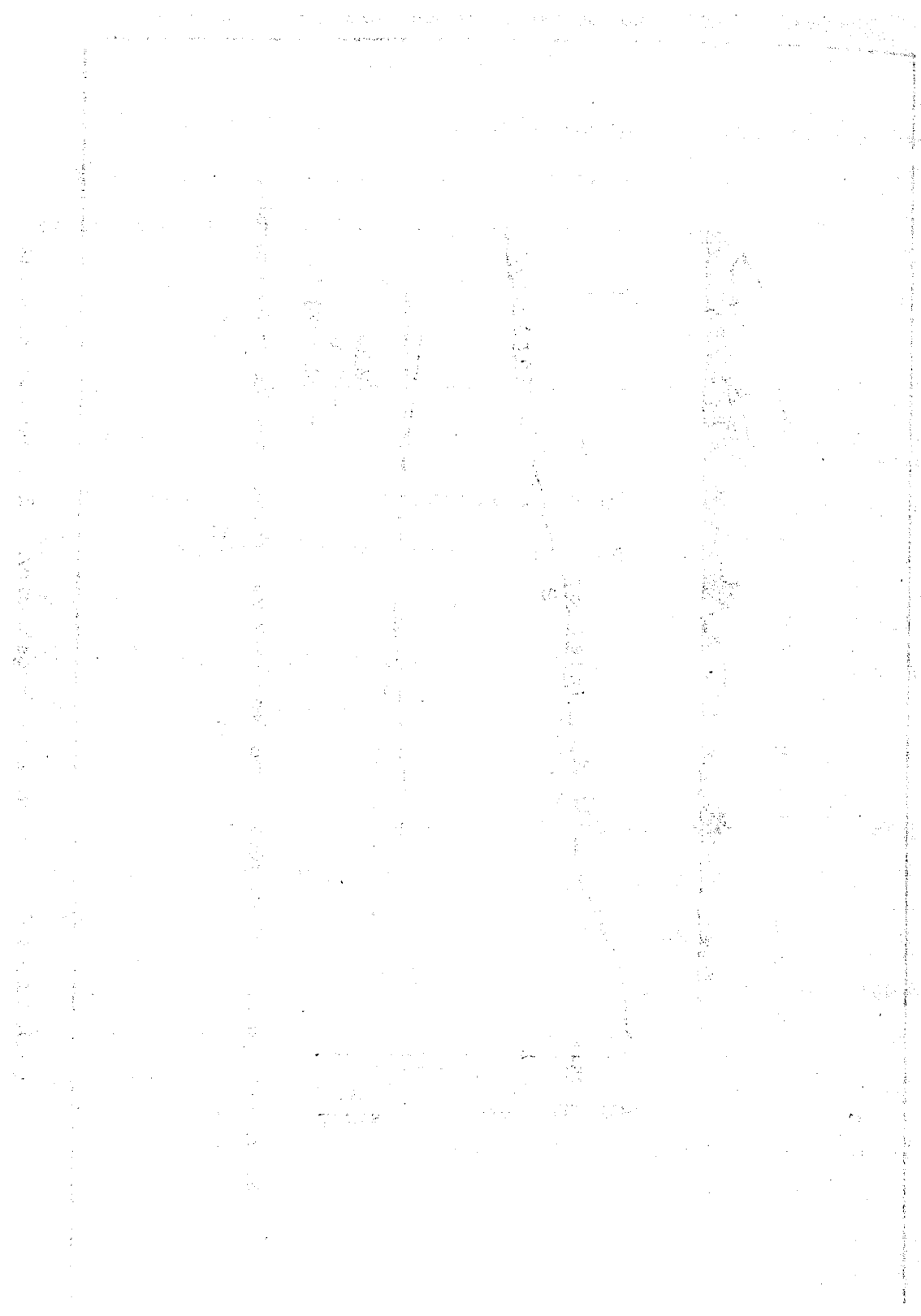


Figura III-4-2 Secuencia de vegetación del área carbonatada



por la vegetación) se muestran especialmente activos con la introducción del matorral de garriga y con la presencia de frondosas. No se aprecia sin embargo una diferencia significativa entre la profundidad del horizonte orgánico-mineral de los perfiles 31 y 28, ambos con la misma vegetación aunque algo más desarrollada en el Haploxeroll.

El contenido en materia orgánica, expresado en % de carbono orgánico, tiene un comportamiento distinto a lo que cabría esperar. En efecto, no existe una clara correspondencia entre el % C. O. y las características de la vegetación, siendo superior en el Xerorthent (C. O.= 3,9%) y menor en el Calcixeroll (C. O.= 2,2%). Evidentemente el aporte de restos vegetales finamente divididos y prácticamente sin descomponer no tiene una relación directa, en este caso, ni con el desarrollo ni con las especies vegetales presentes.

Al acudir a la relación C/N los resultados son muy interesantes. El humus del Xerorthent (C/N=23) corresponde a materia orgánica poco evolucionada en general, o con un porcentaje de restos vegetales frescos, mayor. Desde el Entisol al Mollisol, se deduce del valor de C/N una humificación progresiva con incorporación de compuestos orgánicos, especialmente nitrogenados, a los complejos organo-minerales de los sustratos edáficos, paralelamente al incremento de una vegetación con mayores requerimientos ambientales.

El grado de maduración y evolución del humus es francamente favorable en el Calcixeroll. En éste, el horizonte Ah (C/N=10) debe verse sometido a una intensa actividad de los microorganismos, obteniendo como contrapartida beneficios nutricionales para las plantas y una estructura grumosa neta que facilita la retención de agua y la aireación del suelo.

La melanización, ciertamente relacionada con la humificación, propicia los requerimientos de color para definir un epipedón móllico cuando la vegetación es más espesa y desarrollada.

Los límites de color entre el Ochrept y Xeroll pueden estar poco definidos con una variación en el "value" del horizonte A de una unidad. Tampoco se aprecian necesariamente diferencias notables en el espesor del Ah y en el contenido en materia orgánica, tal es el caso del Haploxeroll y Xerochrept expuestos. Sin embargo la influencia de la vegetación superior sobre el suelo se manifiesta en la relación C/N y en la estructura edáfica del epipedón.

La existencia de arboleda de frondosa propicia Xerolls con un horizonte Ah de espesor superior al resto de los Mollisoles. Previsiblemente el contenido en  $\text{CO}_3\text{Ca}$  y la intensidad de los procesos de lavado y acumulación de carbonato secundario debe influir en la evolución de la



fracción orgánica y en el desarrollo del Ah de Xerolls, aunque este punto no ha podido verificarse.

Queda pues bien definida la secuencia de suelos calizos en base a la vegetación por las tipologías: Xerorthent - Xerochrept - Haploxeroll y/o Calcixeroll.

También en el área alpujárride y en virtud de la descripción de siete perfiles implantados sobre diversos materiales originales, se ha podido establecer una secuencia de suelos, fundamentalmente en base a criterios litológicos aunque matizada por factores topográficos (figura III-4-3).

Los materiales originales descritos son: Derrubios carbonatados (calizo-dolomíticos), dolomías tectonizadas, mármoles y filitas. El pH de todos los suelos, bastante homogéneo, se sitúa entre 7,8 y 8,0 incluso sobre filitas, debido a la contaminación provocada por las rocas circundantes.

El incremento de pendiente y altitud en suelos derivados de un mismo material se traduce en una disminución global del espesor del solum (perfil 25 y 26) y en una horizonación subsuperficial menos nítida (perfil 28 y 31). Condiciones topográficas protegidas en materiales fisurados y diaclasados pueden provocar el lavado intenso de carbonatos, la movilización de arcilla y la creación de

horizontes iluviales (perfil nº12).

El objeto de esta secuencia es incidir en las variaciones en las características de los suelos que puedan ser atribuidas a la roca madre, más que en aspectos taxonómicos en los que parece claro la asimilación de Xerorthent a filitas y cataclasitas, y de suelos con horizonte Bw de alteración (Ochrept o Xeroll) a coluviones y otros materiales derrubados. Respecto a los suelos sobre mármoles no existe una atribución taxonómica clara independiente de otros factores formadores, aunque parece dominar a nivel areal el Xerorthent. La fracturación y diaclasamiento local del mármol puede favorecer una edafogénesis más activa. La presencia de un contacto lítico en los suelos sobre roca metamórfica carbonatada sí es una característica común, diferenciable de los demás miembros de la litosecuencia con un material infrayacente fácilmente cavable.

Se denota una clara litocromía en los horizontes edáficos, independientemente del empardecimiento de los Bw en los lugares de mayor alteración. El porcentaje de matiz rojizo en todo el suelo sigue pautas paralelas con la textura del epipedón en el siguiente sentido: Sobre filitas y cataclasitas la textura es franco arenosa y el color 2,5Y - 10YR; sobre coluviones carbonatados, la textura franco-limosa y hue próximo a 7,5YR; finalmente sobre los mármoles y debido a la presencia de niveles de metarcillitas, la

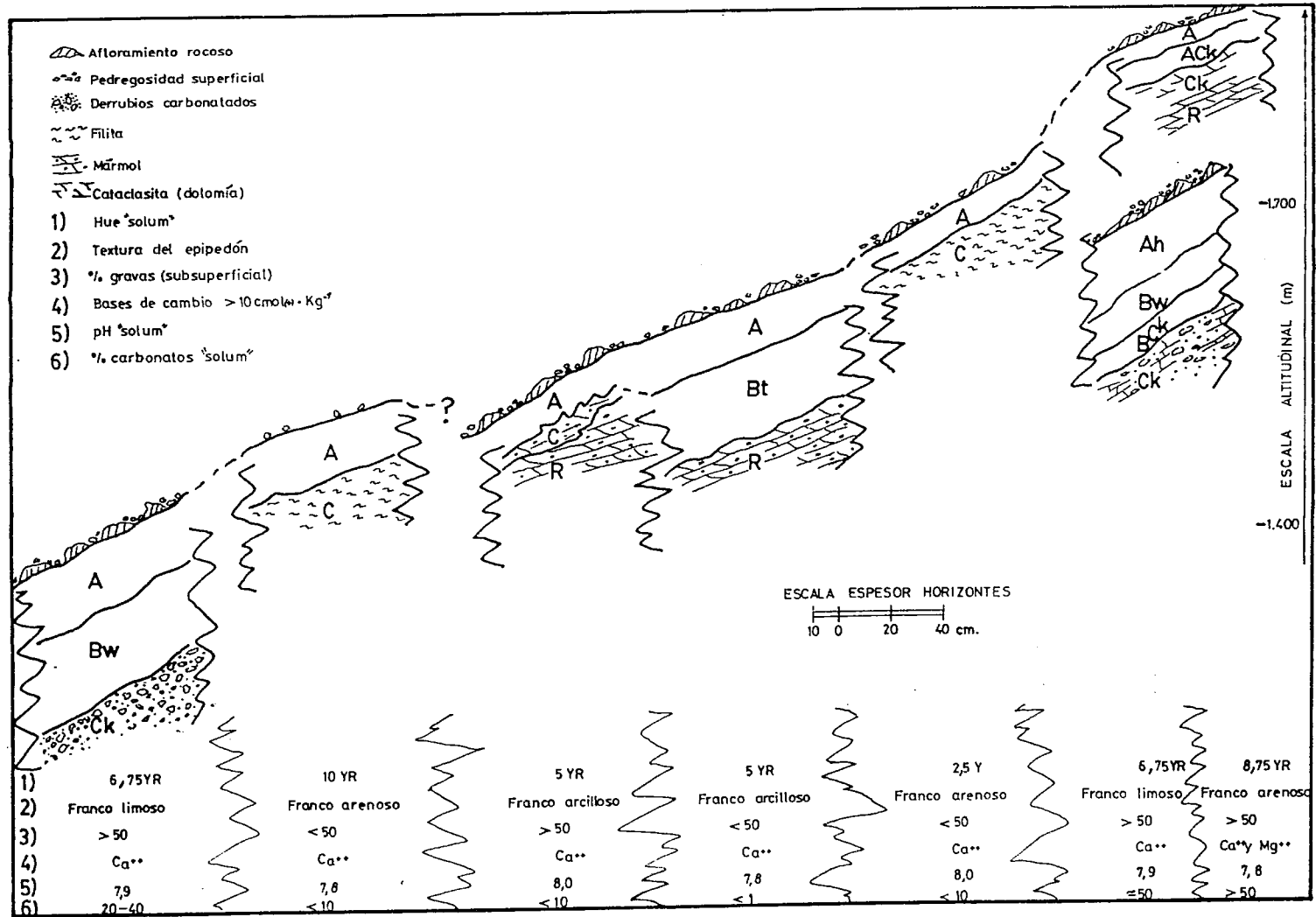
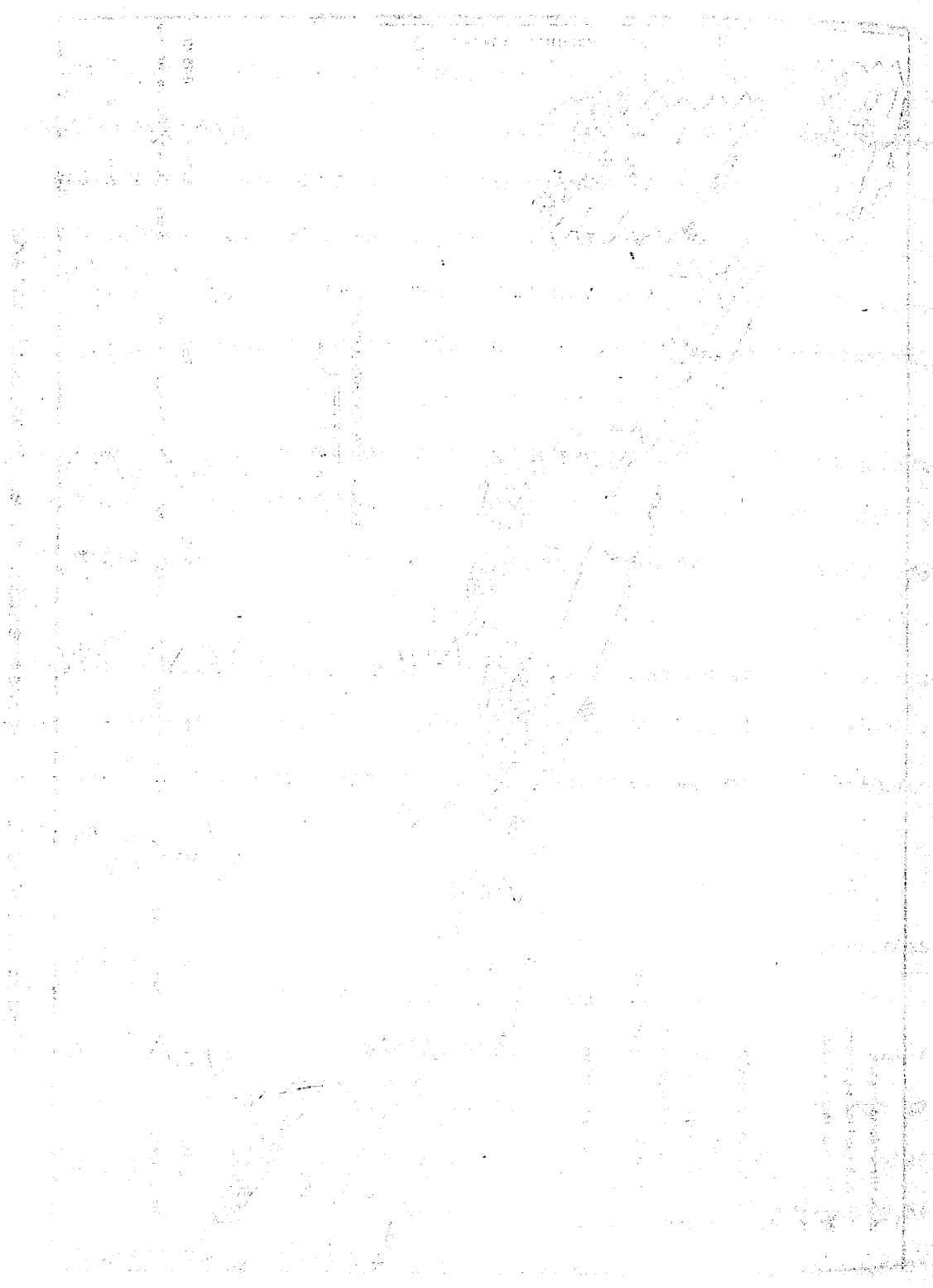


Figura III-4-3 Lito-toposecuencia en el área carbonatada



0000

10/17  
10/18  
10/19  
10/20  
10/21  
10/22  
10/23  
10/24  
10/25  
10/26  
10/27  
10/28  
10/29  
10/30  
10/31

textura del suelo es más fina (franco arcillosa) y el color más rojizo (5YR).

Otra influencia del material original sobre los suelos es el contenido en volumen de fragmentos gruesos, siempre por encima del 50% excepto cuando el material está constituido por filitas. Con igual comportamiento cuantitativo y cualitativo se muestra la pedregosidad y rocosidad superficial, de las clases 3-4 y de naturaleza coherente en los materiales calcáreos de los mantos de Víboras y Trevenque, y menos manifiesta y de roca blanda sobre filitas.

Por último se aprecia una mayor actividad de los procesos de lavado y acumulación de carbonatos en las cotas más altas; un porcentaje de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  equivalente muy superior en calizas derrubias y dolomías tectonizadas respecto a los suelos sobre mármoles y filitas; y un predominio del  $\text{Ca}^{++}$  en el complejo de cambio de todos los suelos, excepto en las dolomías donde aparece el  $\text{Ca}^{++}$  y el  $\text{Mg}^{++}$ , cada uno de ellos con más de  $10 \text{ cmol}(+) \text{Kg}^{-1}$ .

### III-4-3 - SECUENCIAS DE SUELOS EN EL AREA SILICICA

Dentro de la zona silícica y con los datos de los perfiles analizados en este estudio se evidencian dos secuencias de suelos bien definidas, una de ellas en base a la altitud y consecuentemente al clima, y otra claramente influenciada por los efectos erosivos derivados de la pérdida de la vegetación natural, del incremento de la pendiente o de la transformación de uso.

Las diferencias introducidas por la litología de partida, únicamente se manifiestan en la elevación del pH y de la saturación de bases en los suelos sobre anfibolitas y serpentinitas (perfiles 15, 16, 17, 18), respecto a la norma general que son los materiales originales más desaturados y constituidos por derrubios de micasquistos y cuarcitas.

En la secuencia altitudinal (figura III-4-4) se pueden diferenciar dos grupos de suelos en función de la intensidad de los procesos de alteración subsuperficial, manifestada en el empardecimiento, en el contenido en arcilla, el grado de la estructura, el espesor del solum y la liberación del Fe. Cuando los parámetros citados se incrementan, aparece una horizonación A - Bw - C; en su defecto la edafogénesis está más restringida, esencialmente por el aumento de la pendiente, apareciendo perfiles A -

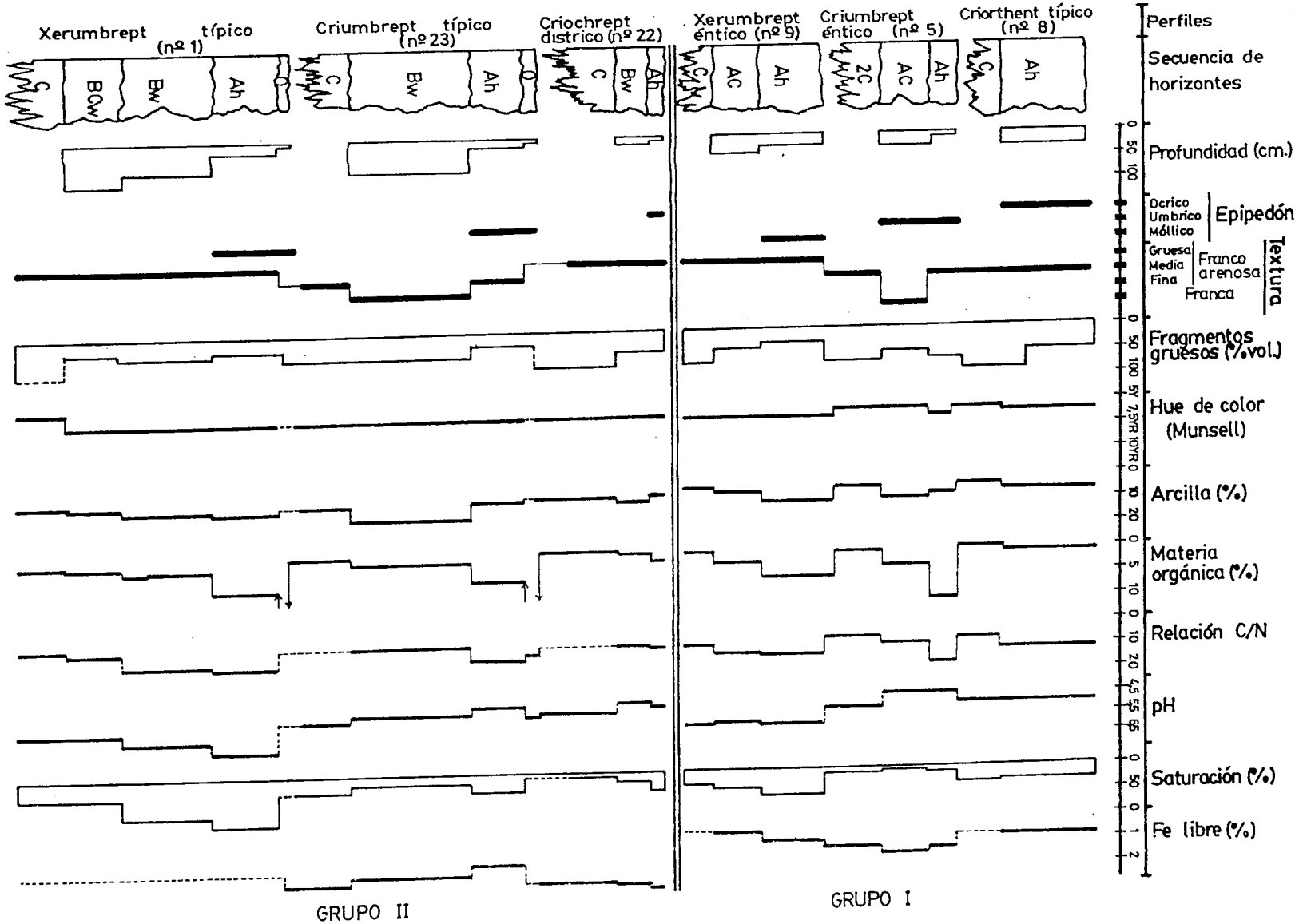


Figura III-4-4 Secuencia altitudinal del área silícica

1875  
1876  
1877  
1878  
1879  
1880  
1881  
1882  
1883  
1884  
1885  
1886  
1887  
1888  
1889  
1890  
1891  
1892  
1893  
1894  
1895  
1896  
1897  
1898  
1899  
1900  
1901  
1902  
1903  
1904  
1905  
1906  
1907  
1908  
1909  
1910  
1911  
1912  
1913  
1914  
1915  
1916  
1917  
1918  
1919  
1920  
1921  
1922  
1923  
1924  
1925  
1926  
1927  
1928  
1929  
1930  
1931  
1932  
1933  
1934  
1935  
1936  
1937  
1938  
1939  
1940  
1941  
1942  
1943  
1944  
1945  
1946  
1947  
1948  
1949  
1950  
1951  
1952  
1953  
1954  
1955  
1956  
1957  
1958  
1959  
1960  
1961  
1962  
1963  
1964  
1965  
1966  
1967  
1968  
1969  
1970  
1971  
1972  
1973  
1974  
1975  
1976  
1977  
1978  
1979  
1980  
1981  
1982  
1983  
1984  
1985  
1986  
1987  
1988  
1989  
1990  
1991  
1992  
1993  
1994  
1995  
1996  
1997  
1998  
1999  
2000  
2001  
2002  
2003  
2004  
2005  
2006  
2007  
2008  
2009  
2010  
2011  
2012  
2013  
2014  
2015  
2016  
2017  
2018  
2019  
2020  
2021  
2022  
2023  
2024  
2025



(AC) - C. La altitud puede ser causa también de una ralentización en el desarrollo de los horizontes, aunque la pendiente y la menor cobertura vegetal suelen ser los factores más determinantes, tal y como se argumentará en la secuencia erosiva.

Así pues se han definido dos secuencias altitudinales. La primera contiene suelos sin horizonte B de alteración y de abajo arriba está constituida por Xerumbrept éntico, hasta 2.200 m., Criumbrept éntico y Criorthent típico en las zonas cacuminales. La secuencia de suelos con Bw está compuesta de Xerumbrept típico, Criumbrept típico a partir de 2.200 m. y Criochrept dístrico en el ápice altitudinal edáfico de Sierra Nevada antes de encontrar las unidades rocosas y pedregosas.

En ambos grupos secuenciales, con el ascenso altitudinal se comprueba una tendencia general a la disminución del desarrollo edáfico, del espesor del solum, del pH, de la saturación de bases, del contenido en materia orgánica y de la relación C/N.

La mayor profundidad del suelo a cotas bajas se debe a una aceleración en el ritmo de los procesos de alteración geoquímica y generación de material edáfico, beneficiados por la temperatura y la disponibilidad de agua líquida durante más tiempo, siendo más importante la meteorización química. A ello se suma el incremento en el aporte de

restos orgánicos vegetales, parámetro que desciende con el incremento de altitud al ser la vegetación cada vez más escasa y de menor porte.

Conforme ascendemos en cota el desmenuzamiento de la roca es predominantemente de carácter físico (crioclastía) con mucha menor importancia de los fenómenos de hidrólisis y otros procesos de alteración edafoquímica. Ello se traduce en una ralentización edafogenética y en un mayor contenido en fragmentos gruesos poco o nada alterados en las partes más cacuminales, resultando suelos casi brutos del gran grupo Criorthent y Criochrept (perfiles 8 y 22).

La presencia de Bw en el Criochrept a 2.990 m. de altitud plantea serias dudas sobre las condiciones edafogenéticas de determinados sectores donde la dinámica del Fe puede presentar características especiales.

El aumento de la precipitación con la altura propicia un lavado intenso de las bases del complejo de cambio. Este hecho unido a la acidez inherente del material original de los suelos es responsable del control altitudinal del pH y de la saturación de bases; pese a la continua renovación de los materiales edáficos en las laderas más erosivas y la rebasificación consecuente, que es insuficiente para paliar los efectos del lavado.

Por último, y en relación al descenso de saturación de

bases con la altura, el epipedón orgánico-mineral es en general de carácter móllico en los Xerumbrept y úmbrico en los Criumbrept. En los suelos de mayor cota (Criorthent y Criochrept) el escaso contenido en materia orgánica o la falta de color son responsables de la presencia de un horizonte A ócrico.

En el esquema de la secuencia de suelos de la figura III-4-5, se ha respetado la disposición altitudinal de los perfiles que la representan, sin embargo los suelos resultantes no están condicionados por la cota, que únicamente matiza algunas características de los mismos. En esta ocasión la activación de los procesos de erosión y los caracteres topográficos que limitan la edafogénesis son los responsables de la secuencia edáfica.

Aunque para ejemplificar la secuencia erosivo-topográfica se exponen los suelos con régimen de temperatura mésico o frígido y de humedad xérico, el mismo esquema es válido para referirse a los suelos con régimen de temperatura críico (Criumbrept).

El Xerumbrept típico es un suelo estable situado en las laderas más moderadas de las lomas y con una considerable cobertura de vegetación. La activación conjunta de los procesos de alteración edafoquímica y de acumulación, incorporación y humificación de la materia orgánica, contribuye a la formación de un suelo con

profundidad variable según la altitud y las características de la vegetación y el coluvión original, pero con una horizonación evidente Ah - Bw -C.

El Xerumbrept éntico se diferencia del anterior cuando no es posible distinguir un horizonte B de alteración, por el bajo contenido en arcilla del horizonte subsuperficial, ni existir rasgos de empardecimiento y de estructuración. Estas limitaciones edáficas pueden deberse al incremento de la pendiente y quizás a la menor cobertura vegetal. Ambos efectos provocan previsiblemente una mayor proporción de agua de escorrentía, con una menor retención de agua debido al descenso en la alteración edafogenética de los materiales derrubados originales, el menor espesor del perfil, etc.

Al incrementarse aún más la pendiente conjuntamente con la disminución de la cubierta vegetal, los procesos de desmantelamiento superficial de materiales se agudizan y la edafogénesis se limita a los 20 cm. superficiales, apareciendo un horizonte A como único elemento del solum. El Xerorthent es el suelo de la Sierra típicamente erosivo al que se llega cuando desaparece el epipedón móllico o úmbrico del Xerumbrept éntico.

Igual proceso genético erosivo puede ocurrir con el Xerumbrept típico cuando por la poda y quema de la vegetación, el suelo puede degenerar a Xerorthent con un

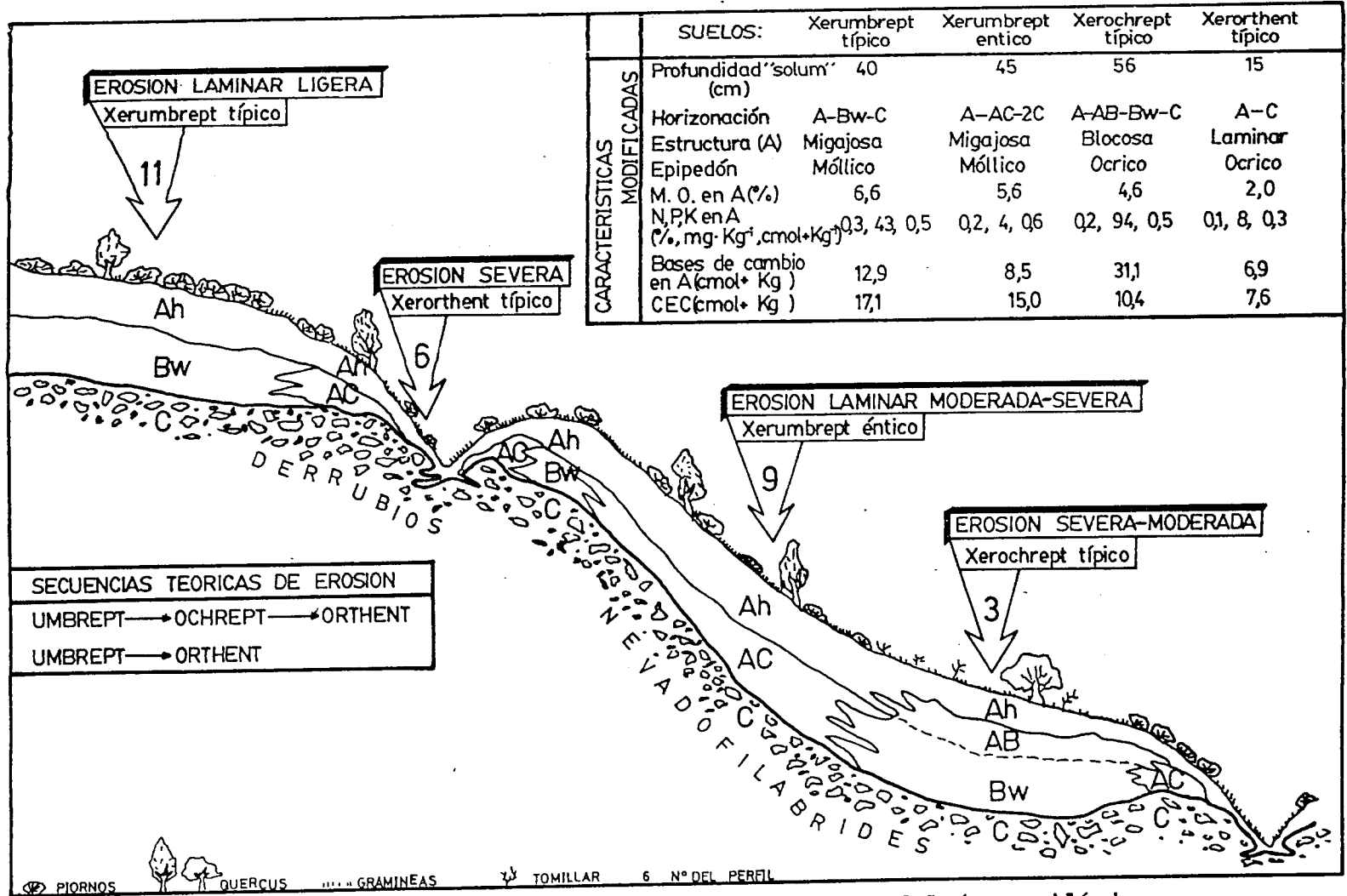
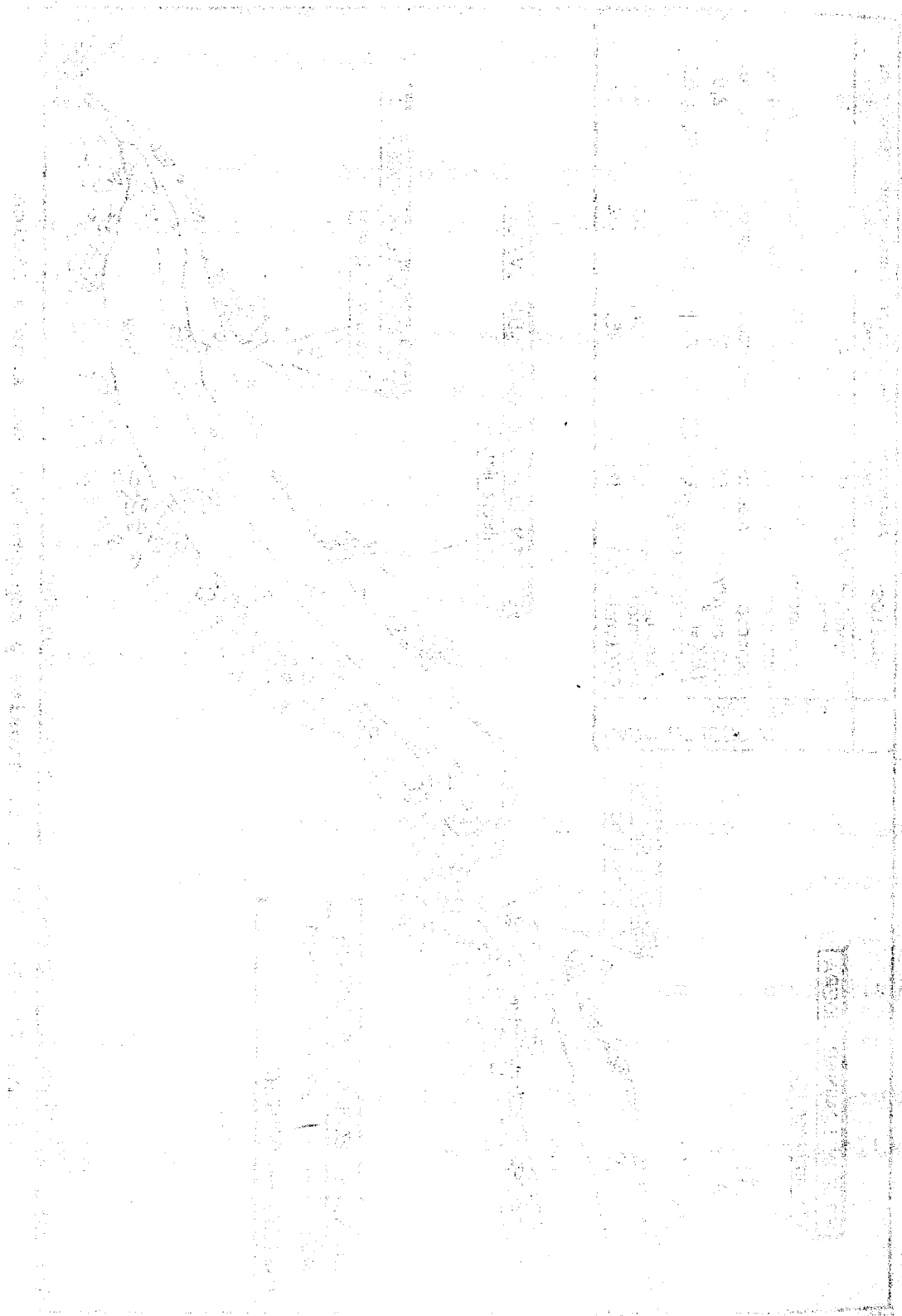


Figura III-4-5 Secuencia erosiva y topográfica del área silícica



Technical drawing of a mechanical part, oriented vertically on the page. The drawing shows a main body with a curved top edge and a vertical section on the right. There are several rectangular features, possibly slots or mounting points. The drawing is surrounded by a dashed border, and there are faint lines indicating a coordinate system or grid. The overall appearance is that of a technical drawing from a manual or a blueprint.

paso intermedio de Xerochrept típico en el que permanece el horizonte B, bastante modificado en su parte superior y con pérdida del carácter orgánico del horizonte A.

Entre los caracteres morfológicos y analíticos que se modifican como consecuencia de la erosión cabe destacar la profundidad del solum, la horizonación y los caracteres del epipedón tales como estructura, espesor, color y contenido en carbono orgánico. Los parámetros edáficos de fertilidad (materia orgánica, estructura, contenido en macronutrientes y capacidad de intercambio catiónico) disminuyen su valor en el sentido de la secuencia erosiva: Umbrept - Ochrept - Orthent, excepto en lo referente a las bases de cambio y algunos nutrientes, cuyo contenido es muy superior en el horizonte A de suelos que anteriormente han estado cultivados (Xerochrept).

A. [Faint title or section header]

[Faint, illegible body text, possibly a list or series of paragraphs.]



... ..

... ..

## CAPITULO 5

### ESTUDIO ESTADISTICO DE PERFILES Y SONDEOS

REVISIONS

REVISIONS TO THE DESIGN OF THE PROJECT

### III-5-1 ANALISIS DE LA VARIANZA

#### III-5-1-1 Metodología y otras especificaciones

Una de las técnicas más valiosas y útiles de los métodos estadísticos es sin duda el análisis de la varianza, por medio del cual la variación total de un conjunto de muestras se puede reducir a los componentes relacionados con las posibles fuentes de variabilidad, cuya importancia relativa deseamos calcular. La forma precisa que tomen los análisis, está estrechamente relacionada con la estructura de la investigación con que se obtengan los datos o muestras. Así, mediante la utilización del análisis de varianza se pretende comparar grupos de muestras a partir de la diversidad (varianza) existente dentro de cada grupo y entre grupos, para determinar si las diferencias en cada una de las variables utilizadas son aleatorias, o si estadísticamente se trata de poblaciones diferentes (Moroney, 1.979). Se estudian conjuntamente dos variables, la que define la población y la empleada para establecer los distintos grupos que se van a comparar, a la que se denomina variable o criterio de agrupación. El resultado final es disponer de una prueba simple de la mutua compatibilidad o no de las estimaciones y esto se hace mediante la prueba de la razón de las varianzas de Snedecor (la llamada F de Snedecor). Si el resultado es significativo (quiere decir que es muy raro que se deba al

azar) nos indicará que las poblaciones son diferentes entre sí, a diferentes niveles de significación (\*: 5%, \*\*: 1%, \*\*\*: 0,1%).

El análisis puede complementarse aplicando la prueba o test de la t de Student, de mínimas diferencias entre medias de los grupos establecidos para cada análisis de la varianza.

Como hemos visto la significación de la diferencia entre las varianzas muestrales la comparamos previamente mediante la F de Snedecor y si resulta positiva o significativa, hacemos la prueba de significación de la t de Student que es un caso especial de la F de Snedecor (Moroney, 1.979). Así, en nuestro estudio estadístico hemos seguido este orden. Aunque estas pruebas de significación no quieren decir que no haya posibilidad alguna de alcanzar una certeza absoluta en alguna de ellas, siempre existirán los riesgos del muestreo.

Para el estudio hemos partido de 136 muestras de capa arable procedentes de 105 sondeos y 31 perfiles, que han sido objeto de estudio en esta memoria. En la tabla III-5-1 se observa que estas 136 muestras están agrupadas de diferente manera para realizar un estudio exhaustivo de la varianza. Así hemos hecho tres grupos para comentarlos conjuntamente y que comprenden la totalidad de la zona (136 muestras), el ámbito carbonatado (74 muestras), y el

silícico (62 muestras). Para el análisis de la varianza de estos tres grupos hemos recurrido a siete criterios de agrupación para la totalidad de la zona, y a seis criterios para los ámbitos carbonatado y silícico (tablas III-5-2, III-5-3 y III-5-4). Los criterios de agrupación son: zona (válido para la totalidad), gran grupo y subgrupo de la "Soil Taxonomy" (USDA, 1.975), altitud, pendiente, material original y presencia de horizonte B. Hemos escogido 11 variables analíticas y morfológicas que definen la población: altura, pendiente, espesor, hue, value, chroma, arena, limo, arcilla, carbono orgánico y pH en agua. En dichas tablas también se refleja el número de muestras que comprende cada uno de los grupos o poblaciones en que se subdividen los criterios de agrupación o clasificación.

Observamos en las tablas III-5-2, III-5-3 y III-5-4 que para una mayor comprensión del problema, los grupos que hemos formado a partir de la altitud y pendiente son distintos en los 3 ámbitos, ya que previamente hicimos otros análisis de varianza y elegimos el que más se adecuaba a nuestros objetivos, es decir el que presentara mayor variabilidad.

Por último, advertir al lector que al final de este apartado hemos expuesto un apéndice con todas las tablas de resultados que se citan en el texto, correspondientes a los análisis de varianza de los distintos ámbitos, con los valores de la F de Snedecor y su significación, así como la

mayoría de las tablas referentes a las medias y desviaciones típicas de las variables más significativas, o seleccionadas a partir del análisis de varianza y sus correspondientes ensayos de diferencias entre medias (t de Student).

### III-5-1-2 Resultados del análisis de varianza y de los ensayos de la t de Student.

#### 1 - Criterio de agrupación: Zona

En la tabla III-5-5 se expone el análisis de varianza para la totalidad del muestreo y observamos que todas las variables de las 74 capas arables de la zona carbonatada y de las 62 muestras silícicas son muy diferentes, en otros términos, el análisis es altamente significativo (\*\*\*), salvo la pendiente, por tratarse de áreas montañosas y el C.O., que estima la cantidad de materia orgánica y no su tipo, que razonablemente, daría resultados significativos entre el humus de los suelos sobre rocas carbonatadas y las del núcleo silícico.

Las diferencias significativas se deben, lógicamente, a la distinta naturaleza de los materiales originales, diferente grado de erosión, distintos procesos de alteración, etc., en suma, a las grandes diferencias tipológicas que ya hemos puesto de manifiesto anteriormente. El estudio estadístico viene por tanto a

corroborar numéricamente lo ya expuesto. Hemos omitido las pruebas de significación de la t de Student pues las diferencias son constatables a causa de la distinta litología.

2 - Criterio de agrupación: Gran Grupo (Tablas 6-1 a 6-32)

Observamos en la tabla III-5-6<sub>1</sub> referente a la totalidad del muestreo que todas las variables presentan análisis de varianza altamente significativos, cosa lógica pues como sabemos estamos comparando Grandes Grupos de suelos que son distintos en ambas zonas, en cuanto a su génesis, propiedades, situación en el paisaje (pendiente, cota), tipo de vegetación, etc.

Los 6 Grandes Grupos de suelos del ámbito carbonatado (tabla III-5-6<sub>14</sub>) presentan diferencias significativas en 7 de las 11 variables y los del ámbito silícico (tabla III-5-6<sub>23</sub>) en 8 de las 11 variables.

En el ámbito carbonatado los Grandes Grupos de suelos no presentan diferencias significativas en lo referente a la altitud de los mismos, al valor de la pendiente del lugar donde se encuentran, al contenido de limo de la capa arable y al pH. Los suelos del área silícica agrupados según este criterio tampoco presentan diferencias significativas en su capa arable en lo referente a los

contenidos de arcilla, limo y arena, pues su diversidad litológica es menor (los micasquistos y cuarcitas representan el 93% del material original de los suelos). Además, el material de origen es en la mayor parte de los casos un derrubio de ladera que homogeniza aún más la composición granulométrica y mineralógica de partida.

Los test de la *t* de Student para la totalidad del muestreo (Tablas III-5-6<sub>3</sub> a III-5-6<sub>12</sub>), nos indican que no hay diferencias significativas en lo que se refiere a la variable altitud (tabla III-5-6<sub>3</sub>) entre los Grandes Grupos de suelos Haploxeralf, Rhodoxeralf, Haploxeroll y Calcixeroll. Pero sí las hay significativas entre ellos y los Criochrepts, Criumbrepts, Criorthents, pues estos últimos siempre se encuentran por encima de los 2.000 m. y aquellos sobre los 1.600-1.800 m.

Hay menores diferencias entre los suelos con respecto a la pendiente (tabla III-5-6<sub>4</sub>). Únicamente resaltar como muy significativas las que se dan entre los Criumbrept y Xerorthent (34% frente a un 51%).

Por lo que respecta al espesor medio, podemos observar en la tabla III-5-6<sub>5</sub> grandes diferencias de espesor entre Haploxeralfs, Rhodoxeralfs y Calcixerolls (ámbito carbonatado), y Xerorthents y Criorthents, principalmente, de ambos ámbitos, puesto que los primeros están más desarrollados que los Entisoles (espesores de 18-24 cm.



frente a espesores de 37-42 cm.). Los Xerumbrepts (ámbito silícico) también presentan diferencias de espesor de distinta significación, con Haploxerolls, Criumbrepts, Haploxeralfs, Calcixerolls, Criochrepts y Xerochrepts, por este orden (59 cm. frente a 28-45 cm.). La razón hay que buscarla en que los Xerumbrepts se encuentran en laderas más suaves y con mayor vegetación, y por tanto los procesos de edafogénesis han actuado con mayor intensidad; aparte de proceder de distinto material de partida, en el caso de los Xeralfs mencionados. No se detectan sin embargo diferencias significativas entre Xerumbrepts y Rhodoxeralfs, pues por distintos procesos genéticos convergen en un espesor que no separa estadísticamente a estos grupos.

En el apartado correspondiente al criterio de agrupación material original, se verá como éste no influye para nada en el espesor y contenido de C. O. de todos los suelos. Otros factores formadores tales como la vegetación, el clima y el relieve, diferenciarán a los suelos en función de su espesor (Macias et al., 1.982).

Las diferencias en el color (tablas III-5-6<sub>6</sub> a III-5-6<sub>8</sub>) también son manifiestas. Del estudio de las mismas se desprende la gran diferencia significativa entre los Rhodoxeralfs y la mayoría de los otros grupos, pues el color rojizo, síntoma de una mayor alteración/rubefacción es determinante a la hora de diferenciar estos suelos.

Igualmente ocurre con los contenidos en arena, limo y arcilla (tablas III-5-6<sub>9</sub> a III-5-6<sub>11</sub>) en que los suelos pertenecientes a los órdenes Alfisoles y Mollisoles muestran grandes diferencias con el resto. Las causas también se deben a las diferencias litológicas y grados de evolución, principalmente, pues los primeros se forman a partir de arcillas de descalcificación (terra rossa).

Las diferencias en los contenidos de C.O. (tabla III-5-6<sub>12</sub>) son significativas, pues oscilan desde 0,72% para Criorthents hasta 3,44% para Xerumbrepts. Las causas son obvias: poco contenido en C.O. en un suelo casi bruto con epipedón ócrico, y mucho mayor contenido en los Xerumbrepts con epipedón móllico o úmbrico.

Por último, las diferencias en el pH de los suelos correspondientes a la totalidad del área son muy destacadas (tabla III-5-6<sub>13</sub>), oscilando desde 4,9 para los Criochrepts hasta 8,1 para los Rhodoxeralfs. La razón estriba por supuesto en la acidez y basicidad de los distintos materiales de partida y en una climatología zonada con la altitud, de manera que el drenaje interno aumenta con la altura y con él, la acidificación.

Los test de Student para el ámbito carbonatado (tablas III-5-6<sub>12</sub> a III-5-6<sub>16</sub>), realizados con las variables significativas del análisis de varianza, nos muestran que las seis poblaciones de Grandes Grupos de suelos, también

son diferentes entre sí. Así los espesores medios son muy contrastantes, y oscilan desde 16 cm. de los Xerorthents a los 42 cm. de los Rhodoxerals, pues los primeros son suelos mucho más erosivos respecto a los segundos. Aquí habría que señalar que en los análisis de la varianza para los suelos del ámbito carbonatado, no se encuentran diferencias significativas entre ellos por lo que respecta a la pendiente y altura (tabla III-5-6<sub>14</sub>), lo que nos puede indicar que la pendiente y altura no son factores muy diferenciadores, sino que hay otras causas (vegetación, litología, etc.), con mayor incidencia edafogenética (Sierra et al., 1.980).

El color, expresado a través de sus 3 parámetros: hue, value y chroma, también es distinto entre estos suelos del ámbito carbonatado (tabla III-5-6<sub>17</sub> a III-5-6<sub>19</sub>). Se deben estas diferencias a que los 6 tipos de materiales originales presentes influyen decisivamente sobre la formación de estos suelos. Así, los hues del solum son de 2,5Y o 10YR para Xerorthents desarrollados sobre filitas, pasando a 8,75YR-6,75YR de Xerorthents, Ochrepts y Xerolls desarrollados a partir de cataclasitas y derrubios calizos, hasta 5YR para Rhodoxerals de calizas compactas y metarcillitas. Esta importancia decisiva de los materiales parentales calizo-dolomíticos sobre el color de los suelos correspondientes, ha sido puesto de manifiesto por Oyonarte (1.992), para la Sierra de Gádor.

Los contenidos en arena, arcilla y C.O. (tablas III-5-6<sub>20</sub> a III-5-6<sub>22</sub>) son menos significativos, pero sí lo suficiente como para expresar su variabilidad en el análisis de la t de Student. Así, de la observación de la tabla III-5-6<sub>20</sub> se deduce que los Xerorthents (46,9% de arena) son los únicos que muestran diferencias poco significativas (\*) con Xerochrepts (33,3%), medianas (\*\*) con Haploxerolls (35,1%) y muy significativas (\*\*\*) con Haploxeralfs (27,5%). El resto de los suelos comparándolos entre sí, no encuentran significación en el contenido medio en arena. Estas diferencias anteriores también son consecuencia de la diversidad de litología y del grado y tipo de evolución.

En los suelos del ámbito carbonatado, agrupados según el criterio de Gran Grupo, no se encuentran desigualdades importantes en su contenido medio en arcilla, puesto ya de manifiesto en el análisis previo de la varianza (tabla III-5-6<sub>14</sub>). Con más detalle vemos esta disimilitud en el ensayo de la t de Student (tabla III-5-6<sub>21</sub>) donde los Xerorthent (15,8% de arcilla) presentan diferencias medianas (\*\*) con Haploxeralfs (27%) y Rhodoxeralfs (32,2%) y poco significativas (\*) con Haploxerolls (20,4%). Las restantes poblaciones de Grandes Grupos de suelos no manifiestan significación con la prueba de la t (contenidos por debajo del 20%). Por la misma razón que en el caso de la variable arena, es obvio que sean los Xerorthents los que muestren diferencias con los otros tipos, son más erosivos y

presentan un continuo rejuvenecimiento y las fracciones finas serán menos abundantes, pues aumentará el agua de escorrentía al tener también menos cobertura vegetal.

Los contenidos en carbono orgánico de estos suelos del ámbito carbonatado son distintos, con diferentes niveles de significación (\*\*\*, \*, \*\*), en lo que se refiere a los Haploxerolls (3,3%) frente a Xerorthents (2,2%), Xerochrepts (2,5%) y Rhodoxeralfs (1,62%). Haploxeralfs (3,2%) y Xerorthents (2,2%) también presentan diferencias poco significativas (\*). Los Xerorthents se encuentran generalmente por debajo de los 1600 m. y aunque se presentan sobre pendientes pronunciadas, la vegetación de tomillar y gramíneas permite una buena humificación, estando la materia orgánica protegida de la excesiva mineralización por el carbonato cálcico.

El ensayo de diferencias de medias (t de Student) para los 7 Grandes Grupos de suelos del ámbito silícico, se ha hecho para 8 variables significativas del total de 11 variables (tabla III-5-6<sub>25</sub> a III-5-6<sub>32</sub> y tabla III-5-6<sub>24</sub> de las medias y desviaciones típicas).

Como ya discutimos en el estudio previo del análisis de varianza, no muestran significación el contenido de arena, limo y arcilla de estas 7 poblaciones muestrales.

Comenzando en primer lugar por la altura (tabla III-5-

6<sub>25</sub>) observamos como los suelos más bajos: Xerorthents (1.522 m. de altura media) muestran diferencias muy significativas (\*\*\*) con Criorthents (2.880 m.) Criumbrepts (2.466 m.) y Criochrepts (2.757 m.).

También de la observación de la tabla anterior se deduce que los Criumbrepts, Criochrepts y Haploxerolls, muestran diferencias muy significativas (\*\*\*) con otros tantos grupos de suelos (por ejemplo con Xerumbrepts, Xerorthents, etc.). La razón de estas diferencias es fácilmente explicable: sabemos que con el incremento de la altura la edafogénesis es de menor intensidad, hay un menor desarrollo edáfico, el espesor del solum es menor, el pH es más ácido, disminuye el contenido de materia orgánica en las partes más altas por falta de vegetación, etc.. Ello origina distintos tipos de suelos, lo que se refleja en su clasificación. Así, los suelos más altos, como vemos en la tabla III-5-6<sub>24</sub> son los Criorthents (2.860 m., suelos casi brutos) con epipedón ócrico y sin Bw, pero también encontramos suelos mucho más bajos como los Xerorthents (1.520 m.) que están por debajo de la altura de Xerumbrepts (1.900 m.), y que deberían estar más desarrollados, pero aquí entra en juego la pendiente haciendo que sean suelos típicamente erosivos.

La pendiente y el espesor de estos 7 Grandes Grupos de suelos silícicos, también son distintos (tablas III-5-6<sub>26</sub> y III-5-6<sub>27</sub>) pero el número de diferencias entre ellos,

cuantitativamente es menor que para el caso de la altura. Así, los Criumbrepts (35% de pendiente) muestran diferencias significativas con sólo dos de las 7 poblaciones, a saber Xerorthents (59% y \*\*) y Xerumbrepts (55% y \*\*\*). En el resto no presentan diferencias significativas. Los Criochrepts (29%), también muestran diferencias de pendiente únicamente con Xerorthents y Xerumbrepts, y según la tabla III-5-6<sub>26</sub> no son significativas.

Las diferencias de espesor entre las 7 poblaciones según la tabla III-5-6<sub>27</sub> son poco significativas (\*) en 4 comparaciones de parejas de suelos, tales como Xerorthents (29 cm.)-Xerumbrepts (58 cm.), Criumbrepts (43 cm.)-Xerumbrepts (58 cm.), Xerochrepts (57 cm.)-Criorthent (24 cm.) y Criochrepts (34 cm.)-Xerumbrepts (58 cm.). Llama la atención que si comparamos el espesor de los Xerumbrepts (58 cm.) con los Criorthents (24 cm.), que viene a ser semejante al de Criorthents (24 cm.) con Xerochrepts (57 cm.), la significación es muy distinta en ambos casos; en el primero es muy significativa (\*\*\*) y en el segundo poco significativa (\*). La razón se debe al nº de muestras de cada población: 12 Xerumbrepts y 11 Criorthents frente a 3 Xerochrepts y 11 Criorthents. Por lo tanto a menor número de muestras baja la significación y si no se tiene en cuenta este detalle, se podrían sacar conclusiones erróneas.

Por lo que respecta a las diferencias en el color del solum entre estos 7 Grandes Grupos, se observa en las tablas III-5-6<sub>28</sub> a III-5-6<sub>30</sub> diferencias en el hue, value y chroma de Xerumbrepts y Criumbrepts (\*\* y \*\*\*) frente a Xerorthents y Criorthents, principalmente. También los Xerochrepts muestran diferencias (\* y \*\*) con Criorthent y Xerumbrepts. La razón se encuentra en que Xerumbrepts y Criumbrepts tienen epipedones úmbricos o móllicos y los otros ócricos.

Conviene decir que los dos Haploxerolls no muestran diferencias significativas con los demás Grandes Grupos, y es debido a que los values y chromas de Xerorthents (por ejemplo), están muy próximos al límite para ser considerado su epipedón como móllico, e incluso el contenido de C.O. (2,4%) también está próximo al límite de 2,5%. Tampoco los Criorthents muestran diferencias en cuanto al color con Haploxeroll, siendo llamativo a primera vista, pero se debe a que el value y chroma cumplen los requerimientos del úmbrico, pero no el contenido de carbono orgánico.

Los contenidos de carbono orgánico también diferencian a estas poblaciones de Grandes Grupos de suelos (tabla III-5-6<sub>31</sub>). Las diferencias más manifiestas (\*\*\*) se dan entre Xerumbrepts (3,44%) y Criumbrepts (3,12) con Criorthents (0,72%), y poco significativas (\*) entre éstos últimos y Haploxerolls (3,41%). De nuevo hay que decir que al comparar las dos muestras de Haploxerolls frente a las once



de Criorthents resulta una similitud estadística falsa, pues como vemos las diferencias entre los contenidos medios son muy notables. Recordemos que los Haploxerolls de la zona silícica (perfiles 2 y 4) presentan contenidos de C.O. en sus horizontes Ah de 1,6% y 5,2%, respectivamente, pues están bajo vegetación de lastonar y robledal con sotobosque.

Las diferencias en el pH de estos suelos del área silícica son muy significativas (tabla III-5-6<sub>32</sub>). Baste citar algunos casos. Los Xerorthents (6,87) muestran diferencias muy significativas (\*\*\*) con los Criorthents (5,42) y Criumbrepts (5,03) y medias (\*\*) con Xerumbrepts (5,83) y Criochrepts (4,92). Los 12 Xerumbrepts (5,83) presentan diferencias muy significativas (\*\*\*) con los 24 Criumbrepts (5,03) y poco significativas (\*) con los 3 Xerochrepts (6,70) y los 4 Criochrepts (4,92).

Para explicar estas diferencias de pH hay que recurrir a la diferente cota en que se encuentran dichos suelos, que determina que los Xerorthents situados en la cota más baja (1.522 m.) presenten un pH muy próximo a 7, debido a que al ser un suelo típicamente erosivo por estar en pendientes muy pronunciadas (59%), esté continuamente renovándose y por tanto rebasificándose, además de que al tener menor precipitación se lavan las bases con menor intensidad.

En el extremo opuesto encontramos a los Criorthents

(pH=5,42) y Criochrepts (pH=4,92), que al estar por encima de los 2.700 m. y en pendientes algo menores (42% y 29%, respectivamente), y ser la precipitación mucho mayor sufren un mayor lavado de bases por lo que el pH es ácido.

### 3 - Criterio de agrupación: Subgrupo.

Para este criterio procederemos a comentar conjuntamente los análisis de varianza correspondientes a la totalidad del muestreo, al área carbonatada y al ámbito silícico (Tablas III-5-7<sub>1</sub>, III-5-7<sub>12</sub> y III-5-7<sub>18</sub>).

El análisis de la totalidad del muestreo manifiesta grandes diferencias (\*\*\*) entre los 9 grupos de poblaciones correspondientes a los Subgrupos de suelos, por lo que se refiere a la altura, color, contenido en arena y limo, y pH en agua; y algo menores (\*\*, \*) en los contenidos de arcilla y C.O., principalmente. No se observan diferencias significativas en la pendiente y espesor del solum.

Centrándonos en el área carbonatada (tabla III-5-7<sub>12</sub>), las diferencias entre las distintas poblaciones de Subgrupos de suelos son pequeñas (\*, \*\*) y sólo afectan al espesor, hue, value y al C.O.. En el área silícica (tabla III-5-7<sub>18</sub>) no se encuentran diferencias entre los suelos con respecto a las 11 variables.

Como era de esperar muestran mayor variabilidad los

Subgrupos de toda el área, y así citaremos algunos ejemplos. Por lo que respecta a la altura, los Subgrupos cálcico, móllico y calcixeróllico son los que se encuentran a menor altitud (entre 1.400 y 1.600 m.), mientras que los Subgrupos típicos, énticos, dístricos y páquicos, están por encima de los 1.900 m.

En el ámbito carbonatado los subgrupos más abundantes son el típico (39), cálcico (17) y en un número de casos inferiores a 10: calcixeróllico, lítico, móllico y éntico. Las diferencias observadas en el espesor medio de los Subgrupos carbonatados mediante el test de la t (tabla III-5-7<sub>13</sub>) son del 5% de significación entre los típicos (31 cm.) con cálcicos (41 cm.) y móllicos (50 cm.). Las diferencias de los líticos (17 cm.) con cálcicos (41 cm.), calcixeróllicos (39 cm.) y móllicos (50 cm.) son del 1%, 5% y 5%, respectivamente.

El resto de Subgrupos no presentan diferencias significativas manifiestas en cuanto a su espesor medio. Presentarán menor espesor los Subgrupos énticos y líticos, por causas de situación en pendientes fuertes o contactos con niveles duros de roca, mientras que los típicos y móllicos, en razón a presentar una mayor evolución y un mayor contenido de M.O., tendrán espesores mayores.

Estos Subgrupos carbonatados presentan diferencias en el hue y value de algunos de ellos. Así el lítico presenta

diferencias medianamente significativas (\*\*) en el hue con respecto al típico y cálcico, pero son debidas a que hay muchos menos Subgrupos líticos (5) que típicos (39) y cálcicos (7). En el value sí se observan diferencias muy significativas (\*\*\*) entre el típico y el cálcico, y éste con el calcixeróllico. Se pueden deber a la gran desigualdad de muestras entre ellos.

Las diferencias en el contenido de carbono orgánico de los Subgrupos del área carbonatada son por regla general poco significativas (\*), presentando todos los suelos contenidos superiores al 2,5% debido al efecto protector del carbonato (tabla III-5-7<sub>13</sub>). El que mayor contenido presenta es el móllico con un 4,28% de contenido medio. Por medio de la t de Student (tabla III-5-7<sub>17</sub>) se observa que de los 6 Subgrupos presentes en el área carbonatada, las variaciones en sus contenidos en C.O. se dan únicamente entre el subgrupo móllico (4,28%) con el típico (2,50%) al nivel del 1% de significación, y con el calcixeróllico (2,50%) a un nivel del 5%, pues hay sólo 7 muestras de este último y 39 del móllico. El resto de los Subgrupos no manifiesta significación alguna, a excepción del cálcico (3,11%) y típico (2,5%).

#### 4 - Criterio de agrupación: Altitud

Consideramos en este apartado si hay diferencias entre 8 grupos de suelos en función únicamente de la altura en

que se encuentren. Para ello se han establecido diferentes intervalos de cota.

Si consideramos los suelos de toda la zona estudiada (tabla III-5-8<sub>1</sub>) se observan diferencias muy significativas (\*\*\*) en casi todas las variables, exceptuando el value (\*), la pendiente (\*\*) y el espesor. Los grupos de suelos formados pertenecientes al ámbito carbonatado (tabla III-5-8<sub>13</sub>), no muestran diferencias significativas en las 10 variables consideradas. También se hizo una agrupación de estos suelos carbonatados en 8 grupos y la diferenciación resultó negativa. Se deduce de ello, que la altura no parece ser un factor que rija la diferenciación de estos suelos carbonatados.

En el ámbito silícico (tabla III-5-8<sub>16</sub>) se aprecian diferencias significativas en los 8 grupos de suelos según la altitud, para la mayoría de las variables. Entre las observaciones derivadas de los resultados del ensayo de la t de Student, llama la atención que los suelos situados a una altura de 1.750-2.000 m. muestran diferencias muy importantes (\*\*\*) con aquellos situados por encima de los 2.000 m. Al variar el clima y el relieve conforme ascendemos en la zona, serán distintos los valores de las variables entre sí, destacando las diferencias de pH. En las partes altas, el pH oscila entre 4,93-5,40 y en los suelos de menor cota entre 5,04-6,98.

Estos grupos de suelos difieren medianamente (\*, \*\*) en su espesor medio, observando que los suelos situados por encima de 2.000 m. presentan un menor espesor (inferior a 30 cm.) que los de cotas inferiores (espesor cercano a 50 cm.).

Los hues y values de los suelos a diferentes altitudes también presentan diferencias (tablas III-5-8<sub>20</sub> y III-5-8<sub>21</sub>), puesto que los factores que condicionan el color variarán con la altura, presentando diferentes epipedones.

Los contenidos en arena, limo y arcilla, son algo distintos en los grupos de suelos, con niveles de significación del 5% y 1%. Así por ejemplo, el contenido en arcilla (8,5% a 13,0%) es poco o moderadamente diferente en todos ellos. La arena (51% a 67%) y el limo (23% a 36%) presentan diferencias algo mayores que la arcilla, puesto que los suelos son de texturas más gruesas al tratarse de derrubios de micasquistos poco edafizados.

El contenido de carbono orgánico de los suelos situados a 2.750-3.000 m., muestra diferencias significativas respecto al que aparece en el resto de suelos de menor cota. Los contenidos de C.O. a partir de 2.750 m. oscilan de 0,75% a 0,87%, mientras que los demás suelos presentan valores medios por encima del 2% y hasta del 3,56%. Estas diferencias son congruentes puesto que en las partes más altas de la Sierra, los suelos son casi

brutos (Criorthent, Criochrept), con epipedones ócricos pobres en materia orgánica y en las cotas algo más bajas, los suelos desarrollan epipedones móllicos o úmbricos (Xerumbrept, Criumbrept).

#### 5 - Criterio de agrupación: Pendiente

Las 136 muestras de suelos procedentes de sondeos y perfiles y agrupadas en distintas poblaciones según se trate del total de la zona (5 grupos), del área carbonatada (3 grupos) o del área silícica (2 y 4 grupos), únicamente manifiestan diferencias entre ellos por lo que respecta a la altura y al pH. Los más significativos (\*\*\*) se refieren a la totalidad del muestreo y son en base a la altitud. Se deduce por tanto que hay que buscar las causas de diferenciación de los suelos en otros criterios donde sí hemos visto que la pendiente afecta a la diversidad de los mismos, como es el caso de los Grandes Grupos y concretamente para las poblaciones pertenecientes a la totalidad del muestreo (tabla III-5-6<sub>1</sub>) y al ámbito silícico (tabla III-5-6<sub>23</sub>).

Cabe reseñar que por lo que respecta a los suelos del área silícica se han hecho agrupaciones que comprenden dos poblaciones (por encima o por debajo del 37%) y cuatro poblaciones, con el mismo resultado en ambos casos: Las diferencias entre los suelos se establecen en su cota y pH en agua. Se obtiene más significación formando cuatro

grupos. La conclusión que se deriva es que al agrupar suelos muy distintos entre sí según la pendiente que tienen, las alturas medias de los grupos formados son diferentes. La única excepción con respecto a la altura aparece en los suelos carbonatados, que agrupados en base a su pendiente no presentan diferencias en lo referente a su cota. En trabajos anteriores referentes a esta zona de estudio, se ha puesto de manifiesto la importancia del relieve a través de la cota y la pendiente como factor formador de los suelos de Sierra Nevada (Delgado et al., 1.982e; Párraga et al., 1.983).

#### 6 - Criterio de agrupación: Material original

Clasificados los suelos según su procedencia resultan para la totalidad de la zona 6 grupos de poblaciones y 4 grupos de suelos para el ámbito carbonatado. Lógicamente, son de esperar mayores diferencias entre las poblaciones muestrales del total de la zona que de una parte de la misma (área carbonatada), confirmandose por los análisis de varianza (tabla III-5-10<sub>1</sub> y III-5-10<sub>12</sub>).

Los suelos de toda el área agrupados según su material parental difieren muy significativamente en 9 variables de las 11 a investigar. El espesor y contenido en carbono orgánico de todos los grupos es semejante a tenor de los resultados del análisis de varianza. Se podría deducir una convergencia de los espesores y contenidos de C.O. de los



suelos independiente del material de partida (Pallman, 1.947). Hay que tener en cuenta otros factores formadores tales como el relieve, la vegetación y el clima, con mayor "poder edafogenético" para explicar estas peculiaridades, pasando a segundo plano el papel formador de la roca madre (Duchaufour, 1.975; Gaucher, 1.981).

La cota y la pendiente de los suelos muestran diferencias significativas (\*\*\*) y \*\*) para el conjunto de la zona, y únicamente la pendiente (\*\*) para los suelos del ámbito carbonatado.

Los análisis de la t de Student (tabla III-5-10<sub>3</sub>) muestran grandes diferencias significativas (\*\*\*) por lo que respecta a la altitud entre los suelos desarrollados a partir de derrubios de micasquistos (área silícica) y los desarrollados a partir de filitas, calizas y dolomías, cataclasitas y calizas y metarcillitas (área carbonatada). Se observa que los suelos procedentes de micasquistos (tabla III-5-10<sub>2</sub>) están a una altura media de 2.316 m., mientras que los otros están entre 1.600-1.700 m. Los cuatro grupos de materiales originales del ámbito carbonatado, no muestran diferencias significativas entre si, en cuanto a la altura (tabla III-5-10<sub>12</sub>), y altamente significativas (\*\*\*) en cuanto a la pendiente. El valor medio de la pendiente de los suelos sobre filitas es del 33% y de un 53% para los procedentes de cataclasitas.

Las diferencias de color de los suelos son muy patentes en función del tipo de material original (Bottner, 1.971) (tablas III-5-10<sub>1</sub> y III-5-10<sub>12</sub>) . Las diferencias más significativas (\*\*\*) entre los suelos se dan en el hue y en el value y son poco o nada manifiestas en el chroma, según se trate del conjunto del área o de la zona carbonatada. Vemos estas diferencias más nítidamente a través de la prueba de la t de Student. Para la totalidad de la zona, el hue de los suelos sobre micasquistos (tabla III-5-10<sub>5</sub>) es muy diferente (\*\*\*) del de los suelos desarrollados a partir de calizas y dolomías y calizas-metarcillitas. También hay una gran diferencia (\*\*\*) entre el color de los suelos desarrollados a partir de calizas y metarcillitas y el de aquellos procedentes de filitas y cataclasitas (tablas III-5-10<sub>5</sub> y III-5-10<sub>15</sub>). El value de los suelos del conjunto total es mucho más significativo (\*\*\*) que el de los suelos carbonatados (\*, \*\*). Estas diferencias en el color son determinantes en la definición de los epipedones ócricos, móllicos o úmbricos.

Los suelos clasificados en función de su material original (Brewer, 1.964; Chesworth, 1.973; Clemency, 1.976) también se diferencian en la textura (tabla III-5-10<sub>1</sub>), mucho más significativamente (\*\*\*) para toda el área que para el ámbito carbonatado, diferente sólo en el contenido de arcilla. Las texturas de los suelos procedentes de micasquistos y serpentinitas difieren con alto grado de significación (\*\*\*) de aquellas procedentes de materiales

carbonatados (tablas III-5-10<sub>8</sub> a III-5-10<sub>10</sub>). Las texturas de los suelos silícicos ácidos y básicos oscilan entre un 60% - 63% de arena, 20% - 29% de limo y 9% - 10% de arcilla, y las carbonatadas varían desde 28% - 38% de arena, 38% - 45% de limo y 17% - 26% de arcilla (tabla III-5-10<sub>2</sub>), como se observa en la lito-toposecuencia del área carbonatada (figura III-4-3).

El pH en agua de los suelos presenta diferencias muy significativas según el material original, distinguiéndose netamente los desarrollados a partir de coluvios de micasquistos (pH=5,48) (Dejou, 1.973), los de anfibolitas-serpentinitas (pH=6,52) (Pedro y Bitar, 1.966) y los de los carbonatados (pH=7,8-8,0) (Bottner, 1.972; Alias, 1.982) (tablas III-5-10<sub>1</sub>, III-5-10<sub>2</sub> y III-5-10<sub>11</sub>).

#### 7 - Criterio de agrupación: Presencia de horizonte B

Si agrupamos los 136 suelos en función de que tengan o no horizontes B, se obtienen 64 muestras con él y 72 muestras donde el horizonte B no está presente, para el conjunto total de la zona; 36 muestras con horizonte B y 38 sin él en la zona carbonatada; y 28 muestras con horizonte B y 34 suelos con ausencia de B, en el ámbito silícico. Al estudiar su variación en todo el conjunto de la zona y en el área carbonatada se aprecian diferencias medias (\*\*\*) y muy significativas (\*\*\*) entre los dos grupos de suelos en 6 variables de las 11 estudiadas (tabla III-5-11<sub>1</sub> y III-5-

11,). En la zona silícica las diferencias son menores entre los suelos que tienen horizonte B y aquellos sin él y se restringen al espesor (\*\*\*) , hue (\*) y contenido de carbono orgánico (\*).

La pendiente es un factor diferenciador para los suelos (Ross, 1.989), en este caso para los desarrollados sobre materiales calizos, pero no para aquellos del ámbito silícico (Ross, 1.989). Se observa que los suelos con horizonte B del área carbonatada se presentan en pendientes menores del 40%, y aquellos sin horizonte B sobre pendientes superiores al 51%. Se deduce que en la zona carbonatada la pendiente controla la ausencia o presencia de horizonte B, y así en zonas menos erosivas los suelos tenderán a desarrollar un horizonte B cámbico.

En relación al área silícica (tabla III-5-11,) no son concordantes aparentemente las secuencias erosiva y topográfica de la figura III-4-5 con los resultados estadísticos. Es decir, no existe un control de la pendiente sobre la presencia o ausencia de horizonte B. El problema estriba en la existencia de importantes enclaves de suelos sin horizonte B (Criumbrept éntico y Criorthent) en las cumbres y cabeceras de los valles, algunos con pendientes relativamente pequeñas. Sin embargo, la poca influencia de la altitud en la presencia o no de B, apuntada en una de las secuencias altitudinales (figura III-4-4), se corrobora con los resultados del análisis de

la varianza.

El espesor de los suelos de las dos áreas es distinto según presenten o no horizonte B. Los suelos con horizonte B tienen mayores espesores. Los espesores medios del solum son de 43 cm. y 53 cm. para los suelos carbonatados y silícicos con horizonte B, y de 24 y 32 cm. en los que está ausente (tablas III-5-11<sub>4</sub> y III-5-11<sub>6</sub>).

Los suelos del área silícica agrupados según el criterio de la presencia o ausencia de horizonte B, no muestran diferencias texturales en la capa arable puesto que al proceder la mayoría de ellos de un único material de partida (coluvios de micasquistos y cuarcitas), y no ser suelos de gran evolución, las texturas son semejantes. Todo lo contrario ocurre en el área carbonatada, manifestando diferencias texturales los dos grupos de suelos. Así en este ámbito carbonatado se aprecian diferencias muy significativas (\*\*\*) en los porcentajes de arenas y arcillas y menores (\*) en el limo (tabla III-5-11<sub>3</sub>), que viene a ser para los suelos con y sin B del orden de 29,8% y 44% para la arena, 45% y 39% para el limo, y 25% y 16 % para la arcilla. Se vuelve a poner de manifiesto la existencia en el ámbito carbonatado de materiales de partida (terras rossas) y suelos de evolución ya considerable (Alfisoles o tipologías derivadas).

En conclusión, diríamos que el material original y el

relieve expresado también a través de la vegetación y el clima, influyen sobre la formación o no de horizontes B en estos suelos (Delgado et al., 1.982e).

## **III-5-2 ANALISIS FACTORIAL**

### **III-5-2-1 Fundamento del método**

La Edafología como disciplina científica, es un campo de investigación en el que el rigor y la precisión son fundamentales para obtener resultados fiables. Cada vez es más frecuente que los edafólogos se provean de numerosos métodos cuantitativos a fin de incrementar la precisión y que deben de ir acompañados por observaciones cualitativas, descripciones e interpretaciones basadas en la experiencia de campo.

Las técnicas multivariantes se caracterizan por tener en cuenta simultáneamente numerosas variables, lo que permite acercarse a la complejidad de los datos en muy diversas disciplinas, entre ellas la Edafología. De los distintos grupos de técnicas dentro del análisis multivariante, emplearemos el llamado Análisis Factorial, que tiene por principal objetivo encontrar una imagen simplificada de la información contenida en los datos (es decir, aclarar las relaciones que se establecen entre las variables y establecer un esquema lo más simple posible de las mismas).

Bajo el nombre de Análisis Factorial se agrupan una serie de técnicas de ajuste lineal, cuya finalidad es

resumir de forma comprensible una gran masa de datos de difícil manejo y en la que existe una redundancia de información. El procedimiento es fundamentalmente de síntesis y únicamente descriptivo, pudiéndose asimilar a una tabla o cuadro resumen, con la única diferencia de ser más objetivo y menos empírico. Los cálculos consisten en pasar de un espacio geométrico de numerosas dimensiones, a otro más pequeño con una pérdida de información mínima y controlada. Dentro de este grupo de técnicas de análisis factorial podemos citar sólo dos de sus numerosas variables: el Análisis de Componentes Principales, a partir de una matriz de correlación y el Análisis de Correspondencias, que se realiza a través de una matriz en la que intervienen probabilidades. Nosotros emplearemos el primer tipo, debido a que en los estudios edáficos la mayoría de las variables son medibles o cuantitativas, es decir continuas porque pueden tomar infinitos valores entre dos puntos fijos. A continuación explicaremos brevemente en que consiste el tipo de análisis empleado.

Sabemos que de un número total de perfiles o sondeos estudiados, se pueden utilizar una serie de  $N$  variables o características morfológicas, analíticas, mineralógicas, etc., que los definen. Se puede construir una base de datos con  $N$  variables y el número de muestras  $n$ , y a continuación calcular la media de los valores de las variables y su desviación típica. La información suministrada por una tabla de datos se puede asimilar a un espacio de  $N$



dimensiones. Cada dimensión corresponde a una variable, que en principio se supone independiente del resto, en el cual están localizadas las  $n$  observaciones o muestras, determinadas por la particular combinación de valores de las mismas para las distintas dimensiones o variables. Las observaciones que presentan valores similares para las diversas variables ocuparán posiciones cercanas en el espacio definido anteriormente.

Se pueden estudiar las relaciones espaciales existentes entre los puntos por medio de la separación angular entre pares de vectores que unen a los puntos con el origen de coordenadas. Consideraremos aquí esta posibilidad que es la que se recoge en el programa de cálculo

Existe una relación sencilla entre la representación vectorial de un par de variables y el coeficiente de correlación, que relaciona los valores observados de las variables, en un número determinado de observaciones. Si las variables se presentan estandarizadas (es decir, se sustituye cada valor original por uno nuevo que se obtiene restando al valor original su media correspondiente y dividiendo por la desviación típica), el coseno del ángulo entre dos vectores en el espacio de  $N$  dimensiones es idéntico al valor del coeficiente de correlación entre los valores de las variables. La relación entre el ángulo de separación de los vectores y el coeficiente de correlación

es inversa, a un ángulo pequeño le corresponde un alto coeficiente de correlación y viceversa. Por ejemplo si la separación angular entre esos vectores es 0, ésto indicará un comportamiento idéntico entre las dos variables. El valor que expresa esta identidad es  $\cos 0^\circ = +1$ , significa que el coeficiente de correlación es 1. De igual modo, dos variables que presentaran un comportamiento totalmente opuesto, es decir cuando el valor de una es alto, el de la otra bajo y viceversa, tendrán una separación angular de  $180^\circ$ , correspondiéndoles un valor  $-1$  ( $\cos 180^\circ = -1$ ) o bien  $r = -1$ . En el caso de independencia entre ambas, el ángulo es de  $90^\circ$  y el valor que expresa su separación es de 0.

Si se calcula una matriz de correlación entre todos los pares posibles de variables, se dispone de toda o gran parte de la información referida a la relación entre todas las variables. Pero a nosotros nos interesa obtener también mucha información y con más variables agrupadas. En la inmensa mayoría de los estudios de suelos se presentan correlaciones entre ciertas variables, que reflejan la existencia de unos modos o formas de comportamiento similar de las variables (Delgado Calvo-Flores, 1.980; Iriate, 1.990).

En términos de la representación espacial por puntos de los valores de la N variables en el espacio multidimensional definido, la existencia de fuertes correlaciones implicaría que los puntos estarían situados

en una nube de forma elíptica, más o menos definida en el caso de dos dimensiones y en nubes con contornos elipsoidales en el caso de tres o más dimensiones (3 o más variables).

### Obtención de nuevas dimensiones

Vamos a considerar ahora el medio de explotar la existencia de fuertes correlaciones entre las variables, que como se dijo anteriormente implica que las variables no son independientes entre sí, por lo que los puntos que la representan no estarán repartidos en todo el espacio multidimensional, sino que tenderán a ocupar sólo una región del mismo. Esto permite la posibilidad de trazar estratégicamente unas nuevas dimensiones o ejes, a través de la nube de puntos.

Los puntos se pueden por tanto localizar, -describir-, más claramente refiriéndolos a los nuevos ejes que a los originales. Se llega así al llamado análisis de componentes principales que es una técnica que permite introducir los nuevos ejes en la nube de dispersión de los puntos. Estos nuevos ejes se conocen como "componentes o ejes principales". Como se señaló antes las correlaciones encontradas en la práctica implican que los puntos distribuidos en el espacio multidimensional tienden a formar nubes de contornos elípticos. Para mayor efectividad se eligen los nuevos ejes de referencia de forma que

coincidan con los ejes mayor y menor de la elipse, en el caso de que se trate sólo de dos dimensiones, o con los ejes del hiperelipsoide para más de dos dimensiones como es nuestro caso, donde existen numerosas variables. En cualquier caso los N ejes son independientes entre sí, - ortogonales- y progresivamente más cortos y de menor importancia desde el punto de vista descriptivo.

Cuanto más altas y mayores sean las relaciones entre las variables, más alargada será la nube de puntos y mayor la diferencia entre la longitud de los ejes. Si no existen correlaciones entre las variables, la nube será circular (esfera o hiperesfera para N mayor o igual a 3) y todos los ejes tendrían la misma importancia y longitud, siendo imposible trazar un nuevo sistema de ejes, distinto del original. En el caso opuesto, cuando todas las correlaciones son perfectas, la nube adquirirá la forma de una recta, que corresponderá al nuevo eje, siendo la diferencia de éste con el segundo la máxima, por lo que bastaría con sólo un eje para representar todos los puntos originales.

El hecho, por tanto, de la existencia de fuertes correlaciones entre las N variables, hace que algunos ejes (componentes) o dimensiones del total de N ejes tengan muy poca importancia descriptiva, y que puedan ser despreciados en el momento de la interpretación de su significado sin que ello suponga una pérdida importante de información.

En realidad, una vez que los valores originales de la variables se han estandarizado, la construcción del nuevo sistema de coordenadas implica simplemente una rotación de los ejes originales sobre el origen de coordenadas. El único criterio que sigue la rotación de los ejes originales, es la proporción de varianza atribuible a cada nuevo eje o componente. La condición que se establece es que el primer componente debe estar situado en la nube de puntos de forma tal que absorba la máxima proporción de varianza total, es decir, el primer componente debe pasar tan próximo como sea posible a los puntos que representan las variables, en el sentido de que la suma de las desviaciones al cuadrado de los puntos al eje, sea mínima. El segundo componente debe estar situado de forma que absorba la máxima proporción de varianza restante y que sea perpendicular al primero. Iguales condiciones deben cumplir los restantes ejes hasta que se absorba la varianza total.

No es extraño que en un trabajo con datos reales en los que se manejan más de 30 variables, al aplicarles este método se obtenga un porcentaje de varianza explicada de más del 95% con menos de los 10 primeros ejes o componentes, pudiendose llegar incluso al 70% con los tres o cuatro primeros ejes. En estos casos se reduce la dimensión original  $N > 30$  a un sistema de 3 o 4 dimensiones (componentes principales), con la consiguiente claridad y facilidad de interpretación.

Para ilustrar todo el proceso hemos realizado un ejemplo pormenorizando todos sus pasos y como tal se expone en el apéndice de tablas. Hemos usado los sondeos de la zona carbonatada con 11 variables y 74 datos, para obtener la matriz de correlación (tabla III-5-15). Una vez obtenida el ordenador calcula los valores propios que explican la magnitud de la dispersión. En la salida del ordenador todos los valores aparecen como 'autovalores'. Después se calcularía el porcentaje de varianza explicada y acumulada para cada eje o componente en base al número de variables. A continuación se calculan los vectores propios y las comunalidades. Los primeros en la salida del ordenador (tabla III-5-16) aparecen como 'autovectores' cuyo significado es dar la dirección en el espacio de los 10 componentes principales, expresada en función de los 11 ejes (variables) primitivos y las comunalidades expresan la varianza explicada para cada una de las variables.

Una vez llegado a este punto estamos en condiciones de obtener la primera matriz de factores sin rotar (tabla III-5-17). En el ejemplo tomamos cuatro factores que representan el 66,35% de la varianza explicada acumulada. Los gráficos III-5-17<sub>1</sub> y III-5-17<sub>2</sub> expresan la representación espacial de dicha matriz de factores sin rotar, y la tabla III-5-18 representa los valores que toman los datos en las nuevas variables (matriz de scores sin rotar). Adjuntamos algunos gráficos de ciertos criterios de agrupación (gráficos III-5-18<sub>1</sub> a III-5-18<sub>5</sub>).

Rotación del sistema de ejes (matriz reordenada de factores rotados. VARIMAX).

Este último paso está encaminado a obtener una mayor claridad en la interpretación de los datos. En la matriz de factores sin rotar (tabla III-5-17) es frecuente el problema que plantean no pocas variables para la interpretación de los nuevos ejes, muchas veces ocupan posiciones intermedias (coeficientes de carga similares y de valor medio) para varias componentes o dimensiones.

La rotación, por tanto, pretende modificar ligeramente la posición de los ejes o componentes obtenidos con anterioridad, a fin de que las variables que aparecen indecisas o poco definidas, presenten una aptitud más clara hacia un componente en perjuicio de los restantes (coeficiente de carga elevado para un componente y bajo para el resto). Se facilita y asegura así la interpretación de los componentes o factores, puesto que éstos estarán claramente definidos por un cierto número de variables con coeficientes de carga elevados, sin variables en situaciones intermedias.

Es decir, la rotación tiene como objetivo encontrar una nueva situación de los ejes de forma que las variables presenten valores altos o bajos para los distintos componentes o dimensiones, eliminando los valores intermedios. Esto se traduce en un aumento de la varianza

de las columnas de la matriz de factores y lógicamente en el aumento de la varianza de esta matriz en su conjunto.

El método más comúnmente utilizado de los existentes y al que responde el programa que hemos utilizado, es la "rotación Varimax normal de Kaiser" (Davis, 1.973). Este método consiste en una rotación rígida, es decir, manteniendo la ortogonalidad o independencia de los ejes, tomando las componentes de dos en dos (tabla III-5-19 y gráficas III-5-19<sub>1</sub> a III-5-19<sub>3</sub> del apéndice).

### **III-5-2-2 Análisis de algunas relaciones estadísticas entre variables**

#### **III-5-2-2a Sondeos**

Se han estudiado 136 muestras de capa arable, procedentes de 105 sondeos y 31 perfiles, con un total de 11 variables.

#### **A) Medias y desviaciones típicas**

La comparación entre los sondeos de la zona caliza (tabla III-5-12<sub>1</sub>) y los de la zona silícica (tabla III-5-13<sub>1</sub>), pone de manifiesto algunos hechos.

a) El pH en los primeros se encuentra en el campo básico y en la zona silícica en el ácido.



b) El espesor de los suelos del ámbito silícico es algo mayor debido al carácter coluvial de la mayor parte de los materiales de partida.

c) El color de los suelos calizos es de matices más rojos y con value y chroma mayores. Se debe a que en parte, los materiales parentales de muchos de los suelos calizos son arcillas de descalcificación rubefactadas (terras rossas), y a que la menor altitud media de estos suelos propicia un proceso de fersialitización más acusado. Esta tendencia edafogenética en zonas de clima similar y sobre sustrato calizo ha sido comprobada por Oyonarte (1.992). Los menores values y chromas de los suelos silícicos son en parte heredados de la roca madre esquistosa de colores oscuros.

d) El contenido de carbono orgánico es muy similar, aunque algo superior en la zona carbonatada. Este hecho puede atribuirse a que un número importante de sondeos en rocas silícicas, presentan una gran altitud y la vegetación correspondiente es de poca cobertura y con un período vegetativo corto, por lo que se supone que la cantidad de restos vegetales incorporados debe ser menor. Por otro lado, la menor actividad de los organismos propicia las fases orgánicas poco transformadas, hecho que se corrobora en el capítulo dedicado al estudio de la materia orgánica de los Umbrepts. Finalmente podemos aducir que en suelos carbonatados una gran proporción de moléculas orgánicas de poco tamaño se hacen más resistentes a la biodegradación y por ende se acumulan, debido a la precipitación en

presencia de calcio y de caliza activa (Almendros et al. 1.982; Oyonarte, 1.992).

e) La textura es una propiedad muy bien diferenciada entre ambas poblaciones de suelos. En la zona carbonatada es franca con 20% de arcilla y cantidades similares de limo y arena, y en la zona silícica es franco arenosa con 10% de arcilla y 63% de arena. La arcilla de descalcificación como material de partida y la mayor temperatura, que propicia más alteración, a consecuencia de la menor altitud que tienen los suelos sobre rocas calizas, podrían ser las causas de estos hechos.

f) De la observación de los coeficientes de variación de las medias en ambas poblaciones, carbonatadas y silícicas, se puede afirmar que el pH y el hue del color son las propiedades menos variables en ambos casos. La textura de los suelos desarrollados sobre rocas silícicas es una propiedad menos variable que en el caso de las rocas carbonatadas, lo que puede explicarse por la mayor homogeneidad de los materiales de partida y menos diferencias en el tiempo de formación de los suelos del ámbito nevadofilábride (Delgado Calvo-Flores, 1980, Barahona et al., 1.986). El carácter menos variable en ambas poblaciones corresponde al pH de los suelos calizos, ya que se encuentra tamponado por los equilibrios químicos debidos a la presencia de carbonatos.

#### **B) Matrices de correlación.**

Teniendo en cuenta aquellas correlaciones cuya significación estadística supera el 5% el número de ellas aumenta para la totalidad de los suelos respecto de las dos poblaciones por separado.

En el caso del ámbito carbonatado (tabla III-5-12<sub>2</sub>), la correlación negativa entre el espesor y el contenido de arena y la positiva del espesor con la arcilla y el limo, reflejan una evolución paralela de la alteración y la formación de suelo. La correlación inversa entre el pH y el carbono orgánico está descrita por otros autores (Ibañez et al., 1.982; Oyonarte, 1.985 y 1.992), y se debe al efecto del CO<sub>2</sub> generado por la actividad biodegradativa de la materia orgánica, sobre el lavado de los carbonatos y al menor pH de los restos orgánicos. Es interesante en este ámbito la disminución en el contenido de carbono orgánico con la altitud, prima en este caso el efecto desfavorable sobre la biomasa de la disminución de la temperatura con la altitud, que el favorecedor que supone la mayor pluviometría, también ligada a la altitud (Jenny, 1.980).

El hue del color muestra una relación importante, negativa con la arcilla y positiva con la arena, es decir: Los hues más rojos se relacionan con menores contenidos de arena y mayores de arcilla; en el análisis factorial se comentará mejor esta relación.

El contenido de carbono orgánico se relaciona

inversamente con las variables del color, value y chroma; la cantidad y el tono de gris están por tanto en relación con los componentes orgánicos.

En el ámbito silícico (tabla III-5-13<sub>2</sub>) las correlaciones son similares a las anteriores, aunque aparecen algunas con interés:

El pH disminuye con la altura y aumenta con la pendiente, debido a un mayor lavado de las bases, que es paralelo al aumento de la precipitación y a una mayor rebasificación por incorporación de materiales coluviales frescos, que es más importante cuanto mas inclinada sea la ladera. Estos hechos han sido constatados también por Delgado Calvo-Flores (1.980).

El pH se correlaciona con las variables texturales; las texturas más finas se corresponden con pH menores, debido a que se trata de suelos en superficies más estabilizadas, con una evolución mineralógica mayor y un proceso de lavado de bases más intenso.

En la matriz de correlación para el total de los sondeos (tabla III-5-14<sub>1</sub>), destaca la gran cantidad de relaciones del pH con el resto de variables; de ellas las correspondientes a la altitud (negativa) se entienden no sólo por el aumento de pluviometría (aumento de lavado) que conlleva la altitud, sino porque el ámbito silícico se

encuentra a más cota que el carbonatado.

El hue de color, es otra variable muy correlacionada. Son importantes sus relaciones con los parámetros: altitud y espesor y las variables texturales.

### **C) Análisis factorial en modo R**

#### 1) Ambito carbonatado (tabla III-5-12<sub>3</sub>).

Aparecen cuatro factores que explican en total el 66,3% de la varianza de la población. El factor 1 está constituido por las siguientes variables: contenido de arcilla y hue, y supone el 20% de la varianza. Puede denominarse como factor alteración-rubefacción (aunque faltan variables que centren mejor el proceso). Su significado es el siguiente: los mayores contenidos de arcilla se relacionan con los matices más rojos (menor hue). Es decir, la formación y existencia de la arcilla está ligada a la liberación de hierro y/o a su presencia en formas menos hidratadas y formas "libres" que condicionan el color más rojizo. Esta misma relación es la que encuentra Oyonarte (1.992) para suelos sobre materiales carbonatados de la Sierra de Gádor.

Las variables: contenido de limo, contenido de arena y altitud, constituyen el segundo factor que explica el 16% de la varianza. Los mayores contenidos de limo suponen

menores contenidos de arena, lo que está relacionado inversamente con la altitud. Dicho de otra manera, la altitud afecta negativamente a la presencia de las fracciones finas, bien porque aumenta la pérdida por arrastre en suspensión (consecuencia de una mayor pluviometría), o porque la menor temperatura (disminuye con la altitud) implica una menor alteración. Este segundo factor puede definirse como un factor de evolución edáfica.

El tercer factor agrupa a las variables de color value y chroma, y al espesor total del solum. La claridad (value) y la pureza (chroma) de los horizontes de superficie son inversas al espesor del suelo. Esto implica que el desarrollo vertical del suelo es paralelo al oscurecimiento o lo que es igual, al distanciamiento en color respecto del material de partida (de colores claros).

El factor 4, tiene el significado siguiente: los pHs más básicos se relacionan con los menores contenidos de carbono orgánico y las pendientes más acusadas; las tres variables en conjunto explican el 14% de la varianza de la población. La relación entre estas variables ya fue comentada en el apartado de matrices de correlación. El factor puede relacionarse, aunque no se ha introducido esta variable, con el contenido y forma de los carbonatos.

## 2) Ambito silícico (tabla III-5-13.)

Se han agrupado las variables en cuatro factores que en conjunto explican el 76% de la varianza.

Las tres variables texturales, arena, limo y arcilla, constituyen el factor 1 que supone el 29% de la varianza explicada. Los aumentos en el contenido de arena implican una disminución en los porcentajes de arcilla y limo. Este factor de desarrollo textural implica, bien la evolución de los suelos por alteración con ganancia de finos, bien los procesos de erosión con pérdida de finos o incluso aportes superficiales de materiales de textura gruesa. Estos tres procesos tienen pues importancia en la formación de los suelos de este ámbito.

La relación entre variables que señala el factor 2, tiene también un significado de desarrollo edáfico, en un sentido similar al de los suelos del ámbito calizo pero expresado a la inversa. Así, los colores más amarillentos (mayor hue) se relacionan con menor espesor del solum y una claridad mayor. La mayor alteración y desarrollo vertical de los perfiles implica un mayor grado de hidratación. No se puede afirmar que los contenidos de hierro libre sean mayores, ya que de acuerdo con los datos de Delgado Calvo-Flores (1.980) no existe una relación clara entre desarrollo de horizontes y contenido de hierro libre. A veces se invierte esa relación si bien, se observa que los contenidos de hematites son mayores en los suelos del perfil A-B-C que cuando la secuencia de horizontes es A-C.

El factor 3 relaciona el pH del suelo, que representa a otras variables, principalmente la saturación en bases (Delgado et al. 1.988), y las variables topográficas, pendiente y altitud. Los aumentos de pendiente suponen aumentos del pH y disminución de la altitud. Este factor tiene varias explicaciones que revelan aspectos tanto de desarrollo edáfico como de relieve del sector silícico. La relación pH con la altitud y pendiente ya ha sido explicada anteriormente. Un carácter importante del relieve del núcleo nevadofilábride de Sierra Nevada, es que la pendiente disminuye con la altitud hasta un determinado umbral en que aparecen los grandes escarpes rocosos que componen la línea de cumbres, pero que son en realidad unidades misceláneas de tierras pedregosas y rocosas, y no suelos, de ahí la correlación negativa entre pendiente y altitud.

Finalmente, la pureza del color en relación inversa con el contenido de carbono orgánico, constituye el factor 4 que explica el 12% de la varianza. Esta relación es obvia ya que la presencia de materia orgánica oscurece al suelo, pero resulta importante señalar que la mayor correlación del C.O. es con el value (tabla III-5-13<sub>2</sub>), aunque éste explica más varianza ligado a otras propiedades.

3) Totalidad de sondeos (Silícicos+Carbonatados) (tabla III-5-14<sub>2</sub>)



Como en los casos anteriores, se ha tenido en cuenta una matriz de cuatro factores que explican un 74,4% de la varianza.

Un primer factor está constituido por cinco variables: arena, limo, pH, altitud y arcilla. Tiene el significado siguiente: Los aumentos en el contenido de arena suponen menores contenidos de arcilla y de limo, menor pH y mayor altitud. Este factor que explica el 32% de la varianza parece contradictorio o en cierta medida, con las tendencias demostradas con los factoriales parciales para los dos ámbitos. El engrosamiento de la textura lleva aparejado un pH más ácido y se corresponde con una mayor altitud, priman en este caso los factores ligados con la cota: mayor pluviometría (más lavado), menor temperatura (menos alteración).

El aumento del value se corresponde con los menores espesores y menores contenidos de carbono orgánico. Este factor de desarrollo vertical del suelo ligado a la materia orgánica es clásico en los principios de la Génesis de suelos. Este factor 2 supone un 16% de la varianza.

Las variables de color: chroma y hue, ligadas inversamente, explican el 14% de la varianza. Cuando la pureza del color aumenta, disminuye el hue; expresado de otra manera: los colores más cromáticos suelen ser más rojos; se corresponden a mayores cantidades de hierro y

dentro de éste a formas más hematíticas. Son por tanto destacables en todo el macizo los procesos de rubefacción, que también han sido puestos de manifiesto por Barahona et al. (1.982a).

Finalmente, la pendiente explica por sí sola un 10% de la varianza. Este hecho está comprobado por Delgado et al. (1.988) y confirma un factor formador trascendental en los suelos de montaña.

### **III-5-2-2b Perfiles**

Hemos estudiado las relaciones de 31 perfiles de suelo, que suponen 90 muestras y 23 variables.

#### **A) Medias y desviaciones típicas**

En este apartado se comentarán aquellas variables no contempladas en los sondeos.

De la comparación de los datos obtenidos para los suelos del ámbito calizo (tabla III-5-12<sub>4</sub>) con los de la zona silícica (tabla III-5-13<sub>4</sub>), se puede afirmar lo siguiente:

a) La proporción de arena total de los suelos carbonatados es menor que la de los silícicos y además, en éstos últimos la proporción de arena gruesa es superior a

la de arena fina, lo que abunda aún más en el carácter más grosero de la textura de los suelos sobre micasquistos y cuarcitas, ya indicada en el caso de los sondeos. Sin embargo, el porcentaje de grava es muy similar en ambos casos, pero con una variabilidad elevada (> 100%) en los suelos del núcleo.

b) Un dato interesante desde el punto de vista del desarrollo de la vegetación es el agua útil expresada como mm/cm. Es superior en el caso de los suelos silícicos, debido a que la cantidad de agua no utilizable por las plantas es menor, si bien la retenida a 33Kpa (capacidad de campo) es ligeramente inferior a la de los suelos sobre sustrato calizo.

c) La relación C/N de los suelos del ámbito carbonatado es superior a la de los suelos silícicos (13 a 11). La hipótesis de un grado de maduración mayor de la M.O. de los suelos silícicos, sostenida por el valor de esta relación no se confirma con los datos obtenidos en esta memoria (capítulo del estudio de la materia orgánica de Umbrpets), comparados con los de Oyonarte (1.992) para una sierra caliza de clima y vegetación similares. Este punto señala una línea de investigación futura de relevante interés.

d) El fósforo asimilable es mucho mayor en los suelos carbonatados, debido al mayor porcentaje de finos, aunque

en ambas poblaciones la variabilidad es superior al 100%.

e) Las características del complejo de cambio diferencian muy claramente ambas poblaciones. La capacidad de intercambio de cationes es superior por la razón aducida en el punto d), en los suelos carbonatados. El porcentaje de saturación en bases de la población caliza es del 100%, debido a que el Ca extraído es superior como media a la capacidad de cambio. En los suelos del núcleo la media es de 55%, aunque oscila desde valores cercanos al 90% hasta 30% en los suelos más altos. La variabilidad de estas propiedades es muy elevada en ambas poblaciones.

f) El contenido de carbonato cálcico es muy distinto entre ambos tipos de suelos, prácticamente nulo en el ámbito silícico y muy abundante, aunque variable en los suelos carbonatados. Destaca, si bien es un dato poco fiable, la variabilidad de este parámetro en los suelos silícicos.

## **B) Matrices de correlación entre variables**

Destacan en ambos casos el gran número de correlaciones con una significación superior al 5%. Destacaremos por tanto las más importantes e informativas.

1) Ambito carbonatado (tabla III-5-12<sub>5</sub>)

La profundidad del horizonte muestra una correlación negativa con el carbono orgánico, se trata de una constante edafogenética a excepción de algunos tipos de suelos (Fluvisoles o Podsoles) (Wilding & Drees, 1.983).

La relación directa del contenido de arena total con el porcentaje de carbonato cálcico equivalente, es muy frecuente en los suelos sobre sustrato calizo-dolomítico (Martín de Vidales et al., 1,981; Oyonarte 1.985, 1.992), e implica que los carbonatos no suelen mantenerse a tamaños menores; incluso la correlación de estos con el porcentaje de arcilla es negativa. Es interesante destacar que estos carbonatos a tamaños arena, en muchos casos, contienen importantes cantidades de Mg (son dolomíticos), lo que se demuestra por la correspondencia entre ambos parámetros.

El contenido de arcilla presenta importante número de correlaciones con otras variables: inversa con las arena, la grava, el carbonato cálcico equivalente, y directa con los parámetros de retención de agua, el fósforo asimilable y la capacidad de cambio. En la génesis de los suelos sobre rocas calizo-dolomíticas, tiene importancia la relación negativa arcilla-carbonato equivalente, ya que señala que la alteración en estos suelos se produce esencialmente por decarbonatación y/o que existen frecuentes aportes de materiales gruesos en la superficie del suelo, que lo enriquecen en esas fracciones.

El porcentaje de grava presenta una importante correlación negativa con el agua útil y la capacidad de cambio, y positiva con el carbonato equivalente; el origen esencialmente calizo-dolomítico de la grava justifica esto último. La relación grava-CEC en tierra fina, se explica a través de la correlación de la primera con los parámetros texturales y el carbono orgánico.

Una correlación interesante es la que existe entre el calcio de cambio y el fósforo asimilable; indica que el método de determinación de las formas asimilables debe extraer parte del fósforo precipitado en forma de fosfatos de calcio, o que una parte importante del fósforo asimilable está ligado a los carbonatos.

## 2) Ambito silícico (tabla III-5-13<sub>s</sub>)

Aparecen un mayor número de correlaciones significativas, aunque en su mayor parte coinciden con las anteriores.

La alta correlación negativa entre los contenidos de arena y limo, reflejan que ambos son elevados y poco variables entre perfiles y entre horizontes.

La arena se relaciona inversamente con la saturación de bases y por ende con el pH, hecho que se comentó en el caso de la totalidad de los sondeos, y que significa que el

carácter dístico aumenta paralelamente al contenido de arena. El contenido de arcilla muestra una tendencia contraria al de la arena.

Los parámetros de capacidad de retención de agua se correlacionan directamente con porcentajes de limo, arcilla y carbono orgánico, y negativamente con la arena gruesa pero no con la grava.

El carbono orgánico se relaciona con un número mayor de variables que en el caso de los suelos del ámbito carbonatado. Esto indica que en términos generales la influencia del humus en los suelos silícicos es grande, dada su relativa menor edad con respecto a los de la zona carbonatada (Delgado Calvo-Flores, 1.980). Podríamos hablar de ciclo corto de formación para estos suelos de acuerdo con las ideas de Duchaufour (1.984).

La correlación del pH con la saturación de bases ya ha sido apuntada en otros párrafos y es una constante en las propiedades de la mayor parte de los suelos (Blosser & Jenny, 1.971). Existe una relación al tratarse de una población de suelos con cierta homogeneidad de caracteres.

A excepción del sodio, los cationes de cambio muestran un gran número de correlaciones significativas con otras variables, aunque la mayor parte son indirectas o a través de las variables texturales y de la fase orgánica.

## C) Análisis Factorial en modo R

### 1 - Ambito carbonatado

Cuatro factores explican el 83,7% de la varianza (tabla III-5-12<sub>6</sub>).

El primero de ellos agrupa nueve variables, tres de las arena, el agua útil y el pF a 33 Kpa, el limo, la grava y la capacidad de cambio. Los aumentos en el contenido de arenas, van acompañados de los de la grava y de los de los carbonatos y suponen menor agua a capacidad de campo y por ello de agua útil, menor contenido de limos y menos capacidad de intercambio catiónico. Este factor explica individualmente el 34,3% de la varianza y si exceptuamos a la CEC, es un factor eminentemente de desarrollo textural y de propiedades físicas.

El factor 2 es un factor por el contrario de carácter más químico y se interpreta en el sentido de explicar cambios de desarrollo vertical del suelo. Con el aumento de la profundidad del horizonte, disminuyen el carbono orgánico, el nitrógeno y la relación C/N, aumenta el pH en agua y disminuyen el magnesio y el Na de cambio. El aumento general del calcio con la profundidad y el consiguiente desplazamiento de otros cationes como Mg y Na, junto a la evolución de la materia orgánica en profundidad hacia menores cantidades, pero en formas más evolucionadas, son las dos razones que justifican a este factor.



El factor 3 supone el aumento en la saturación del complejo paralelamente a una menor agua en el punto de marchitamiento permanente, menor cantidad de calcio de cambio y menor contenido de arcilla. Es decir, el contenido de arcilla es menor conforme aumenta la saturación y ello implica menor agua a 1500 Kpa. La relación con el calcio está oscurecida, ya que al tratarse de materiales calizo-dolomíticos, existe una competencia del calcio y el magnesio por los lugares de cambio; la disminución de calcio implica una mayor influencia de materiales de partida dolomíticos menos solubles y por tanto menos generadores de residuo insoluble y de arcilla.

Las variables, suma de bases, fósforo asimilable y potasio de cambio constituyen el cuarto factor que podría denominarse como factor fertilidad química, y que explica el 13% de la varianza. Cuanto mayor es la suma de bases mayores son el fósforo y el potasio asimilables, todo ello en relación con el complejo de cambio.

## 2 - Ambito silícico

Las variables se han agrupado en cinco factores que explican en total el 72,5% de la varianza (tabla III-5-13<sub>6</sub>).

El primero de ellos, denominado como factor materia orgánica y profundidad, está definido por ocho variables:

Carbono orgánico, nitrógeno y C/N, capacidad de cambio, pF a 1.500 Kpa y el K y Mg de cambio. El sentido del factor es el siguiente: Los aumentos de carbono orgánico suponen aumentos también del nitrógeno y de la C/N (los aumentos de N, no son por tanto proporcionales a los del carbono, el carbono incrementa en proporción más que el nitrógeno); el incremento de la fase orgánica supone también un aumento de la CEC y del agua retenida a 1.500 Kpa., ambas ligadas a los coloides del suelo; las cantidades de potasio y de magnesio de cambio, lógicamente se incrementan también. Todas las variables citadas se relacionan inversamente a la profundidad. La materia orgánica de estos suelos, que decrece en cantidad con la profundidad, tiene gran importancia como elemento decisivo en las propiedades de los mismos, ya que este factor explica individualmente el 22% de la varianza.

El denominado factor textura o factor 2 comprende a las variables texturales, arena, arena gruesa, limo y arcilla, al contenido de agua a la capacidad de campo y al agua útil. El sentido de estas relaciones es como sigue: Los aumentos en el contenido de arena total y más concretamente en la más gruesas, se relacionan con los más bajas proporciones de limo y arcilla, lo que tiene como consecuencia la menor retención de agua (ligada en este caso al contenido de finos) y por tanto menos agua útil. El desarrollo textural es un factor importante en la comprensión de estos suelos sobre material silícico, que

supone individualmente el 16,7% de la varianza.

El factor 3, que comprende a las variables, saturación en bases, pH, suma de bases y calcio de cambio, relacionados en proporción directa y al contenido de grava, negativamente, explica un 13% de la varianza. Los incrementos en la saturación, lógicamente asociados a la suma de bases y al calcio de cambio, llevan aparejados el desplazamiento del pH hacia el campo básico y son inversos al porcentaje de fragmentos gruesos (Blosser & Jenny, 1.971). La grava en este caso, expresa un sentido evolutivo, ya que los mayores contenidos de grava se corresponden con los suelos más altos y por ende de clima más frío en la secuencia sobre rocas silíceas, debido a un incremento en la meteorización física, a una disminución de la alteración y un aumento de los procesos de lixiviación, como consecuencia del aumento del drenaje interno en los suelos.

El fósforo asimilable, los carbonatos y el sodio de cambio, constituyen el cuarto factor relacionado con la fertilidad de los suelos. Las mayores cantidades de fósforo asimilable corresponden también con los contenidos de carbonato cálcico equivalente y con el sodio de cambio. El sentido de este factor es difícil de explicar, ya que se debe acudir de nuevo a los argumentos antes expuestos sobre la relación entre el fósforo asimilable de formas precipitadas con los carbonatos. El sodio es un elemento

muy soluble y con un poder de cambio menor que el resto de las bases. De ahí, que su mayor contenido se relacione con los carbonatos, que se eliminan con relativa facilidad por disolución a los pHs y la pluviometría de la zona silícica.

Otra forma de justificar esta relación es acudir a la composición mineralógica de los materiales de partida de los suelos. De acuerdo con los datos de Puga (1.971) la composición de las rocas de los mantos Nevadofilábrides superiores es más rica en feldespatos que contienen Na. A su vez, estas zonas de contacto son las de menor altitud con menos lavado y más posibilidades de contaminación eólica de carbonatos, por su cercanía a las rocas carbonatadas alpujárrides. Se debe tener en cuenta para comprender este factor que el porcentaje de carbonatos es cero o casi cero en la mayor parte de los suelos del ámbito silícico, por lo que sólo se contemplan aquellos suelos que lo contienen.

En último término, la arena fina, como factor de desarrollo textural, explica el 8% de la variación de los horizontes. El sentido del factor es claro, ya que la arena fina es como media inferior a la gruesa y se relaciona con el contenido de fracciones finas. Los mayores contenidos de arena fina suponen por tanto mayor evolución textural de los suelos.

### 3 - Totalidad de los suelos

Considerando la totalidad de los suelos del sector estudiado, se ha elaborado una matriz de correlación (tabla III-5-14<sub>3</sub>) que es el paso previo a un análisis factorial (tabla III-5-14<sub>4</sub>). En dicho análisis se pone de manifiesto la existencia de cinco factores que explican el 73% de la varianza de la población.

El factor 1 o factor químico incluye a las variables: suma y saturación de bases, carbonatos, pH y contenido de cationes calcio y magnesio en el complejo de cambio.; todos ellos con un sentido positivo. Cuando se incrementa la suma de bases de cambio, también lo hacen el porcentaje de carbonatos, el pH y la saturación en calcio y magnesio de cambio. Lógicamente, la presencia de carbonatos de calcio y magnesio en el material de partida unido a la menor pluviometría de las zonas alpujárrides, han sido el criterio de diferenciación de los dos grandes ámbitos de suelos e incluso de vegetación.

El factor 2 comprende a las variables texturales: arena, arena gruesa y fina, limo y arcilla, con el agua retenida a la capacidad de campo. El sentido de este factor es: Los aumentos de las arenas se corresponden con una disminución de las fracciones finas (limo y arcilla) y una disminución en el agua correspondiente a pF de 33 Kpa. La importancia de este factor ya se ha justificado en el caso de los suelos sobre materiales silíceos. La evolución textural para todos los suelos de la Sierra explica por sí

sola el 17% de la varianza.

Los aumentos en el contenido de carbono orgánico son inversos a la profundidad del horizonte y van acompañados de incrementos en el nitrógeno, pero no proporcionales, ya que la relación C/N también crece en el mismo sentido; la capacidad de intercambio de cationes y el agua en el punto de marchitamiento permanente, aumentan paralelamente al carbono orgánico. Todas las variables mencionadas, constituyen el factor 3 que se ha denominado factor materia orgánica. La capacidad de cambio y el agua a pF de 1.500 Kpa, están muy relacionadas como propiedades de suelo, a la fase coloidal: Arcilla, materia orgánica y oxihidróxidos. En este caso, la relativa juventud de los suelos (postwurmienses en su mayoría) por el carácter montañoso de la zona, la poca alteración química ligada a un clima frío y los procesos erosivos, que eliminan selectivamente a las fracciones finas, hacen que las proporciones de arcilla sean bajas, en general, y le conceden a la fase coloidal orgánica un mayor peso en las propiedades del suelo.

El factor 4 está constituido por las variables: fósforo asimilable y el K y Na de cambio, en una tendencia positiva para todas ellas. La explicación de esta relación puede entenderse en el mismo sentido que los factores de la zona carbonatada y de la zona silícica.

El agua útil se relaciona inversamente con el

contenido de grava, y ambas variables constituyen el quinto factor, que explica el 6% de la varianza total. El sentido de esta relación entre la grava y el agua útil es doble y reside en la correspondencia entre el contenido de grava y el desarrollo edáfico discutido en otros puntos del capítulo de estadística, y también porque en el cálculo del agua útil se emplea negativamente el porcentaje de grava, ya que a ésta última no se le considera su capacidad de retención de agua.

III-5-3 APENDICE ESTADISTICO (TABLAS)

Tabla III-5-1 Número de muestras y de variables utilizadas en el estudio estadístico.

| CAPAS ARABLES DE SONDEOS Y PERFILES |                |                 | HORIZONTES DE PERFILES   |                |                 |
|-------------------------------------|----------------|-----------------|--------------------------|----------------|-----------------|
| Criterio de agrupación              | Nº de muestras | Nº de variables | Criterio de agrupación   | Nº de muestras | Nº de variables |
| Totalidad de la zona                | 136            | 11              | Totalidad de la zona     | 90             | 23              |
| Ambito carbonatado                  | 74             | 11              | Ambito carbonatado       | 17             | 23              |
| Ambito silícico                     | 62             | 11              | Ambito silícico          | 73             | 23              |
| Suelos silícicos ácidos             | 58             | 11              | Suelos silícicos ácidos  | 56             | 23              |
| Suelos silícicos básicos            | 4              | 11              | Suelos silícicos básicos | 17             | 23              |

Tabla III-5-2 Criterios de agrupación para la totalidad de la zona

| ZONA       |                |                    |
|------------|----------------|--------------------|
| Grupo      | Nº de muestras | Denominación       |
| 1          | 74             | Ambito carbonatado |
| 2          | 62             | Ambito silícico    |
| GRAN GRUPO |                |                    |
| Grupo      | Nº de muestras | Denominación       |
| 1          | 24             | Xerorthent         |
| 2          | 11             | Criorthent         |
| 3          | 12             | Xerumbrept         |
| 4          | 24             | Criumbrept         |
| 5          | 1              | Haplumbrept        |
| 6          | 11             | Xerochrept         |
| 7          | 4              | Criochrept         |
| 8          | 12             | Haploxeralf        |
| 9          | 3              | Rhodoxeralf        |
| 10         | 26             | Haploxeroll        |
| 11         | 7              | Calcixeroll        |
| 12         | 1              | Crioboroll         |



Tabla III-5-2 (Continuación) Criterios de agrupación para la totalidad de la zona

| SUBGRUPO |                |                |
|----------|----------------|----------------|
| Grupo    | Nº de muestras | Denominación   |
| 1        | 78             | Típico         |
| 2        | 18             | Entico         |
| 3        | 5              | Lítico         |
| 4        | 17             | Cálcico        |
| 5        | 7              | Calcixeróllico |
| 6        | 5              | Dístrico       |
| 7        | 3              | Móllico        |
| 8        | 2              | Páquico        |
| 9        | 1              | Ultico         |

| ALTITUD |                |               |
|---------|----------------|---------------|
| Grupo   | Nº de muestras | Límites (m.)  |
| 1       | 20             | < 1.500       |
| 2       | 46             | 1.500 - 1.750 |
| 3       | 24             | 1.751 - 2.000 |
| 4       | 11             | 2.001 - 2.250 |
| 5       | 11             | 2.251 - 2.500 |
| 6       | 13             | 2.501 - 2.750 |
| 7       | 7              | 2.751 - 3.000 |
| 8       | 4              | > 3.000       |

| PENDIENTE |                |             |
|-----------|----------------|-------------|
| Grupo     | Nº de muestras | Límites (%) |
| 1         | 3              | < 12        |
| 2         | 13             | 12 - 25     |
| 3         | 32             | 26 - 37     |
| 4         | 49             | 38 - 55     |
| 5         | 39             | > 55        |

Tabla III-5-2 (Continuación) Criterios de agrupación para la totalidad de la zona

| MATERIAL ORIGINAL |                |                             |
|-------------------|----------------|-----------------------------|
| Grupo             | Nº de muestras | Denominación                |
| 1                 | 14             | Filitas                     |
| 2                 | 20             | Calizas y dolomías          |
| 3                 | 29             | Cataclasitas                |
| 4                 | 11             | Calizas y metarcillitas     |
| 5                 | 58             | Micasquistos                |
| 6                 | 4              | Anfibolitas y serpentinitas |

| PRESENCIA DE HORIZONTE B |                |                 |
|--------------------------|----------------|-----------------|
| Grupo                    | Nº de muestras | Denominación    |
| 1                        | 64             | Con horizonte B |
| 2                        | 72             | Sin horizonte B |

Tabla III-5-3 Criterios de agrupación para el ámbito carbonatado

| GRAN GRUPO |                |              |
|------------|----------------|--------------|
| Grupo      | Nº de muestras | Denominación |
| 1          | 20             | Xerorthent   |
| 2          | 8              | Xerochrept   |
| 3          | 12             | Haploxeralf  |
| 4          | 3              | Rhodoxeralf  |
| 5          | 24             | Haploxeroll  |
| 6          | 7              | Calcixeroll  |

| SUBGRUPO |                |                |
|----------|----------------|----------------|
| Grupo    | Nº de muestras | Denominación   |
| 1        | 39             | Típico         |
| 2        | 2              | Entico         |
| 3        | 5              | Lítico         |
| 4        | 17             | Cálcico        |
| 5        | 7              | Calcixeróllico |
| 6        | 3              | Móllico        |
| 7        | 1              | Páquico        |

Tabla III-5-3 (Continuación) Criterios de agrupación para el ámbito carbonatado

| ALTITUD |                |               |
|---------|----------------|---------------|
| Grupo   | Nº de muestras | Límites (m.)  |
| 1       | 15             | < 1.500       |
| 2       | 43             | 1.500 - 1.750 |
| 3       | 16             | > 1.750       |

| PENDIENTE |                |             |
|-----------|----------------|-------------|
| Grupo     | Nº de muestras | Límites (%) |
| 1         | 3              | < 12        |
| 2         | 17             | 12 - 37     |
| 3         | 54             | > 37        |

| MATERIAL ORIGINAL |                |                         |
|-------------------|----------------|-------------------------|
| Grupo             | Nº de muestras | Denominación            |
| 1                 | 14             | Filitas                 |
| 2                 | 20             | Calizas y dolomías      |
| 3                 | 29             | Cataclasitas            |
| 4                 | 11             | Calizas y metarcillitas |

| PRESENCIA DE HORIZONTE B |                |                 |
|--------------------------|----------------|-----------------|
| Grupo                    | Nº de muestras | Denominación    |
| 1                        | 36             | Con horizonte B |
| 2                        | 38             | Sin horizonte B |

Tabla III-5-4 Criterios de agrupación para el ámbito silícico

GRAN GRUPO

| Grupo | Nº de muestras | Denominación |
|-------|----------------|--------------|
| 1     | 4              | Xerorthent   |
| 2     | 11             | Criorthent   |
| 3     | 12             | Xerumbrept   |
| 4     | 24             | Criumbrept   |
| 5     | 1              | Haplumbrept  |
| 6     | 3              | Xerochrept   |
| 7     | 4              | Criochrept   |
| 8     | 2              | Haploxeroll  |
| 9     | 1              | Crioboroll   |

SUBGRUPO

| Grupo | Nº de muestras | Denominación |
|-------|----------------|--------------|
| 1     | 39             | Típico       |
| 2     | 16             | Entico       |
| 3     | 5              | Dístrico     |
| 4     | 1              | Páquico      |
| 5     | 1              | Ultico       |

ALTITUD

| Grupo | Nº de muestras | Límites (m.)  |
|-------|----------------|---------------|
| 1     | 5              | < 1.500       |
| 2     | 3              | 1.500 - 1.750 |
| 3     | 9              | 1.751 - 2.000 |
| 4     | 10             | 2.001 - 2.250 |
| 5     | 11             | 2.251 - 2.500 |
| 6     | 13             | 2.501 - 2.750 |
| 7     | 7              | 2.751 - 3.000 |
| 8     | 4              | > 3.000       |

PENDIENTE

| Grupo | Nº de muestras | Límites (%) |
|-------|----------------|-------------|
| 1     | 28             | < 37        |
| 2     | 34             | > 37        |

Tabla III-5-4 (Continuación) Criterios de agrupación para el ámbito silícico

| MATERIAL ORIGINAL |                |                             |
|-------------------|----------------|-----------------------------|
| Grupo             | Nº de muestras | Denominación                |
| 1                 | 58             | Micasquistos                |
| 2                 | 4              | Anfibolitas y serpentinitas |

PRESENCIA DE HORIZONTE B

| Grupo | Nº de muestras | Denominación    |
|-------|----------------|-----------------|
| 1     | 28             | Con horizonte B |
| 2     | 34             | Sin horizonte B |

Tabla III-5-5 Análisis de varianza. Totalidad del muestreo. Criterio de agrupación: Zona (2 grupos).

| VARIABLE             | MEDIA                     |                            | DESVIACION TIPICA         |                            | VALOR de F | SIGNIFICACION |
|----------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|------------|---------------|
|                      | ALPUJARRIDE (Carbonatada) | NEVADOFILABRIDE (Silícica) | ALPUJARRIDE (Carbonatada) | NEVADOFILABRIDE (Silícica) |            |               |
| ALTURA (m.)          | 1.631,4                   | 2.308,1                    | 194,4                     | 480,9                      | 122,7      | ***           |
| PENDIENTE (%)        | 45,6                      | 42,9                       | 16,9                      | 17,6                       | 1,1        |               |
| ESPESOR (cm.)        | 33,5                      | 42,1                       | 16,1                      | 20,3                       | 7,6        | **            |
| HUE                  | 18,9                      | 20,3                       | 1,9                       | 1,7                        | 20,3       | ***           |
| VALUE                | 3,7                       | 2,9                        | 0,9                       | 0,4                        | 33,3       | ***           |
| CRHOMA               | 2,8                       | 2,2                        | 1,1                       | 0,6                        | 11,6       | **            |
| ARENA (%)            | 37,1                      | 62,9                       | 15,1                      | 8,5                        | 142,6      | ***           |
| LIMO (%)             | 42,2                      | 27,1                       | 11,7                      | 6,8                        | 80,2       | ***           |
| ARCILLA (%)          | 20,7                      | 9,9                        | 9,8                       | 2,7                        | 70,2       | ***           |
| (%) CARBONO ORGANICO | 2,8                       | 2,6                        | 1,1                       | 1,6                        | 0,8        |               |
| pH AGUA              | 7,9                       | 5,5                        | 0,2                       | 0,8                        | 553,9      | ***           |

\* >5%, \*\* > 1%, \*\*\* > 0,1%. Nº de muestras de la zona alpujarride: 74. Nº de muestras de la zona nevadofilábride: 62

Tabla III-5-6<sub>1</sub> Análisis de varianza. Totalidad del muestreo.  
 Criterio de agrupación: Gran Grupo (12 grupos)

| VARIABLE             | VALOR DE F | SIGNIFICACION |
|----------------------|------------|---------------|
| ALTURA (m.)          | 66,6       | ***           |
| PENDIENTE (%)        | 3,7        | ***           |
| ESPESOR (cm.)        | 8,6        | ***           |
| HUE                  | 8,6        | ***           |
| VALUE                | 10,0       | ***           |
| CRHOMA               | 8,7        | ***           |
| ARENA (%)            | 17,4       | ***           |
| LIMO (%)             | 9,9        | ***           |
| ARCILLA (%)          | 10,5       | ***           |
| CARBONO ORGANICO (%) | 7,4        | ***           |
| pH AGUA              | 98.1       | ***           |

\* > 5%; \*\* > 1%; \*\*\* > 0,1%.

Número de muestras: grupo 1 = 24, grupo 2 = 11; grupo 3 = 12, grupo 4 = 24,  
 grupo 5 = 1, grupo 6 = 11, grupo 7 = 4, grupo 8 = 12, grupo 9 = 3, grupo 10 = 26,  
 grupo 11 = 7, grupo 12 = 1

Tabla III-5-6<sub>2</sub> Medias y desviaciones típicas de las variables significativas. Totalidad del muestreo.  
Criterio de agrupación: Gran Grupo.

| GRAN GRUPO  | Nº de muestras | Altura (m) |        | Pendiente (%) |        | Espesor (cm) |       | Hue   |       | Value |      | Chroma |      | Arena (%) |       | Limo (%) |       | Arcilla (%) |       | C. O. (%) |      | pH (H <sub>2</sub> O) |      |
|-------------|----------------|------------|--------|---------------|--------|--------------|-------|-------|-------|-------|------|--------|------|-----------|-------|----------|-------|-------------|-------|-----------|------|-----------------------|------|
|             |                | X          | dt     | X             | dt     | X            | dt    | X     | dt    | X     | dt   | X      | dt   | X         | dt    | X        | dt    | X           | dt    | X         | dt   | X                     | dt   |
|             |                | Xerorthent | 24     | 1613,33       | 184,31 | 51,67        | 16,23 | 19,75 | 10,41 | 19,90 | 2,60 | 4,30   | 0,95 | 3,04      | 0,99  | 48,37    | 14,76 | 36,30       | 11,17 | 15,38     | 6,76 | 2,30                  | 0,97 |
| Criorthent  | 11             | 2860,00    | 296,75 | 42,90         | 6,55   | 24,36        | 12,35 | 21,84 | 1,01  | 3,32  | 0,34 | 2,18   | 0,40 | 64,10     | 5,75  | 26,83    | 4,88  | 8,64        | 2,48  | 0,72      | 0,17 | 5,42                  | 0,41 |
| Xerumbrept  | 12             | 1897,50    | 245,14 | 54,83         | 19,94  | 58,67        | 22,19 | 18,96 | 1,67  | 2,62  | 0,38 | 1,92   | 0,29 | 62,37     | 7,56  | 28,14    | 6,48  | 9,50        | 1,64  | 3,44      | 0,87 | 5,83                  | 0,58 |
| Criumbrept  | 24             | 2466,67    | 158,13 | 34,96         | 12,89  | 43,21        | 16,74 | 20,42 | 1,20  | 2,87  | 0,40 | 2,31   | 0,64 | 66,41     | 8,04  | 23,88    | 6,00  | 9,62        | 2,50  | 3,12      | 1,70 | 5,03                  | 0,56 |
| Xerochrept  | 11             | 1670,91    | 230,84 | 45,27         | 10,82  | 45,54        | 13,82 | 18,98 | 1,23  | 3,95  | 0,96 | 3,27   | 0,68 | 39,18     | 19,27 | 42,44    | 10,50 | 18,37       | 12,7  | 2,43      | 0,34 | 7,55                  | 0,58 |
| Criochrept  | 4              | 2757,50    | 310,95 | 28,75         | 8,22   | 34,25        | 17,67 | 20,62 | 1,25  | 3,12  | 0,25 | 2,37   | 0,48 | 60,12     | 4,74  | 29,17    | 4,66  | 10,72       | 2,21  | 1,37      | 1,08 | 4,92                  | 0,51 |
| Haploxeralf | 12             | 1654,58    | 192,58 | 33,83         | 14,85  | 38,33        | 15,98 | 17,50 | 1,51  | 3,33  | 0,61 | 3,08   | 1,38 | 27,5      | 10,06 | 45,48    | 12,48 | 27,01       | 11,4  | 3,20      | 0,93 | 7,85                  | 0,26 |
| Rhodoxeralf | 3              | 1803,33    | 137,96 | 45,00         | 13,00  | 42,33        | 15,95 | 15,00 | 0,00  | 3,83  | 0,29 | 5,00   | 1,00 | 35,00     | 5,73  | 32,70    | 7,20  | 32,17       | 2,15  | 1,62      | 1,02 | 8,10                  | 0,20 |
| Haploxeroll | 26             | 1612,31    | 213,94 | 49,54         | 19,52  | 39,69        | 14,38 | 19,33 | 1,38  | 3,11  | 0,60 | 2,00   | 0,55 | 37,01     | 16,65 | 43,30    | 13,30 | 19,67       | 8,95  | 3,30      | 1,12 | 7,69                  | 0,38 |
| Calcixeroll | 7              | 1640,00    | 167,63 | 42,29         | 12,39  | 37,29        | 12,02 | 19,46 | 0,98  | 3,5   | 0,82 | 2,64   | 1,03 | 37,24     | 7,22  | 43,33    | 5,96  | 19,43       | 4,41  | 2,55      | 1,01 | 7,93                  | 0,21 |

X: Media, dt: desviación típica

Tabla III-5-6<sub>3</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
Criterio de clasificación: Gran Grupo. Variable: Altura.

|             | Xerorthent | Criorthent | Xerumbrept | Criumbrept | Xerochrept | Criochrept | Haploxeralf | Rhodoxeralf | Haploxeroll | Calcixeroll |
|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Xerorthent  |            | ***        | ***        | ***        |            | ***        |             |             |             |             |
| Criorthent  |            |            | ***        | ***        | ***        |            | ***         | ***         | ***         | ***         |
| Xerumbrept  |            |            |            | ***        | *          | ***        | **          |             | ***         | *           |
| Criumbrept  |            |            |            |            | ***        | *          | ***         | ***         | ***         | ***         |
| Xerochrept  |            |            |            |            |            | ***        |             |             |             |             |
| Criochrept  |            |            |            |            |            |            | ***         | **          | ***         | ***         |
| Haploxeralf |            |            |            |            |            |            |             |             |             |             |
| Rhodoxeralf |            |            |            |            |            |            |             |             |             |             |
| Haploxeroll |            |            |            |            |            |            |             |             |             |             |
| Calcixeroll |            |            |            |            |            |            |             |             |             |             |

Tabla III-5-6, Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
 Criterio de clasificación: Gran Grupo. Variable: Pendiente.

|              | Xerorthent | Criorthent | Xerumbrept | Criumbrept | Xerochrept | Criochrept | Haploxeralf | Rhodoxeralf | Haploxe-roll | Calcixeroll |
|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| Xerorthent   |            |            |            | ***        |            | *          | **          |             |              |             |
| Criorthent   |            |            |            |            |            |            |             |             |              |             |
| Xerumbrept   |            |            |            | ***        |            | *          | **          |             |              |             |
| Criumbrept   |            |            |            |            |            |            |             |             | **           |             |
| Xerochrept   |            |            |            |            |            |            |             |             |              |             |
| Criochrept   |            |            |            |            |            |            |             |             | *            |             |
| Haploxeralf  |            |            |            |            |            |            |             |             | **           |             |
| Rhodoxeralf  |            |            |            |            |            |            |             |             |              |             |
| Haploxe-roll |            |            |            |            |            |            |             |             |              |             |
| Calcixeroll  |            |            |            |            |            |            |             |             |              |             |

Tabla III-5-6<sub>s</sub>, Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
 Criterio de clasificación: Gran Grupo. Variable: Espesor.

|              | Xerorthent | Criorthent | Xerumbrept | Criumbrept | Xerochrept | Criochrept | Haploxeralf | Rhodoxeralf | Haploxe-roll | Calcixeroll |
|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| Xerorthent   |            |            | ***        | ***        | ***        |            | ***         | *           | ***          | **          |
| Criorthent   |            |            | ***        | **         | **         |            | *           |             | **           |             |
| Xerumbrept   |            |            |            | **         | *          | *          | **          |             | ***          | **          |
| Criumbrept   |            |            |            |            |            |            |             |             |              |             |
| Xerochrept   |            |            |            |            |            |            |             |             |              |             |
| Criochrept   |            |            |            |            |            |            |             |             |              |             |
| Haploxeralf  |            |            |            |            |            |            |             |             |              |             |
| Rhodoxeralf  |            |            |            |            |            |            |             |             |              |             |
| Haploxe-roll |            |            |            |            |            |            |             |             |              |             |
| Calcixeroll  |            |            |            |            |            |            |             |             |              |             |



Tabla III-5-6, Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad de muestreo.  
Criterio de clasificación: Gran Grupo. Variable: Hue.

|              | Xerorthent | Criorthent | Xerumbrept | Criumbrept | Xerochrept | Criochrept | Haploxeralf | Rhodoxeralf | Haploxe-roll | Calcixeroll |
|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| Xerorthent   |            | **         |            |            |            |            | ***         | ***         |              |             |
| Criorthent   |            |            | ***        | *          | ***        |            | ***         | ***         | ***          | **          |
| Xerumbrept   |            |            |            | *          |            |            | *           | **          |              |             |
| Criumbrept   |            |            |            |            |            | *          |             | ***         | ***          | *           |
| Xerochrept   |            |            |            |            |            |            | *           | **          |              |             |
| Criochrept   |            |            |            |            |            |            | **          | **          |              |             |
| Haploxeralf  |            |            |            |            |            |            |             | *           | **           | *           |
| Rhodoxeralf  |            |            |            |            |            |            |             |             | ***          | **          |
| Haploxe-roll |            |            |            |            |            |            |             |             |              |             |
| Calcixeroll  |            |            |            |            |            |            |             |             |              |             |

Tabla III-5-6, Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
Criterio de clasificación: Gran Grupo. Variable: Value.

|              | Xerorthent | Criorthent | Xerumbrept | Criumbrept | Xerochrept | Criochrept | Haploxeralf | Rhodoxeralf | Haploxe-roll | Calcixeroll |
|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| Xerorthent   |            | ***        | ***        | ***        |            | **         | ***         |             | ***          | **          |
| Criorthent   |            |            | *          |            | *          |            |             |             |              |             |
| Xerumbrept   |            |            |            |            | ***        |            | *           | *           | *            | *           |
| Criumbrept   |            |            |            |            | ***        |            |             | *           |              | *           |
| Xerochrept   |            |            |            |            |            |            | *           |             | **           |             |
| Criochrept   |            |            |            |            |            |            |             |             |              |             |
| Haploxeralf  |            |            |            |            |            |            |             |             |              |             |
| Rhodoxeralf  |            |            |            |            |            |            |             |             |              |             |
| Haploxe-roll |            |            |            |            |            |            |             |             |              |             |
| Calcixeroll  |            |            |            |            |            |            |             |             |              |             |

629

Tabla III-5-6, Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
Criterio de clasificación: Gran Grupo. Variable: Chroma.

|             | Xerorthent | Criorthent | Xerumbrept | Criumbrept | Xerochrept | Criochrept | Haploxeralf | Rhodoxeralf | Haploxeroll | Calcixeroll |
|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Xerorthent  |            | **         | ***        | **         |            |            |             | ***         | ***         |             |
| Criorthent  |            |            |            |            | **         |            | *           | ***         |             |             |
| Xerumbrept  |            |            |            |            | ***        |            | **          | ***         |             |             |
| Criumbrept  |            |            |            |            | **         |            | **          | ***         |             |             |
| Xerochrept  |            |            |            |            |            |            |             | **          | ***         |             |
| Criochrept  |            |            |            |            |            |            |             | **          |             |             |
| Haploxeralf |            |            |            |            |            |            |             | **          | ***         |             |
| Rhodoxeralf |            |            |            |            |            |            |             |             | ***         | **          |
| Haploxeroll |            |            |            |            |            |            |             |             |             |             |
| Calcixeroll |            |            |            |            |            |            |             |             |             |             |

Tabla III-5-6, Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
Criterio de clasificación: Gran Grupo. Variable: Arena.

|             | Xerorthent | Criorthent | Xerumbrept | Criumbrept | Xerochrept | Criochrept | Haploxeralf | Rhodoxeralf | Haploxeroll | Calcixeroll |
|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Xerorthent  |            | **         | **         | ***        |            |            | ***         |             | **          | *           |
| Criorthent  |            |            |            |            | ***        |            | ***         | **          | ***         | ***         |
| Xerumbrept  |            |            |            |            | ***        |            | ***         | **          | ***         | ***         |
| Criumbrept  |            |            |            |            | ***        |            | ***         | ***         | ***         | ***         |
| Xerochrept  |            |            |            |            |            | *          | *           |             |             |             |
| Criochrept  |            |            |            |            |            |            | ***         | *           | **          | *           |
| Haploxeralf |            |            |            |            |            |            |             |             | *           |             |
| Rhodoxeralf |            |            |            |            |            |            |             |             |             |             |
| Haploxeroll |            |            |            |            |            |            |             |             |             |             |
| Calcixeroll |            |            |            |            |            |            |             |             |             |             |

630

Tabla III-5-6<sub>10</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
Criterio de clasificación: Gran Grupo. Variable: Limo.

|              | Xerorthent | Criorthent | Xerumbrept | Criumbrept | Xerochrept | Criochrept | Haploxeralf | Rhodoxeralf | Haploxe-roll | Calcixeroll |
|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| Xerorthent   |            | *          | *          | ***        |            |            | *           |             | *            |             |
| Criorthent   |            |            |            |            | **         |            | ***         |             | ***          | **          |
| Xerumbrept   |            |            |            |            | **         |            | ***         |             | ***          | **          |
| Criumbrept   |            |            |            |            | ***        |            | ***         |             | ***          | ***         |
| Xerochrept   |            |            |            |            |            | *          |             |             |              |             |
| Criochrept   |            |            |            |            |            |            | *           |             | *            | *           |
| Haploxeralf  |            |            |            |            |            |            |             |             |              |             |
| Rhodoxeralf  |            |            |            |            |            |            |             |             |              |             |
| Haploxe-roll |            |            |            |            |            |            |             |             |              |             |
| Calcixeroll  |            |            |            |            |            |            |             |             |              |             |

Tabla III-5-6<sub>11</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
Criterio de clasificación: Gran Grupo. Variable: Arcilla.

|              | Xerorthent | Criorthent | Xerumbrept | Criumbrept | Xerochrept | Criochrept | Haploxeralf | Rhodoxeralf | Haploxe-roll | Calcixeroll |
|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| Xerorthent   |            | *          | *          | **         |            |            | ***         | ***         | *            |             |
| Criorthent   |            |            |            |            | **         |            | ***         | ***         | ***          | **          |
| Xerumbrept   |            |            |            |            | **         |            | ***         | ***         | ***          | *           |
| Criumbrept   |            |            |            |            | **         |            | ***         | ***         | ***          | **          |
| Xerochrept   |            |            |            |            |            |            | **          | *           |              |             |
| Criochrept   |            |            |            |            |            |            | **          | *           | *            |             |
| Haploxeralf  |            |            |            |            |            |            |             |             | **           | *           |
| Rhodoxeralf  |            |            |            |            |            |            |             |             | **           | *           |
| Haploxe-roll |            |            |            |            |            |            |             |             | **           | *           |
| Calcixeroll  |            |            |            |            |            |            |             |             | **           | *           |



Tabla III-5-6<sub>14</sub> Análisis de varianza. Ambito carbonatado.  
Criterio de agrupación: Gran Grupo (6 grupos).

| VARIABLE             | VALOR DE F | SIGNIFICACION |
|----------------------|------------|---------------|
| ALTURA (m.)          | 0,7        |               |
| PENDIENTE (%)        | 1,7        |               |
| ESPESOR (cm.)        | 9,9        | ***           |
| HUE                  | 6,0        | ***           |
| VALUE                | 8,2        | ***           |
| CRHOMA               | 8,0        | ***           |
| ARENA (%)            | 3,3        | *             |
| LIMO (%)             | 1,6        |               |
| ARCILLA (%)          | 3,3        | *             |
| CARBONO ORGANICO (%) | 4,2        | **            |
| pH AGUA              | 2,3        |               |

\* > 5%; \*\* > 1%; \*\*\* > 0,1%. Número de muestras: grupo 1= 20, grupo 2= 6, grupo 3= 12, grupo 4= 3, grupo 5= 24, grupo 6= 7

Tabla III-5-6<sub>15</sub> Medias y desviaciones típicas de las variables significativas.  
Ambito Carbonatado. Criterio de agrupación: Gran Grupo

| GRAN GRUPO  | Nº de datos | Espesor (cm) |      | Hue   |      | Value |      | Chroma |      | Arena (%) |       | Arcilla (%) |      | C. O. (%) |      |
|-------------|-------------|--------------|------|-------|------|-------|------|--------|------|-----------|-------|-------------|------|-----------|------|
|             |             | X            | dt   | X     | dt   | X     | dt   | X      | dt   | X         | dt    | X           | dt   | X         | dt   |
| Xerorthent  | 20          | 16,65        | 5,06 | 19,62 | 2,47 | 4,45  | 0,94 | 3,10   | 1,06 | 46,91     | 15,04 | 15,82       | 7,27 | 2,28      | 0,94 |
| Xerochrept  | 8           | 41,37        | 13,3 | 19,06 | 1,29 | 4,31  | 0,88 | 3,37   | 0,58 | 33,31     | 16,67 | 21,54       | 13,7 | 2,48      | 0,33 |
| Haploxera1f | 12          | 38,33        | 16,0 | 17,50 | 1,51 | 3,33  | 0,61 | 3,08   | 1,38 | 27,50     | 10,06 | 27,02       | 11,5 | 3,20      | 0,93 |
| Rhodoxera1f | 3           | 42,33        | 15,9 | 15,00 | 0,00 | 3,83  | 0,29 | 5,00   | 1,00 | 35,00     | 5,73  | 32,17       | 2,15 | 1,62      | 1,02 |
| Haploxeroll | 24          | 40,42        | 14,7 | 19,27 | 1,22 | 3,12  | 0,63 | 2,00   | 0,57 | 35,07     | 15,78 | 20,44       | 8,89 | 3,29      | 1,04 |
| Calcixeroll | 7           | 37,29        | 12,0 | 19,46 | 0,98 | 3,50  | 0,82 | 2,64   | 1,03 | 37,24     | 7,22  | 19,43       | 4,41 | 2,55      | 1,01 |

X: Media. dt: Desviación típica

Tabla III-5-6<sub>16</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito carbonatado.  
 Criterio de clasificación: Gran Grupo. Variable: Espesor.

|             | Xerorthent | Xerochrept | Haploxeralf | Rhodoxeralf | Haploxeroll | Calcixeroll |
|-------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Xerorthent  |            | ***        | ***         | **          | ***         | **          |
| Xerochrept  |            |            |             |             |             |             |
| Haploxeralf |            |            |             |             |             |             |
| Rhodoxeralf |            |            |             |             |             |             |
| Haploxeroll |            |            |             |             |             |             |
| Calcixeroll |            |            |             |             |             |             |

Tabla III-5-6<sub>17</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito carbonatado.  
 Criterio de clasificación: Gran Grupo. Variable: Hue.

|             | Xerorthent | Xerochrept | Haploxeralf | Rhodoxeralf | Haploxeroll | Calcixeroll |
|-------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Xerorthent  |            |            | **          | ***         |             |             |
| Xerochrept  |            |            |             | **          |             |             |
| Haploxeralf |            |            |             | *           | **          | *           |
| Rhodoxeralf |            |            |             |             | ***         | **          |
| Haploxeroll |            |            |             |             |             |             |
| Calcixeroll |            |            |             |             |             |             |

Tabla III-5-6<sub>18</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito carbonatado.  
 Criterio de clasificación: Gran Grupo. Variable: Value.

|              | Xerorthent | Xerochrept | Haploxeralf | Rhodoxeralf | Haploxe-roll | Calcixeroll |
|--------------|------------|------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| Xerorthent   |            |            | ***         |             | ***          | **          |
| Xerochrept   |            |            | *           |             | ***          |             |
| Haploxeralf  |            |            |             |             |              |             |
| Rhodoxeralf  |            |            |             |             |              |             |
| Haploxe-roll |            |            |             |             |              |             |
| Calcixeroll  |            |            |             |             |              |             |

Tabla III-5-6<sub>19</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito carbonatado.  
 Criterio de clasificación: Gran Grupo. Variable: Chroma.

|              | Xerorthent | Xerochrept | Haploxeralf | Rhodoxeralf | Haploxe-roll | Calcixeroll |
|--------------|------------|------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| Xerorthent   |            |            |             | **          | ***          |             |
| Xerochrept   |            |            |             | *           | **           |             |
| Haploxeralf  |            |            |             | **          | **           |             |
| Rhodoxeralf  |            |            |             |             | ***          | **          |
| Haploxe-roll |            |            |             |             |              |             |
| Calcixeroll  |            |            |             |             |              |             |

Tabla III-5-6<sub>20</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito carbonatado.  
 Criterio de clasificación: Gran Grupo. Variable: Arena.

|             | Xerorthent | Xerochrept | Haploxeralf | Rhodoxeralf | Haploxeroll | Calcixeroll |
|-------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Xerorthent  |            | *          | ***         |             | **          |             |
| Xerochrept  |            |            |             |             |             |             |
| Haploxeralf |            |            |             |             |             |             |
| Rhodoxeralf |            |            |             |             |             |             |
| Haploxeroll |            |            |             |             |             |             |
| Calcixeroll |            |            |             |             |             |             |

Tabla III-5-6<sub>21</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito carbonatado.  
 Criterio de clasificación: Gran Grupo. Variable: Arcilla.

|             | Xerorthent | Xerochrept | Haploxeralf | Rhodoxeralf | Haploxeroll | Calcixeroll |
|-------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Xerorthent  |            |            | **          | **          |             |             |
| Xerochrept  |            |            |             |             |             |             |
| Haploxeralf |            |            |             |             |             |             |
| Rhodoxeralf |            |            |             |             | *           |             |
| Haploxeroll |            |            |             |             |             |             |
| Calcixeroll |            |            |             |             |             |             |

636



Tabla III-5-6<sub>22</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito carbonatado.  
 Criterio de clasificación: Gran Grupo. Variable: Carbono orgánico.

|             | Xerorthent | Xerochrept | Haploxeralf | Rhodoxeralf | Haploxeroll | Calcixeroll |
|-------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Xerorthent  |            |            | *           |             | ***         |             |
| Xerochrept  |            |            |             |             | *           |             |
| Haploxeralf |            |            |             | *           |             |             |
| Rhodoxeralf |            |            |             |             | **          |             |
| Haploxeroll |            |            |             |             |             |             |
| Calcixeroll |            |            |             |             |             |             |

637

638  
 Tabla III-5-6<sub>23</sub> Análisis de varianza. Ambito silícico. Criterio de agrupación : Gran Grupo (9 grupos)

| VARIABLE             | VALOR DE F | SIGNIFICACION |
|----------------------|------------|---------------|
| ALTURA (m.)          | 34,9       | ***           |
| PENDIENTE (%)        | 4,9        | ***           |
| ESPESOR (cm.)        | 4,7        | ***           |
| HUE                  | 4,2        | **            |
| VALUE                | 4,9        | ***           |
| CRHOMA               | 2,4        | *             |
| ARENA (%)            | 2,0        |               |
| LIMO (%)             | 2,2        |               |
| ARCILLA (%)          | 2,1        |               |
| CARBONO ORGANICO (%) | 6,0        | ***           |
| pH AGUA              | 13,1       | ***           |

\* > 5%; \*\* > 1%; \*\*\* > 0,1%. Número de muestras: grupo 1 = 4, grupo 2 = 11, grupo 3 = 12, grupo 4 = 24, grupo 5 = 1, grupo 6 = 3, grupo 7 = 4, grupo 8 = 2, grupo 9 = 1

Tabla III-5-6<sub>24</sub> Medias y desviaciones típicas de las variables significativas. Ambito silícico. Criterio de clasificación: Gran Grupo.

| GRAN GRUPO  | Nº de muestras | Altura (m) |        | Pendiente (m) |        | Espesor (cm) |       | Hue   |       | Value |      | Chroma |      | C.O. (%) |      | pH (H <sub>2</sub> O) |      |
|-------------|----------------|------------|--------|---------------|--------|--------------|-------|-------|-------|-------|------|--------|------|----------|------|-----------------------|------|
|             |                | X          | dt     | X             | dt     | X            | dt    | X     | dt    | X     | dt   | X      | dt   | X        | dt   | X                     | dt   |
|             |                | Xerorthent | 4      | 1522,50       | 205,00 | 59,25        | 19,70 | 29,25 | 22,19 | 21,25 | 3,23 | 3,50   | 0,58 | 2,75     | 0,64 | 2,41                  | 1,29 |
| Criorthent  | 11             | 2860,00    | 296,75 | 42,91         | 6,55   | 24,36        | 12,35 | 21,84 | 1,01  | 3,32  | 0,34 | 2,18   | 0,40 | 0,72     | 0,16 | 5,42                  | 0,41 |
| Xerumbrept  | 12             | 1897,50    | 245,14 | 54,83         | 19,94  | 58,67        | 22,19 | 18,96 | 1,67  | 2,62  | 0,38 | 1,92   | 0,29 | 3,44     | 0,87 | 5,83                  | 0,58 |
| Criumbrept  | 24             | 2466,67    | 158,13 | 34,96         | 12,89  | 43,21        | 16,74 | 20,42 | 1,20  | 2,87  | 0,40 | 2,31   | 0,64 | 3,12     | 1,71 | 5,03                  | 0,56 |
| Xerochrept  | 3              | 1776,67    | 267,64 | 49,00         | 18,52  | 56,67        | 9,02  | 18,75 | 1,25  | 3,00  | 0,00 | 3,00   | 1,00 | 2,31     | 0,41 | 6,70                  | 0,17 |
| Criochrept  | 4              | 2757,50    | 320,95 | 28,75         | 8,22   | 34,25        | 17,67 | 20,62 | 1,25  | 3,12  | 0,25 | 2,37   | 0,48 | 1,37     | 1,08 | 4,92                  | 0,51 |
| Haploxeroll | 2              | 1810,00    | 14,14  | 62,5          | 3,53   | 31,00        | 5,66  | 20,00 | 3,53  | 3,00  | 0,00 | 2,00   | 0,00 | 3,41     | 2,52 | 6,70                  | 0,56 |

X: Media. dt: Desviación típica.

Tabla III-5-6<sub>25</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito silícico.  
 Criterio de clasificación: Gran Grupo. Variable: Altura.

| Gran Grupo   | Xerorthent | Criorthent | Xerumbrept | Criumbrept | Xerochrept | Criochrept | Haploxe-roll |
|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| Xerorthent   |            | ***        | *          | ***        |            | ***        |              |
| Criorthent   |            |            | ***        | ***        | ***        |            | ***          |
| Xerumbrept   |            |            |            | ***        |            | ***        |              |
| Criumbrept   |            |            |            |            | ***        | *          | ***          |
| Xerochrept   |            |            |            |            |            | **         |              |
| Criochrept   |            |            |            |            |            |            | **           |
| Haploxe-roll |            |            |            |            |            |            |              |

Tabla III-5-6<sub>26</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito silício.  
 Criterio de clasificación: Gran Grupo. Variable: Pendiente.

| Gran Grupo   | Xerorthent | Criorthent | Xerumbrept | Criumbrept | Xerochrept | Criochrept | Haploxe-roll |
|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| Xerorthent   |            |            |            | **         |            | *          |              |
| Criorthent   |            |            |            |            |            |            |              |
| Xerumbrept   |            |            |            | ***        |            | **         |              |
| Criumbrept   |            |            |            |            |            |            | *            |
| Xerochrept   |            |            |            |            |            |            |              |
| Criochrept   |            |            |            |            |            |            |              |
| Haploxe-roll |            |            |            |            |            |            |              |

Tabla III-5-6<sub>27</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito silícico.  
 Criterio de clasificación: Gran Grupo. Variable: Espesor.

| Gran Grupo   | Xerorthent | Criorthent | Xerumbrept | Criumbrept | Xerochrept | Criochrept | Haploxe-roll |
|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| Xerorthent   |            |            | *          |            |            |            |              |
| Criorthent   |            |            | ***        | **         | *          |            |              |
| Xerumbrept   |            |            |            | *          |            | *          |              |
| Criumbrept   |            |            |            |            |            |            |              |
| Xerochrept   |            |            |            |            |            |            |              |
| Criochrept   |            |            |            |            |            |            |              |
| Haploxe-roll |            |            |            |            |            |            |              |

Tabla III-5-6<sub>28</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito silicio.  
 Criterio de clasificación: Gran Grupo. Variable: Hue.

| Gran Grupo   | Xerorthent | Criorthent | Xerumbrept | Criumbrept | Xerochrept | Criochrept | Haploxe-roll |
|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| Xerorthent   |            |            | *          |            |            |            |              |
| Criorthent   |            |            | ***        | *          | **         |            |              |
| Xerumbrept   |            |            |            | *          |            |            |              |
| Criumbrept   |            |            |            |            |            |            |              |
| Xerochrept   |            |            |            |            |            |            |              |
| Criochrept   |            |            |            |            |            |            |              |
| Haploxe-roll |            |            |            |            |            |            |              |

Tabla III-5-6<sub>29</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito silícico.  
 Criterio de clasificación: Gran Grupo. Variable: Value.

| Gran Grupo   | Xerorthent | Criorthent | Xerumbrept | Criumbrept | Xerochrept | Criochrept | Haploxe-roll |
|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| Xerorthent   |            |            | **         | **         |            |            |              |
| Criorthent   |            |            | ***        | **         |            |            |              |
| Xerumbrept   |            |            |            |            |            | *          |              |
| Criumbrept   |            |            |            |            |            |            |              |
| Xerochrept   |            |            |            |            |            |            |              |
| Criochrept   |            |            |            |            |            |            |              |
| Haploxe-roll |            |            |            |            |            |            |              |

Tabla III-5-6<sub>30</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito silício.  
 Criterio de clasificación: Gran Grupo. Variable: Chroma.

| Gran Grupo   | Xerorthent | Criorthent | Xerumbrept | Criumbrept | Xerochrept | Criochrept | Haploxe-roll |
|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| Xerorthent   |            |            | *          |            |            |            |              |
| Criorthent   |            |            |            |            | *          |            |              |
| Xerumbrept   |            |            |            | *          | **         |            |              |
| Criumbrept   |            |            |            |            |            |            |              |
| Xerochrept   |            |            |            |            |            |            |              |
| Criochrept   |            |            |            |            |            |            |              |
| Haploxe-roll |            |            |            |            |            |            |              |

Tabla III-5-6<sub>31</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito silícico.  
 Criterio de clasificación: Gran Grupo. Variable: Carbono orgánico.

| Gran Grupo  | Xerorthent | Criorthent | Xerumbrept | Criumbrept | Xerochrept | Criochrept | Haploxeroll |
|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| Xerorthent  |            | *          |            |            |            |            |             |
| Criorthent  |            |            | ***        | ***        |            |            | *           |
| Xerumbrept  |            |            |            |            |            | *          |             |
| Criumbrept  |            |            |            |            |            | *          |             |
| Xerochrept  |            |            |            |            |            |            |             |
| Criochrept  |            |            |            |            |            |            |             |
| Haploxeroll |            |            |            |            |            |            |             |

Tabla III-5-6<sub>32</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito silícico.  
 Criterio de clasificación: Gran Grupo. Variable: pH (H<sub>2</sub>O).

| Gran Grupo  | Xerorthent | Criorthent | Xerumbrept | Criumbrept | Xerochrept | Criochrept | Haploxeroll |
|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| Xerorthent  |            | ***        | **         | ***        |            | **         |             |
| Criorthent  |            |            |            |            | **         |            | *           |
| Xerumbrept  |            |            |            | ***        | *          | *          |             |
| Criumbrept  |            |            |            |            | ***        |            | ***         |
| Xerochrept  |            |            |            |            |            | **         |             |
| Criochrept  |            |            |            |            |            |            | *           |
| Haploxeroll |            |            |            |            |            |            |             |

Tabla III-5-7<sub>1</sub> Análisis de varianza. Totalidad del muestreo.  
Criterio de agrupación: Subgrupo. (9 grupos).

| VARIABLE             | VALOR DE F | SIGNIFICACION |
|----------------------|------------|---------------|
| ALTURA (m.)          | 5,3        | ***           |
| PENDIENTE (%)        | 1,4        |               |
| ESPEJOR (cm.)        | 1,4        |               |
| HUE                  | 4,4        | ***           |
| VALUE                | 4,0        | ***           |
| CRHOMA               | 2,3        | *             |
| ARENA (%)            | 6,7        | ***           |
| LIMO (%)             | 6,0        | ***           |
| ARCILLA (%)          | 3,1        | **            |
| CARBONO ORGANICO (%) | 2,5        | *             |
| pH AGUA              | 8,4        | ***           |

\* > 5%; \*\* > 1%; \*\*\* > 0,1%. Número de muestras: grupo 1 = 78, grupo 2 = 18, grupo 3 = 5, grupo 4 = 17, grupo 5 = 7, grupo 6 = 5, grupo 7 = 3, grupo 8 = 2, grupo 9 = 1

Tabla III-5-7<sub>2</sub> Medias y desviaciones típicas de las variables significativas. Totalidad del muestreo.  
Criterio de agrupación: Subgrupo

| SUBGRUPO       | Nº de datos | Altura (m.) |        | Hue   |      | Value |      | Chroma |      | Arena (%) |       | Limo (%) |       | Arcilla (%) |      | C. O. (%) |      | pH (H <sub>2</sub> O) |      |
|----------------|-------------|-------------|--------|-------|------|-------|------|--------|------|-----------|-------|----------|-------|-------------|------|-----------|------|-----------------------|------|
|                |             | X           | dt     | X     | dt   | X     | dt   | X      | dt   | X         | dt    | X        | dt    | X           | dt   | X         | dt   | X                     | dt   |
| Típico         | 78          | 1988,65     | 491,47 | 19,71 | 2,04 | 3,45  | 0,87 | 2,63   | 1,00 | 50,77     | 16,98 | 33,20    | 10,78 | 15,92       | 9,86 | 2,50      | 1,38 | 6,78                  | 1,28 |
| Entico         | 18          | 2226,11     | 423,46 | 20,21 | 1,50 | 2,83  | 0,42 | 2,11   | 0,58 | 62,11     | 15,90 | 27,87    | 11,62 | 10,13       | 4,58 | 3,18      | 1,36 | 5,53                  | 1,03 |
| Lítico         | 5           | 1608,00     | 151,23 | 16,50 | 1,37 | 3,40  | 0,55 | 3,20   | 1,09 | 35,36     | 12,12 | 44,62    | 12,48 | 20,02       | 9,79 | 2,92      | 0,95 | 7,84                  | 0,35 |
| Cálcico        | 17          | 1571,18     | 235,95 | 19,19 | 1,32 | 3,03  | 0,60 | 2,18   | 0,79 | 36,52     | 14,31 | 44,35    | 12,75 | 19,13       | 6,92 | 3,11      | 1,06 | 7,80                  | 0,22 |
| Calcixeróllico | 7           | 1617,14     | 235,35 | 19,29 | 1,22 | 4,50  | 0,76 | 3,29   | 0,57 | 37,21     | 13,50 | 44,69    | 9,61  | 18,10       | 10,5 | 2,50      | 0,35 | 7,90                  | 0,23 |
| Dístrico       | 5           | 2474,00     | 688,75 | 21,50 | 2,24 | 3,30  | 0,45 | 2,30   | 0,45 | 61,18     | 4,74  | 27,66    | 5,27  | 11,18       | 2,16 | 1,39      | 0,93 | 5,50                  | 1,36 |
| Móllico        | 3           | 1486,67     | 130,51 | 16,67 | 1,44 | 3,67  | 1,15 | 3,33   | 2,31 | 6,53      | 5,41  | 53,63    | 5,77  | 29,83       | 7,62 | 4,28      | 0,37 | 7,83                  | 0,25 |
| Páquico        | 2           | 1970,00     | 325,27 | 20,00 | 0,00 | 3,75  | 1,77 | 2,50   | 0,71 | 47,30     | 16,55 | 42,10    | 17,82 | 10,60       | 1,27 | 3,36      | 0,06 | 7,15                  | 0,78 |

x: Media. dt: Desviación típica.

Tabla III-5-7<sub>3</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
 Criterio de clasificación: Subgrupo. Variable: Altura.

|                | Típico | Entico | Lítico | Cálcico | Calcixeróllico | Dístrico | Móllico | Páquico |
|----------------|--------|--------|--------|---------|----------------|----------|---------|---------|
| Típico         |        | *      |        | ***     | *              | *        |         |         |
| Entico         |        |        | *      | ***     | **             |          | *       |         |
| Lítico         |        |        |        |         |                | *        |         |         |
| Cálcico        |        |        |        |         |                | ***      |         |         |
| Calcixeróllico |        |        |        |         |                | **       |         |         |
| Dístrico       |        |        |        |         |                |          | *       |         |
| Móllico        |        |        |        |         |                |          |         |         |
| Páquico        |        |        |        |         |                |          |         |         |

Tabla III-5-7<sub>4</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
 Criterio de clasificación: Subgrupo. Variable: Hue.

|                | Típico | Entico | Lítico | Cálcico | Calcixeróllico | Dístrico | Móllico | Páquico |
|----------------|--------|--------|--------|---------|----------------|----------|---------|---------|
| Típico         |        |        | ***    |         |                | *        | **      |         |
| Entico         |        |        | ***    |         |                |          | **      |         |
| Lítico         |        |        |        | **      | *              | **       |         |         |
| Cálcico        |        |        |        |         |                | *        | *       |         |
| Calcixeróllico |        |        |        |         |                |          |         |         |
| Dístrico       |        |        |        |         |                |          | *       |         |
| Móllico        |        |        |        |         |                |          |         |         |
| Páquico        |        |        |        |         |                |          |         |         |



Tabla III-5-7<sub>5</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
 Criterio de clasificación: Subgrupo. Variable: Value.

|                | Típico | Entico | Lítico | Cálcico | Calcixeróllico | Dístrico | Móllico | Páquico |
|----------------|--------|--------|--------|---------|----------------|----------|---------|---------|
| Típico         |        | **     |        | *       | **             |          |         |         |
| Entico         |        |        |        |         | ***            |          |         |         |
| Lítico         |        |        |        |         | *              |          |         |         |
| Cálcico        |        |        |        |         | ***            |          |         |         |
| Calcixeróllico |        |        |        |         |                | *        |         |         |
| Dístrico       |        |        |        |         |                |          |         |         |
| Móllico        |        |        |        |         |                |          |         |         |
| Páquico        |        |        |        |         |                |          |         |         |

Tabla III-5-7<sub>6</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
 Criterio de clasificación: Subgrupo. Variable: Chroma.

|                | Típico | Entico | Lítico | Cálcico | Calcixeróllico | Dístrico | Móllico | Páquico |
|----------------|--------|--------|--------|---------|----------------|----------|---------|---------|
| Típico         |        | *      |        |         |                |          |         |         |
| Entico         |        |        | *      |         | **             |          |         |         |
| Lítico         |        |        |        | *       |                |          |         |         |
| Cálcico        |        |        |        |         | *              |          |         |         |
| Calcixeróllico |        |        |        |         |                |          |         |         |
| Dístrico       |        |        |        |         |                |          |         |         |
| Móllico        |        |        |        |         |                |          |         |         |
| Páquico        |        |        |        |         |                |          |         |         |

Tabla III-5-7, Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
Criterio de clasificación: Subgrupo. Variable: Arena.

|                | Típico | Entico | Lítico | Cálcico | Calcixeróllico | Dístrico | Móllico | Páquico |
|----------------|--------|--------|--------|---------|----------------|----------|---------|---------|
| Típico         |        | **     | *      | **      | *              |          | ***     |         |
| Entico         |        |        | **     | ***     | **             |          | ***     |         |
| Lítico         |        |        |        |         |                | *        |         |         |
| Cálcico        |        |        |        |         |                | **       |         |         |
| Calcixeróllico |        |        |        |         |                | *        |         |         |
| Dístrico       |        |        |        |         |                |          | **      |         |
| Móllico        |        |        |        |         |                |          |         |         |
| Páquico        |        |        |        |         |                |          |         |         |

Tabla III-5-7<sub>a</sub>, Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
Criterio de clasificación: Subgrupo. Variable: Limo.

|                | Típico | Entico | Lítico | Cálcico | Calcixeróllico | Dístrico | Móllico | Páquico |
|----------------|--------|--------|--------|---------|----------------|----------|---------|---------|
| Típico         |        |        | *      | ***     | *              |          | **      |         |
| Entico         |        |        | **     | ***     | **             |          | **      |         |
| Lítico         |        |        |        |         |                | *        |         |         |
| Cálcico        |        |        |        |         |                | **       |         |         |
| Calcixeróllico |        |        |        |         |                | *        |         |         |
| Dístrico       |        |        |        |         |                |          | *       |         |
| Móllico        |        |        |        |         |                |          |         |         |
| Páquico        |        |        |        |         |                |          |         |         |

Tabla III-5-7, Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
 Criterio de clasificación: Subgrupo. Variable: Arcilla.

|                | Típico | Entico | Lítico | Cálcico | Calcixeróllico | Dístrico | Móllico | Páquico |
|----------------|--------|--------|--------|---------|----------------|----------|---------|---------|
| Típico         |        | *      |        |         |                |          | **      |         |
| Entico         |        |        | *      | **      |                |          | **      |         |
| Lítico         |        |        |        |         |                |          |         |         |
| Cálcico        |        |        |        |         |                |          |         |         |
| Calcixeróllico |        |        |        |         |                |          |         |         |
| Dístrico       |        |        |        |         |                |          | *       |         |
| Móllico        |        |        |        |         |                |          |         |         |
| Páquico        |        |        |        |         |                |          |         |         |

Tabla III-5-7<sub>10</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Toalidad del muestreo.  
 Criterio de clasificación: Subgrupo. Variable: Carbono orgánico.

|                | Típico | Entico | Lítico | Cálcico | Calcixeróllico | Dístrico | Móllico | Páquico |
|----------------|--------|--------|--------|---------|----------------|----------|---------|---------|
| Típico         |        | *      |        |         |                |          | *       |         |
| Entico         |        |        |        |         |                | *        |         |         |
| Lítico         |        |        |        |         |                |          |         |         |
| Cálcico        |        |        |        |         |                | *        |         |         |
| Calcixeróllico |        |        |        |         |                |          |         |         |
| Dístrico       |        |        |        |         |                |          | *       |         |
| Móllico        |        |        |        |         |                |          |         |         |
| Páquico        |        |        |        |         |                |          |         |         |

Tabla III-5-7<sub>11</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
Criterio de clasificación: Subgrupo. Variable: pH (H<sub>2</sub>O).

|                | Típico | Entico | Lítico | Cálcico | Calcixeróllico | Dístrico | Móllico | Páquico |
|----------------|--------|--------|--------|---------|----------------|----------|---------|---------|
| Típico         |        | ***    | *      | ***     | *              | *        |         |         |
| Entico         |        |        | ***    | ***     | ***            |          | **      |         |
| Lítico         |        |        |        |         |                | *        |         |         |
| Cálcico        |        |        |        |         |                | ***      |         |         |
| Calcixeróllico |        |        |        |         |                | **       |         |         |
| Dístrico       |        |        |        |         |                |          | *       |         |
| Móllico        |        |        |        |         |                |          |         |         |
| Páquico        |        |        |        |         |                |          |         |         |

Tabla III-5-7<sub>12</sub> Análisis de varianza. Ambito carbonatado. Criterio de Agrupación: Subgrupo (7 grupos).

| VARIABLE             | VALOR DE F | SIGNIFICACION |
|----------------------|------------|---------------|
| ALTURA (m.)          | 1,0        |               |
| PENDIENTE (%)        | 0,4        |               |
| ESPESOR (cm.)        | 3,3        | *             |
| HUE                  | 2,9        | *             |
| VALUE                | 4,1        | **            |
| CRHOMA               | 1,9        |               |
| ARENA (%)            | 1,5        |               |
| LIMO (%)             | 1,9        |               |
| ARCILLA (%)          | 0,8        |               |
| CARBONO ORGANICO (%) | 2,8        | *             |
| pH AGUA              | 1,5        |               |

\* > 5%; \*\* > 1%; \*\*\* > 0,1%. Número de muestras: grupo 1 = 39, grupo 2 = 2, grupo 3 = 5, grupo 4 = 17, grupo 5 = 7, grupo 6 = 3, grupo 7 = 1

Tabla III-5-7<sub>13</sub> Medias y desviaciones típicas de las variables significativas.  
Ambito carbonatado. Criterio de Agrupación: Subgrupo

| SUGBRUPO       | Nº de muestras | Espesor (cm) |       | Hue   |      | Value |      | C.O. (%) |      |
|----------------|----------------|--------------|-------|-------|------|-------|------|----------|------|
|                |                | X            | dt    | X     | dt   | X     | dt   | X        | dt   |
| Típico         | 39             | 30,67        | 17,18 | 19,13 | 2,17 | 3,90  | 0,95 | 2,50     | 1,05 |
| Entico         | 2              | 24,00        | 4,24  | 19,37 | 0,88 | 3,25  | 0,35 | 3,56     | 0,07 |
| Lítico         | 5              | 17,20        | 4,82  | 16,50 | 1,37 | 3,40  | 0,55 | 2,92     | 0,95 |
| Cálcico        | 17             | 40,65        | 13,42 | 19,19 | 1,32 | 3,03  | 0,60 | 3,11     | 1,06 |
| Calcixeróllico | 7              | 38,71        | 11,84 | 19,29 | 1,22 | 4,50  | 0,76 | 2,50     | 0,35 |
| Móllico        | 3              | 50,00        | 4,36  | 16,67 | 1,44 | 3,67  | 1,15 | 4,28     | 0,37 |

X: Media. dt: Desviación típica.

Tabla III-5-7<sub>14</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito carbonatado.  
Criterio de agrupación: Subgrupo. Variable: Espesor.

| SUBGRUPOS      | Típico | Entico | Lítico | Cálcico | Calcixeróllico | Móllico |
|----------------|--------|--------|--------|---------|----------------|---------|
| Típico         |        |        |        | *       |                | *       |
| Entico         |        |        |        |         |                |         |
| Lítico         |        |        |        | **      | *              | *       |
| Cálcico        |        |        |        |         |                |         |
| Calcixeróllico |        |        |        |         |                |         |
| Móllico        |        |        |        |         |                |         |

Tabla III-5-7<sub>15</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito carbonatado.  
 Criterio de agrupación: Subgrupo. Variable: Hue.

| SUBGRUPOS      | Típico | Entico | Lítico | Cálcico | Calcixeróllico | Móllico |
|----------------|--------|--------|--------|---------|----------------|---------|
| Típico         |        |        | **     |         |                | *       |
| Entico         |        |        |        |         |                |         |
| Lítico         |        |        |        | **      | *              |         |
| Cálcico        |        |        |        |         |                | *       |
| Calcixeróllico |        |        |        |         |                |         |
| Móllico        |        |        |        |         |                |         |

Tabla III-5-7<sub>16</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito carbonatado.  
 Criterio de agrupación: Subgrupo. Variable: Value.

| SUBGRUPOS      | Típico | Entico | Lítico | Cálcico | Calcixeróllico | Móllico |
|----------------|--------|--------|--------|---------|----------------|---------|
| Típico         |        |        |        | ***     |                |         |
| Entico         |        |        |        |         |                |         |
| Lítico         |        |        |        |         |                |         |
| Cálcico        |        |        |        |         | ***            |         |
| Calcixeróllico |        |        |        |         |                |         |
| Móllico        |        |        |        |         |                |         |

Tabla III-5-7<sub>17</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito carbonatado.  
Criterio de agrupación: Subgrupo. Variable: Carbono orgánico.

| SUBGRUPOS      | Típico | Entico | Lítico | Cálcico | Calcixeróllico | Móllico |
|----------------|--------|--------|--------|---------|----------------|---------|
| Típico         |        |        |        | *       |                | **      |
| Entico         |        |        |        |         |                |         |
| Lítico         |        |        |        |         |                |         |
| Cálcico        |        |        |        |         |                |         |
| Calcixeróllico |        |        |        |         |                | *       |
| Móllico        |        |        |        |         |                |         |

Tabla III-5-7<sub>18</sub> Análisis de varianza. Ambito silícico. Criterio de Agrupación: Subgrupo (5 grupos)

| VARIABLE             | VALOR DE F | SIGNIFICACION |
|----------------------|------------|---------------|
| ALTURA (m.)          | 0,3        |               |
| PENDIENTE (%)        | 1,1        |               |
| ESPESOR (cm.)        | 2,0        |               |
| HUE                  | 1,1        |               |
| VALUE                | 3,0        |               |
| CRHOMA               | 0,6        |               |
| ARENA (%)            | 1,6        |               |
| LIMO (%)             | 1,1        |               |
| ARCILLA (%)          | 1,3        |               |
| CARBONO ORGANICO (%) | 2,5        |               |
| pH AGUA              | 1,1        |               |

\* > 5%; \*\* > 1%; \*\*\* > 0,1%. Número de muestras: grupo 1 = 39, grupo 2 = 16, grupo 3 = 5, grupo 4 = 1, grupo 5 = 1

Tabla III-5-8<sub>1</sub> Análisis de varianza. Totalidad del muestreo.  
Criterio de agrupación: Altitud (8 grupos).

| VARIABLE             | VALOR DE F | SIGNIFICACION |
|----------------------|------------|---------------|
| PENDIENTE (%)        | 2,9        | **            |
| ESPESOR (cm.)        | 3,8        | **            |
| HUE                  | 4,5        | ***           |
| VALUE                | 4,9        | ***           |
| CRHOMA               | 2,5        | *             |
| ARENA (%)            | 13,4       | ***           |
| LIMO (%)             | 10,3       | ***           |
| ARCILLA (%)          | 6,0        | ***           |
| CARBONO ORGANICO (%) | 5,4        | ***           |
| pH AGUA              | 66,9       | ***           |

\* > 5%; \*\* > 1%; \*\*\* > 0,1%. Número de muestras: grupo 1 = 20, grupo 2 = 46, grupo 3 = 24, grupo 4 = 11, grupo 5 = 11, grupo 6 = 13, grupo 7 = 7, grupo 8 = 4

Tabla III-5-8<sub>2</sub> Medias y desviaciones típicas de las variables significativas.  
Totalidad del muestreo. Criterio de Agrupación: Altitud

| Altitud (m) | Nº de datos | Altura (%) |        | Pendiente (%) |        | Espesor (cm) |       | Hue   |       | Value |      | Chroma |      | Arena (%) |       | Limo (%) |       | Arcilla (%) |       | C. O. (%) |      | pH (H <sub>2</sub> O) |      |
|-------------|-------------|------------|--------|---------------|--------|--------------|-------|-------|-------|-------|------|--------|------|-----------|-------|----------|-------|-------------|-------|-----------|------|-----------------------|------|
|             |             | X          | dt     | X             | dt     | X            | dt    | X     | dt    | X     | dt   | X      | dt   | X         | dt    | X        | dt    | X           | dt    | X         | dt   | X                     | dt   |
|             |             | < 1.500    | 20     | 1.354,50      | 100,08 | 49,50        | 17,42 | 42,25 | 21,19 | 19,56 | 1,69 | 3,42   | 0,89 | 2,30      | 0,80  | 42,93    | 15,90 | 40,07       | 13,06 | 17,00     | 6,05 | 3,13                  | 0,91 |
| 1.500-1.750 | 46          | 1.639,13   | 74,20  | 45,06         | 17,92  | 32,70        | 16,28 | 18,89 | 2,21  | 3,80  | 0,91 | 3,01   | 1,18 | 37,93     | 14,95 | 41,23    | 11,07 | 20,85       | 10,3  | 2,71      | 1,03 | 7,78                  | 0,45 |
| 1.751-2.000 | 24          | 1.873,33   | 83,28  | 53,08         | 14,30  | 40,33        | 21,17 | 19,06 | 1,96  | 3,30  | 0,87 | 2,42   | 0,96 | 44,22     | 18,45 | 39,37    | 12,00 | 16,38       | 10,2  | 2,67      | 1,15 | 7,27                  | 0,92 |
| 2.001-2.250 | 11          | 2.148,64   | 89,84  | 35,54         | 17,10  | 51,09        | 15,93 | 19,09 | 1,68  | 2,54  | 0,35 | 2,27   | 0,65 | 64,19     | 8,90  | 23,92    | 3,76  | 11,90       | 7,74  | 3,47      | 0,85 | 5,89                  | 0,89 |
| 2.251-2.500 | 11          | 2.369,09   | 49,89  | 33,82         | 12,88  | 49,73        | 17,57 | 20,57 | 1,02  | 3,00  | 0,32 | 2,32   | 0,51 | 67,73     | 8,14  | 23,00    | 6,13  | 9,21        | 2,59  | 2,41      | 1,40 | 5,04                  | 0,57 |
| 2.501-2.750 | 13          | 2.606,92   | 56,18  | 36,61         | 15,01  | 29,38        | 9,84  | 20,58 | 1,10  | 2,92  | 0,34 | 2,23   | 0,72 | 64,66     | 7,65  | 24,99    | 5,82  | 10,26       | 2,33  | 3,10      | 2,23 | 4,93                  | 0,52 |
| 2.751-3.000 | 7           | 2.900,00   | 84,26  | 38,86         | 7,42   | 30,14        | 10,91 | 21,64 | 1,18  | 3,36  | 0,38 | 2,43   | 0,53 | 61,81     | 7,48  | 28,90    | 6,24  | 8,59        | 2,85  | 0,75      | 0,08 | 5,19                  | 0,32 |
| > 3.000     | 4           | 3.122,50   | 156,28 | 38,75         | 7,27   | 19,00        | 8,21  | 21,87 | 1,25  | 3,37  | 0,25 | 2,12   | 0,25 | 63,32     | 5,17  | 27,95    | 3,05  | 8,72        | 2,56  | 0,87      | 0,18 | 5,40                  | 0,32 |

X: Media. dt: Desviación típica



Tabla III-5-8<sub>3</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
 Criterio de clasificación: Altitud (m). Variable: Pendiente.

|             | < 1.500 | 1.500-1.750 | 1.751-2.000 | 2.001-2.250 | 2.251-2.500 | 2.501-2.750 | 2.751-3.000 | > 3.000 |
|-------------|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|
| < 1.500     |         |             |             | *           | *           |             |             |         |
| 1.500-1.750 |         |             |             |             | *           |             |             |         |
| 1.751-2.000 |         |             |             | **          | **          | *           | *           |         |
| 2.001-2.250 |         |             |             |             |             |             |             |         |
| 2.251-2.500 |         |             |             |             |             |             |             |         |
| 2.501-2.750 |         |             |             |             |             |             |             |         |
| 2.751-3.000 |         |             |             |             |             |             |             |         |
| > 3.000     |         |             |             |             |             |             |             |         |

Tabla III-5-8<sub>4</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
 Criterio de clasificación: Altitud (m). Variable: Espesor.

|             | < 1.500 | 1.500-1.750 | 1.751-2.000 | 2.001-2.250 | 2.251-2.500 | 2.501-2.750 | 2.751-3.000 | > 3.000 |
|-------------|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|
| < 1.500     |         | *           |             |             |             | *           |             | *       |
| 1.500-1.750 |         |             |             | **          | **          |             |             |         |
| 1.751-2.000 |         |             |             |             |             |             |             | *       |
| 2.001-2.250 |         |             |             |             |             | **          | *           | **      |
| 2.251-2.500 |         |             |             |             |             | **          | *           | **      |
| 2.501-2.750 |         |             |             |             |             |             |             |         |
| 2.751-3.000 |         |             |             |             |             |             |             |         |
| > 3.000     |         |             |             |             |             |             |             |         |

Tabla III-5-8<sub>5</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
 Criterio de clasificación: Altitud (m). Variable: Hue.

|             | < 1.500 | 1.500-1.750 | 1.751-2.000 | 2.001-2.250 | 2.251-2.500 | 2.501-2.750 | 2.751-3.000 | > 3.000 |
|-------------|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|
| < 1.500     |         |             |             |             |             |             | *           | *       |
| 1.500-1.750 |         |             |             |             | **          | **          | ***         | **      |
| 1.751-2.000 |         |             |             |             | *           | *           | **          | **      |
| 2.001-2.250 |         |             |             |             |             |             | *           | *       |
| 2.251-2.500 |         |             |             |             |             |             |             |         |
| 2.501-2.750 |         |             |             |             |             |             |             |         |
| 2.751-3.000 |         |             |             |             |             |             |             |         |
| > 3.000     |         |             |             |             |             |             |             |         |

Tabla III-5-8<sub>6</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
 Criterio de clasificación: Altitud (m). Variable: Value.

|             | < 1.500 | 1.500-1.750 | 1.751-2.000 | 2.001-2.250 | 2.251-2.500 | 2.501-2.750 | 2.751-3.000 | > 3.000 |
|-------------|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|
| < 1.500     |         |             |             | **          |             |             |             |         |
| 1.500-1.750 |         |             | *           | ***         | **          | ***         |             |         |
| 1.751-2.000 |         |             |             | *           |             |             |             |         |
| 2.001-2.250 |         |             |             |             |             |             | *           |         |
| 2.251-2.500 |         |             |             |             |             |             |             |         |
| 2.501-2.750 |         |             |             |             |             |             |             |         |
| 2.751-3.000 |         |             |             |             |             |             |             |         |
| > 3.000     |         |             |             |             |             |             |             |         |

654

Tabla III-5-8, Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
 Criterio de clasificación: Altitud (m). Variable: Chroma.

|             | < 1.500 | 1.500-1.750 | 1.751-2.000 | 2.001-2.250 | 2.251-2.500 | 2.501-2.750 | 2.751-3.000 | > 3.000 |
|-------------|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|
| < 1.500     |         | **          |             |             |             |             |             |         |
| 1.500-1.750 |         |             | *           | *           | *           | *           |             |         |
| 1.751-2.000 |         |             |             |             |             |             |             |         |
| 2.001-2.250 |         |             |             |             |             |             |             |         |
| 2.251-2.500 |         |             |             |             |             |             |             |         |
| 2.501-2.750 |         |             |             |             |             |             |             |         |
| 2.751-3.000 |         |             |             |             |             |             |             |         |
| > 3.000     |         |             |             |             |             |             |             |         |

Tabla III-5-8, Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
 Criterio de clasificación: Altitud (m). Variable: Arena.

|             | < 1.500 | 1.500-1.750 | 1.751-2.000 | 2.001-2.250 | 2.251-2.500 | 2.501-2.750 | 2.751-3.000 | > 3.000 |
|-------------|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|
| < 1.500     |         |             |             | ***         | ***         | ***         | **          | *       |
| 1.500-1.750 |         |             |             | ***         | ***         | ***         | ***         | **      |
| 1.751-2.000 |         |             |             | ***         | ***         | ***         | **          | *       |
| 2.001-2.250 |         |             |             |             |             |             |             |         |
| 2.251-2.500 |         |             |             |             |             |             |             |         |
| 2.501-2.750 |         |             |             |             |             |             |             |         |
| 2.751-3.000 |         |             |             |             |             |             |             |         |
| > 3.000     |         |             |             |             |             |             |             |         |

Tabla III-5-8, Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
 Criterio de clasificación: Altitud (m). Variable: Limo.

|             | < 1.500 | 1.500-1.750 | 1.751-2.000 | 2.001-2.250 | 2.251-2.500 | 2.501-2.750 | 2.751-3.000 | > 3.000 |
|-------------|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|
| < 1.500     |         |             |             | ***         | ***         | ***         | *           | *       |
| 1.500-1.750 |         |             |             | ***         | ***         | ***         | **          | *       |
| 1.751-2.000 |         |             |             | ***         | ***         | ***         | *           | *       |
| 2.001-2.250 |         |             |             |             |             |             |             |         |
| 2.251-2.500 |         |             |             |             |             |             |             |         |
| 2.501-2.750 |         |             |             |             |             |             |             |         |
| 2.751-3.000 |         |             |             |             |             |             |             |         |
| > 3.000     |         |             |             |             |             |             |             |         |

Tabla III-5-8<sub>10</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
 Criterio de clasificación: Altitud (m). Variable: Arcilla.

|             | < 1.500 | 1.500-1.750 | 1.751-2.000 | 2.001-2.250 | 2.251-2.500 | 2.501-2.750 | 2.751-3.000 | > 3.000 |
|-------------|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|
| < 1.500     |         |             |             |             | *           | *           | *           |         |
| 1.500-1.750 |         |             | *           | **          | ***         | ***         | ***         | **      |
| 1.751-2.000 |         |             |             |             | *           | *           | *           |         |
| 2.001-2.250 |         |             |             |             |             |             |             |         |
| 2.251-2.500 |         |             |             |             |             |             |             |         |
| 2.501-2.750 |         |             |             |             |             |             |             |         |
| 2.751-3.000 |         |             |             |             |             |             |             |         |
| > 3.000     |         |             |             |             |             |             |             |         |

656

Tabla III-5-8<sub>11</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del la zona.  
 Criterio de clasificación: Altitud (m). Variable: Carbono orgánico.

|             | < 1.500 | 1.500-1.750 | 1.751-2.000 | 2.001-2.250 | 2.251-2.500 | 2.501-2.750 | 2.751-3.000 | > 3.000 |
|-------------|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|
| < 1.500     |         |             |             |             |             |             | ***         | **      |
| 1.500-1.750 |         |             |             |             |             |             | ***         | **      |
| 1.751-2.000 |         |             |             |             |             |             | ***         | **      |
| 2.001-2.250 |         |             |             |             |             |             | ***         | **      |
| 2.251-2.500 |         |             |             |             |             |             | *           | *       |
| 2.501-2.750 |         |             |             |             |             |             | ***         | **      |
| 2.751-3.000 |         |             |             |             |             |             |             |         |
| > 3.000     |         |             |             |             |             |             |             |         |

Tabla III-5-8<sub>12</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
 Criterio de clasificación: Altitud (m). Variable: pH (H<sub>2</sub>O).

|             | < 1.500 | 1.500-1.750 | 1.751-2.000 | 2.001-2.250 | 2.251-2.500 | 2.501-2.750 | 2.751-3.000 | > 3.000 |
|-------------|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|
| < 1.500     |         |             |             | ***         | ***         | ***         | ***         | ***     |
| 1.500-1.750 |         |             | **          | ***         | ***         | ***         | ***         | ***     |
| 1.751-2.000 |         |             |             | ***         | ***         | ***         | ***         | ***     |
| 2.001-2.250 |         |             |             |             | **          | ***         | *           |         |
| 2.251-2.500 |         |             |             |             |             |             |             |         |
| 2.501-2.750 |         |             |             |             |             |             |             |         |
| 2.751-3.000 |         |             |             |             |             |             |             |         |
| > 3.000     |         |             |             |             |             |             |             |         |

657

Tabla III-5-8<sub>13</sub> Análisis de varianza. Ambito carbonatado. Criterio de agrupación: Altitud. (3 grupos)

| VARIABLE             | VALOR DE F | SIGNIFICACION |
|----------------------|------------|---------------|
| PENDIENTE (%)        | 1,3        |               |
| ESPEJOR (cm.)        | 1,0        |               |
| HUE                  | 0,1        |               |
| VALUE                | 1,4        |               |
| CRHOMA               | 2,5        |               |
| ARENA (%)            | 0,0        |               |
| LIMO (%)             | 0,2        |               |
| ARCILLA (%)          | 0,6        |               |
| CARBONO ORGANICO (%) | 1,4        |               |
| pH AGUA              | 0,3        |               |

\* > 5%; \*\* > 1%; \*\*\* > 0,1%. Número de muestras: grupo 1 = 15; grupo 2 = 43; grupo 3 = 16

Tabla III-5-8<sub>14</sub> Medias y desviaciones típicas de las variables significativas. Ambito carbonatado. Criterio de agrupación: Altitud

| ALTITUD (m)   | Nº de muestras | Altura (m.) |        |
|---------------|----------------|-------------|--------|
|               |                | x           | dt     |
| < 1.500       | 15             | 1.343,33    | 109,26 |
| 1.500 - 1.750 | 43             | 1.638,84    | 74,74  |
| > 1.750       | 16             | 1.881,56    | 85,24  |

X: Media. dt: Desviación típica.

Tabla III-5-8<sub>15</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito carbonatado.  
Criterio de clasificación: Altitud. Variable: Altura

| Altitud       | < 1.500 | 1.500 - 1.750 | > 1.750 |
|---------------|---------|---------------|---------|
| < 1.500       |         | ***           | ***     |
| 1.500 - 1.750 |         |               | ***     |
| > 1.750       |         |               |         |

Tabla III-5-8<sub>16</sub> Análisis de varianza. Ambito silícico. Criterio de Agrupación: Altitud (8 grupos).

| VARIABLE             | VALOR DE F | SIGNIFICACION |
|----------------------|------------|---------------|
| PENDIENTE (%)        | 6,1        | ***           |
| ESPEJOR (cm.)        | 4,0        | **            |
| HUE                  | 3,0        | **            |
| VALUE                | 3,8        | **            |
| CRHOMA               | 0,4        |               |
| ARENA (%)            | 2,7        | *             |
| LIMO (%)             | 3,4        | **            |
| ARCILLA (%)          | 2,3        | *             |
| CARBONO ORGANICO (%) | 3,9        | **            |
| pH AGUA              | 13,5       | ***           |

\* > 5%; \*\* > 1%; \*\*\* > 0,1%. Número de muestras: grupo 1 = 5, grupo 2 = 3, grupo 3 = 9, grupo 4 = 10, grupo 5 = 11, grupo 6 = 13, grupo 7 = 7, grupo 8 = 4

Tabla III-5-8<sub>17</sub> Medias y desviaciones típicas de las variables significativas. Ambito silíceo.  
Criterio de agrupación: Altitud

| ALTITUD (m) | Nº de datos | Altura (m) |       | Pendiente (%) |       | Espesor (cm) |       | Hue   |       | Value |      | Arena (%) |      | Limo (%) |      | Arcilla (%) |      | C.O. (%) |      | pH (H <sub>2</sub> O) |      |
|-------------|-------------|------------|-------|---------------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|------|-----------|------|----------|------|-------------|------|----------|------|-----------------------|------|
|             |             | X          | dt    | X             | dt    | X            | dt    | X     | dt    | X     | dt   | X         | dt   | X        | dt   | X           | dt   | X        | dt   | X                     | dt   |
|             |             | < 1.500    | 5     | 1388,00       | 62,61 | 44,80        | 12,13 | 53,60 | 29,77 | 21,00 | 2,24 | 3,00      | 0,61 | 58,16    | 9,82 | 28,62       | 7,02 | 13,22    | 3,85 | 2,98                  | 1,06 |
| 1.500-1.750 | 3           | 1643,33    | 80,83 | 70,33         | 11,55 | 47,00        | 8,18  | 20,00 | 2,50  | 2,83  | 0,29 | 51,30     | 11,4 | 36,17    | 7,74 | 12,53       | 3,69 | 3,47     | 0,28 | 6,37                  | 0,46 |
| 1.751-2.000 | 9           | 1873,33    | 91,38 | 62,44         | 12,09 | 50,33        | 27,09 | 19,03 | 2,14  | 3,00  | 0,50 | 57,87     | 8,50 | 32,44    | 7,84 | 9,70        | 1,30 | 2,56     | 1,16 | 6,23                  | 0,62 |
| 2.001-2.250 | 10          | 2163,00    | 80,28 | 34,90         | 17,88 | 53,50        | 14,53 | 19,25 | 1,69  | 2,50  | 0,33 | 66,33     | 5,68 | 24,04    | 3,94 | 9,64        | 2,03 | 3,56     | 0,83 | 5,67                  | 0,54 |
| 2.251-2.500 | 11          | 2369,09    | 49,89 | 33,82         | 12,88 | 49,73        | 17,57 | 20,57 | 1,02  | 3,00  | 0,32 | 67,73     | 8,14 | 23,00    | 6,13 | 9,21        | 2,59 | 2,41     | 1,40 | 5,04                  | 0,57 |
| 2.501-2.750 | 13          | 2606,92    | 56,18 | 38,61         | 15,01 | 29,38        | 9,84  | 20,58 | 1,10  | 2,92  | 0,34 | 64,66     | 7,65 | 24,99    | 5,82 | 10,26       | 2,33 | 3,10     | 2,23 | 4,93                  | 0,52 |
| 2.751-3.000 | 7           | 2900,00    | 84,26 | 38,86         | 7,62  | 30,14        | 10,91 | 21,64 | 1,18  | 3,36  | 0,38 | 61,81     | 7,48 | 28,90    | 6,24 | 8,59        | 2,85 | 0,75     | 0,08 | 5,19                  | 0,32 |
| > 3.000     | 4           | 3122,50    | 156,2 | 28,75         | 7,27  | 19,00        | 8,21  | 21,87 | 1,25  | 3,37  | 0,25 | 63,32     | 5,17 | 27,95    | 3,05 | 8,72        | 2,56 | 0,87     | 0,18 | 5,40                  | 0,32 |

X: Media. dt: Desviación típica

Tabla III-5-8<sub>18</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito silíceo.  
Criterio de agrupación: Altitud. Variable: Pendiente.

| Altitud   | < 1500 | 1500-1750 | 1751-2000 | 2001-2250 | 2251-2500 | 2501-2750 | 2751-3000 | > 3000 |
|-----------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
| < 1500    |        | *         | *         |           |           |           |           |        |
| 1500-1750 |        |           |           | **        | **        | **        | **        | *      |
| 1751-2000 |        |           |           | ***       | ***       | ***       | **        | *      |
| 2001-2250 |        |           |           |           |           |           |           |        |
| 2251-2500 |        |           |           |           |           |           |           |        |
| 2501-2750 |        |           |           |           |           |           |           |        |
| 2751-3000 |        |           |           |           |           |           |           |        |
| > 3000    |        |           |           |           |           |           |           |        |



Tabla III-5-8<sub>19</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito silícico.  
 Criterio de agrupación: Altitud. Variable: Espesor.

| Altitud   | < 1500 | 1500-1750 | 1751-2000 | 2001-2250 | 2251-2500 | 2501-2750 | 2751-3000 | > 3000 |
|-----------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
| < 1500    |        |           |           |           |           | *         | *         | *      |
| 1500-1750 |        |           |           |           |           |           |           |        |
| 1751-2000 |        |           |           |           |           | *         | *         | *      |
| 2001-2250 |        |           |           |           |           | **        | *         | **     |
| 2251-2500 |        |           |           |           |           | **        | *         | *      |
| 2501-2750 |        |           |           |           |           |           |           |        |
| 2751-3000 |        |           |           |           |           |           |           |        |
| > 3000    |        |           |           |           |           |           |           |        |

Tabla III-5-8<sub>20</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito silícico.  
 Criterio de agrupación: Altitud. Variable: Hue.

| Altitud   | < 1500 | 1500-1750 | 1751-2000 | 2001-2250 | 2251-2500 | 2501-2750 | 2751-3000 | > 3000 |
|-----------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
| < 1500    |        |           | *         |           |           |           |           |        |
| 1500-1750 |        |           |           |           |           |           |           |        |
| 1751-2000 |        |           |           |           | *         | *         | **        | *      |
| 2001-2250 |        |           |           |           |           |           | **        | *      |
| 2251-2500 |        |           |           |           |           |           |           |        |
| 2501-2750 |        |           |           |           |           |           |           |        |
| 2751-3000 |        |           |           |           |           |           |           |        |
| > 3000    |        |           |           |           |           |           |           |        |

Tabla III-5-8<sub>21</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito silícico.  
 Criterio de agrupación: Altitud. Variable: Value.

| Altitud   | < 1500 | 1500-1750 | 1751-2000 | 2001-2250 | 2251-2500 | 2501-2750 | 2751-3000 | > 3000 |
|-----------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
| < 1500    |        |           |           | *         |           |           |           |        |
| 1500-1750 |        |           |           | *         |           |           |           |        |
| 1751-2000 |        |           |           | *         |           |           |           |        |
| 2001-2250 |        |           |           |           | **        | *         | ***       | **     |
| 2251-2500 |        |           |           |           |           |           |           |        |
| 2501-2750 |        |           |           |           |           |           | *         |        |
| 2751-3000 |        |           |           |           |           |           |           |        |
| > 3000    |        |           |           |           |           |           |           |        |

Tabla III-5-8<sub>22</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito silícico.  
 Criterio de agrupación: Altitud. Variable: Arena.

| Altitud   | < 1500 | 1500-1750 | 1751-2000 | 2001-2250 | 2251-2500 | 2501-2750 | 2751-3000 | > 3000 |
|-----------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
| < 1500    |        |           |           |           | *         |           |           |        |
| 1500-1750 |        |           |           | *         | **        | *         |           |        |
| 1751-2000 |        |           |           | *         | *         |           |           |        |
| 2001-2250 |        |           |           |           |           |           |           |        |
| 2251-2500 |        |           |           |           |           |           |           |        |
| 2501-2750 |        |           |           |           |           |           |           |        |
| 2751-3000 |        |           |           |           |           |           |           |        |
| > 3000    |        |           |           |           |           |           |           |        |

Tabla III-5-8<sub>23</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito silícico.  
 Criterio de agrupación: Altitud. Variable: Limo.

| Altitud   | < 1500 | 1500-1750 | 1751-2000 | 2001-2250 | 2251-2500 | 2501-2750 | 2751-3000 | > 3000 |
|-----------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
| < 1500    |        |           |           |           |           |           |           |        |
| 1500-1750 |        |           |           | *         | **        | *         |           |        |
| 1751-2000 |        |           |           | **        | **        | *         |           |        |
| 2001-2250 |        |           |           |           |           |           |           |        |
| 2251-2500 |        |           |           |           |           |           |           |        |
| 2501-2750 |        |           |           |           |           |           |           |        |
| 2751-3000 |        |           |           |           |           |           |           |        |
| > 3000    |        |           |           |           |           |           |           |        |

Tabla III-5-8<sub>24</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito silícico.  
 Criterio de agrupación: Altitud. Variable: Arcilla.

| Altitud   | < 1500 | 1500-1750 | 1751-2000 | 2001-2250 | 2251-2500 | 2501-2750 | 2751-3000 | > 3000 |
|-----------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
| < 1500    |        |           | *         | *         | *         | *         | *         | *      |
| 1500-1750 |        |           |           |           |           |           |           |        |
| 1751-2000 |        |           |           |           |           |           |           |        |
| 2001-2250 |        |           |           |           |           |           |           |        |
| 2251-2500 |        |           |           |           |           |           |           |        |
| 2501-2750 |        |           |           |           |           |           |           |        |
| 2751-3000 |        |           |           |           |           |           |           |        |
| > 3000    |        |           |           |           |           |           |           |        |

Tabla III-5-8<sub>25</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito carbonatado.  
 Criterio de agrupación: Altitud. Variable: Carbono orgánico.

| Altitud   | < 1500 | 1500-1750 | 1751-2000 | 2001-2250 | 2251-2500 | 2501-2750 | 2751-3000 | > 3000 |
|-----------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
| < 1500    |        |           |           |           |           |           | *         |        |
| 1500-1750 |        |           |           |           |           |           | *         |        |
| 1751-2000 |        |           |           |           |           |           | *         |        |
| 2001-2250 |        |           |           |           |           |           | ***       | **     |
| 2251-2500 |        |           |           |           |           |           | *         |        |
| 2501-2750 |        |           |           |           |           |           | **        | *      |
| 2751-3000 |        |           |           |           |           |           |           |        |
| > 3000    |        |           |           |           |           |           |           |        |

Tabla III-5-8<sub>26</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito silícico.  
 Criterio de agrupación: Altitud. Variable: pH (H<sub>2</sub>O).

| Altitud   | < 1500 | 1500-1750 | 1751-2000 | 2001-2250 | 2251-2500 | 2501-2750 | 2751-3000 | > 3000 |
|-----------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
| < 1500    |        |           | *         | ***       | ***       | ***       | ***       | **     |
| 1500-1750 |        |           |           |           | **        | ***       | *         |        |
| 1751-2000 |        |           |           | *         | ***       | ***       | **        | *      |
| 2001-2250 |        |           |           |           | *         | **        |           |        |
| 2251-2500 |        |           |           |           |           |           |           |        |
| 2501-2750 |        |           |           |           |           |           |           |        |
| 2751-3000 |        |           |           |           |           |           |           |        |
| > 3000    |        |           |           |           |           |           |           |        |

Tabla III-5-9<sub>1</sub> Análisis de varianza. Totalidad del muestreo.  
Criterio de agrupación: Pendiente (5 grupos)

| VARIABLE             | VALOR DE F | SIGNIFICACION |
|----------------------|------------|---------------|
| ALTURA (m.)          | 5,6        | ***           |
| ESPESOR (cm.)        | 0,8        |               |
| HUE                  | 0,1        |               |
| VALUE                | 0,3        |               |
| CRHOMA               | 1,4        |               |
| ARENA (%)            | 0,5        |               |
| LIMO (%)             | 0,9        |               |
| ARCILLA (%)          | 0,5        |               |
| CARBONO ORGANICO (%) | 1,8        |               |
| pH AGUA              | 4,7        | **            |

\* > 5%; \*\* > 1%; \*\*\* > 0,1%. Número de muestras: grupo 1 = 3, grupo 2 = 13, grupo 3 = 32, grupo 4 = 49, grupo 5 = 39

Tabla III-5-9<sub>2</sub> Medias y desviaciones típicas de las variables significativas.  
Totalidad del muestreo. Criterio de agrupación: Pendiente

| Pendiente (%) | Nº de Muestras | Altura (m) |        | Pendiente (%) |      | pH (H <sub>2</sub> O) |      |
|---------------|----------------|------------|--------|---------------|------|-----------------------|------|
|               |                | X          | dt     | X             | dt   | X                     | dt   |
| < 12          | 3              | 1.520,00   | 278,75 | 6,00          | 3,60 | 7,67                  | 0,06 |
| 12 - 25       | 13             | 2.090,00   | 350,48 | 17,92         | 3,09 | 6,16                  | 1,39 |
| 26 - 37       | 32             | 2.180,62   | 531,69 | 32,25         | 3,35 | 6,19                  | 1,42 |
| 38 - 55       | 49             | 1.949,69   | 514,68 | 45,34         | 5,70 | 7,06                  | 1,26 |
| > 55          | 39             | 1.712,31   | 344,34 | 64,72         | 6,25 | 7,18                  | 0,98 |

Tabla III-5-9<sub>3</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
 Criterio de clasificación: Pendiente (%). Variable: Altura.

|         | < 12 | 12 - 25 | 26 - 37 | 38 - 55 | > 55 |
|---------|------|---------|---------|---------|------|
| < 12    |      |         | *       |         |      |
| 12 - 25 |      |         |         |         | *    |
| 26 - 37 |      |         |         | *       | ***  |
| 38 - 55 |      |         |         |         | *    |
| > 55    |      |         |         |         |      |

Tabla III-5-9<sub>4</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
 Criterio de clasificación: Pendiente (%). Variable: pH (H<sub>2</sub>O)

|         | < 12 | 12 - 25 | 26 - 37 | 38 - 55 | > 55 |
|---------|------|---------|---------|---------|------|
| < 12    |      |         |         |         |      |
| 12 - 25 |      |         |         | *       | *    |
| 26 - 37 |      |         |         | **      | **   |
| 38 - 55 |      |         |         |         |      |
| > 55    |      |         |         |         |      |

Tabla III-5-9, Análisis de varianza. Ambito carbonatado. Criterio de agrupación: Pendiente (3 grupos)

| VARIABLE             | VALOR DE F | SIGNIFICACION |
|----------------------|------------|---------------|
| ALTURA (m.)          | 0,5        |               |
| ESPESOR (cm.)        | 1,0        |               |
| HUE                  | 1,7        |               |
| VALUE                | 0,1        |               |
| CRHOMA               | 1,5        |               |
| ARENA (%)            | 3,5        | *             |
| LIMO (%)             | 0,8        |               |
| ARCILLA (%)          | 3,0        |               |
| CARBONO ORGANICO (%) | 0,1        |               |
| pH AGUA              | 3,1        | *             |

\* > 5%; \*\* > 1%; \*\*\* > 0,1%      Número de muestras: grupo 1 = 3, grupo 2 = 17, grupo 3 = 54

Tabla III-5-9, Medias y desviaciones típicas de las variables significativas.  
Ambito carbonatado. Criterio de agrupación: Pendiente

| PENDIENTE (%) | Nº de muestras | Arena (%) |       | pH (H <sub>2</sub> O) |      |
|---------------|----------------|-----------|-------|-----------------------|------|
|               |                | X         | dt    | X                     | dt   |
| < 12          | 3              | 42,47     | 6,80  | 7,67                  | 0,06 |
| 12 - 37       | 17             | 28,94     | 14,96 | 7,79                  | 0,23 |
| > 37          | 54             | 39,31     | 14,77 | 7,92                  | 0,23 |

X: Media. dt: Desviación típica

Tabla III-5-9, Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito carbonatado.  
 Criterio de agrupación: Pendiente. Variable: Arena.

| Pendiente (%) | < 12 | 12 - 37 | > 37 |
|---------------|------|---------|------|
| < 12          |      |         |      |
| 12 - 37       |      |         | *    |
| > 37          |      |         |      |

Tabla III-5-9, Análisis de varianza . Ambito silícico. Criterio de agrupación: Pendiente (2 grupos)

| VARIABLE              | VALOR DE F | SIGNIFICACION |
|-----------------------|------------|---------------|
| Altura                | 6,1        | *             |
| Pendiente             | 93,9       | ***           |
| Espesor               | 0,0        |               |
| Hue                   | 0,0        |               |
| Value                 | 0,0        |               |
| Chroma                | 0,3        |               |
| Arena                 | 2,4        |               |
| Limo                  | 4,9        | *             |
| Arcilla               | 0,3        |               |
| Carbono orgánico      | 0,3        |               |
| pH (H <sub>2</sub> O) | 10,9       | **            |

\* > 5%; \*\* > 1%; \*\*\* > 0,1

Número de muestras: grupo 1 = 28, grupo 2 = 34

668



Tabla III-5-9, Criterio de agrupación: Pendiente

| Grupo | Nº de muestras | Límites (%) |
|-------|----------------|-------------|
| 1     | 8              | 12 - 25     |
| 2     | 20             | 26 - 37     |
| 3     | 19             | 38 - 55     |
| 4     | 15             | > 55        |

Tabla III-5-9<sub>10</sub> Análisis de varianza . Ambito silícico. Criterio de agrupación: Pendiente (4 grupos)

| VARIABLE              | VALOR DE F | SIGNIFICACION |
|-----------------------|------------|---------------|
| Altura                | 5,3        | **            |
| Pendiente             | 186,5      | ***           |
| Espesor               | 0,8        |               |
| Hue                   | 2,4        |               |
| Value                 | 0,4        |               |
| Chroma                | 0,6        |               |
| Arena                 | 0,8        |               |
| Limo                  | 1,7        |               |
| Arcilla               | 0,6        |               |
| Carbono orgánico      | 2,5        |               |
| pH (H <sub>2</sub> O) | 4,8        | **            |

\* > 5%; \*\* > 1%; \*\*\* > 0,1    Número de muestras: grupo 1 = 8, grupo 2 = 20, grupo 3 = 19, grupo 4 = 15

Tabla III-5-9<sub>11</sub> Medias y desviaciones típicas de las variables significativas. Ambito silícico.  
Criterio de agrupación: Pendiente

| PENDIENTE (%) | Nº de muestras | Altura   |        | Pendiente |      | pH (H <sub>2</sub> O) |      |
|---------------|----------------|----------|--------|-----------|------|-----------------------|------|
|               |                | X        | dt     | X         | dt   | X                     | dt   |
| 12 - 25       | 8              | 2.335,11 | 169,62 | 18,87     | 3,52 | 5,21                  | 0,80 |
| 26 - 37       | 20             | 2.521,50 | 359,83 | 32,00     | 3,19 | 5,20                  | 0,70 |
| 38 - 55       | 19             | 2.364,21 | 584,58 | 44,74     | 5,70 | 5,63                  | 0,81 |
| > 55          | 15             | 1.938,00 | 402,32 | 67,07     | 7,44 | 6,10                  | 0,69 |

X: Media. dt: Desviación típica

Tabla III-5-9<sub>12</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito silícico.  
Criterio de clasificación: Pendiente. Variable: Altura

| Pendiente (%) | 12 - 25 | 26 - 37 | 38 - 55 | > 55 |
|---------------|---------|---------|---------|------|
| 12 - 25       |         |         |         | ***  |
| 26 - 37       |         |         |         | **   |
| 38 - 55       |         |         |         |      |
| > 55          |         |         |         |      |

Tabla III-5-9<sub>13</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito silícico.  
Criterio de clasificación: Pendiente. Variable: Pendiente

| Pendiente (%) | 12 - 25 | 26 - 37 | 38 - 55 | > 55 |
|---------------|---------|---------|---------|------|
| 12 - 25       |         | ***     | ***     | ***  |
| 26 - 37       |         |         | ***     | ***  |
| 38 - 55       |         |         |         | ***  |
| > 55          |         |         |         |      |

Tabla III-5-9<sub>14</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito silícico.  
Criterio de clasificación: Pendiente. Variable: pH (H<sub>2</sub>O)

| Pendiente (%) | 12 - 25 | 26 - 37 | 38 - 55 | > 55 |
|---------------|---------|---------|---------|------|
| 12 - 25       |         |         |         | *    |
| 26 - 37       |         |         |         | **   |
| 38 - 55       |         |         |         |      |
| > 55          |         |         |         |      |

Tabla III-5-10<sub>1</sub> Análisis de la varianza. Totalidad del muestreo.  
Criterio de agrupación: Material original (6 grupos)

| VARIABLE             | VALOR DE F | SIGNIFICACION |
|----------------------|------------|---------------|
| ALTURA (m.)          | 24,5       | ***           |
| PENDIENTE (%)        | 3,7        | **            |
| ESPEJOR (cm.)        | 1,8        |               |
| HUE                  | 10,4       | ***           |
| VALUE                | 11,7       | ***           |
| CRHOMA               | 3,0        | *             |
| ARENA (%)            | 30,2       | ***           |
| LIMO (%)             | 17,4       | ***           |
| ARCILLA (%)          | 18,2       | ***           |
| CARBONO ORGANICO (%) | 1,0        |               |
| pH AGUA              | 121,7      | ***           |

\* < 5%; \* > 5%; \*\* > 1%; \*\*\* > 0,1% Número de muestras: grupo 1 = 14, grupo 2 = 20, grupo 3 = 29, grupo 4 = 11 grupo 5 = 58, grupo 6 = 4

Tabla III-5-10<sub>2</sub> Medias y desviaciones típicas de las variables significativas.  
Totalidad del muestreo. Criterio de agrupación: Material original

| Material original           | Nº de muestras | Altura (m) |        | Pendiente(%) |       | Hue   |      | Value |      | Chroma |      | Arena (%) |       | Limo (%) |       | Arcilla (%) |       | pH(H <sub>2</sub> O) |      |
|-----------------------------|----------------|------------|--------|--------------|-------|-------|------|-------|------|--------|------|-----------|-------|----------|-------|-------------|-------|----------------------|------|
|                             |                | X          | dt     | X            | dt    | X     | dt   | X     | dt   | X      | dt   | X         | dt    | X        | dt    | X           | dt    | X                    | dt   |
| Filitas                     | 14             | 1710,7     | 141,34 | 32,86        | 19,07 | 20,12 | 2,49 | 4,25  | 0,96 | 3,04   | 1,39 | 37,88     | 20,59 | 40,51    | 12,19 | 21,61       | 13,77 | 7,89                 | 0,25 |
| Calizas y dolomías          | 20             | 1655,7     | 211,83 | 47,95        | 10,87 | 10,06 | 1,54 | 3,22  | 0,64 | 2,77   | 1,22 | 38,44     | 13,33 | 38,77    | 13,62 | 22,78       | 9,79  | 7,95                 | 0,24 |
| Cataclasitas                | 29             | 1587,5     | 209,09 | 52,59        | 16,29 | 19,53 | 1,08 | 3,89  | 1,03 | 2,60   | 0,86 | 38,93     | 14,03 | 44,08    | 10,79 | 17,02       | 5,81  | 7,82                 | 0,22 |
| Calizas y metarcillitas     | 11             | 1601,8     | 160,49 | 39,82        | 12,70 | 17,16 | 1,94 | 3,45  | 0,65 | 3,09   | 1,37 | 28,04     | 11,71 | 45,54    | 9,27  | 25,88       | 10,28 | 7,88                 | 0,25 |
| Micasquitos                 | 58             | 2316,4     | 495,52 | 43,21        | 17,05 | 20,33 | 1,76 | 2,97  | 0,45 | 2,24   | 0,55 | 63,07     | 8,36  | 26,84    | 6,65  | 9,98        | 2,72  | 5,48                 | 0,79 |
| Anfibolitas y serpentinitas | 4              | 2187,5     | 131,50 | 35,25        | 14,66 | 20,62 | 1,61 | 2,75  | 0,29 | 2,50   | 1,00 | 60,52     | 17,37 | 29,87    | 10,23 | 9,60        | 2,47  | 6,52                 | 0,22 |

X: Media. dt: Desviación típica.

Tabla III-5-10<sub>3</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
Criterio de clasificación: Material original. Variable: Altura.

|                             | Filitas | Calizas y dolomías | Cataclasitas | Calizas y metarcillitas | Micasquitos | Anfibolitas y serpentinitas |
|-----------------------------|---------|--------------------|--------------|-------------------------|-------------|-----------------------------|
| Filitas                     |         |                    |              |                         | ***         | *                           |
| Calizas y dolomías          |         |                    |              |                         | ***         | *                           |
| Cataclasitas                |         |                    |              |                         | ***         | **                          |
| Calizas y metarcillitas     |         |                    |              |                         | ***         | *                           |
| Micasquitos                 |         |                    |              |                         |             |                             |
| Anfibolitas y serpentinitas |         |                    |              |                         |             |                             |

Tabla III-5-10<sub>4</sub>, Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
Criterio de clasificación: Material original. Variable: Pendiente

|                             | Filitas | Calizas y dolomías | Cataclasitas | Calizas y metarcillitas | Micasquistos | Anfibolitas y serpentinitas |
|-----------------------------|---------|--------------------|--------------|-------------------------|--------------|-----------------------------|
| Filitas                     |         | *                  | ***          |                         | *            |                             |
| Calizas y dolomías          |         |                    |              |                         |              |                             |
| Cataclasitas                |         |                    |              | *                       | *            |                             |
| Calizas y metarcillitas     |         |                    |              |                         |              |                             |
| Micasquistos                |         |                    |              |                         |              |                             |
| Anfibolitas y serpentinitas |         |                    |              |                         |              |                             |

Tabla III-5-10<sub>5</sub>, Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
Criterio de clasificación: Material original. Variable: Hue

|                             | Filitas | Calizas y dolomías | Cataclasitas | Calizas y metarcillitas | Micasquistos | Anfibolitas y serpentinitas |
|-----------------------------|---------|--------------------|--------------|-------------------------|--------------|-----------------------------|
| Filitas                     |         | **                 |              | ***                     |              |                             |
| Calizas y dolomías          |         |                    | **           |                         | ***          | *                           |
| Cataclasitas                |         |                    |              | ***                     | *            |                             |
| Calizas y metarcillitas     |         |                    |              |                         | ***          | **                          |
| Micasquistos                |         |                    |              |                         |              |                             |
| Anfibolitas y serpentinitas |         |                    |              |                         |              |                             |

Tabla III-5-10<sub>6</sub>, Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
 Criterio de clasificación: Material original. Variable: Value

|                             | Filitas | Calizas y dolomías | Cataclasitas | Calizas y metarcillitas | Micasquistos | Anfibolitas y serpentinitas |
|-----------------------------|---------|--------------------|--------------|-------------------------|--------------|-----------------------------|
| Filitas                     |         | ***                |              | *                       | ***          | **                          |
| Calizas y dolomías          |         |                    | **           |                         |              |                             |
| Cataclasitas                |         |                    |              |                         | ***          | **                          |
| Calizas y metarcillitas     |         |                    |              |                         | *            |                             |
| Micasquistos                |         |                    |              |                         |              |                             |
| Anfibolitas y serpentinitas |         |                    |              |                         |              |                             |

Tabla III-5-10<sub>7</sub>, Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
 Criterio de clasificación: Material original. Variable: Chroma

|                             | Filitas | Calizas y dolomías | Cataclasitas | Calizas y metarcillitas | Micasquistos | Anfibolitas y serpentinitas |
|-----------------------------|---------|--------------------|--------------|-------------------------|--------------|-----------------------------|
| Filitas                     |         |                    |              |                         | **           |                             |
| Calizas y dolomías          |         |                    |              |                         | *            |                             |
| Cataclasitas                |         |                    |              |                         |              |                             |
| Calizas y metarcillitas     |         |                    |              |                         | **           |                             |
| Micasquistos                |         |                    |              |                         |              |                             |
| Anfibolitas y serpentinitas |         |                    |              |                         |              |                             |

Tabla III-5-10<sub>8</sub>, Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
 Criterio de clasificación: Material original. Variable: Arena

|                             | Filitas | Calizas y dolomías | Cataclasitas | Calizas y metarcillitas | Micasquistos | Anfibolitas y serpentinitas |
|-----------------------------|---------|--------------------|--------------|-------------------------|--------------|-----------------------------|
| Filitas                     |         |                    |              |                         | ***          | **                          |
| Calizas y dolomías          |         |                    |              | *                       | ***          | **                          |
| Cataclasitas                |         |                    |              | *                       | ***          | **                          |
| Calizas y metarcillitas     |         |                    |              |                         | ***          | ***                         |
| Micasquistos                |         |                    |              |                         |              |                             |
| Anfibolitas y serpentinitas |         |                    |              |                         |              |                             |

Tabla III-5-10, Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
 Criterio de clasificación: Material original. Variable: Limo

|                             | Filitas | Calizas y dolomías | Cataclasitas | Calizas y metarcillitas | Micasquistos | Anfibolitas y serpentinitas |
|-----------------------------|---------|--------------------|--------------|-------------------------|--------------|-----------------------------|
| Filitas                     |         |                    |              |                         | ***          |                             |
| Calizas y dolomías          |         |                    |              |                         | ***          |                             |
| Cataclasitas                |         |                    |              |                         | ***          | *                           |
| Calizas y metarcillitas     |         |                    |              |                         | ***          | *                           |
| Micasquistos                |         |                    |              |                         |              |                             |
| Anfibolitas y serpentinitas |         |                    |              |                         |              |                             |

Tabla III-5-10<sub>10</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
 Criterio de clasificación: Material original. Variable: Arcilla

|                             | Filitas | Calizas y dolomías | Cataclasitas | Calizas y metarcillitas | Micasquistos | Anfibolitas y serpentinitas |
|-----------------------------|---------|--------------------|--------------|-------------------------|--------------|-----------------------------|
| Filitas                     |         |                    |              |                         | ***          | **                          |
| Calizas y dolomías          |         |                    | **           |                         | ***          | **                          |
| Cataclasitas                |         |                    |              | **                      | ***          |                             |
| Calizas y metarcillitas     |         |                    |              |                         | ***          | **                          |
| Micasquistos                |         |                    |              |                         |              |                             |
| Anfibolitas y serpentinitas |         |                    |              |                         |              |                             |

Tabla III-5-10<sub>11</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
 Criterio de clasificación: Material original. Variable: pH (H<sub>2</sub>O).

|                             | Filitas | Calizas y dolomías | Cataclasitas | Calizas y metarcillitas | Micasquistos | Anfibolitas y serpentinitas |
|-----------------------------|---------|--------------------|--------------|-------------------------|--------------|-----------------------------|
| Filitas                     |         |                    |              |                         | ***          | ***                         |
| Calizas y dolomías          |         |                    |              |                         | ***          | ***                         |
| Cataclasitas                |         |                    |              |                         | ***          | ***                         |
| Calizas y metarcillitas     |         |                    |              |                         | ***          | **                          |
| Micasquistos                |         |                    |              |                         |              | ***                         |
| Anfibolitas y serpentinitas |         |                    |              |                         |              |                             |

676



Tabla III-5-10<sub>12</sub> Análisis de la varianza. Ambito carbonatado.  
Criterio de agrupación: Material original (4 grupos)

| VARIABLE             | VALOR DE F | SIGNIFICACION |
|----------------------|------------|---------------|
| ALTURA (m.)          | 1,5        |               |
| PENDIENTE (%)        | 6,1        | **            |
| ESPESOR (cm.)        | 0,4        |               |
| HUE                  | 9,7        | ***           |
| VALUE                | 4,5        | **            |
| CRHOMA               | 0,7        |               |
| ARENA (%)            | 1,4        |               |
| LIMO (%)             | 1,2        |               |
| ARCILLA (%)          | 2,9        | *             |
| CARBONO ORGANICO (%) | 1,8        |               |
| pH AGUA              | 1,2        |               |

\* < 5%; \* > 5%; \*\* > 1%; \*\*\* > 0,1% Número de muestras: grupo 1 = 14, grupo 2 = 20, grupo 3 = 29, grupo 4 = 11

Tabla III-5-10<sub>13</sub> Medias y desviaciones típicas de las variables significativas.  
Ambito carbonatado. Criterio de agrupación: Material original

| MATERIAL ORIGINAL       | Nº de muestras | Pendiente |       | Hue   |      | Value |      | Arcilla |       |
|-------------------------|----------------|-----------|-------|-------|------|-------|------|---------|-------|
|                         |                | X         | dt    | X     | dt   | X     | dt   | X       | dt    |
| Filitas                 | 14             | 32,86     | 19,07 | 20,18 | 2,49 | 4,25  | 0,96 | 21,61   | 13,77 |
| Calizas y dolomías      | 20             | 47,95     | 10,87 | 18,06 | 1,54 | 3,22  | 0,64 | 22,76   | 9,79  |
| Cataclasitas            | 29             | 52,59     | 16,29 | 19,53 | 1,08 | 3,88  | 1,03 | 17,02   | 5,81  |
| Calizas y metarcillitas | 11             | 39,82     | 12,70 | 17,16 | 1,94 | 3,45  | 0,65 | 25,88   | 10,29 |

Tabla III-5-10<sub>14</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito carbonatado.  
 Criterio de clasificación: Material original. Variable: Pendiente

|                         | Filitas | Calizas y dolomías | Cataclasitas | Calizas y metarcillitas |
|-------------------------|---------|--------------------|--------------|-------------------------|
| Filitas                 |         | **                 | ***          |                         |
| Calizas y dolomías      |         |                    |              |                         |
| Cataclasitas            |         |                    |              | *                       |
| Calizas y metarcillitas |         |                    |              |                         |

Tabla III-5-10<sub>15</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito carbonatado.  
 Criterio de clasificación: Material original. Variable: Hue

|                         | Filitas | Calizas y dolomías | Cataclasitas | Calizas y metarcillitas |
|-------------------------|---------|--------------------|--------------|-------------------------|
| Filitas                 |         | ***                |              | ***                     |
| Calizas y dolomías      |         |                    | **           |                         |
| Cataclasitas            |         |                    |              | ***                     |
| Calizas y metarcillitas |         |                    |              |                         |

Tabla III-5-10<sub>16</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito carbonatado.  
 Criterio de clasificación: Material original. Variable: Value

|                         | Filitas | Calizas y dolomías | Cataclasitas | Calizas y metarcillitas |
|-------------------------|---------|--------------------|--------------|-------------------------|
| Filitas                 |         | **                 |              | *                       |
| Calizas y dolomías      |         |                    | *            |                         |
| Cataclasitas            |         |                    |              |                         |
| Calizas y metarcillitas |         |                    |              |                         |

Tabla III-5-10<sub>17</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito carbonatado.  
 Criterio de clasificación: Material original. Variable: Arcilla

|                         | Filitas | Calizas y dolomías | Cataclasitas | Calizas y metarcillitas |
|-------------------------|---------|--------------------|--------------|-------------------------|
| Filitas                 |         |                    |              |                         |
| Calizas y dolomías      |         |                    | *            |                         |
| Cataclasitas            |         |                    |              | *                       |
| Calizas y metarcillitas |         |                    |              |                         |

Tabla III-5-11, Análisis de varianza. Totalidad del muestreo.  
Criterio de agrupación: Presencia de horizonte B (2 grupos).

| VARIABLE             | VALOR DE F | SIGNIFICACION |
|----------------------|------------|---------------|
| ALTURA (m.)          | 1,8        |               |
| PENDIENTE (%)        | 7,5        | **            |
| ESPESOR (cm.)        | 51,6       | ***           |
| HUE                  | 15,4       | ***           |
| VALUE                | 1,3        |               |
| CRHOMA               | 3,2        |               |
| ARENA (%)            | 9,7        | **            |
| LIMO (%)             | 3,5        |               |
| ARCILLA (%)          | 12,2       | **            |
| CARBONO ORGANICO (%) | 5,8        | *             |
| pH AGUA              | 0,1        |               |

\* > 5%; \*\* > 1%; \*\*\* > 0,1%. Número de muestras: grupo 1 = 64, grupo 2 = 72.

Tabla III-5-11<sub>2</sub> Medias y desviaciones típicas de las variables significativas.  
Totalidad del muestreo. Criterio de agrupación: Presencia de horizonte B

| Presencia de hor. B | Nº de muestras | Pendiente (%) |       | Espesor (cm) |       | Hue   |      | Arena (%) |       | Arcilla (%) |       | C. O. (%) |      |
|---------------------|----------------|---------------|-------|--------------|-------|-------|------|-----------|-------|-------------|-------|-----------|------|
|                     |                | X             |       | X            |       | X     |      | X         |       | X           |       | X         |      |
| Con hor. B          | 64             | 40,25         | 16,87 | 47,80        | 17,6  | 18,89 | 1,82 | 43,91     | 19,33 | 18,64       | 11,07 | 2,97      | 1,25 |
| Sin hor. B          | 72             | 47,96         | 15,92 | 28,28        | 14,05 | 20,16 | 1,95 | 53,23     | 15,59 | 13,33       | 6,25  | 2,43      | 1,33 |

Tabla III-5-11<sub>3</sub>, Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
 Criterio de clasificación: Presencia de horizonte B. Variable: Pendiente.

|              | Con horiz. B | Sin horiz. B |
|--------------|--------------|--------------|
| Con horiz. B |              | **           |
| Sin horiz. B |              |              |

Tabla III-5-11<sub>4</sub>, Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
 Criterio de clasificación: Presencia de horizonte B. Variable: Espesor.

|              | Con horiz. B | Sin horiz. B |
|--------------|--------------|--------------|
| Con horiz. B |              | ***          |
| Sin horiz. B |              |              |

Tabla III-5-11<sub>5</sub>, Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
 Criterio de clasificación: Presencia de horizonte B. Variable: Hue.

|              | Con horiz. B | Sin horiz. B |
|--------------|--------------|--------------|
| Con horiz. B |              | ***          |
| Sin horiz. B |              |              |

Tabla III-5-11<sub>6</sub>, Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
 Criterio de clasificación: Presencia de horizonte B. Variable: Arena.

|              | Con horiz. B | Sin horiz. B |
|--------------|--------------|--------------|
| Con horiz. B |              | **           |
| Sin horiz. B |              |              |

Tabla III-5-11, Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
Criterio de clasificación: Presencia de horizonte B. Variable: Arcilla.

|              | Con horiz. B | Sin horiz. B |
|--------------|--------------|--------------|
| Con horiz. B |              | ***          |
| Sin horiz. B |              |              |

Tabla III-5-11, Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Totalidad del muestreo.  
Criterio de clasificación: Presencia de horizonte B. Variable: Carbono orgánico.

|              | Con horiz. B | Sin horiz. B |
|--------------|--------------|--------------|
| Con horiz. B |              | *            |
| Sin horiz. B |              |              |

Tabla III-5-11, Análisis de varianza. Ambito carbonatado.  
Criterio de agrupación: Presencia de horizonte B (2 grupos)

| VARIABLE             | VALOR DE F | SIGNIFICACION |
|----------------------|------------|---------------|
| ALTURA (m.)          | 0,5        |               |
| PENDIENTE (%)        | 8,7        | **            |
| ESPESOR (cm.)        | 37,9       | ***           |
| HUE                  | 10,4       | **            |
| VALUE                | 0,8        |               |
| CRHOMA               | 2,4        |               |
| ARENA (%)            | 20,4       | ***           |
| LIMO (%)             | 4,4        | *             |
| ARCILLA (%)          | 16,7       | ***           |
| CARBONO ORGANICO (%) | 0,7        |               |
| pH AGUA              | 0,3        |               |

\* > 5%; \*\* > 1%; \*\*\* > 0,1%. Número de muestras: grupo 1 = 36, grupo 2 = 38

Tabla III-5-11<sub>10</sub> Medias y desviaciones típicas de las variables significativas.  
Ambito carbonatado. Criterio de agrupación: Presencia de horizonte B

| Presencia de hor. B | Nº de muestras | Pendiente (%) |       | Espesor (cm) |       | Hue   |      | Arena (%) |       | Limo (%) |       | Arcilla (%) |       |
|---------------------|----------------|---------------|-------|--------------|-------|-------|------|-----------|-------|----------|-------|-------------|-------|
|                     |                | X             | dt    | X            | dt    | X     | dt   | X         | dt    | X        | dt    | X           | dt    |
| Con hor. B          | 36             | 40,14         | 15,98 | 43,17        | 13,61 | 18,19 | 1,75 | 29,80     | 12,76 | 45,06    | 11,61 | 25,11       | 10,96 |
| Sin hor. B          | 38             | 50,97         | 15,66 | 24,42        | 12,57 | 19,57 | 1,91 | 43,93     | 14,08 | 39,46    | 11,37 | 16,63       | 6,45  |

X: Media. dt: Desviación típica

Tabla III-5-11<sub>11</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito carbonatado.  
Criterio de clasificación: Presencia de horizonte B. Variable: Pendiente.

| Presencia de horizonte B | Con horizonte B | Sin horizonte B |
|--------------------------|-----------------|-----------------|
| Con horizonte B          |                 | **              |
| Sin horizonte B          |                 |                 |

Tabla III-5-11<sub>12</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito carbonatado.  
Criterio de clasificación: Presencia de horizonte B. Variable: Espesor.

| Presencia de horizonte B | Con horizonte B | Sin horizonte B |
|--------------------------|-----------------|-----------------|
| Con horizonte B          |                 | ***             |
| Sin horizonte B          |                 |                 |

Tabla III-5-11<sub>13</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito carbonatado.  
Criterio de clasificación: Presencia de horizonte B. Variable: Hue.

| Presencia de horizonte B | Con horizonte B | Sin horizonte B |
|--------------------------|-----------------|-----------------|
| Con horizonte B          |                 | **              |
| Sin horizonte B          |                 |                 |

Tabla III-5-11<sub>14</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito carbonatado.  
Criterio de clasificación: Presencia de horizonte B. Variable: Arena.

| Presencia de horizonte B | Con horizonte B | Sin horizonte B |
|--------------------------|-----------------|-----------------|
| Con horizonte B          |                 | ***             |
| Sin horizonte B          |                 |                 |

Tabla III-5-11<sub>15</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito carbonatado.  
Criterio de clasificación: Presencia de horizonte B. Variable: Limo.

| Presencia de horizonte B | Con horizonte B | Sin horizonte B |
|--------------------------|-----------------|-----------------|
| Con horizonte B          |                 | *               |
| Sin horizonte B          |                 |                 |

Tabla III-5-11<sub>16</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito carbonatado.  
Criterio de clasificación: Presencia de horizonte B. Variable: Arcilla.

| Presencia de horizonte B | Con horizonte B | Sin horizonte B |
|--------------------------|-----------------|-----------------|
| Con horizonte B          |                 | ***             |
| Sin horizonte B          |                 |                 |

Tabla III-5-11<sub>17</sub> Análisis de varianza. Ambito silícico. Criterio de agrupación: Presencia de horizonte B (2 grupos)

| VARIABLE             | VALOR DE F | SIGNIFICACION |
|----------------------|------------|---------------|
| ALTURA (m.)          | 1,7        |               |
| PENDIENTE (%)        | 0,9        |               |
| ESPESOR (cm.)        | 22,6       | ***           |
| HUE                  | 5,9        | *             |
| VALUE                | 2,8        |               |
| CRHOMA               | 0,6        |               |
| ARENA (%)            | 0,5        |               |
| LIMO (%)             | 0,2        |               |
| ARCILLA (%)          | 1,0        |               |
| CARBONO ORGANICO (%) | 5,4        | *             |
| pH AGUA              | 0,1        |               |

\* > 5%; \*\* > 1%; \*\*\* > 0,1%. Número de datos: grupo 1 = 28, grupo 2 = 34



Tabla III-5-11<sub>18</sub> Medias y desviaciones típicas de las variables más significativas.  
Ambito silícico. Criterio de agrupación: Presencia de horizonte B

| Presencia de horiz. B | Nº de muestras | Espesor (cm) |       |
|-----------------------|----------------|--------------|-------|
|                       |                | X            | dt    |
| Con horiz. B          | 28             | 53,75        | 20,45 |
| Sin horiz. B          | 34             | 32,59        | 14,53 |

X: Media. dt: Desviación típica.

Tabla III-5-11<sub>19</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito silícico.  
Criterio de clasificación: Presencia de horizonte B. Variable: Espesor.

| Presencia de horizonte B | Con horizonte B | Sin horizonte B |
|--------------------------|-----------------|-----------------|
| Con horizonte B          |                 | ***             |
| Sin horizonte B          |                 |                 |

Tabla III-5-11<sub>20</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito silícico.  
Criterio de clasificación: Presencia de horizonte B. Variable: Hue.

| Presencia de horizonte B | Con horizonte B | Sin horizonte B |
|--------------------------|-----------------|-----------------|
| Con horizonte B          |                 | *               |
| Sin horizonte B          |                 |                 |

Tabla III-5-11<sub>21</sub> Ensayo de diferencias entre medias (t de Student). Ambito silícico.  
Criterio de clasificación: Presencia de horizonte B. Variable: Carbono orgánico.

| Presencia de horizonte B | Con horizonte B | Sin horizonte B |
|--------------------------|-----------------|-----------------|
| Con horizonte B          |                 | *               |
| Sin horizonte B          |                 |                 |

Tabla III-5-12<sub>1</sub> Variables utilizadas en el análisis factorial. SONDEOS. Ambito carbonatado.

|    | VARIABLE         | UNIDADES | CV%  | MEDIA    | DES. TIP. |
|----|------------------|----------|------|----------|-----------|
| 1  | ALTITUD          | m        |      | 1.631,42 | 194,41    |
| 2  | PENDIENTE        | %        |      | 45,70    | 16,63     |
| 3  | ESPESOR          | cm       | 36,4 | 33,54    | 16,06     |
| 4  | HUE              | Munsell  | 10,3 | 18,90    | 1,95      |
| 5  | VALUE            | Munsell  | 25,0 | 3,71     | 0,94      |
| 6  | CRHOMA           | Munsell  | 41,0 | 2,80     | 1,15      |
| 7  | ARENA            | %        | 40,8 | 37,06    | 15,14     |
| 8  | LIMO             | %        | 27,8 | 42,19    | 11,75     |
| 9  | ARCILLA          | %        | 47,4 | 20,76    | 9,85      |
| 10 | CARBONO ORGANICO | %        | 37,4 | 2,78     | 1,04      |
| 11 | pH EN AGUA       |          | 3,0  | 7,88     | 0,24      |

Tabla III-5-12<sub>3</sub> Matriz reordenada de factores rotados (Varimax). SONDEOS. Ambito carbonatado.

| VARIABLE                  | FACTOR 1 | FACTOR 2 | FACTOR 3 | FACTOR 4 |
|---------------------------|----------|----------|----------|----------|
| ARCILLA                   | 0,813    |          |          |          |
| HUE                       | -0,756   |          |          |          |
| LIMO                      |          | 0,904    |          |          |
| ARENA                     |          | -0,734   |          |          |
| ALTITUD                   |          | -0,327   |          |          |
| VALUE                     |          |          | 0,848    |          |
| CRHOMA                    |          |          | 0,652    |          |
| ESPESOR                   |          |          | -0,493   |          |
| pH AGUA                   |          |          |          | 0,789    |
| CARBONO ORGANICO          |          |          |          | -0,656   |
| PENDIENTE                 |          |          |          | 0,596    |
| <b>Varianza explicada</b> | 20,476   | 16,554   | 15,186   | 14,135   |
| <b>Varianza acumulada</b> | 20,476   | 37,030   | 52,216   | 66,352   |

Los números significan las cargas de las variables en los factores rotados.

Tabla III-5-12<sub>2</sub> Matriz de correlación. SONDEOS. Ambito carbonatado.

| VBLE    | ALTITUD | PEND. | ESPEJOR | HUE | VALUE  | CRHOMA | ARENA        | LIMO   | ARCILLA | C.O.   | pH            |
|---------|---------|-------|---------|-----|--------|--------|--------------|--------|---------|--------|---------------|
| ALTITUD |         |       |         |     |        |        |              |        |         | -0,246 |               |
| PEND.   |         |       |         |     |        |        |              |        |         |        |               |
| ESPEJOR |         |       |         |     | -0,284 |        | -0,383       | 0,278  | 0,253   |        |               |
| HUE     |         |       |         |     |        | -0,488 | <u>0,372</u> |        | -0,481  |        |               |
| VALUE   |         |       |         |     |        | 0,387  |              |        | -0,265  | -0,256 |               |
| CRHOMA  |         |       |         |     |        |        |              |        |         | -0,235 | 0,247         |
| ARENA   |         |       |         |     |        |        |              | -0,758 | -0,629  | -0,273 |               |
| LIMO    |         |       |         |     |        |        |              |        |         | 0,288  | <u>-0,318</u> |
| ARCILLA |         |       |         |     |        |        |              |        |         |        |               |
| C.O.    |         |       |         |     |        |        |              |        |         |        | -0,520        |
| pH      |         |       |         |     |        |        |              |        |         |        |               |

**Leyenda de la tabla.**- VBLE= Variables consideradas (11). ALTITUD= Cota en m. PEND.= % de pendiente. ESPEJOR= Profundidad en cm. HUE, VALUE, CRHOMA= Color Munssell. ARENA, LIMO, ARCILLA= % de las distintas fracciones granulométricas. C.O.= % Carbono orgánico. pH= pH en agua.

**Significación de los valores de r:** > 0,05 Cifras no subrayadas  
 > 0,01 Cifras subrayadas  
 > 0,001 Cifras en negrita

Tabla III-5-12, Variables utilizadas en el análisis factorial. PERFILES. Ambito carbonatado.

| VARIABLE            | UNIDADES                  | CV%   | MEDIA  | DES. TIP. |
|---------------------|---------------------------|-------|--------|-----------|
| 1 PROFUNDIDAD       | cm                        |       | 31,47  | 22,71     |
| 2 ARENA             | %                         |       | 35,87  | 19,60     |
| 3 LIMO              | %                         |       | 43,50  | 12,45     |
| 4 ARCILLA           | %                         |       | 20,62  | 12,51     |
| 5 ARENA GRUESA      | %                         | 58,4  | 16,31  | 9,53      |
| 6 ARENA FINA        | %                         | 56,5  | 19,56  | 11,05     |
| 7 GRAVA             | %                         | 30,0  | 64     | 19,22     |
| 8 pF 33 Kpa         | %                         | 35,8  | 19,17  | 6,86      |
| 9 pF 1.500 Kpa      | %                         | 61,8  | 9,45   | 5,84      |
| 10 AGUA UTIL        | mm/cm                     | 46,0  | 0,58   | 0,267     |
| 11 CARBONO ORGANICO | %                         | 64,3  | 1,86   | 1,26      |
| 12 NITROGENO        | %                         |       | 0,14   | 0,09      |
| 13 RELACION C/N     |                           | 37,5  | 13,53  | 5,08      |
| 14 P ASIMILABLE     | mg Kg <sup>-1</sup>       | 104,4 | 154,23 | 161,00    |
| 15 pH EN AGUA       |                           |       | 7,91   | 0,19      |
| 16 CARBONATOS       | %                         | 55,7  | 51,05  | 28,45     |
| 17 Ca <sup>2+</sup> | cmol (+) kg <sup>-1</sup> | 89,1  | 30,74  | 27,38     |
| 18 Mg <sup>2+</sup> | cmol (+) Kg <sup>-1</sup> | 45,6  | 6,60   | 3,01      |
| 19 Na <sup>+</sup>  | cmol (+) kg <sup>-1</sup> | 116,0 | 0,06   | 0,07      |
| 20 K <sup>+</sup>   | cmol (+) kg <sup>-1</sup> | 95,0  | 0,20   | 0,19      |
| 21 SUMA DE BASES    | cmol (+) Kg <sup>-1</sup> | 56,7  | 31,72  | 18,00     |
| 22 C.E.C.           | cmol (+) Kg <sup>-1</sup> | 59,7  | 11,03  | 6,59      |
| 23 SATURACION       | %                         | 0,7   | 99,82  | 0,73      |

Tabla III-5-12<sub>5</sub> Matriz de correlación. PERFILES. Ambito carbonatado.

| VBLE                          | PROF | AREN | LIMO   | ARCI   | A-GR   | A-FIN  | GRAV   | PF1/3  | PF15   | AGUA   | C.O.   | N      | C/N    | P     | pH     | CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> | Ca <sup>2+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | S.B.   | CEC    | SAT    |
|-------------------------------|------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|-------------------------------|------------------|------------------|-----------------|----------------|--------|--------|--------|
| PROF                          |      |      |        |        |        |        |        |        |        |        | -0,852 | -0,696 | -0,548 |       | 0,702  |                               |                  | -0,518           | -0,624          |                |        | -0,484 |        |
| AREN                          |      |      | -0,784 | -0,786 | 0,845  | 0,859  | 0,747  | -0,766 | -0,661 | -0,744 |        |        |        |       |        | 0,784                         |                  | 0,556            |                 | -0,579         |        | -0,601 |        |
| LIMO                          |      |      |        |        | -0,709 | -0,779 | -0,662 |        |        | 0,683  |        |        |        |       |        |                               |                  |                  |                 |                |        |        |        |
| ARCI                          |      |      |        |        | -0,775 | -0,727 | -0,513 | 0,804  | 0,765  | 0,486  |        |        |        | 0,551 | -0,776 | 0,627                         | -0,606           |                  |                 | 0,611          |        | 0,518  | -0,636 |
| A-GR                          |      |      |        |        |        | 0,813  | 0,720  | -0,771 | -0,633 | -0,742 |        |        |        |       | 0,716  | 0,653                         |                  |                  |                 | -0,535         |        | -0,588 |        |
| A-FIN                         |      |      |        |        |        |        | 0,705  | -0,694 | -0,627 | -0,680 |        |        |        |       | 0,773  |                               |                  |                  |                 |                | -0,566 | -0,560 |        |
| GRAV                          |      |      |        |        |        |        |        | -0,713 | -0,601 | -0,821 | -0,486 | -0,568 |        |       | 0,750  |                               |                  |                  | -0,524          | -0,600         |        | -0,860 |        |
| PF1/3                         |      |      |        |        |        |        |        |        | 0,820  | 0,662  |        |        |        |       |        | -0,703                        |                  |                  |                 | 0,527          |        | 0,764  | -0,512 |
| PF15                          |      |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        | -0,672                        | 0,520            |                  |                 |                |        | 0,674  | -0,735 |
| AGUA                          |      |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        | -0,587                        |                  |                  |                 |                |        | 0,654  |        |
| C.O.                          |      |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 0,797  | 0,561  |       | -0,680 | -0,509                        |                  |                  | 0,668           | 0,667          |        | 0,630  |        |
| N                             |      |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       | -0,699 |                               |                  |                  | 0,693           | 0,545          |        | 0,638  |        |
| C/N                           |      |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |                               |                  |                  |                 |                |        |        |        |
| P                             |      |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        | -0,548                        | 0,807            |                  |                 | 0,668          | 0,605  |        | -0,557 |
| pH                            |      |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |                               |                  |                  |                 | -0,486         |        | -0,584 |        |
| CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> |      |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |                               |                  |                  |                 |                | -0,800 | -0,682 |        |
| Ca <sup>2+</sup>              |      |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |                               |                  |                  |                 |                | 0,516  |        | -0,760 |
| Mg <sup>2+</sup>              |      |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |                               |                  |                  |                 |                |        |        |        |
| Na <sup>+</sup>               |      |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |                               |                  |                  |                 |                | 0,748  | 0,723  |        |
| K <sup>+</sup>                |      |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |                               |                  |                  |                 |                |        | 0,671  |        |
| S.B.                          |      |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |                               |                  |                  |                 |                |        |        |        |
| CEC                           |      |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |                               |                  |                  |                 |                |        |        |        |
| SAT                           |      |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |                               |                  |                  |                 |                |        |        |        |

**Leyenda de la tabla.** - VBLE= Variables consideradas (23). PROF= Profundidad en cm. AREN= % Arena. LIMO= % Limo. ARCI= % Arcilla. A-GR= % Arena gruesa. A-FIN= % Arena fina. GRAV= % Grava. PF1/3= % H 33 Kpa. pF15= % H 1.500 Kpa. AGUA= Agua útil mm/cm. C.O.= % Carbono orgánico. N= % Nitrógeno. C/N= Relación carbono/nitrógeno. P= Fósforo asimilable (mg Kg<sup>-1</sup>). pH= pH en agua. CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>= % Carbonato equivalente. Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>= cmol(+) Kg<sup>-1</sup> de calcio, magnesio, sodio y potasio. S.B.= Suma de bases (cmol(+) Kg<sup>-1</sup>), CEC= Capacidad de intercambio catiónico (cmol(+) Kg<sup>-1</sup>). SAT= % Saturación de bases.

**Significación de los valores de r:** > 0,05 Cifras no subrayadas. > 0,01 Cifras subrayadas. > 0,001 Cifras en negrita.

Tabla III-5-12<sub>6</sub> Matriz reordenada de factores rotados (Varimax). PERFILES. Ambito carbonatado.

| Variable           | Factor 1 | Factor 2 | Factor 3 | Factor 4 |
|--------------------|----------|----------|----------|----------|
| ARENA              | 0,942    |          |          |          |
| ARENA GRUESA       | 0,901    |          |          |          |
| ARENA FINA         | 0,894    |          |          |          |
| AGUA UTIL          | -0,891   |          |          |          |
| LIMO               | -0,852   |          |          |          |
| GRAVA              | 0,852    |          |          |          |
| CARBONATOS         | 0,719    |          |          |          |
| pF 33 Kpa          | -0,709   |          |          |          |
| C.E.C.             | -0,675   |          |          |          |
| PROFUNDIDAD        |          | 0,947    |          |          |
| CARBONO ORGANICO   |          | -0,870   |          |          |
| pH AGUA            |          | 0,770    |          |          |
| NITROGENO          |          | -0,700   |          |          |
| Mg <sup>2+</sup>   |          | -0,645   |          |          |
| RELACION C/N       |          | -0,593   |          |          |
| Na <sup>+</sup>    |          | -0,576   |          |          |
| SATURACION         |          |          | 0,952    |          |
| pF 1.500 Kpa       |          |          | -0,783   |          |
| Ca <sup>2+</sup>   |          |          | -0,770   |          |
| ARCILLA            |          |          | -0,643   |          |
| SUMA DE BASES      |          |          |          | 0,884    |
| P ASIMILABLE       |          |          |          | 0,771    |
| K <sup>+</sup>     |          |          |          | 0,610    |
| Varianza explicada | 34,322   | 19,586   | 16,673   | 13,128   |
| Varianza acumulada | 34,322   | 53,908   | 70,581   | 83,709   |

Los números significan las cargas de las variables en los factores rotados.

Tabla III-5-13, Variables utilizadas en el análisis factorial. SONDEOS. Ambito silícico

| VARIABLE | UNIDADES         | CV%     | MEDIA    | DES. TIP. |
|----------|------------------|---------|----------|-----------|
| 1        | ALTITUD          | m       | 2.308,06 | 480,94    |
| 2        | PENDIENTE        | %       | 42,69    | 16,91     |
| 3        | ESPESOR          | cm      | 48,2     | 20,30     |
| 4        | HUE              | Munsell | 8,5      | 1,74      |
| 5        | VALUE            | Munsell | 14,9     | 0,44      |
| 6        | CRHOMA           | Munsell | 25,3     | 0,57      |
| 7        | ARENA            | %       | 13,6     | 8,55      |
| 8        | LIMO             | %       | 25,3     | 6,85      |
| 9        | ARCILLA          | %       | 26,9     | 2,68      |
| 10       | CARBONO ORGANICO | %       | 61,5     | 1,58      |
| 11       | pH EN AGUA       |         | 14,6     | 0,81      |

Tabla III-5-13, Matriz reordenada de factores rotados (Varimax). SONDEOS. Ambito silícico.

| VARIABLE                  | FACTOR 1 | FACTOR 2 | FACTOR 3 | FACTOR 4 |
|---------------------------|----------|----------|----------|----------|
| ARENA                     | 0,926    |          |          |          |
| ARCILLA                   | -0,894   |          |          |          |
| LIMO                      | -0,809   |          |          |          |
| HUE                       |          | 0,839    |          |          |
| ESPESOR                   |          | -0,775   |          |          |
| VALUE                     |          | 0,749    |          |          |
| PENDIENTE                 |          |          | 0,834    |          |
| pH AGUA                   |          |          | 0,812    |          |
| ALTITUD                   |          |          | -0,664   |          |
| CRHOMA                    |          |          |          | 0,807    |
| CARBONO ORGANICO          |          |          |          | -0,607   |
| <b>Varianza explicada</b> | 24,399   | 21,845   | 17,888   | 12,076   |
| <b>Varianza acumulada</b> | 24,399   | 46,244   | 64,132   | 76,207   |

Los números significan las cargas de las variables en los factores rotados.

Tabla III-5-13<sub>2</sub> Matriz de correlación. SONDEOS. Ambito silícico

| VBLE    | ALTITUD | PEND.         | ESPEJOR | HUE    | VALUE         | CRHOMA | ARENA | LIMO   | ARCILLA       | C.O.          | pH            |
|---------|---------|---------------|---------|--------|---------------|--------|-------|--------|---------------|---------------|---------------|
| ALTITUD |         | <u>-0,399</u> | -0,453  | 0,316  |               |        | 0,302 |        | <u>-0,385</u> | <u>-0,342</u> | -0,684        |
| PEND.   |         |               |         |        |               |        |       | 0,287  |               |               | 0,441         |
| ESPEJOR |         |               |         | -0,557 | <u>-0,406</u> |        |       |        |               | 0,352         |               |
| HUE     |         |               |         |        | 0,466         |        |       |        |               | <u>-0,340</u> |               |
| VALUE   |         |               |         |        |               |        |       |        |               | -0,489        |               |
| CRHOMA  |         |               |         |        |               |        |       |        |               |               |               |
| ARENA   |         |               |         |        |               |        |       | -0,961 | -0,727        |               | <u>-0,386</u> |
| LIMO    |         |               |         |        |               |        |       |        | 0,531         |               | <u>0,385</u>  |
| ARCILLA |         |               |         |        |               |        |       |        |               |               | 0,313         |
| C.O.    |         |               |         |        |               |        |       |        |               |               |               |
| pH      |         |               |         |        |               |        |       |        |               |               |               |

**Leyenda de la tabla.**- VBLE= Variables consideradas (11). ALTITUD= Cota en m. PEND.= % de pendiente. ESPEJOR= Profundidad en cm. HUE, VALUE, CRHOMA= Color Munssell. ARENA, LIMO, ARCILLA= % de las distintas fracciones granulométricas. C.O.= % Carbono orgánico. pH= pH en agua.

**Significación de los valores de r:**

- > 0,05 Cifras no subrayadas
- > 0,01 Cifras subrayadas
- > 0,001 Cifras en negrita



Tabla III-5-13, Variables utilizadas en el análisis factorial. PERFILES. Ambito silícico.

| VARIABLE            | UNIDADES                  | CV%   | MEDIA | DES. TIP. |
|---------------------|---------------------------|-------|-------|-----------|
| 1 PROFUNDIDAD       | cm                        |       | 30,62 | 22,98     |
| 2 ARENA             | %                         |       | 60,01 | 9,90      |
| 3 LIMO              | %                         |       | 30,17 | 7,76      |
| 4 ARCILLA           | %                         |       | 9,78  | 4,08      |
| 5 ARENA GRUESA      | %                         | 34,8  | 34,50 | 12,00     |
| 6 ARENA FINA        | %                         | 37,0  | 25,22 | 9,34      |
| 7 GRAVA             | %                         | 110,6 | 66,19 | 73,18     |
| 8 pF 33 Kpa         | %                         | 23,3  | 18,63 | 4,34      |
| 9 pF 1.500 Kpa      | %                         | 55,9  | 5,94  | 3,32      |
| 10 AGUA UTIL        | mm/cm                     | 41,3  | 0,92  | 0,38      |
| 11 CARBONO ORGANICO | %                         |       | 1,65  | 1,38      |
| 12 NITROGENO        | %                         | 69,2  | 0,13  | 0,09      |
| 13 SATURACION       | %                         | 52,7  | 55,22 | 29,10     |
| 14 RELACION C/N     |                           | 28,5  | 11,78 | 3,36      |
| 15 P ASIMILABLE     | mg Kg <sup>-1</sup>       | 199,6 | 23,32 | 46,54     |
| 16 pH EN AGUA       |                           | 13,4  | 5,95  | 0,80      |
| 17 CARBONATOS       | %                         | 800,0 | 0,01  | 0,08      |
| 18 Ca <sup>2+</sup> | cmol (+) Kg <sup>-1</sup> | 120,0 | 3,90  | 4,68      |
| 19 Mg <sup>2+</sup> | cmol (+) kg <sup>-1</sup> | 113,1 | 1,07  | 1,21      |
| 20 Na <sup>+</sup>  | cmol (+) kg <sup>-1</sup> | 100,0 | 0,10  | 0,10      |
| 21 K <sup>+</sup>   | cmol (+) Kg <sup>-1</sup> | 85,0  | 0,20  | 0,17      |
| 22 SUMA DE BASES    | cmol (+) Kg <sup>-1</sup> | 100   | 5,27  | 5,27      |
| 23 C.E.C.           | cmol (+) Kg <sup>-1</sup> | 48,4  | 8,28  | 4,01      |

Tabla III-5-13, Matriz de correlación. PERFILES. Ambito silícico.

| VBLE                          | PROF | AREN | LIMO   | ARCI         | A-GR          | A-FIN  | GRAV | PF1/3  | PF15          | AGUA         | C.O.   | N      | SAT          | C/N          | P            | pH           | CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> | Ca <sup>2+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | S.B.         | C.E.C.       |       |
|-------------------------------|------|------|--------|--------------|---------------|--------|------|--------|---------------|--------------|--------|--------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------------|------------------|------------------|-----------------|----------------|--------------|--------------|-------|
| PROF                          |      |      |        |              |               |        |      | -0,252 | <u>-0,359</u> |              | -0,536 | -0,462 |              | -0,395       |              |              |                               | <u>-0,375</u>    | -0,243           |                 | -0,394         | -0,398       | -0,450       |       |
| AREN                          |      |      | -0,822 | -0,674       | 0,639         |        |      | -0,524 |               | -0,482       |        |        | -0,273       |              |              | -0,277       |                               |                  | <u>-0,331</u>    |                 |                |              |              |       |
| LIMO                          |      |      |        | <u>0,335</u> | -0,636        |        |      | 0,425  |               | 0,444        |        |        |              |              |              |              |                               |                  |                  |                 |                |              |              |       |
| ARCI                          |      |      |        |              | <u>-0,342</u> | -0,265 |      | 0,464  | 0,285         | <u>0,327</u> |        |        | 0,291        | 0,465        |              | 0,304        | 0,245                         |                  | 0,436            |                 |                |              | <u>0,365</u> |       |
| A-GR                          |      |      |        |              |               | -0,577 |      | -0,309 |               | 0,483        |        |        |              |              |              |              |                               |                  | <u>-0,330</u>    |                 | 0,248          |              |              |       |
| A-FIN                         |      |      |        |              |               |        |      |        |               |              |        | 0,264  |              |              |              |              |                               |                  |                  |                 |                | -0,249       |              |       |
| GRAV                          |      |      |        |              |               |        |      |        |               |              |        |        |              |              |              |              |                               |                  |                  |                 |                |              |              |       |
| PF1/3                         |      |      |        |              |               |        |      |        | 0,551         | 0,621        | 0,497  | 0,513  | <u>0,387</u> | 0,290        | 0,476        | <u>0,385</u> | <u>0,369</u>                  | 0,485            | 0,473            |                 |                |              | 0,555        | 0,516 |
| PF15                          |      |      |        |              |               |        |      |        |               |              | 0,742  | 0,681  |              | 0,563        | 0,636        |              | 0,416                         | 0,458            | <u>0,313</u>     |                 | 0,459          | 0,487        | 0,688        |       |
| AGUA                          |      |      |        |              |               |        |      |        |               |              |        | 0,295  | <u>0,439</u> |              |              | 0,468        |                               | 0,287            | <u>0,359</u>     |                 |                |              | <u>0,333</u> |       |
| C.O.                          |      |      |        |              |               |        |      |        |               |              |        | 0,946  |              | 0,604        | <u>0,344</u> |              |                               | 0,441            | 0,445            |                 |                | <u>0,349</u> | 0,504        | 0,679 |
| N                             |      |      |        |              |               |        |      |        |               |              |        |        |              | <u>0,389</u> | <u>0,372</u> |              | 0,243                         | 0,434            | 0,425            |                 | 0,271          | 0,490        | 0,614        |       |
| SAT                           |      |      |        |              |               |        |      |        |               |              |        |        |              | 0,261        | 0,272        | 0,760        | 0,272                         | 0,611            | 0,508            |                 |                | <u>0,329</u> | 0,670        |       |
| C/N                           |      |      |        |              |               |        |      |        |               |              |        |        |              |              |              |              |                               | <u>0,315</u>     | <u>0,364</u>     |                 | <u>0,364</u>   | <u>0,372</u> | 0,576        |       |
| P                             |      |      |        |              |               |        |      |        |               |              |        |        |              |              |              | 0,245        | 0,730                         | 0,567            |                  | 0,290           | 0,242          | 0,570        | <u>0,373</u> |       |
| pH                            |      |      |        |              |               |        |      |        |               |              |        |        |              |              |              |              |                               |                  |                  |                 |                |              |              |       |
| CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> |      |      |        |              |               |        |      |        |               |              |        |        |              |              |              |              |                               | <u>0,317</u>     |                  |                 |                |              | <u>0,341</u> |       |
| Ca <sup>2+</sup>              |      |      |        |              |               |        |      |        |               |              |        |        |              |              |              |              |                               |                  | 0,306            |                 | 0,538          | 0,877        | 0,563        |       |
| Mg <sup>2+</sup>              |      |      |        |              |               |        |      |        |               |              |        |        |              |              |              |              |                               |                  |                  |                 |                | 0,488        | 0,489        |       |
| Na <sup>+</sup>               |      |      |        |              |               |        |      |        |               |              |        |        |              |              |              |              |                               |                  |                  |                 |                |              |              |       |
| K <sup>+</sup>                |      |      |        |              |               |        |      |        |               |              |        |        |              |              |              |              |                               |                  |                  |                 |                | 0,528        | 0,511        |       |
| S.B.                          |      |      |        |              |               |        |      |        |               |              |        |        |              |              |              |              |                               |                  |                  |                 |                |              |              |       |
| C.E.C.                        |      |      |        |              |               |        |      |        |               |              |        |        |              |              |              |              |                               |                  |                  |                 |                |              | 0,629        |       |

**Leyenda de la tabla.**- VBLE= Variables consideradas (23). PROF= Profundidad en cm. AREN= % Arena. LIMO= % Limo. ARCI= % Arcilla. A-GR= % Arena gruesa. A-FIN= % Arena fina. GRAV= % Grava. PF1/3= % H 33 Kpa. pF15= % H 1.500 Kpa. AGUA= Agua útil mm/cm. C.O.= % Carbono orgánico. N= % Nitrógeno. C/N= Relación carbono/nitrógeno. P= Fósforo asimilable (mg Kg<sup>-1</sup>). pH= pH en agua. CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>= % Carbonato equivalente. Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>= cmol(+) kg<sup>-1</sup> de calcio, magnesio, sodio y potasio. S.B.= Suma de bases (cmol(+) Kg<sup>-1</sup>), CEC= Capacidad de intercambio catiónico (cmol(+) Kg<sup>-1</sup>). SAT= % Saturación de bases.

**Significación de los valores de r:** > 0,05 Cifras no subrayadas. > 0,01 Cifras subrayadas. > 0,001 Cifras en negrita.

Tabla III-5-13, Matriz reordenada de factores rotados (Varimax). PERFILES. Ambito silícico.

| Variable           | Factor1 | Factor2 | Factor3 | Factor4 | Factor5 |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| CARBONO ORGANICO   | 0,916   |         |         |         |         |
| NITROGENO          | 0,823   |         |         |         |         |
| C.E.C.             | 0,821   |         |         |         |         |
| pF 1.500           | 0,790   |         |         |         |         |
| RELACION C/N       | 0,730   |         |         |         |         |
| PROFUNDIDAD        | -0,657  |         |         |         |         |
| K <sup>+</sup>     | 0,473   |         |         |         |         |
| Mg <sup>2+</sup>   | 0,435   |         |         |         |         |
| ARENA              |         | 0,973   |         |         |         |
| LIMO               |         | -0,870  |         |         |         |
| ARCILLA            |         | -0,708  |         |         |         |
| ARENA GRUESA       |         | 0,652   |         |         |         |
| pF 33              |         | -0,609  |         |         |         |
| AGUA UTIL          |         | -0,560  |         |         |         |
| SATURACION         |         |         | 0,837   |         |         |
| pH EN AGUA         |         |         | 0,820   |         |         |
| SUMA DE BASES      |         |         | 0,676   |         |         |
| Ca <sup>2+</sup>   |         |         | 0,648   |         |         |
| GRAVA              |         |         | -0,500  |         |         |
| P ASIMILABLE       |         |         |         | 0,837   |         |
| CARBONATOS         |         |         |         | 0,740   |         |
| Na <sup>+</sup>    |         |         |         | 0,579   |         |
| ARENA FINA         |         |         |         |         | 0,880   |
| Varianza explicada | 22,074  | 16,710  | 13,628  | 11,156  | 8,942   |
| Varianza acumulada | 22,074  | 38,784  | 52,412  | 63,568  | 72,510  |

Los números significan las cargas de las variables en los factores rotados

Tabla III-5-14, Matriz de correlación. SONDEOS. Totalidad de la zona

| VBLE    | ALTITUD | PEND.        | ESPEJOR | HUE    | VALUE         | CRHOMA | ARENA         | LIMO         | ARCILLA | C.O.          | pH           |
|---------|---------|--------------|---------|--------|---------------|--------|---------------|--------------|---------|---------------|--------------|
| ALTITUD |         | <u>0,257</u> |         | 0,367  | <u>-0,254</u> |        | 0,567         | -0,506       | -0,437  | <u>-0,279</u> | -0,804       |
| PEND.   |         |              |         |        |               |        |               |              |         |               | <u>0,222</u> |
| ESPEJOR |         |              |         | -0,206 | -0,359        |        |               |              |         | <u>0,252</u>  | -0,173       |
| HUE     |         |              |         |        |               | -0,449 | 0,470         | -0,313       | -0,499  | -0,198        | -0,335       |
| VALUE   |         |              |         |        |               | 0,429  | <u>-0,233</u> | <u>0,266</u> |         | <u>-0,229</u> | 0,435        |
| CRHOMA  |         |              |         |        |               |        | <u>-0,276</u> |              | 0,319   | -0,177        | 0,286        |
| ARENA   |         |              |         |        |               |        |               | -0,881       | -0,772  |               | -0,681       |
| LIMO    |         |              |         |        |               |        |               |              | 0,381   |               | 0,580        |
| ARCILLA |         |              |         |        |               |        |               |              |         |               | 0,562        |
| C.O.    |         |              |         |        |               |        |               |              |         |               |              |
| pH      |         |              |         |        |               |        |               |              |         |               |              |

**Leyenda de la tabla.**- VBLE= Variables consideradas (11). ALTITUD= Cota en m. PEND.= % de pendiente. ESPEJOR= Profundidad en cm. HUE, VALUE, CRHOMA= Color Munssell. ARENA, LIMO, ARCILLA= % de las distintas fracciones granulométricas. C.O.= % Carbono orgánico. pH= pH en agua.

**Significación de los valores de r:** > 0,05 Cifras no subrayadas  
 > 0,01 Cifras subrayadas  
 > 0,001 Cifras en negrita

Tabla III-5-14<sub>2</sub> Matriz reordenada de factores rotados (Varimax). SONDEOS. Totalidad de la zona.

| VARIABLE                  | FACTOR 1 | FACTOR 2 | FACTOR 3 | FACTOR 4 |
|---------------------------|----------|----------|----------|----------|
| ARENA                     | 0,926    |          |          |          |
| LIMO                      | -0,846   |          |          |          |
| pH AGUA                   | -0,803   |          |          |          |
| ALTITUD                   | 0,750    |          |          |          |
| ARCILLA                   | -0,679   |          |          |          |
| VALUE                     |          | 0,745    |          |          |
| ESPESOR                   |          | -0,740   |          |          |
| CARBONO ORGANICO          |          | -0,638   |          |          |
| CRHOMA                    |          |          | 0,823    |          |
| HUE                       |          |          | -0,762   |          |
| PENDIENTE                 |          |          |          | 0,924    |
| <b>Varianza explicada</b> | 32,312   | 16,555   | 14,681   | 10,902   |
| <b>Varianza acumulada</b> | 32,312   | 48,868   | 63,548   | 74,451   |

Los números significan las cargas de las variables en los factores rotados.

Tabla III-5-14<sub>3</sub> Matriz de correlación. PERFILES. Totalidad de la zona.

| VBLE                          | PROF | AREN | LIMO | ARCI | A-GR | A-FIN | GRAV | PF1/3  | PF15   | AGUA | C.O.   | N      | C/N    | P | pH | CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> | Ca <sup>2+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | S.B.   | CEC    | SAT |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|-------|------|--------|--------|------|--------|--------|--------|---|----|-------------------------------|------------------|------------------|-----------------|----------------|--------|--------|-----|
| PROF                          |      |      |      |      |      |       |      | -0,214 | -0,266 |      | -0,590 | -0,506 | -0,418 |   |    |                               |                  |                  |                 |                | -0,388 | -0,432 |     |
| AREN                          |      |      |      |      |      |       |      |        |        |      |        |        |        |   |    |                               |                  |                  |                 |                |        |        |     |
| LIMO                          |      |      |      |      |      |       |      |        |        |      |        |        |        |   |    |                               |                  |                  |                 |                |        |        |     |
| ARCI                          |      |      |      |      |      |       |      |        |        |      |        |        |        |   |    |                               |                  |                  |                 |                |        |        |     |
| A-GR                          |      |      |      |      |      |       |      |        |        |      |        |        |        |   |    |                               |                  |                  |                 |                |        |        |     |
| A-FIN                         |      |      |      |      |      |       |      |        |        |      |        |        |        |   |    |                               |                  |                  |                 |                |        |        |     |
| GRAV                          |      |      |      |      |      |       |      |        |        |      |        |        |        |   |    |                               |                  |                  |                 |                |        |        |     |
| PF1/3                         |      |      |      |      |      |       |      |        |        |      |        |        |        |   |    |                               |                  |                  |                 |                |        |        |     |
| PF15                          |      |      |      |      |      |       |      |        |        |      |        |        |        |   |    |                               |                  |                  |                 |                |        |        |     |
| AGUA                          |      |      |      |      |      |       |      |        |        |      |        |        |        |   |    |                               |                  |                  |                 |                |        |        |     |
| C.O.                          |      |      |      |      |      |       |      |        |        |      |        |        |        |   |    |                               |                  |                  |                 |                |        |        |     |
| N                             |      |      |      |      |      |       |      |        |        |      |        |        |        |   |    |                               |                  |                  |                 |                |        |        |     |
| C/N                           |      |      |      |      |      |       |      |        |        |      |        |        |        |   |    |                               |                  |                  |                 |                |        |        |     |
| P                             |      |      |      |      |      |       |      |        |        |      |        |        |        |   |    |                               |                  |                  |                 |                |        |        |     |
| pH                            |      |      |      |      |      |       |      |        |        |      |        |        |        |   |    |                               |                  |                  |                 |                |        |        |     |
| CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> |      |      |      |      |      |       |      |        |        |      |        |        |        |   |    |                               |                  |                  |                 |                |        |        |     |
| Ca <sup>2+</sup>              |      |      |      |      |      |       |      |        |        |      |        |        |        |   |    |                               |                  |                  |                 |                |        |        |     |
| Mg <sup>2+</sup>              |      |      |      |      |      |       |      |        |        |      |        |        |        |   |    |                               |                  |                  |                 |                |        |        |     |
| Na <sup>+</sup>               |      |      |      |      |      |       |      |        |        |      |        |        |        |   |    |                               |                  |                  |                 |                |        |        |     |
| K <sup>+</sup>                |      |      |      |      |      |       |      |        |        |      |        |        |        |   |    |                               |                  |                  |                 |                |        |        |     |
| S.B.                          |      |      |      |      |      |       |      |        |        |      |        |        |        |   |    |                               |                  |                  |                 |                |        |        |     |
| CEC                           |      |      |      |      |      |       |      |        |        |      |        |        |        |   |    |                               |                  |                  |                 |                |        |        |     |
| SAT                           |      |      |      |      |      |       |      |        |        |      |        |        |        |   |    |                               |                  |                  |                 |                |        |        |     |

**Leyenda de la tabla.**- VBLE= Variables consideradas (23). PROF= Profundidad en cm. AREN= % Arena. LIMO= % Limo. ARCI= % Arcilla. A-GR= % Arena gruesa. A-FIN= % Arena fina. GRAV= % Grava. PF1/3= % H 33 Kpa. pF15= % H 1.500 Kpa. AGUA= Agua útil mm/cm. C.O.= % Carbono orgánico. N= % Nitrógeno. C/N= Relación carbono/nitrógeno. P= Fósforo asimilable (mg Kg<sup>-1</sup>). pH= pH en agua. CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>= % Carbonato equivalente. Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>= cmol(+) kg<sup>-1</sup> de calcio, magnesio, sodio y potasio. S.B.= Suma de bases (cmol(+) Kg<sup>-1</sup>), CEC= Capacidad de intercambio catiónico (cmol(+) Kg<sup>-1</sup>). SAT= % Saturación de bases.

**Significación de los valores de r:** > 0,05 Cifras no subrayadas. > 0,01 Cifras subrayadas. > 0,001 Cifras en negrita.

869

Tabla III-5-14, Matriz reordenada de factores rotados (Varimax). PERFILES. Totalidad de la zona.

| Variable           | Factor1 | Factor2 | Factor3 | Factor4 | Factor5 |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| SUMA DE BASES      | 0,855   |         |         |         |         |
| CARBONATOS         | 0,832   |         |         |         |         |
| Mg <sup>2+</sup>   | 0,821   |         |         |         |         |
| pH AGUA            | 0,811   |         |         |         |         |
| SATURACION         | 0,698   |         |         |         |         |
| Ca <sup>2+</sup>   | 0,684   |         |         |         |         |
| ARENA              |         | 0,916   |         |         |         |
| LIMO               |         | -0,839  |         |         |         |
| ARCILLA            |         | -0,724  |         |         |         |
| pF 33 Kpa          |         | -0,672  |         |         |         |
| ARENA GRUESA       |         | 0,646   |         |         |         |
| ARENA FINA         |         | 0,556   |         |         |         |
| CARBONO ORGANICO   |         |         | 0,937   |         |         |
| NITROGENO          |         |         | 0,834   |         |         |
| PROFUNDIDAD        |         |         | -0,759  |         |         |
| C.E.C.             |         |         | 0,687   |         |         |
| RELACION C/N       |         |         | 0,653   |         |         |
| pF 1.500 Kpa       |         |         | 0,557   |         |         |
| P ASIMILABLE       |         |         |         | 0,625   |         |
| K <sup>+</sup>     |         |         |         | 0,608   |         |
| Na <sup>+</sup>    |         |         |         | 0,575   |         |
| AGUA UTIL          |         |         |         |         | 0,738   |
| GRAVA              |         |         |         |         | -0,492  |
| Varianza explicada | 21,039  | 17,901  | 17,120  | 10,593  | 6,753   |
| Varianza acumulada | 21,039  | 38,940  | 56,059  | 66,652  | 73,405  |

Los números significan las cargas de las variables en los factores rotados.

ANALISIS DE FACTORES EN MODO R  
 FICHERO: SONDEOS. Ambito carbonatado

| REG | VARIABLE     | MEDIA    | DES.TIP |
|-----|--------------|----------|---------|
| 1   | ALTURA       | 1631.419 | 194.414 |
| 2   | PENDIENTE    | 45.703   | 16.626  |
| 3   | ESPEJOR      | 33.541   | 16.058  |
| 4   | HUE          | 18.902   | 1.951   |
| 5   | VALUE        | 3.709    | .936    |
| 6   | CRHOMA       | 2.804    | 1.146   |
| 7   | ARENA        | 37.057   | 15.136  |
| 8   | LIMO         | 42.189   | 11.748  |
| 9   | ARCILLA      | 20.757   | 9.847   |
| 10  | CARBONO ORG. | 2.779    | 1.039   |
| 11  | PH AGUA      | 7.877    | .236    |

SE ELIMINAN LOS SIGUIENTES OBJETOS (DATOS INCOMPLETOS):

EL NUMERO DE OBJETOS VALIDOS ES 74

MATRIZ DE CORRELACION

|     | V1    | V2    | V3    | V4    | V5    | V6    | V7    |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| V1  | 1.000 | -.076 | -.028 | -.034 | -.009 | .113  | .035  |
| V2  | -.076 | 1.000 | -.054 | .099  | -.018 | -.182 | .191  |
| V3  | -.028 | -.054 | 1.000 | -.106 | -.284 | -.112 | -.383 |
| V4  | -.034 | .099  | -.106 | 1.000 | .151  | -.488 | .372  |
| V5  | -.009 | -.018 | -.284 | .151  | 1.000 | .387  | .217  |
| V6  | .113  | -.182 | -.112 | -.488 | .387  | 1.000 | -.079 |
| V7  | .035  | .191  | -.383 | .372  | .217  | -.079 | 1.000 |
| V8  | -.113 | -.057 | .278  | -.075 | -.057 | -.067 | -.758 |
| V9  | .079  | -.226 | .253  | -.481 | -.265 | .201  | -.629 |
| V10 | -.246 | -.040 | .164  | -.018 | -.256 | -.235 | -.273 |
| V11 | .154  | .164  | -.118 | -.059 | .171  | .247  | .188  |

|     | V8    | V9    | V10   | V11   |
|-----|-------|-------|-------|-------|
| V1  | -.113 | .079  | -.246 | .154  |
| V2  | -.057 | -.226 | -.040 | .164  |
| V3  | .278  | .253  | .164  | -.118 |
| V4  | -.075 | -.481 | -.018 | -.059 |
| V5  | -.057 | -.265 | -.256 | .171  |
| V6  | -.067 | .201  | -.235 | .247  |
| V7  | -.758 | -.629 | -.273 | .188  |
| V8  | 1.000 | -.029 | .288  | -.319 |
| V9  | -.029 | 1.000 | .075  | .092  |
| V10 | .288  | .075  | 1.000 | -.520 |
| V11 | -.319 | .092  | -.520 | 1.000 |

Tabla III-5- 15. Matriz de correlación



Tabla III-5-16. Componentes principales

| AUTOVALORES                  |         |        |        |        |        |        |        |        |        |         |       |
|------------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|-------|
|                              | 2.814   | 2.133  | 1.297  | 1.054  | 1.013  | .786   | .663   | .547   | .414   | .278    | 0.000 |
| VARIANZA EXPLICADA           |         |        |        |        |        |        |        |        |        |         |       |
|                              | 25.586  | 19.387 | 11.794 | 9.585  | 9.207  | 7.143  | 6.029  | 4.975  | 3.764  | 2.530   |       |
|                              | 0.000   |        |        |        |        |        |        |        |        |         |       |
| VARIANZA EXPLICADA ACUMULADA |         |        |        |        |        |        |        |        |        |         |       |
|                              | 25.586  | 44.972 | 56.767 | 66.352 | 75.559 | 82.702 | 88.731 | 93.706 | 97.470 | 100.000 |       |
|                              | 100.000 |        |        |        |        |        |        |        |        |         |       |
| AUTOVECTORES                 |         |        |        |        |        |        |        |        |        |         |       |
|                              | F1      | F2     | F3     | F4     | F5     | F6     | F7     | F8     | F9     | F10     |       |
| 1                            | .080    | -.233  | .248   | -.105  | -.693  | -.563  | .155   | .189   | .073   | .064    |       |
| 2                            | .156    | .167   | .229   | .653   | .360   | -.444  | .130   | .231   | -.231  | -.134   |       |
| 3                            | -.331   | .032   | .251   | .241   | -.188  | .467   | .711   | .088   | -0.000 | .048    |       |
| 4                            | .250    | .439   | -.015  | .049   | -.380  | .301   | -.217  | .356   | .009   | -.578   |       |
| 5                            | .273    | -.151  | -.613  | .152   | -.092  | .132   | .097   | .496   | -.201  | .428    |       |
| 6                            | .031    | -.527  | -.370  | -.030  | .149   | -.091  | .325   | -.016  | .141   | -.654   |       |
| 7                            | .528    | .143   | .109   | -.246  | .130   | .020   | .312   | -.099  | .080   | .060    |       |
| 8                            | -.393   | .133   | -.379  | .427   | -.272  | -.132  | -.153  | -.255  | .157   | -.011   |       |
| 9                            | -.342   | -.378  | .283   | -.133  | .125   | .126   | -.299  | .457   | -.312  | -.082   |       |
| 10                           | -.320   | .329   | -.108  | -.263  | .270   | -.233  | .123   | .491   | .567   | .058    |       |
| 11                           | .263    | -.367  | .250   | .385   | .024   | .253   | -.258  | .076   | .657   | .131    |       |

Tabla III-5-16 (cont.)

| COMUNALIDADES PARA CADA NUMERO DE FACTORES |      |      |      |       |       |
|--|------|------|------|-------|-------|
|  | F1   | F2   | F3   | F4    | F5    |
| 1  | .018 | .134 | .214 | .226  | .712  |
| 2  | .068 | .128 | .196 | .646  | .778  |
| 3  | .308 | .310 | .392 | .453  | .489  |
| 4  | .176 | .587 | .587 | .590  | .735  |
| 5  | .210 | .258 | .745 | .769  | .778  |
| 6  | .003 | .595 | .773 | .774  | .796  |
| 7  | .786 | .830 | .845 | .909  | .926  |
| 8  | .434 | .472 | .658 | .850  | .925  |
| 9  | .329 | .634 | .738 | .756  | .772  |
| 10   | .269 | .519 | .534 | .608  | .681  |
| 11   | .194 | .480 | .562 | .718  | .719  |
|  | F6   | F7   | F8   | F9    | F10   |
| 1  | .961 | .977 | .997 | .999  | 1.000 |
| 2  | .933 | .944 | .973 | .995  | 1.000 |
| 3  | .660 | .995 | .999 | .999  | 1.000 |
| 4  | .806 | .838 | .907 | .907  | 1.000 |
| 5  | .792 | .798 | .932 | .949  | 1.000 |
| 6  | .803 | .873 | .873 | .881  | 1.000 |
| 7  | .926 | .991 | .996 | .999  | 1.000 |
| 8  | .939 | .954 | .990 | 1.000 | 1.000 |
| 9  | .785 | .844 | .958 | .998  | 1.000 |
| 10   | .724 | .734 | .866 | .999  | 1.000 |
| 11   | .769 | .813 | .817 | .995  | 1.000 |

SE TOMAN 4 FACTORES

MATRIZ DE FACTORES SIN ROTAR

|    | F1    | F2    | F3    | F4    |
|----|-------|-------|-------|-------|
| 1  | .134  | .341  | -.283 | -.108 |
| 2  | .261  | -.245 | -.261 | .671  |
| 3  | -.555 | -.047 | -.286 | .247  |
| 4  | .420  | -.641 | .018  | .050  |
| 5  | .458  | .220  | .698  | .156  |
| 6  | .053  | .770  | .421  | -.030 |
| 7  | .887  | -.209 | -.125 | -.252 |
| 8  | -.659 | -.194 | .432  | .438  |
| 9  | -.573 | .552  | -.323 | -.137 |
| 10 | -.538 | -.480 | .124  | -.270 |
| 11 | .440  | .535  | -.285 | .396  |

VARIANZA EXPLICADA

25.586 19.387 11.794 9.585

VARIANZA EXPLICADA ACUMULADA

25.586 44.972 56.767 66.352

Tabla III-5-17. Matriz de factores sin rotar.  
(Matriz de componentes principales)

Tabla III-5-18. MATRIZ DE SCORES SIN ROTAR

|    | F1     | F2     | F3     | F4     |    | F1     | F2     | F3     | F4     |
|----|--------|--------|--------|--------|----|--------|--------|--------|--------|
| 1  | -1.869 | .560   | -.659  | -1.731 | 38 | .246   | 2.488  | -.445  | .005   |
| 2  | -.062  | 1.470  | -.172  | -.670  | 39 | .835   | .606   | -.069  | -.342  |
| 3  | -1.892 | 1.345  | -.552  | -.042  | 40 | 1.814  | -.204  | -.521  | -1.183 |
| 4  | -.996  | .279   | -.908  | -1.479 | 41 | 1.115  | -1.360 | .242   | -1.223 |
| 5  | -.237  | .383   | 1.293  | 1.331  | 42 | .356   | 1.620  | -1.527 | -1.158 |
| 6  | .104   | -.868  | -.214  | -1.160 | 43 | .795   | 2.374  | -.894  | -.578  |
| 7  | -.850  | -.096  | .307   | -.551  | 44 | .372   | 3.133  | -.472  | -.131  |
| 8  | .716   | .607   | -.168  | -.394  | 45 | .430   | -.419  | 1.006  | -2.480 |
| 9  | -.375  | -.556  | .263   | -2.447 | 46 | .131   | .255   | -1.991 | .486   |
| 10 | 1.449  | -.310  | .267   | -.662  | 47 | -.977  | -.781  | .971   | -1.375 |
| 11 | -.125  | .234   | 1.384  | .336   | 48 | -.565  | -.304  | -.701  | .682   |
| 12 | -.090  | -.206  | 1.239  | .524   | 49 | -.639  | -.561  | .529   | -1.090 |
| 13 | 1.727  | .023   | 1.046  | .320   | 50 | -.923  | -1.087 | 1.090  | -1.287 |
| 14 | -.350  | .155   | -1.009 | 2.442  | 51 | 1.302  | -.508  | -3.112 | .274   |
| 15 | .124   | -.179  | 1.176  | .323   | 52 | -.366  | -.870  | .068   | -.054  |
| 16 | 1.396  | .542   | 1.342  | 1.372  | 53 | -1.032 | .126   | -.636  | -1.008 |
| 17 | 1.210  | .725   | 1.334  | 1.006  | 54 | -1.347 | .986   | -.294  | -1.230 |
| 18 | -.164  | -.378  | 1.787  | -.601  | 55 | 1.289  | .185   | -.125  | -.286  |
| 19 | -.359  | -.410  | 1.748  | .796   | 56 | -.313  | -.672  | .140   | .258   |
| 20 | 1.241  | -.501  | .922   | -.839  | 57 | -.365  | .150   | 1.227  | -.636  |
| 21 | .685   | 2.046  | -.382  | -.569  | 58 | -.847  | -1.686 | .121   | 1.052  |
| 22 | .397   | .690   | .704   | .853   | 59 | .898   | -.784  | -.926  | 1.340  |
| 23 | .342   | .475   | .940   | 2.029  | 60 | -1.188 | -.679  | -.183  | -.051  |
| 24 | .569   | .342   | 1.346  | 1.971  | 61 | -.758  | -.770  | -.972  | .663   |
| 25 | .765   | -.863  | -1.091 | .003   | 62 | .195   | .026   | -.358  | .394   |
| 26 | .674   | .873   | .501   | .315   | 63 | -.206  | -1.031 | -.445  | -.356  |
| 27 | -.758  | -1.907 | .002   | 1.296  | 64 | .299   | -.721  | -.578  | -.027  |
| 28 | .328   | -1.587 | -.461  | -.415  | 65 | -1.489 | -.782  | -.073  | .265   |
| 29 | 1.323  | .382   | -.404  | .541   | 66 | .401   | -1.449 | -1.178 | .406   |
| 30 | -.630  | -.979  | -.239  | -.734  | 67 | -1.622 | 1.649  | 2.181  | .258   |
| 31 | -1.427 | -1.342 | -.418  | .375   | 68 | .934   | -.735  | .672   | -.466  |
| 32 | -.037  | -.542  | .427   | .834   | 69 | -.779  | 1.031  | .859   | .637   |
| 33 | -1.034 | .296   | -1.578 | 2.588  | 70 | 1.895  | .074   | 1.032  | -1.063 |
| 34 | .985   | -.552  | -2.641 | -.111  | 71 | 2.880  | -1.102 | .151   | .384   |
| 35 | -.936  | 1.090  | -.582  | -.372  | 72 | -.017  | -.406  | -.876  | .321   |
| 36 | -1.563 | -.023  | -.736  | .635   | 73 | -1.264 | -.456  | .364   | .829   |
| 37 | -.734  | 1.328  | -.574  | .331   | 74 | -1.039 | .121   | .480   | .326   |

MATRIZ REORDENADA DE FACTORES ROTADOS (VARIMAX)

|    | F1    | F2    | F3    | F4    |
|----|-------|-------|-------|-------|
| 9  | .813  | .047  | -.305 | .002  |
| 4  | -.756 | -.115 | -.043 | -.054 |
| 8  | .037  | .904  | .004  | -.179 |
| 7  | -.559 | -.734 | .197  | .138  |
| 1  | .265  | -.327 | -.054 | .213  |
| 5  | -.162 | .059  | .848  | .142  |
| 6  | .569  | -.012 | .652  | .158  |
| 3  | .223  | .398  | -.493 | .038  |
| 11 | .160  | -.231 | .130  | .789  |
| 10 | -.074 | .297  | -.288 | -.656 |
| 2  | -.452 | .200  | -.214 | .596  |

VARIANZA EXPLICADA

20.476 16.554 15.186 14.135

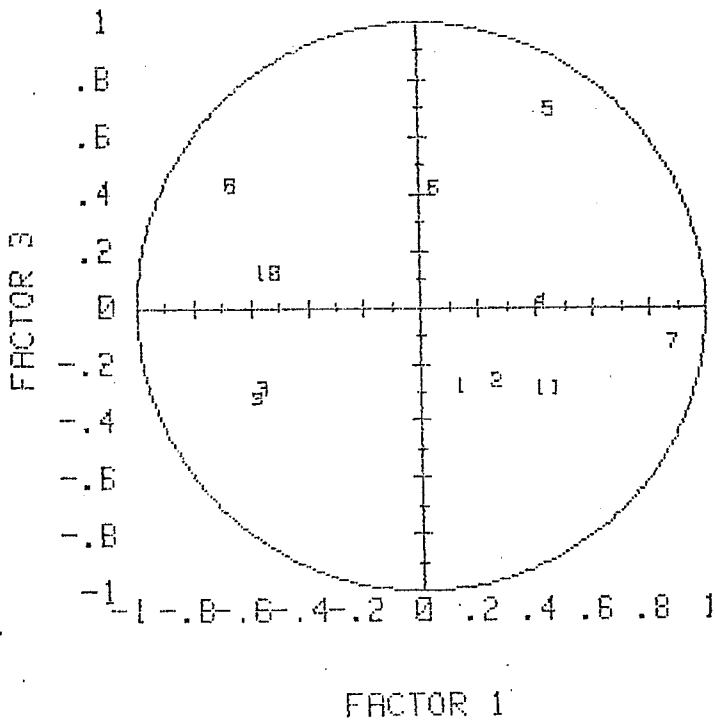
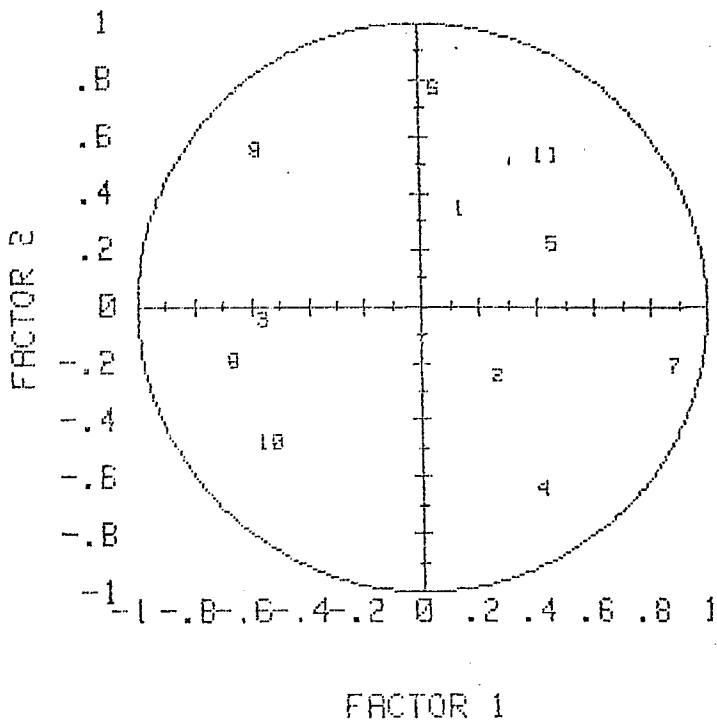
VARIANZA EXPLICADA ACUMULADA

20.476 37.030 52.216 66.352

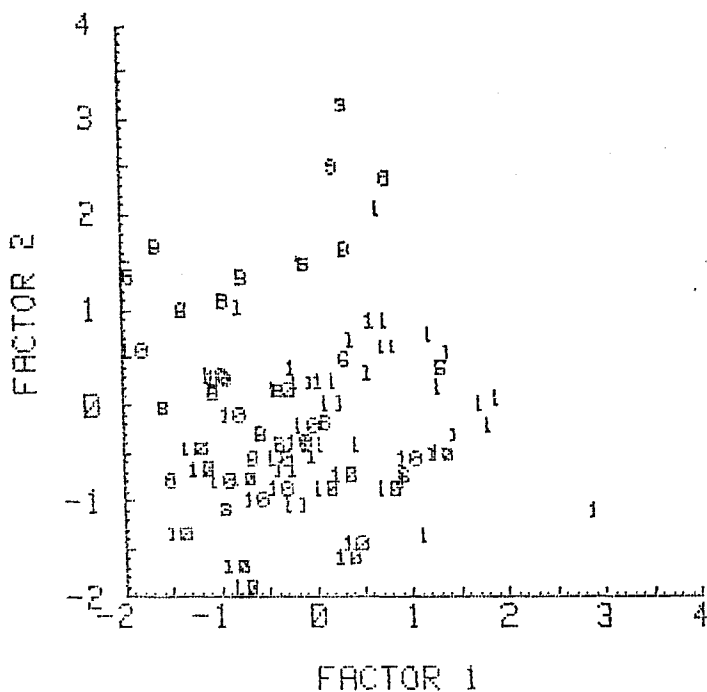
COMUNALIDADES (PARA LAS FILAS DE LA MATRIZ VARIMAX REORDENADA)

|      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| .756 | .590 | .850 | .909 | .226 | .769 | .774 | .453 |
| .718 | .608 | .646 |      |      |      |      |      |

Tabla III-5-19

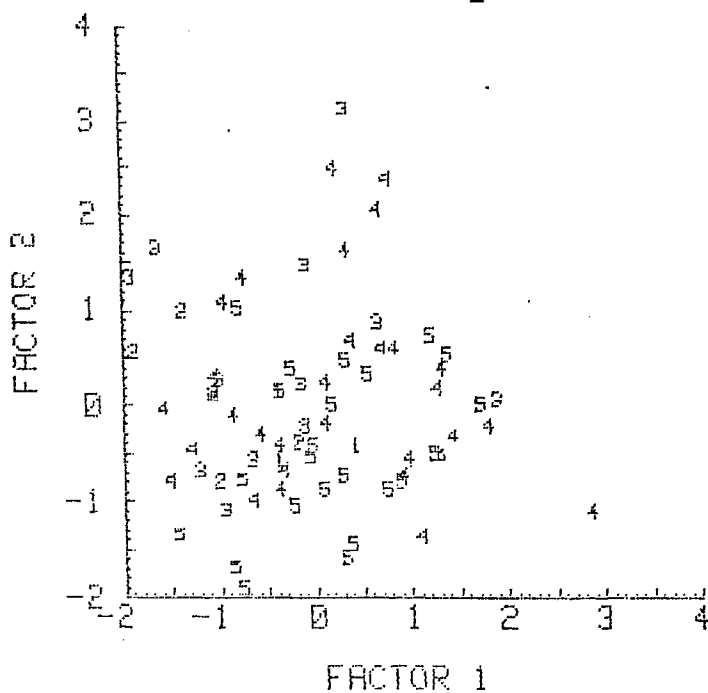


Gráficos III-5-17<sub>1</sub> y 17<sub>2</sub> .Representación espacial de la matriz de factores sin rotar.



OBJET. CLASIFICADOS POR GRAN GRUPO

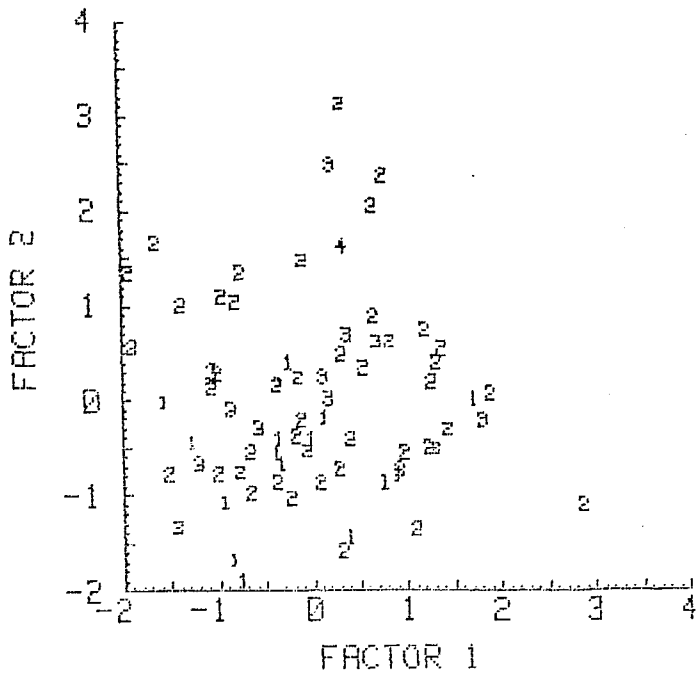
Gráfico III-5-18<sub>1</sub>



OBJET. CLASIFICADOS POR GRUPO PENDIENTE

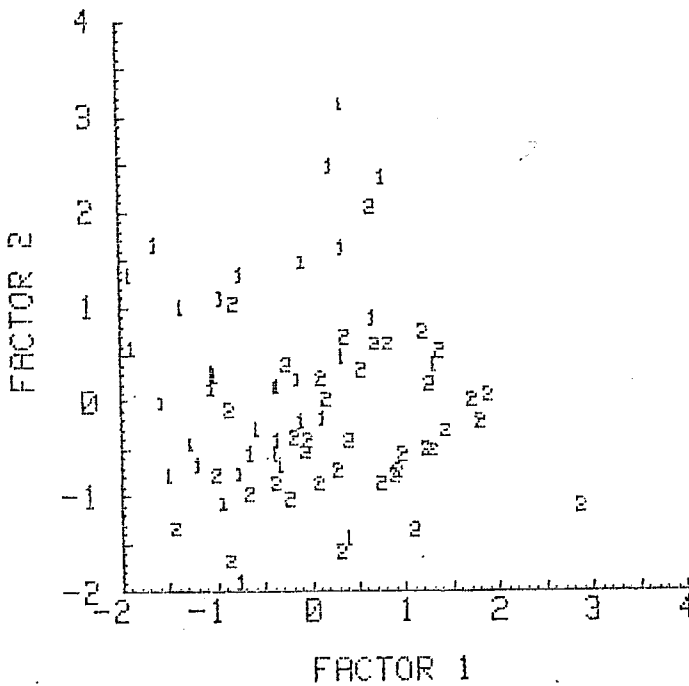
Gráfico III-5-18<sub>2</sub>

Gráficos III-5-18<sub>1</sub> a 18<sub>5</sub>. Representación espacial en la matriz de scores sin rotar de ciertos criterios de agrupación.



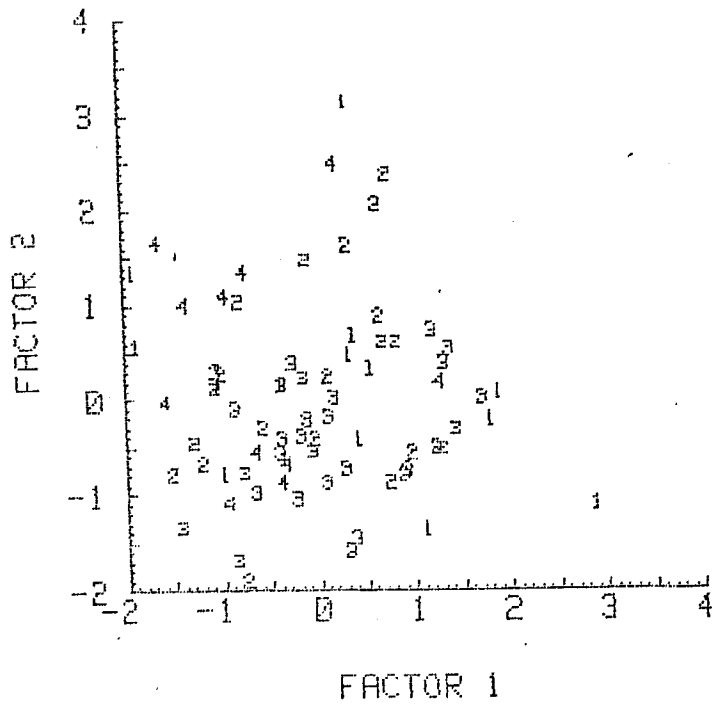
OBJET. CLASIFICADOS POR GRUPO ALTURA

Gráfico III-5-18<sub>3</sub>



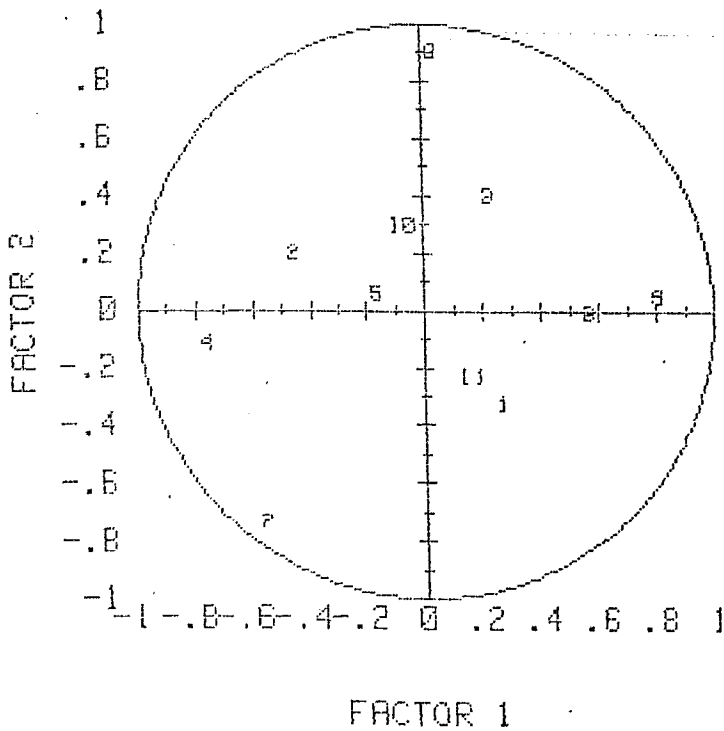
OBJET. CLASIFICADOS POR B SI NO

Gráfico III-5-18<sub>4</sub>



OBJET. CLASIFICADOS POR ROCA MADRE

Gráfico III-5-18<sub>5</sub>



Gráficos III-5-19<sub>1</sub> a 19<sub>3</sub> . Representación espacial de ciertos componentes de la matriz VARIMAX



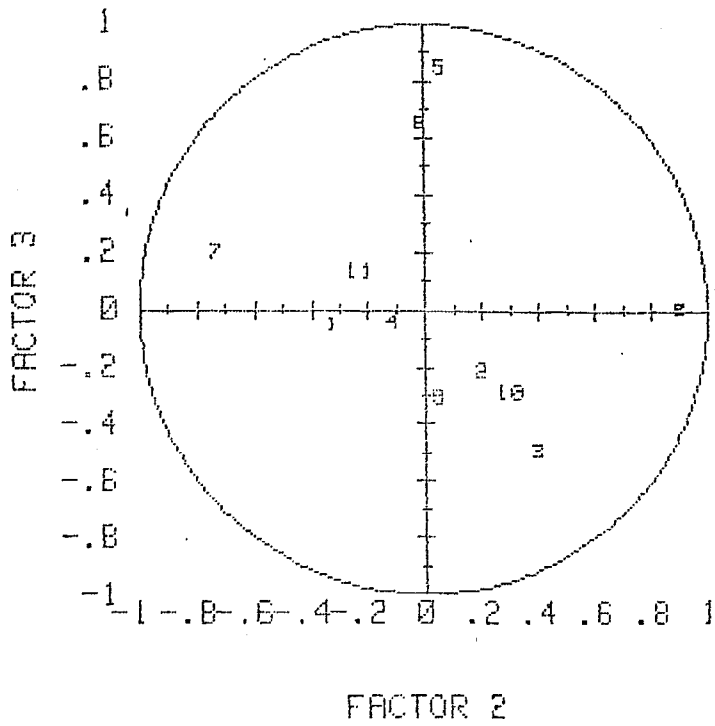


Gráfico III-5-19<sub>2</sub>

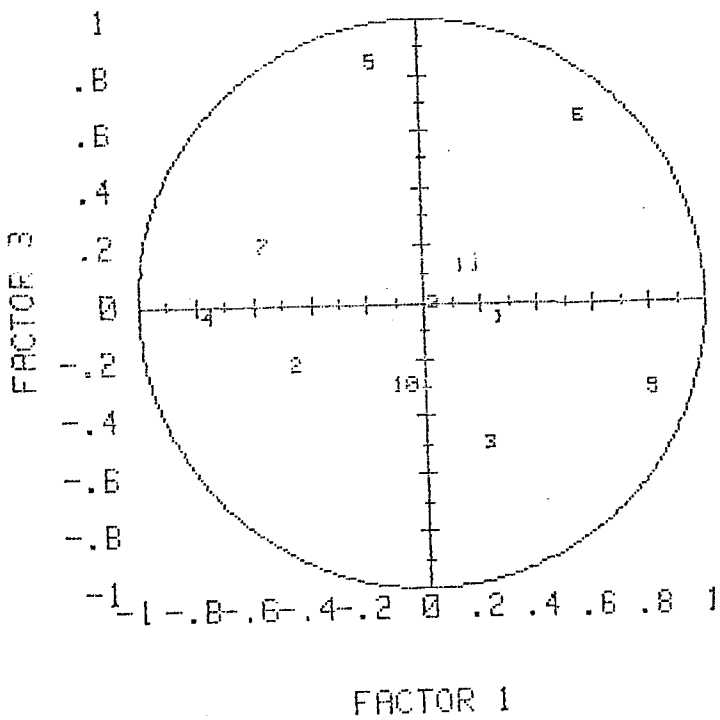
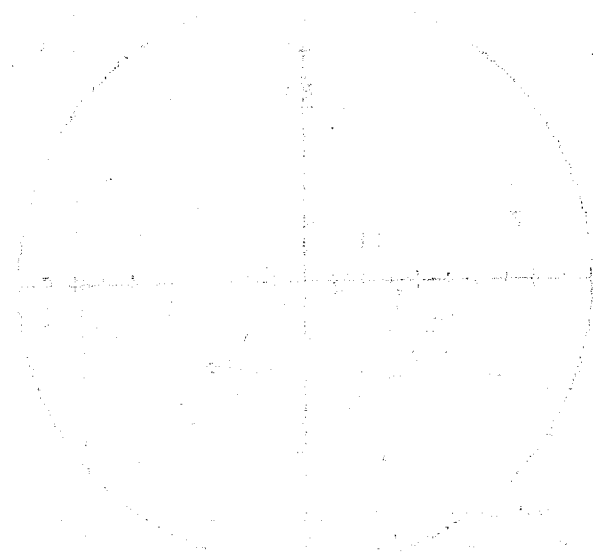
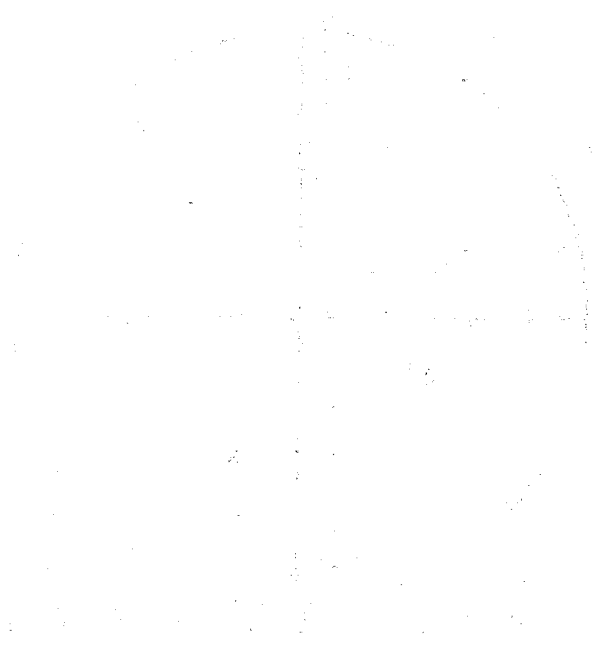


Gráfico III-5-19<sub>3</sub>



A  
 B  
 C  
 D  
 E

The diagram shows a circle with a vertical axis labeled A and B, and a horizontal axis labeled C and D. The center is labeled E. The diagram is used to illustrate the relationship between the axes and the center of the circle.



A  
 B  
 C  
 D  
 E

The diagram shows a vertical axis labeled A and B, and a horizontal axis labeled C and D. The center is labeled E. A curved line is drawn in the upper right quadrant, starting from the horizontal axis and curving upwards and to the right.

**CAPITULO 6**  
**ESTUDIO DE LA MATERIA ORGANICA DE UMBREPTS**



### III-6-1 - INTRODUCCION

La materia orgánica de un suelo es un complejo sistema bioquímico de compuestos de carbono, procedentes de la transformación de restos de animales y de plantas, así como productos de síntesis microbiana y/o química. En este sistema pueden diferenciarse sustancias no húmicas o de estructura química reconocible y sustancias húmicas (ácidos húmicos, fúlvicos y huminas), químicamente complejas, estables y en cuya composición entran junto al C orgánico, cantidades menores de O, así como de otros elementos minoritarios: N, H y S, que conjuntamente forman estructuras aromáticas de tipo fenólico y nitrogenado, presentando grupos oxigenados, carboxílicos, fenólicos, alcohólicos y metoxilos (Kumada, 1.987; Schnitzer, 1.991).

Estas sustancias húmicas tienen una gran trascendencia en el comportamiento del medio, ya que ejercen una fuerte influencia en las características físicas, químicas y biológicas del mismo.

Durante los primeros estadios de la humificación, la naturaleza y propiedades de la materia orgánica del suelo vienen condicionadas, principalmente, por la propia composición química de la biomasa aportada, en general de procedencia vegetal. En fases sucesivas, la actividad de microorganismos y las reacciones fisicoquímicas y

enzimáticas de los compuestos de biodegradación parcial, así como las interacciones fisicoquímicas del humus con la fracción mineral y con cationes polivalentes adsorbidos a la arcilla, determinan la formación de un complejo arcilla-humus, propio de los suelos que presentan un tipo de humus con características favorables y resistente a la biodegradación (Almendros et al., 1.982; Schulten y Schnitzer, 1.990).

La repoblación con especies forestales acidificantes, los efectos de la erosión, los cambios climáticos, los incendios, etc..., pueden producir una degradación del subsistema edáfico humus, al producirse una desaturación del complejo adsorbente, o impedirse la asociación de las fases orgánica y mineral, restringiéndose la humificación a transformaciones de los constituyentes vegetales, en detrimento de la síntesis de compuestos policondensados, o una mineralización acelerada de las sustancias húmicas, etc. (Almendros et al., 1.982).

Los estudios sobre la naturaleza y composición del hùmus de los distintos ecosistemas, permiten reconocer los efectos de los factores ambientales sobre la evolución de la materia orgánica del suelo. En este sentido, el clima y la vegetación, junto con la acción antropozoógena han sido tradicionalmente considerados como los agentes externos con mayor influencia en el dinamismo de la humificación (Almendros et al., 1.984).

La investigación de la materia orgánica de los suelos de la zona de estudio se ha afrontado desde una doble perspectiva. En primer lugar, hasta la fecha, no existe una caracterización completa del humus de los suelos más importantes de Sierra Nevada. Por este motivo, se ha creído oportuno profundizar en este aspecto tan importante para la comprensión de los procesos y dinámica edafogenética de Sierra Nevada.

Por otro lado, y teniendo en cuenta que los objetivos de evaluación de este trabajo concluyen con una tentativa de planificación de uso, en la que podría contemplarse como viable la permanencia de los pinares de repoblación, se supone interesante y clarificador, examinar las posibles diferencias existentes entre la materia orgánica de suelos procedente de restos del matorral autóctono y la de suelos que sostienen coníferas de repoblación, instauradas hace algo más de 35 o 40 años. Modificaciones edáficas de otra índole, inducidas por la repoblación de coníferas en suelos de Sierra Nevada, fueron ya comprobadas por Delgado Calvo-Flores et al. (1.987).

Atendiendo al primer objetivo, el fraccionamiento del humus y la caracterización de los ácidos húmicos, se circunscribe a un conjunto de suelos pertenecientes al Suborden Umbrept, que son las tipologías más abundantes, ocupando en el área de estudio unas 27.400 has., aproximadamente el 35% del total. A la vez los Umbrepts son

los suelos más característicos, al ser los representantes de la climax edáfica de las zonas altas, sobre matorral autóctono de piornos y enebros del piso oromediterráneo y serie filábrico-nevadense silicícola de *Juniperus nana* (Rivas Martínez, 1.987), del que se conserva un tapiz continuo y extenso entre 2.000 y 2.500 m. de altitud.

Los perfiles de suelos nº 32, 33, 34 y 35, muestreados y analizados en la presente memoria, en una secuencia altitudinal de la vertiente Sur de Sierra Nevada (ladera de orientación Este-Sureste del la cuenca del río Trevélez), se recogieron expresamente para la caracterización del humus.

Para examinar las características de la materia orgánica de los suelos de pinar y compararla con la del matorral autóctono, se utilizaron los perfiles recogidos y analizados en su día por Párraga et al. (1.985). Estos suelos forman también una secuencia altitudinal y de manera aproximada, se relacionan por su cota y situación general con los de matorral, agrupándose altitudinalmente de la forma siguiente: 32-I, 33-II, 34-III y 35-IV.

Las características generales de todos los suelos empleados para este estudio están recogidas en la tabla III-6-1. Para la extracción y fraccionamiento de las sustancias húmicas sólo se han considerado los horizontes Ah, dado su carácter orgánico-mineral. Los principales caracteres analíticos de los horizontes Ah se resumen en la



tabla III-6-2.

Como ya se ha apuntado, conviene tener presente que todos los perfiles empleados en este capítulo, tanto de pinar como de matorral, están dispuestos en una sucesión altitudinal y presentan condiciones similares en cuanto al resto de los factores formadores. La discusión de los resultados se comentará por tanto, siguiendo un criterio zonal altitudinal, matizado por los contrastes resultantes entre los dos tipos de vegetación.

Por último y antes de comenzar la discusión de los resultados, debemos apuntar que para el estudio de la naturaleza de las sustancias húmicas se utilizan un conjunto de técnicas experimentales, descritas en el apartado de métodos, que no aportan individualmente una información definitiva y deben interpretarse en conjunto.

Tabla III-6-1 Características generales de los perfiles muestreados

| CARACTER                    | PERFIL 32   | PERFIL I                             | PERFIL 33                           | PERFIL II                           | PERFIL 34                           | PERFIL III                           | PERFIL 35                                       | PERFIL IV                           |
|-----------------------------|---|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|---|-------------------------------------|
| CLASIFICACION               | Xerumbrept típico                                 | Xerochrept districo                  | Xerumbrept típico                   | Xerumbrept típico                   | Xerumbrept típico                   | Xerumbrept típico                    | Xerumbrept típico                               | Xerorthent típico                   |
| PERFIL                      | O-Ah-Bw-C   | Ah-AB-2BA-2Bw                        | O-Ah-Bw-C                           | O-Ah-Bw-C                           | O-Ah-Bw-C                           | O-Ah-Bw-C                            | O-Ah-Bw-C                                       | O-Ah-AC-C                           |
| ESPESOR SOLUM (cm)          | 75  | 75                                   | 61                                  | 75                                  | 58                                  | 65                                   | 48  | 50                                  |
| VEGETACION                  | Matorral de piornos                               | Bosque de pino silvestre             | Matorral de piornos y enebros       | Bosquete de pino uncinata           | Piornos y vegetación culminícola    | Bosquete de pino silv. y uncinata    | Piornos y vegetación culminícola                | Bosquete de pino uncinata           |
| ALTITUD (m)                 | 2.130   | 2.150                                | 2.280                               | 2.250                               | 2.400                               | 2.415                                | 2.480   | 2.500                               |
| POSICION FISIOGRAFICA       | Ladera lig. convexa                               | Ladera lig. convexa                  | Ladera convexa                      | Ladera lig. convexa                 | Ladera lig. convexa                 | Pie de ladera                        | Ladera rectilínea                               | Ladera lig. convexa                 |
| ORIENTACION GEOGRAFICA      | Sur-Sureste                                       | Sur                                  | Sur                                 | Sur-Sureste                         | Sureste                             | Este                                 | Sureste   | Sur                                 |
| PENDIENTE (%)               | 45  | 40                                   | 38                                  | 50                                  | 41                                  | 25                                   | 49  | 27                                  |
| DRENAJE                     | Clase 3   | Clase 3                              | Clase 3                             | Clase 3                             | Clase 3                             | Clase 3                              | Clase 3   | Clase 3                             |
| MATERIAL ORIGINAL           | Derrubios de micasquistos oscuros con feldespatos | Derrubios de micasquistos grafitosos | Derrubios de ladera de micasquistos | Micasquistos grafitosos derrubiados | Derrubios de ladera de micasquistos | Micasquistos y cuarcitas derrubiadas | Micasquistos grafitosos y cuarcitas derrubiadas | Derrubios de ladera de micasquistos |
| PRECIPITACION ANUAL (mm)    | 986   | 994                                  | 1029                                | 1021                                | 1064                                | 1069                                 | 1088  | 1094                                |
| TEMPERATURA MED. ANUAL (°C) | 7,4   | 7,2                                  | 6,5                                 | 6,6                                 | 5,8                                 | 5,7                                  | 5,3   | 5,2                                 |

El drenaje se expresa en los términos que indica F.A.O. (1.977).

Tabla III-6-2 Caracteres analíticos del horizonte Ah de los suelos muestreados

| PERFIL | ESPESOR<br>(cm) | ARENA<br>(%) | LIMO<br>(%) | ARCILLA<br>(%) | C<br>(%) | N<br>(%) | C/N  | pH  | C.E.C.<br>(cmol+<br>Kg <sup>-1</sup> ) | SAT.<br>BASES<br>(%) | Fe<br>LIBRE<br>(%) |
|--------|-----------------|--------------|-------------|----------------|----------|----------|------|-----|--|----------------------|--------------------|
| 32     | 26              | 64,9         | 23,4        | 11,7           | 2,01     | 0,19     | 10,0 | 5,0 | 9,2                                    | 41,0                 | 1,39               |
| I      | 13              | 73,6         | 21,0        | 5,4            | 2,79     | 0,12     | 23,8 | 5,0 | 8,9                                    | 30,6                 | 1,46               |
| 33     | 22              | 59,9         | 25,4        | 14,7           | 2,41     | 0,24     | 10,0 | 5,2 | 11,1                                   | 35,0                 | 1,85               |
| II     | 29              | 61,7         | 12,5        | 25,8           | 2,18     | 0,16     | 13,6 | 5,6 | 10,1                                   | 48,5                 | 2,00               |
| 34     | 20              | 65,3         | 23,5        | 11,2           | 4,51     | 0,35     | 13,0 | 5,0 | 15,5                                   | 30,0                 | 2,01               |
| III    | 20              | 53,0         | 37,5        | 9,5            | 4,51     | 0,36     | 12,5 | 4,3 | 16,1                                   | 20,5                 | 1,99               |
| 35     | 20              | 69,3         | 19,6        | 11,1           | 4,21     | 0,24     | 17,0 | 4,7 | 16,2                                   | 26,0                 | 1,87               |
| IV     | 20              | 67,5         | 21,4        | 11,1           | 3,38     | 0,22     | 14,4 | 5,0 | 10,6                                   | 40,6                 | 1,96               |

### III-6-2 FRACCIONAMIENTO DE LA MATERIA ORGANICA

Para el estudio del humus en sus medios naturales, y en particular para la clasificación del mismo en sus tipos principales, se pueden utilizar criterios relativos a la forma y rapidez de su descomposición y a sus caracteres fisicoquímicos generales. Sin embargo, cuando se intenta estudiar tipos de humus similares, las principales diferencias respectivas se reconocen mejor con la distribución cuantitativa de sus fracciones. El fraccionamiento detallado del humus permite apreciar diferencias que pasarían desapercibidas con los análisis de rutina (Almendros et al., 1.979).

Los resultados del fraccionamiento de la materia orgánica de los suelos de Sierra Nevada (tabla III-6-3, tabla III-6-4 y figura III-6-1) indican, en general, un bajo grado de transformación en casi todas las muestras.

La fracción libre (M.O.L.) supera el 50% del carbono total en las muestras I y 35, y el 25% en las muestras 32, 33, III, 34 y IV, lo que indicaría un ciclo biogeoquímico muy poco intenso y ralentizado, previsiblemente, por las condiciones climáticas adversas. Entre los compuestos húmicos extraíbles predominan los ácidos húmicos y fúlvicos, los primeros con un intervalo entre 3 y 17% del carbono total, y los fúlvicos con un contenido total entre

Tabla III-6-3 Fraccionamiento de la materia orgánica de los horizontes Ah de los perfiles

| MUESTRA | MOL | HH    | AH    | AF    | HIE   | HINE | AH/AF |      |
|---------|-----|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|
| 32      | a   | 0,31  | 0,12  | 0,17  | 0,14  | 0,08 | 0,33  | 1,21 |
|         | b   | 26,96 | 10,43 | 14,78 | 12,17 | 6,96 | 28,70 |      |
| I       | a   | 1,76  | 0,11  | 0,11  | 0,11  | 0,08 | 0,83  | 1,00 |
|         | b   | 58,67 | 3,67  | 3,67  | 3,67  | 2,67 | 27,67 |      |
| 33      | a   | 1,09  | 0,15  | 0,30  | 0,22  | 5,05 | 0,69  | 1,36 |
|         | b   | 43,60 | 6,00  | 12,00 | 8,80  | 2,00 | 27,60 |      |
| II      | a   | 0,22  | 0,07  | 0,33  | 0,18  | 0,06 | 1,06  | 1,83 |
|         | b   | 11,46 | 3,65  | 17,19 | 9,37  | 3,13 | 55,21 |      |
| 34      | a   | 1,96  | 0,24  | 0,81  | 0,40  | 0,09 | 1,98  | 2,03 |
|         | b   | 35,77 | 4,38  | 14,78 | 7,30  | 1,64 | 36,13 |      |
| III     | a   | 1,53  | 0,27  | 0,65  | 0,37  | 0,07 | 2,22  | 1,76 |
|         | b   | 29,94 | 5,28  | 12,72 | 7,24  | 1,37 | 43,44 |      |
| 35      | a   | 1,68  | 0,09  | 0,28  | 0,18  | 0,08 | 0,67  | 1,56 |
|         | b   | 56,38 | 3,02  | 9,40  | 6,04  | 2,68 | 22,48 |      |
| IV      | a   | 0,81  | 0,14  | 0,33  | 0,32  | 0,10 | 1,19  | 1,03 |
|         | b   | 28,03 | 4,84  | 11,42 | 11,07 | 3,46 | 41,18 |      |

MOL: Materia orgánica libre, HH: Humina heredada, AH: Acidos húmicos, AF: Acidos fúlvicos, HIE: Humina de insolubilización extraíble, HINE: Humina de insolubilización no extraíble o residuo.

a: valores expresados respecto a peso de muestra, b: valores expresados respecto al C total.



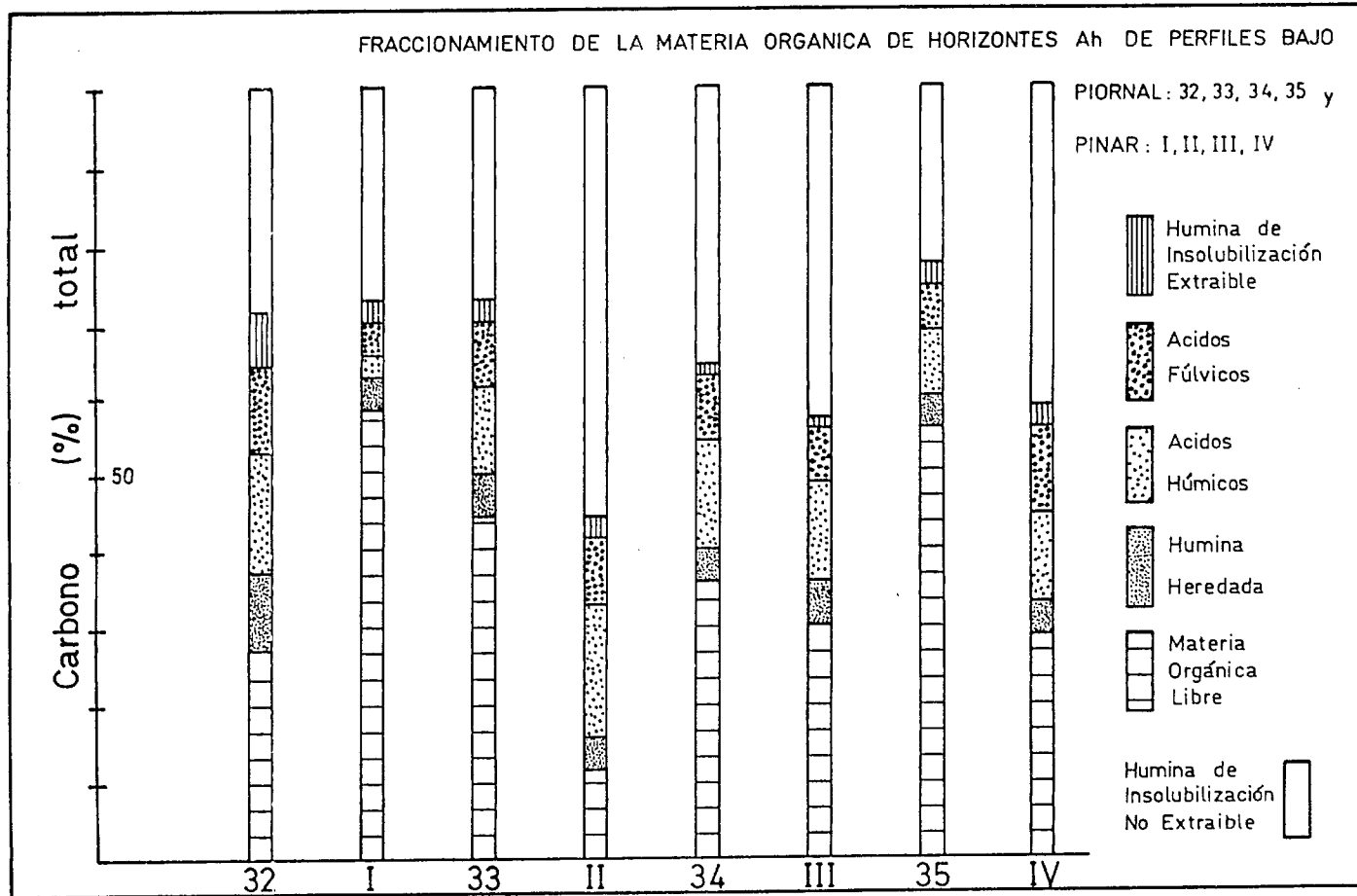


Figura III-6-1 Fraccionamiento de la materia orgánica





3 y 12%. Las huminas heredadas y de insolubilización extraíbles son las fracciones minoritarias, no superando esta última el 7%, cuyo valor más frecuente está próximo al 2%. El residuo o la fracción de humina de insolubilización no extraíble es la segunda en importancia cuantitativa detrás de la M.O.L., destacando especialmente en los suelos bajo pinar II, III y IV, lo que evidencia para estos suelos una mayor estabilidad de los complejos organominerales (Skjemstad et al., 1.986).

Los resultados del fraccionamiento de estos suelos son similares a los descritos por otros autores en zonas de montaña española (Almendros et al., 1.984; Almendros y Velasco, 1.984) y netamente diferentes respecto a los que encuentra Oyonarte (1.992) en suelos forestales calizos mediterráneos, en los que aparece una fracción libre menor del 5% pese al efecto protector del  $\text{CO}_3\text{Ca}$  frente a la biodegradación.

Aparentemente, y de acuerdo con las medias para cada tipo de vegetación (tabla III-6-4), el humus de los Umbrepts habría experimentado una evolución favorable a consecuencia de la repoblación excepto en el par de perfiles 31-I (tabla III-6-3), entre 2.100 y 2.200 m. de cota. Es precisamente la muestra correspondiente al perfil I la que presenta el más bajo grado de transformación, pues más de la mitad del C total se encuentra todavía en forma de restos vegetales en vías de humificación. La proporción

Tabla III-6-4 Valores medios del fraccionamiento de la materia orgánica de los suelos bajo matorral y pinar

| MUESTRA  | MOL   | HH   | AH    | AF   | HIE  | HINE  | AH/AF |
|----------|-------|------|-------|------|------|-------|-------|
| MATORRAL | 40,77 | 5,94 | 12,74 | 8,55 | 3,31 | 28,69 | 1,49  |
| PINAR    | 32,07 | 4,31 | 11,34 | 7,89 | 2,67 | 41,71 | 1,44  |

MOL: Materia orgánica libre, HH: Humina heredada, AH: Acidos húmicos, AF: Acidos fúlvicos, HIE: Humina de insolubilización extraíble, HINE: Humina de insolubilización no extraíble o residuo. Valores expresados respecto al C total.

Tabla III-6-5 Análisis elemental orgánico de los ácidos húmicos

| MUESTRA | %C    | %H   | %O    | %N   | C/N * | H/C * | O/C * | H/C ** | O/C ** |
|---------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 32      | 52,92 | 5,77 | 37,35 | 3,96 | 13,37 | 0,11  | 0,71  | 1,31   | 0,53   |
| I       | 51,39 | 5,28 | 40,98 | 2,35 | 21,84 | 0,10  | 0,80  | 1,23   | 0,60   |
| 33      | 51,35 | 5,79 | 38,66 | 4,21 | 12,20 | 0,11  | 0,75  | 1,35   | 0,56   |
| II      | 49,88 | 3,96 | 42,96 | 3,20 | 15,57 | 0,08  | 0,86  | 0,95   | 0,65   |
| 34      | 50,20 | 5,91 | 40,02 | 3,86 | 12,99 | 0,12  | 0,80  | 1,41   | 0,60   |
| III     | 51,50 | 5,71 | 38,85 | 3,94 | 13,09 | 0,11  | 0,75  | 1,33   | 0,57   |
| 35      | 52,20 | 5,90 | 38,13 | 3,76 | 13,87 | 0,11  | 0,73  | 1,36   | 0,55   |
| IV      | 50,98 | 5,75 | 39,13 | 4,13 | 12,34 | 0,11  | 0,77  | 1,35   | 0,58   |

\* Relaciones moleculares \*\* Relaciones atómicas

de sustancias húmicas extraíbles, así como la relación entre ambas (AH/AF) es particularmente baja en comparación con el resto de los suelos de la secuencia. Todas estas características indicarían, en principio, la concurrencia de factores desfavorables para la biodegradación y humificación de la materia orgánica, lo que estaría de acuerdo con las características analíticas de este suelo, que presenta el menor contenido de arcilla, y uno de los grados de saturación más bajos.

En el resto de las muestras, sobre todo en la zona 33-II, se reconoce una evolución más favorable del humus en los sectores repoblados. En estas dos últimas muestras, se reduce la proporción de restos vegetales en vías de evolución, así como las formas de humina menos transformada (heredada), y se incrementa la proporción de ácidos húmicos y fúlvicos.

En la banda altitudinal de los suelos 34-III la repoblación no ha producido efectos notables en la composición del humus, e incluso en este caso se reconoce una muy ligera disminución en la proporción de las fracciones menos transformadas: MOL y HH.

En el par de muestras 35-IV la evolución es parecida a la observada en el grupo 33-II. Aparentemente, los restos vegetales parecen descomponerse con mayor facilidad en los suelos bajo pinar que en los de matorral, a pesar de que en

éste hay algunas especies de leguminosas.

Teniendo en cuenta que tanto el contenido en C, como la relación C/N, no presentan diferencias considerables entre grupos ni entre distintos tipos de vegetación, tal vez podría pensarse, que la evolución de la materia orgánica en estos ecosistemas se encontraría impedida por algunos de los procesos que a continuación se citan como meras hipótesis: 1) Procesos de arrastre de humus o, al menos, de sus fracciones solubles; 2) Efectos psicroxerófilos por naturaleza de la radiación solar en la alta montaña, que no debe ser muy beneficiosa para la microflora responsable de la biodegradación. Estos efectos se atenuarían en el bosque repoblado, en el que se generan unas condiciones microclimáticas más favorables para los procesos de humificación, que podrían compensar otros efectos posibles de la necromasa procedente de los pinos, como el aumento de fosfolípidos de los restos y la consiguiente disminución de la retención de agua (Serrano Molina, 1.984).

Correlacionando entre sí todas las muestras estudiadas, se observa que el contenido más elevado en ácidos húmicos se relaciona con una C/N más baja y corresponde a los suelos sometidos a mayor insolación, en tanto que el contenido en humina no extraíble parece ser más elevado en los suelos con mayor contenido en arcilla.

### III-6-3 ANALISIS ORGANICO ELEMENTAL DE LOS ACIDOS HUMICOS

Un primer criterio a considerar para evaluar el grado de maduración del humus del suelo es el análisis elemental orgánico de los ácidos húmicos, cuyos resultados se resumen en la tabla III-6-5 y figura III-6-2. Los valores correspondientes a los cuatro elementos se presentan en cantidades propias de estos ácidos y, en el caso de las muestras bajo matorral, se aprecia además una gran uniformidad.

Cuando los datos se representan según el método gráfico de Van Krevelen (1.950) (figura III-6-2), se aprecia que las transformaciones son mucho más importantes en las muestras I y II, no existiendo diferencias significativas en los otros casos. En todos los ácidos húmicos, sobre todo en las muestras I y II, los efectos de la repoblación determinan una disminución en la relación H/C, que sugiere un incremento de la aromaticidad de las moléculas húmicas y, excepto en el caso 34-III, los ácidos húmicos presentan un grado de oxidación más elevado.

El contenido de nitrógeno disminuye bastante en los dos casos antes indicados (B y D en la gráfica de la figura III-6-2), pero en el resto, las modificaciones no son dignas de mención. El parámetro, relación C/N de los AH



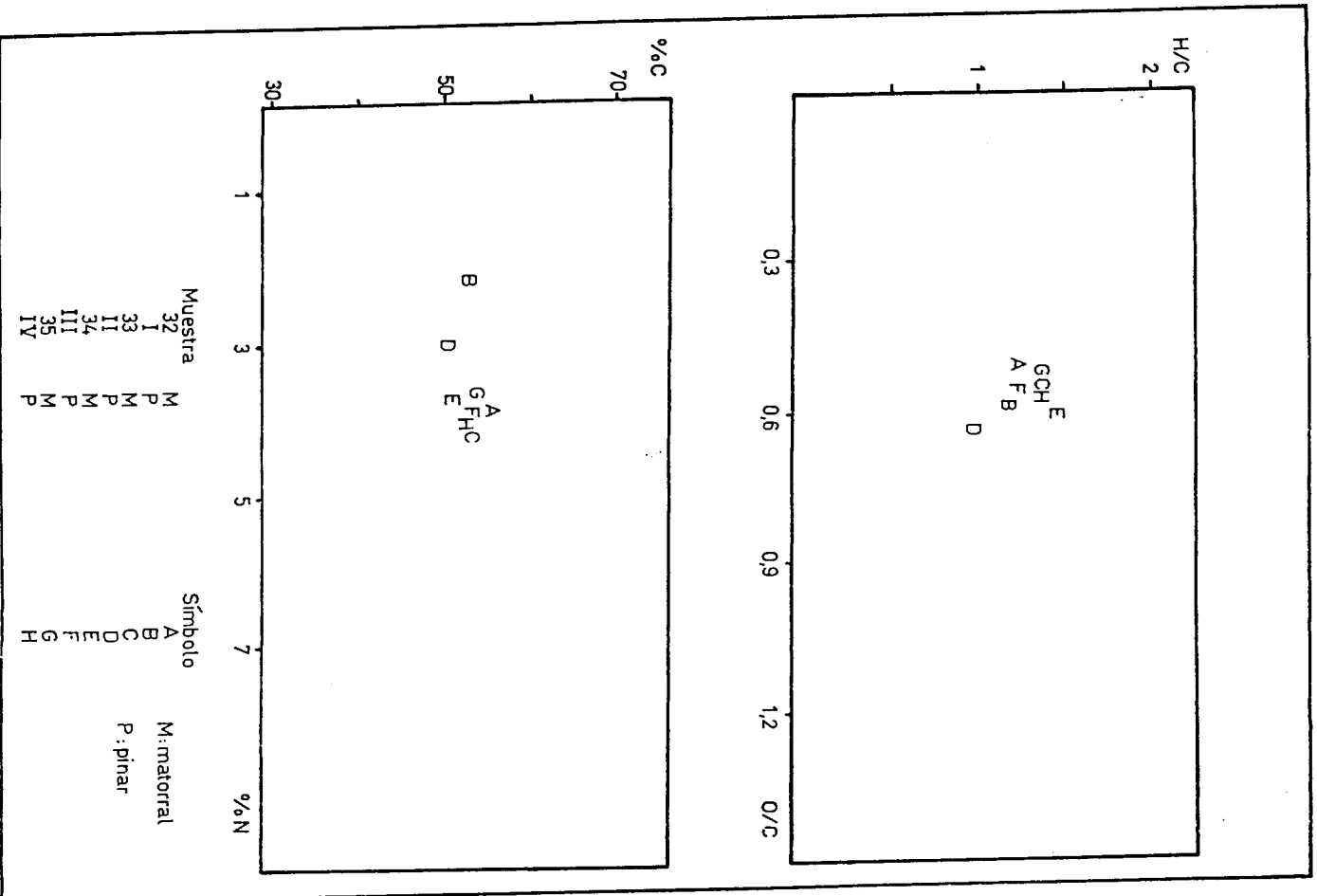
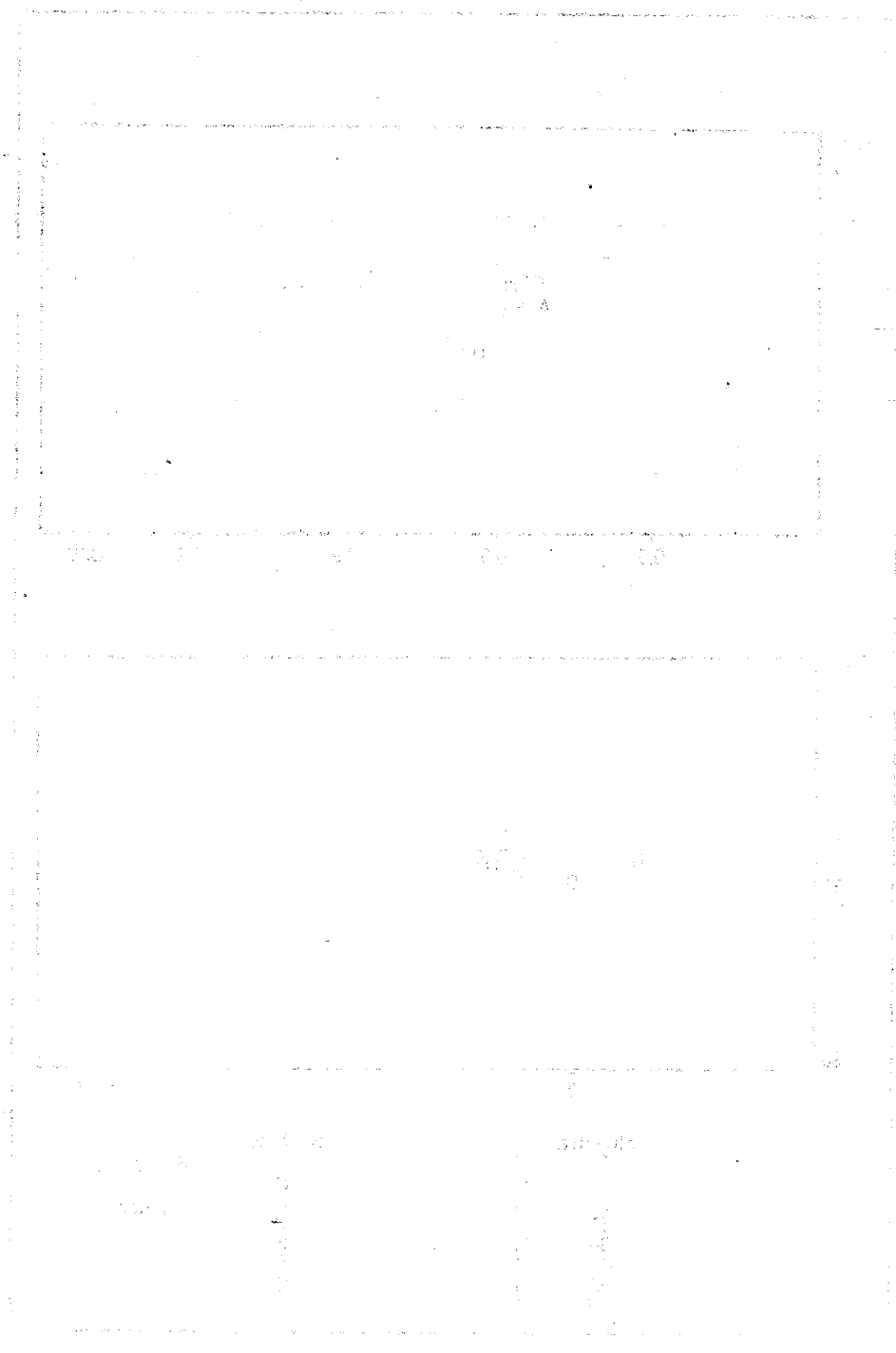


Figura III-6-2 Gráficos de Van Krevelen (1.950)





fluctúa paralelamente a la relación C/N de los propios suelos.

Dentro de lo limitado de las conclusiones obtenidas a partir de las relaciones atómicas de los ácidos húmicos, el aumento en el grado de maduración suele reconocerse por el desplazamiento de los puntos hacia el centro de coordenadas de la gráfica de Van Krevelen (H/C:O/C). Se observa que no existen dos grados de maduración diferentes según la vegetación, y que los cambios producidos, en los casos en que resultan notables, son los propios de la transformación de un humus de tipo arbustivo a otro forestal (Almendros, comunicación personal).

### III-6-4 FRACCIONAMIENTO DE ACIDOS HUMICOS POR GEL-FILTRACION

Como es sabido, los ácidos húmicos presentan características fisicoquímicas diferentes según el tipo de suelo, mostrándose con tamaños moleculares variables en función de su procedencia.

Los resultados de la filtración a través de Sephadex G-50 de los ácidos húmicos (tabla III-6-6), indican que los tamaños moleculares (proporcionales a los pesos moleculares = P.m.) tienden a incrementarse en los suelos repoblados respecto a los originales, aunque las diferencias no son grandes, y en la zona 34-III no se aprecia ningún cambio. Para este tipo de gel, la fracción excluida ( $K_{av}=0$ ) estaría constituida por los ácidos húmicos de pesos moleculares superiores a  $10^4$ , en tanto que la fracción retenida con volumen de elución igual al propio de la columna ( $K_{av}=1$ ), presentaría Pm inferiores a 500. Los tamaños moleculares más elevados se observan en los pisos inferiores de la zonación altitudinal.

Al grupo 34-III le corresponde los tamaños moleculares más bajos (sólo un 18-19% de moléculas de Pm superiores a  $10^4$ ), y los efectos de la repoblación no son apreciables, al igual que ocurría con la composición del humus es estas dos muestras. En la zona 35-IV vuelve a observarse el mayor

tamaño molecular de los AH en la zona repoblada.

De acuerdo con estos valores, los tamaños moleculares mayores ( $AH > 10^4$ ) se observan en los ecosistemas situados a menor altitud, y corresponden a los suelos de pH más elevado.

Tabla III-6-6 Filtración a través de Sephadex G-50 de los ácidos húmicos

| MUESTRA | Kav  |     |      |     |     |      |      |      |     |      |      |      |
|---------|------|-----|------|-----|-----|------|------|------|-----|------|------|------|
|         | 0,0  | 0,1 | 0,2  | 0,3 | 0,4 | 0,5  | 0,6  | 0,7  | 0,8 | 0,9  | 1,0  | 1,1  |
| 32      | 33,9 |     |      |     |     |      |      | 30,6 |     |      |      | 35,5 |
| I       | 50,0 |     | 21,7 |     |     |      |      |      |     |      | 28,3 |      |
| 33      | 40,0 |     |      |     |     | 30,9 |      |      |     |      | 29,1 |      |
| II      | 45,0 |     | 5,0  |     |     |      |      |      |     | 50,0 |      |      |
| 34      | 19,0 |     |      |     |     |      |      | 47,9 |     |      | 33,1 |      |
| III     | 18,5 |     |      |     |     |      |      | 41,4 |     |      | 40,1 |      |
| 35      | 25,3 |     |      |     |     |      | 36,3 |      |     |      | 38,4 |      |
| IV      | 32,1 |     |      |     |     |      | 30,4 |      |     |      | 37,5 |      |

Tabla III-6-7 Valores de extinción de los espectros visibles

| MUESTRA | 465 nm (E <sub>4</sub> ) | 665 nm (E <sub>6</sub> ) | E <sub>4</sub> /E <sub>6</sub> |
|---------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| 32      | 0,804                    | 0,143                    | 5,438                          |
| I       | 1,008                    | 0,189                    | 5,197                          |
| 33      | 0,920                    | 0,176                    | 5,104                          |
| II      | 1,881                    | 0,405                    | 4,592                          |
| 34      | 0,994                    | 0,177                    | 5,478                          |
| III     | 1,011                    | 0,187                    | 5,271                          |
| 35      | 0,688                    | 0,100                    | 6,557                          |
| IV      | 0,914                    | 0,151                    | 5,881                          |

### III-6-5 PROPIEDADES OPTICAS DE LOS ACIDOS HUMICOS

Uno de los métodos no degradativos usados para la caracterización de las sustancias húmicas es la espectrofotometría de rayos infrarrojos y de luz visible.

Los espectros de infrarrojos (figura III-6-3) presentaron más interés en general que en particular. Todos los AH presentan una composición similar, donde resalta el grado de carboxilación no excesivamente importante (la banda a  $1.720\text{ cm}^{-1}$  está poco destacada), y aparece una proporción elevada de nitrógeno en formas probablemente poco evolucionadas, reconocibles por las vibraciones de las amidas II a  $1.440\text{ cm}^{-1}$  y de amidas I a  $1.660\text{ cm}^{-1}$ .

Junto a la presencia de estas bandas correspondientes a las amidas, el hecho más notable de los espectros de infrarrojos es la presencia de una serie de pequeñas bandas que aparecen a las mismas frecuencias de onda que la vibración de las unidades constitucionales de las ligninas, por ejemplo los picos a  $1.460\text{ cm}^{-1}$ ,  $1.420\text{ cm}^{-1}$ ,  $1.270\text{ cm}^{-1}$ ,  $1.230\text{ cm}^{-1}$ ,  $1.130\text{ cm}^{-1}$  y  $1.030\text{ cm}^{-1}$ , que son propios de los grupos vainillil y siringil, ambos constituyentes de la lignina, y que hace pensar que estos AH presentarían un grado de transformación muy bajo, y que una fracción considerable de los mismos procedería de transformaciones oxidativas de la lignina, que no requieren necesariamente

WOMAN'S POSITION IN THE EARLY MIDDLE AGES

At any time, however, the position of the woman in the household was not that of a subordinate, but rather of a partner. Her work was not merely domestic, but also economic. She was responsible for the production of food and clothing for the household, and she often acted as a merchant, buying and selling goods in the market. Her position was one of mutual respect and cooperation with her husband, and she was often consulted on matters of importance to the household.

The woman's position in the household was also reflected in her legal rights. In many cases, she was considered a legal person, capable of owning property and entering into contracts. Her rights were often protected by the law, and she was able to sue for damages if her property was stolen or if she was injured. Her position was one of equality with her husband, and she was often consulted on matters of importance to the household.

The woman's position in the household was also reflected in her social status. She was often considered a respected member of the community, and her actions were often seen as a reflection of the household's honor. She was often consulted on matters of importance to the household, and her opinion was often valued. Her position was one of equality with her husband, and she was often consulted on matters of importance to the household.

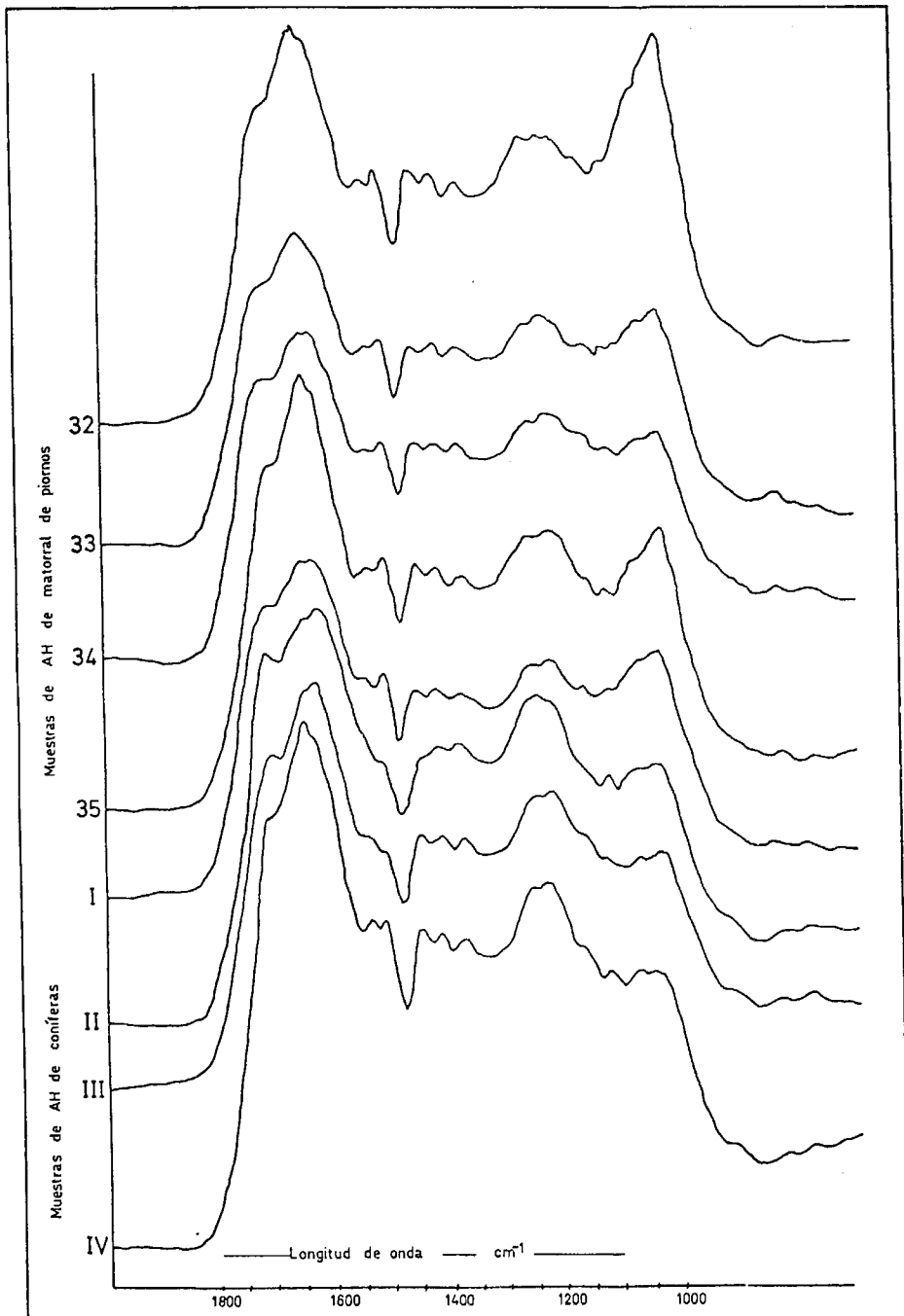
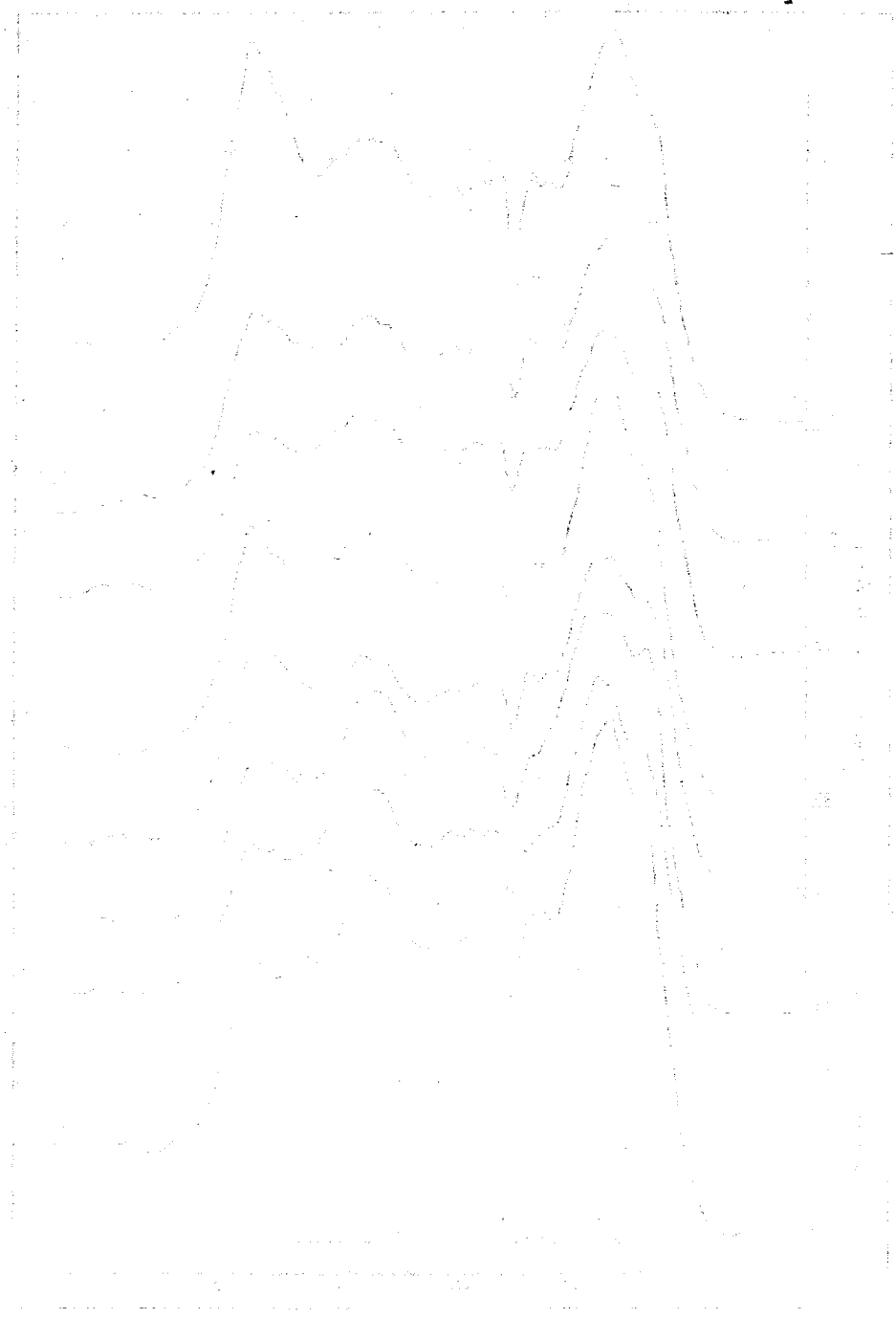


Figura III-6-3 Espectros infrarrojos de los ácidos húmicos





su degradación previa. Este proceso de formación del humus por degradación parcial de la lignina lo describe Stevenson (1.982) para suelos forestales lavados.

Con respecto a las intensidades relativas de los picos, que informarían acerca de la mayor o menor proporción de los distintos grupos funcionales, no se realizará en este momento, reservándose para las publicaciones posteriores.

Como afirmación general, puede decirse que todos estos ácidos húmicos (AH) son formas próximas, y la naturaleza de la vegetación no parece tener un efecto decisivo en sus mecanismos de formación.

Los resultados correspondientes a los espectros visibles (tabla III-6-7 y figura III-6-4) pueden expresarse en función de las extinciones específicas a 465 nm, que no son particularmente elevadas en ninguno de los casos, correspondiendo el valor más alto a la muestra II. En todos los grupos altitudinales los efectos de la repoblación suponen un incremento en los valores de extinción, que indicaría un mayor estado de aromaticidad o condensación de la molécula.

Los valores de la relación  $E_4/E_6$ , es decir, la relación de absorbancias de los ácidos húmicos a 465 nm y 665 nm, disminuyen en los suelos repoblados, indicando de nuevo un

aumento en el grado de maduración de las correspondientes sustancias húmicas, que se correlaciona negativamente, por lo tanto, con los valores de extinción a 465 nm.

Aunque generalmente los espectros visibles de los ácidos húmicos son bastante homogéneos (Schnitzer & Khan, 1.978), en este caso y en todas las muestras aparecen unas inflexiones sobre 615 nm y 570 nm, cuya visión en detalle pudo comprobarse por técnicas de espectroscopía derivatográfica (figura III-6-4), debidas, sin duda, a la presencia de pigmentos perilenuquinónicos de origen fúngico (Bell y Wheeler, 1.986). La existencia de estos pigmentos en la fracción de los ácidos húmicos fue reconocida por primera vez por Kumada (1.955) en suelos forestales del Japón y puesta de manifiesto también en otros países (Orlov, 1.972, Lowe & Tsang, 1.970); en España están citados por Almendros et al. (1.982), Almendros y Dorado, (1.984) y recientemente por Oyonarte (1.992). El origen de estos pigmentos lo cifran los distintos autores, como el metabolismo de diversos tipos de hongos microrrizógenos y de vida libre, por lo que su presencia se ha considerado como bioindicador de una elevada actividad de este tipo de organismos en el suelo.

Los pigmentos de esta naturaleza tienden a asociarse a los ácidos húmicos (AH); raras veces se han descrito su presencia en los ácidos fúlvicos, por lo que se correlacionan positivamente con el contenido de AH y con la

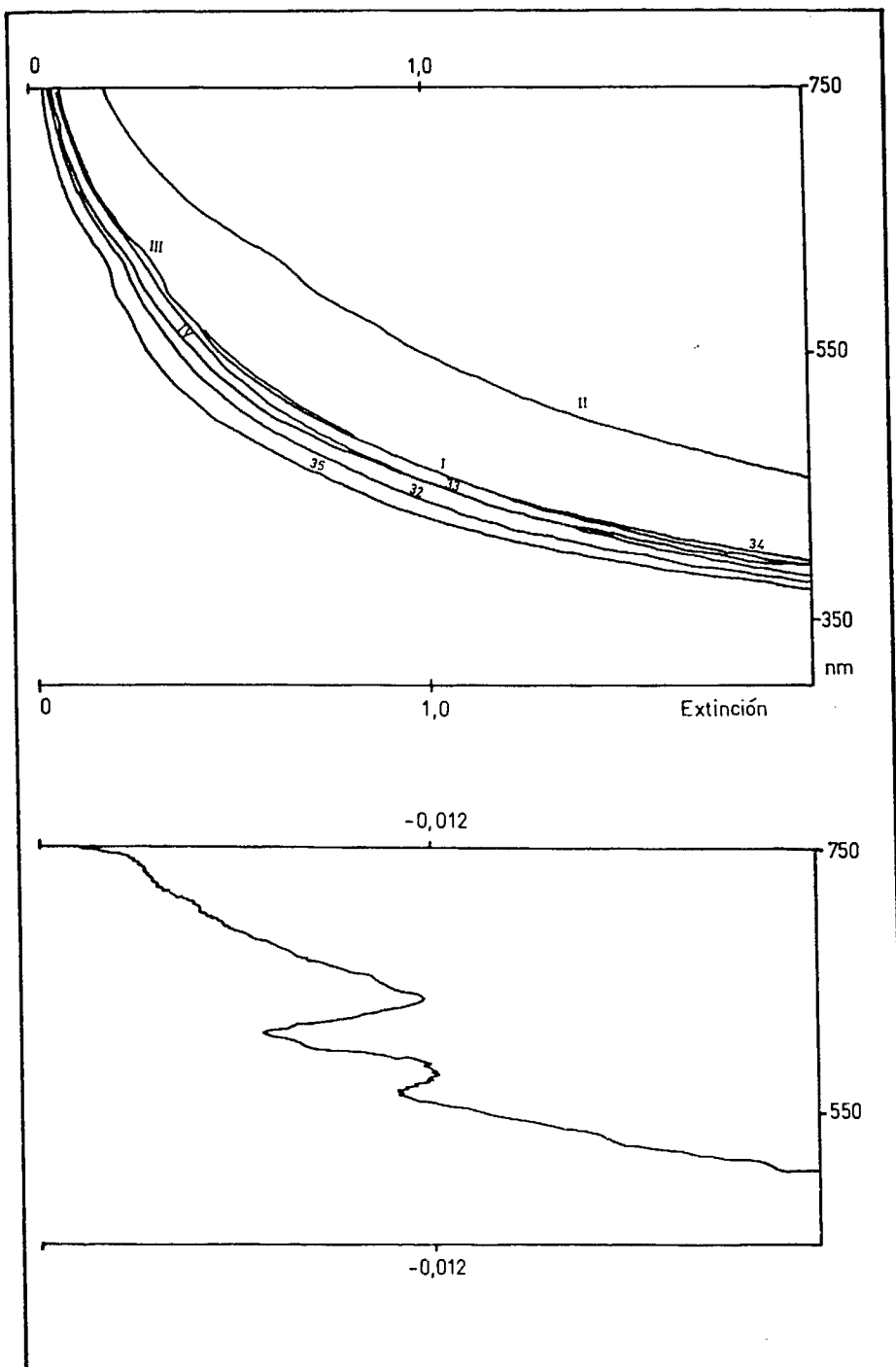
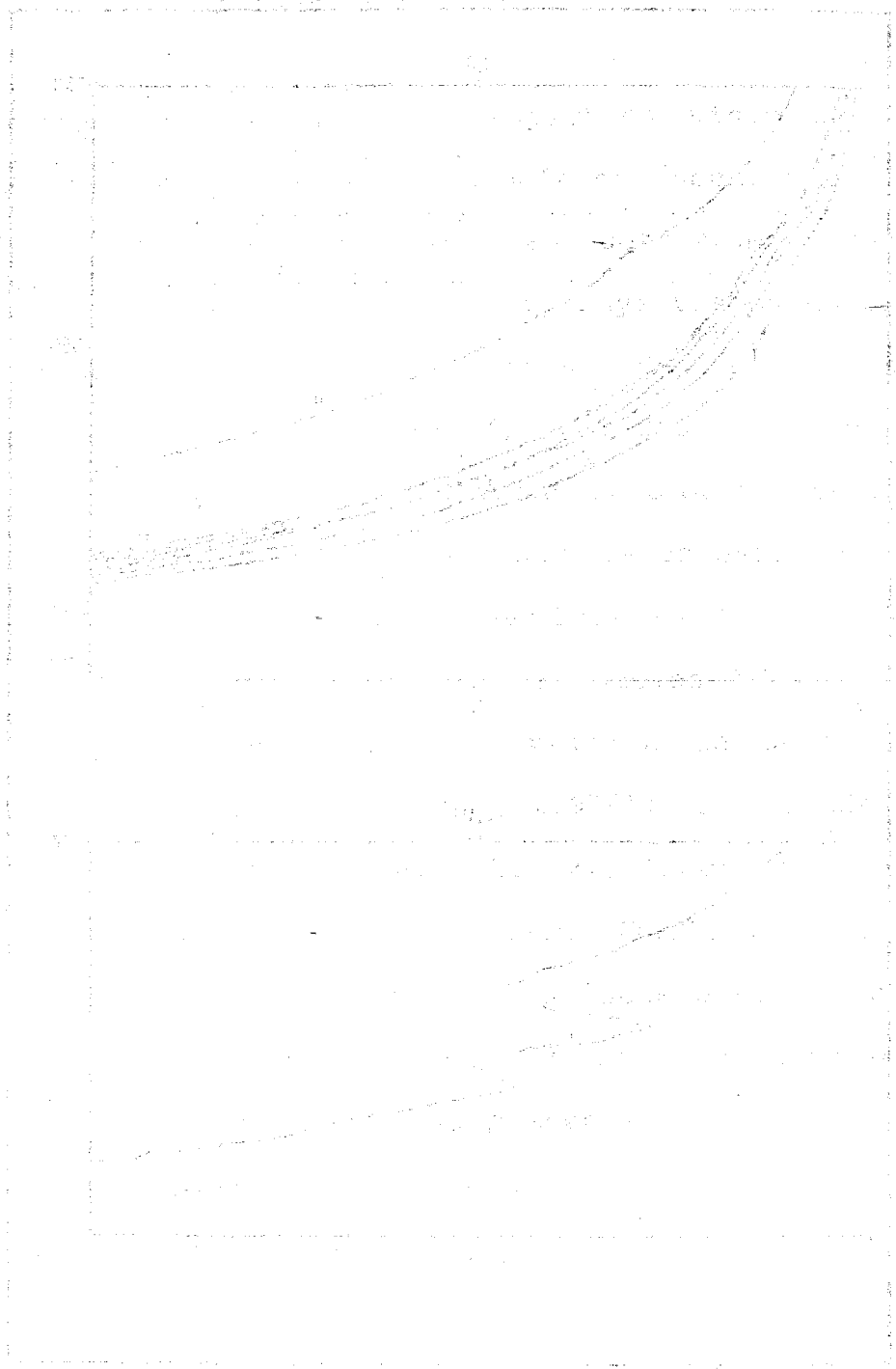


Figura III-6-4 Espectros visibles de ácidos húmicos y un detalle de la segunda derivada (muestra del perfil 32)



relación AH/AF. Aparecen junto a las fracciones de menor Pm, por lo que también se correlacionan con los AH de  $K_{av}$  cercano a 1 (Almendros y Dorado, 1.984).

La proporción de estos pigmentos resultó máxima en la muestra II y las diferencias entre los tipos de vegetación tienen una tendencia errática, incrementándose en la banda altitudinal intermedia y disminuyendo en las demás.

### III-6-6 CONSIDERACIONES FINALES

Comenzaremos por comparar las secuencias altitudinales y de vegetación. La tabla III-6-8 muestra los incrementos, positivos o negativos, de algunas variables de la materia orgánica en los suelos de repoblación, expresados en tanto por ciento, con respecto a los suelos de la misma cota con vegetación autóctona (32, 33, 34, 35). En ella se aprecia como la repoblación supone, en todas las zonas, aumentos más o menos notables del grado de carboxilación de los ácidos húmicos (demostrada por las bandas 1.720/1510 de IR; y la relación O/C, excepto en 34-III), menor relación  $E_4/E_6$ , mayor extinción a 465 nm, etc.

Al comparar los valores entre grupos de vegetación se comprueba que los cambios de mayor magnitud se han producido, por regla general, en la zona 32-I, donde se observa un incremento del C y de la materia orgánica libre (115%), que indican la lenta descomposición del humus. También en el par 32-I la variación de la relación C/N, de las huminas heredada y extraíble, de los AH, de las fracciones húmicas de alto Pm y de las relaciones O/C y C/N de los ácidos húmicos (AH), son las más altas entre los cuatro pares. Por el contrario, las variaciones menos notables se dan en las zonas 34-III y 35-IV, donde los valores absolutos de las diferencias respectivas son más reducidas.

Tabla III-6-8 Variaciones en los diferentes parámetros de caracterización de la materia orgánica, expresadas en % , de los suelos con pinar de repoblación respecto a los suelos originales

| Variable                       | I respecto a 32 | II respecto a 33 | III respecto a 34 | IV respecto a 35 |
|--------------------------------|-----------------|------------------|-------------------|------------------|
| MOL                            | 114,58          | -73,49           | -16,24            | -50,46           |
| HH                             | -63,31          | -44,39           | 20,41             | 56,35            |
| AH                             | -74,29          | 44,39            | -12,94            | 18,60            |
| AH/AF                          | -18,85          | 31,65            | -11,00            | -33,12           |
| HIE                            | -62,67          | 58,85            | -11,54            | 38,52            |
| HNE                            | -4,92           | 98,41            | 19,64             | 86,37            |
| AH > 10 <sup>4</sup>           | 47,49           | 12,50            | -2,63             | 26,88            |
| AH < 10 <sup>3</sup>           | -20,28          | 71,82            | 21,15             | -2,34            |
| H/C (a) AH                     | -6,11           | -29,63           | -5,67             | -0,74            |
| O/C (a) AH                     | 13,21           | 16,07            | -5,00             | 5,45             |
| C/N (AH)                       | 63,35           | 27,62            | 0,77              | -11,03           |
| E <sub>4</sub> /E <sub>6</sub> | -4,41           | -10,00           | -3,38             | -10,37           |
| E <sub>4</sub>                 | 26,25           | 106,52           | 2,02              | 31,88            |
| A(d) 615                       | -66,67          | 60,00            | 20,69             | -11,67           |
| 1720/1510                      | 6,87            | 18,18            | 4,26              | 0,72             |
| 1540/1510                      | -1,02           | 13,40            | 8,25              | 5,26             |

MOL: Materia orgánica libre, HH: Humina heredada, AH: Acidos húmicos, AF: Acidos fúlvicos, HIE: Humina de insolubilización extraíble, HNE: Humina no extraíble, H/C O/C: relaciones atómicas, E<sub>4</sub> E<sub>6</sub> A(d) 1720/1510 1540/1510: parámetros de las propiedades ópticas de los ácidos húmicos.

Las conclusiones generales respecto a las diferencias en el grado de maduración y propiedades de las sustancias húmicas, atribuibles a la vegetación de coníferas de repoblación respecto a la vegetación fruticosa autóctona, pueden resumirse en lo siguiente, recapitulando todo lo expuesto.

A la vista de todos los resultados, parece existir una gran influencia zonal en muchas de las variables, que es la responsable de que se atenúen o compensen las diferencias que serían propias de los tipos de vegetación; concurren además, las circunstancias de la relativa juventud de los ecosistemas creados por repoblación, y las condiciones del medio, que determinan una lenta evolución de la materia orgánica y, posiblemente, una erosión notable.

En otros términos, parece que la evolución del humus de todos los suelos de la zona está fuertemente condicionada por unos factores ambientales propios que, en el estado actual de los ecosistemas, superarían con creces a los factores de la vegetación y de la acción antrópica. Entre éstos, parecen importantes, las bajas temperaturas, la sequedad fisiológica, la radiación solar de alta montaña, y el fenómeno erosivo torrencial, todos ellos descritos también por Párraga et al. (1.988) como los factores fundamentales en la génesis de los suelos del sector.



Todos los factores antes enumerados dificultarían no sólo la actividad de los microorganismos sino también, la formación de espesos horizontes orgánicominales. Esto se demuestra también con el grado de transformación relativamente bajo, incluso de los suelos bajo matorral y la poca maduración de los ácidos húmicos, que se caracterizan por presentar notables semejanzas con la lignina de los restos vegetales, y un grado de condensación relativamente bajo. La presencia de pigmentos de origen fúngico, ligados a los ácidos húmicos, revela una actividad importante de estos organismos, que puede estar relacionada con la elevada proporción de lignina de los restos vegetales incorporados.

Del estudio del estado actual de la materia orgánica de los suelos, parece concluirse que los efectos de la repoblación no han sido desfavorables, si acaso con la excepción de la zona más baja, próxima a los 2.000 m. de altitud; pero en cualquier caso es imposible demostrar que la implantación de especies del género "Pinus" suponga aún una evolución divergente del humus. Este hecho, puesto de manifiesto también en otras zonas (Almendros y Velasco, 1.984), confirma que la influencia de los factores edáficos, climáticos y erosivos, supera, en determinados sectores, a la propia vegetación, provocando una evolución convergente del humus con independencia del material orgánico de partida.

La clasificación del tipo de humus es difícil y en la actualidad las tendencias es a no hacerlo por la ambigüedad de los términos (Almendros, com. pers.). Sin embargo, como media, de acuerdo con la clasificación ecológica-bioquímica de Duchaufour (1.975), presenta características de mull forestal, no encajando bien como ácido por el pH y el grado de incorporación de las sustancias húmicas. Se trata entonces de un mull forestal eutrófico con algunas propiedades correspondientes a moder, como es el caso de pH y C/N. Siguiendo la clasificación bioquímica del humus de Duchaufour (1.984), se trata de un mull mesotrófico por la proporción de compuestos de insolubilización, la escasa proporción de humina heredada, el pH y la saturación en calcio. También se reconocen caracteres de moder por la abundancia de materia orgánica libre y el pH.

La presencia de humus de características próximas al tipo mull ácido, moder forestal, mull-moder, en suelos bajo matorral de Sierra Nevada, ha sido ya establecida por Párraga (1.980), Párraga et al. (1.983), Serrano (1.984), Gil de Carrasco (1.988), etc.

## **PARTE IV**

# **EVALUACION DE LA CAPACIDAD DE USO DE LOS SUELOS**

The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions. It emphasizes that every entry should be supported by a valid receipt or invoice. This not only helps in tracking expenses but also ensures compliance with tax regulations. The document further outlines the procedures for handling discrepancies and the role of the accounting department in providing timely reports to management.

In the second section, the focus is on budgeting and financial forecasting. It details how the budget is prepared based on historical data and market trends. The document explains the process of comparing actual performance against the budget and the steps taken to address any variances. This section also covers the use of financial ratios and indicators to assess the company's overall financial health.

The third part of the document addresses the issue of asset management. It describes the methods used to track and maintain the company's physical assets, including equipment and real estate. The document highlights the importance of regular audits and the implementation of a depreciation schedule to accurately reflect the value of these assets on the balance sheet.

Finally, the document concludes with a summary of the key findings and recommendations. It stresses the need for continuous improvement in financial reporting and the importance of staying updated with the latest accounting standards and regulations. The document also provides contact information for the accounting department for any further inquiries.

**Appendix A**

This appendix provides a detailed breakdown of the company's financial data for the fiscal year. It includes a comprehensive list of all assets and liabilities, along with their respective values. The data is presented in a clear and concise manner, allowing for easy comparison and analysis. The appendix also includes a list of all transactions recorded during the period, along with the corresponding dates and amounts. This information is essential for understanding the company's financial position and for identifying areas for improvement.

The following table summarizes the key financial metrics for the year:

| Metric            | Value       |
|-------------------|-------------|
| Total Assets      | \$1,200,000 |
| Total Liabilities | \$800,000   |
| Net Worth         | \$400,000   |
| Revenue           | \$1,500,000 |
| Expenses          | \$1,100,000 |
| Profit            | \$400,000   |

The data indicates that the company has achieved a significant increase in its net worth over the period, primarily due to the growth in its revenue and the effective management of its expenses. The company's financial position remains strong, and it is well-positioned to continue its growth in the coming years.

## **CAPITULO 1**

### **INTRODUCCION**

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions and activities. It emphasizes that proper record-keeping is essential for ensuring transparency and accountability in financial management. This section also highlights the role of technology in streamlining record-keeping processes and reducing the risk of errors.

2. The second part of the document focuses on the importance of regular audits and reviews. It explains that audits are necessary to identify any discrepancies or irregularities in the financial records. This section also discusses the benefits of conducting internal audits and the importance of selecting independent external auditors to provide an objective assessment of the organization's financial health.

3. The third part of the document addresses the importance of maintaining accurate financial statements. It explains that financial statements provide a clear and concise overview of the organization's financial performance and position. This section also discusses the importance of ensuring that financial statements are prepared in accordance with applicable accounting standards and regulations.

4. The fourth part of the document discusses the importance of maintaining accurate tax records. It explains that accurate tax records are essential for ensuring compliance with tax laws and regulations. This section also discusses the importance of keeping track of all tax-related documents and records, including tax returns, receipts, and invoices.

5. The fifth part of the document discusses the importance of maintaining accurate budget records. It explains that accurate budget records are essential for ensuring that the organization is operating within its financial means. This section also discusses the importance of regularly reviewing and updating the budget to reflect changes in the organization's financial situation.

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions and activities. It emphasizes that proper record-keeping is essential for ensuring transparency and accountability in financial management. This section also highlights the role of technology in streamlining record-keeping processes and reducing the risk of errors.

#### IV-1-1 PROBLEMATICA DE LA EVALUACION Y PLANIFICACION DE ZONAS DE MONTAÑA

Como zonas de montaña se pueden asimilar aquellos espacios con pendientes acusadas, clima característico, agua abundante y heterogeneidad en cuanto a suelos y vegetación a consecuencia de la zonación altitudinal de su clima.

Dentro de un región con elevada densidad de explotación, la montaña se asimila al concepto de "isla" (Villar, 1.980). Es decir, zonas que por la dificultad que entraña su empleo constituyen reservas de índole ecológica de agua, de energía, etc.

La montaña española supone aproximadamente un 20% del territorio nacional (20 millones de has.) con una población también aproximada de 3 millones de habitantes. La diversidad de esa montaña española en cuanto a características físicas y de posibilidades de empleo dificultan mucho el tratamiento general del tema e impide una definición clara y restrictiva del término "zona de montaña", tan necesario para la planificación a escala nacional o regional.

El interés creciente por estas áreas de montaña, es consecuencia de la entrada de nuestro país en la C.E.E. y

la posibilidad de acceder a los fondos comunitarios destinados a la promoción de zonas agrícolas poco favorecidas (Benavent, 1.986). Los aspectos más significativos de las zonas de montaña en lo referente a su gestión son cuatro: a) ¿ qué se entiende por área de montaña ?; b) ¿cual es el alcance y el contenido del instrumento de coordinación de las actuaciones públicas ?; c) ¿ cómo debe ser el diseño de los órganos de gestión ?; d) ¿ qué ayudas y beneficios deben acordarse para favorecer estas áreas deprimidas ? (Benavent, op. cit.).

Cuando un aspecto del paisaje condiciona el resto, el total puede ser definido exclusivamente por esa parte, este es el caso de las áreas de montaña; la imagen constituye en sí misma una unidad de paisaje (González Bernáldez, 1.981). Sin embargo, a pesar de la facilidad de asimilar el concepto visual de montaña su delimitación en términos cuantizables es difícil.

La ley de agricultura de montaña define estas zonas como:

- Zonas de altitud, pendiente y clima que limitan la agricultura de arado restringiendola a pequeña áreas y por tanto, condicionan una economía silvo-pastoral.

- Recursos escaso en le resto del territorio: agua, pastos, bosques, energía hidroeléctrica, etc.

- Situadas al menos en un 80% de su superficie por encima de los 800 metros de altitud para la España húmeda



(hasta el paralelo 42 latitud Norte), por encima de los 1.000 metros para latitudes comprendidas entre los paralelos 42 y 38 L.N., y por encima de 1.200 m. para las cordilleras penibéticas hasta Tarifa.

- Pendiente media superior al 20%.

La Constitución española de 1.978 en su artículo 130-2 especifica que las zonas de montaña se les dispensará un tratamiento especial. Dicho tratamiento según Carbonell (1.980) es función de los hechos siguientes:

- La economía de las áreas montañosas es deprimida a causa del clima, el relieve, la falta de comunicaciones, etc.

- La ordenación adecuada de sus recursos (agua, nieve, pastos, bosques...) puede ser la base de su desarrollo.

Son áreas de interés colectivo por constituir reservas de agua, de madera, de especies animales y vegetales, etc.

La explotación racional de sus recursos requiere una tecnología especial y una formación específica de los usuarios.

Los medios de montaña son inestables por sus caracteres morfológicos, con una dinámica degradativa que implica un flujo rápido de materiales en superficie. Por esta causa, la mayor parte de los usos antrópicos están impedidos en las zonas de montaña o en su caso entrañan graves riesgos de degradación (Tricart y Kilian, 1.982).

Los caracteres más importantes de la montaña para la planificación de su empleo son la fragilidad de sus ecosistemas y sus limitaciones (Villar, 1.980). La fragilidad es una consecuencia de la elevada energía potencial de los materiales que ocasiona pérdidas de agua y nutrientes a niveles inferiores (erosión y degradación). Las limitaciones son de carácter productivo por la escasa duración del período vegetativo y la dificultad en el manejo.

Un carácter importante de la montaña y que condiciona todas las modalidades de uso, es la zonación altitudinal de los ecosistemas ocasionada por los cambios regulares del clima con la altura, sin olvidar la existencia de microclimas como respuesta a la orientación, encajonamiento del aire húmedo en los valles, etc. La presencia de ecosistemas enlazados confiere a la montaña fragilidad e implica que la explotación adopte caracteres particulares para cada "piso", y que conjugue la totalidad del espacio como unidad de pluralidades.

La montaña ofrece toda una serie de recursos, escasos en otros ámbitos, cuyo uso debe ser planificado teniendo siempre en cuenta la inestabilidad del empleo prolongado de los mismos. La primera norma de gestión en montaña es la de conservar y enriquecer el medio edáfico, ya que desde el punto de vista humano es un recurso no renovable y base de los recursos renovables de tipo agronómico e hidrológico.

El suelo de montaña presenta un escaso valor no ecológico a causa de tres hechos: a) baja fertilidad, b) malas condiciones para el manejo y la implantación de vegetación por las fuertes pendientes, y c) riesgos de erosión elevados.

Otro aspecto de la montaña que condiciona su empleo, es la baja tasa de renovación de la vegetación que exige dosificación en la intensidad de explotación.

A nivel general el empleo de la montaña española se estructura en varios pisos (Villar, 1.980). El más bajo de ellos es el de la economía agropecuaria y selvícola, ligado a pequeños núcleos de población. Este piso asciende de forma variable con la altitud del punto considerado. En Sierra Nevada su límite superior son los 1.500 m. de altitud y se caracteriza por la existencia de huertos, pequeños prados intensivos, cultivos de secano y explotación forestal como fuente de energía. El siguiente piso es el complejo selvícola y pecuario con bandas de pastizal extensivo a diente y zonas forestales, muy escasas en Sierra Nevada por la existencia en este piso del matorral climácico de piornos, sabinas y enebros de porte bajo a consecuencia de un clima particular. Los habitáculos humanos en este piso son de carácter temporal. El último nivel corresponde al complejo pecuario con dominio del pastizal de verano, carece de asentamiento para la población y el sistema de pastoreo es la trashumancia

diurna.

El uso de las zonas de montaña provoca impactos ambientales diversos que varían con el tipo y la intensidad de la explotación. Estos impactos, de acuerdo con la dosificación los mismos pueden ser directos o indirectos; a corto, medio o largo plazo; de corta o larga duración; acumulativos, reversibles o irreversibles; evitables o inevitables (Estevan, 1.984).

El uso más relevante de la montaña es el pastoreo en la modalidad de trashumancia. Los impactos de esta actividad son varios:

- Desaparición de amplias zonas de bosque y matorral.
- En laderas inestables el pisoteo del ganado provoca importantes efectos de erosión acelerada.
- La menor profundidad de enraizamiento del prado es causa de un menor reciclaje de la fertilidad.
- El edafoclima se altera por la mayor evaporación del pasto y la temperatura más contrastante del suelo.

El pastizal extensivo y la ganadería trashumante son el sistema de explotación pecuario mejor adaptado a la montaña, siempre que exista un equilibrio entre el número de cabezas de ganado y la regeneración del conjunto pasto-suelo (Villar, 1.980).

En lo que se refiere al uso forestal (importantísimo

en la montaña) generalmente se practica mediante tala abusiva que conduce a la degradación de amplias zonas donde el bosque no se puede regenerar en un espacio de tiempo relativamente largo. El manejo forestal con ayuda de maquinaria supone un grave peligro para los equilibrios de la montaña, en primer lugar por la necesidad de vías de acceso de gran anchura y de inclinación adecuada, que obliga al movimiento de grandes masas de materiales que son vertidos a las laderas con la consiguiente "esterilización" de los márgenes de estas pistas forestales. La gran potencia de acción que supone la maquinaria ha permitido poner en práctica el sistema de aterrazamiento para repoblación que en todos los casos no es un sistema adecuado, ya que siempre se realiza en roca fragmentada con ausencia total de suelo rico en materia orgánica, que en estas laderas es enterrado o mineralizado por la remoción.

Un importante problema del uso forestal de las zonas de montaña es la repoblación con resinosas, que de forma casi exclusiva se viene realizando en nuestro país, quizás por su retabilidad a corto plazo o incluso por ser la única posibilidad viable de reforestación. Este bosque implantado, altera profundamente los equilibrios ecológicos, impide el desarrollo paralelo de una ganadería y sus beneficios se ven fuertemente mermados por las plagas y los incendios.

La agricultura de arado es la forma de uso menos

favorecida en las zonas de montaña y la que provoca impactos de más importancia en caso de practicarse. Los períodos en que el suelo se encuentra al descubierto son de gran susceptibilidad a la erosión y aunque no es el caso de Sierra Nevada por la pequeña extensión que ocupan, esta clase de uso ha sido causante de la pérdida absoluta del suelo en amplias zonas de nuestra región (sierra de la Contraviesa).

La creación de embalses es otra forma de alteración de los sistemas de montaña al inundar amplias zonas, generalmente con un elevado porcentaje de suelo fértil y alterar la ecología de los ríos.

Finalmente, el turismo contribuye a la destrucción de zonas extensas al abrir accesos, pistas de esquí, construir edificios, etc., además de atraer a la montaña a una población en muchos casos irrespetuosa y desconocedora de la labilidad de los ecosistemas nivales. También, la concentración humana en ciertas áreas turísticas contamina el aire y las aguas y altera los paisajes. Los beneficios de esta clase de explotación generalmente no redundan en la mejora y la conservación de las áreas empleadas.

En resumen, la ordenación de las zonas de montaña debe conjugar la productividad con la conservación de unos recursos importantes en base a su escasez, a su inestabilidad y a su importancia como reserva ecológica

para el futuro. Los sistema de explotación más adaptados a estas áreas son la ganadería trashumante, controlada en cuanto a número de cabezas y la explotación forestal, respetando el bosque autóctono y usando el entresacado como forma de extracción de la madera.

Como conclusiones a todo lo expuesto se pueden hacer las siguientes afirmaciones:

a) La planificación de las áreas de montaña debe ser extremadamente cuidadosa con respecto a la fragilidad de sus ecosistemas, a los usos pertinentes y al valor de la montaña en el contexto regional.

b) La evaluación para uso de estas áreas de terreno y más concretamente de sus suelos, debe tener en cuenta la gran variabilidad en sus propiedades, debida a la heterogeneidad en sus condiciones de formación, incluso a distancias de pocos metros; las posibilidades de predicción se encuentran restringidas por ese hecho y sólo son posibles las valoraciones de aptitud global para usos definidos con poca precisión.

#### IV-1-2 - EMPLEO DE LAS CARTOGRAFIAS DE SUELOS EN LA EVALUACION

Las cartografías básicas de suelos, pueden emplearse en la estimación de la aptitud o capacidad de la tierra para la producción agrícola, la construcción de residencias de pequeño tamaño, la producción de madera, los usos recreativos, el comercio o industria ligera, el tratamiento sanitario, etc. (Bartelli, 1.978), y más concretamente en el uso forestal de la tierra con miras a la producción. Snyman (1.989) y McLeroth (1.988) señalan que los levantamientos de suelos son fundamentales en la preparación del terreno, en la selección de especies, la fertilización, turnos y formas de corta, etc.

Sin embargo, las posibilidades de empleo de un mapa básico de suelos para la evaluación de tierras radican en los planteamientos previos del mismo (Dent & Young, 1.981). Para estos autores, los principios de un levantamiento de suelos aplicable a la evaluación de tierras son: a) El planteamiento de metas y objetivos concretos, b) la consideración de las características de los suelos y de patrones de distribución, como el paisaje o la vegetación, c) los suelos no son el único recurso de la tierra, y d) el mapa de suelos y el informe son complementarios, no debiendo ser el mapa de suelos la única base para tomar decisiones respecto al uso y manejo de la tierra, aunque es



una parte importante.

Los levantamientos de suelos son útiles cuando incorporan datos de carácter agronómico, como son la productividad o las prácticas de manejo actuales (Mackney, 1.974). Por tanto, un levantamiento de suelos se puede emplear en evaluación siempre que ésta sea uno de los objetivos de dicho levantamiento (McRae & Burnham, 1.981). Esto es mucho más patente en el caso del uso forestal como indica Schönau (1.989), donde los levantamientos de suelos deben incluir datos específicos para el uso forestal. Grey & Taylor (1.983), señalan que las guías para la cartografía de los "forest-sites" están basadas en inventarios y mapas de suelos a escala 1:10.000, y que la selección de especies concretas es idónea a partir de los datos de suelo, además de otros datos de clima.

Según Davidson (1.980), las unidades cartográficas de suelos (U.C.S.) son la clave para la interpretación de un levantamiento de suelo, ya que de acuerdo con Edmonds et al. (1.985), el mapa de suelos divide al "continuum" de los suelos en áreas (unidades cartográficas) dominadas por suelos con morfología y propiedades similares y que tienen respuestas similares frente al uso y manejo.

Las U.C.S., entendidas como unidades simples o consociaciones, agrupan suelos con igual secuencia de horizontes, desarrollados sobre el mismo material parental

y formados bajo condiciones externas similares; suelos que se clasifican en la misma unidad taxonómica (U.S.D.A., 1.975; Dent & Young, 1.981).

La U.C.S. es un concepto muy cercano al de "tipo natural de tierra" (Bartelli, 1.979), ya que delimita un espacio natural que integra varios componentes del paisaje, como organismos, caracteres intrínsecos del suelo, vegetación natural y productividad potencial. Todas estas variables definen la U.C.S. con idéntico peso y cualquier cambio en algunas de ellas condiciona un cambio en la U.C.S. Sin embargo, suelos y topografía son los factores de más peso en la práctica cartográfica. El Manual de Levantamiento de Suelos (Soil Survey Staff, 1.951) afirma que la unidad taxonómica, es decir, el tipo o tipos de suelos son los que determinan a la U.C.S. y el resto de factores se consideran sólo a nivel de fases. Estas afirmaciones dependen de la escala y la intensidad de estudio cartográfico: a pequeña escala la U.C.S. se asemeja al "tipo natural de tierra", mientras que por el contrario cuanto mayor es la escala, más se basa en el tipo de suelos.

De acuerdo con ese concepto de U.C.S., el sitio forestal que define Grey (1.980, 1.983a) está determinado con parámetros similares.

En el "Manual de Levantamiento de Suelos" revisado

(Soil Survey Staff, 1.975) se considera la composición de la U.C.S. de la forma siguiente: 75% del taxón (caso de consociaciones) o taxones (asociaciones o complejos) de referencia, o suelos similares. Los suelos no similares limitantes, no deben exceder del 15% y los no similares no limitantes, del 25%. Suelo similar se entiende como aquel que difiere del taxón de referencia en una o dos propiedades de diagnóstico, pero en el límite de esas propiedades y que tiene una interpretación similar en cuanto al uso y manejo. Los suelos no similares difieren marcadamente en más de dos caracteres de diagnóstico y pueden ser limitantes cuando tienen limitaciones para el uso más severas que los taxones de referencia, o no limitantes en el caso contrario. Es evidente que al nivel de la construcción formal de una cartografía, los criterios utilitarios son la base.

El suelo forma un "continuum" en el paisaje y sus características varían de forma continua tanto lateral como verticalmente. Existen dos tipos de variabilidad: *sistemática*, cuando los cambios se producen en función de cambios en los factores formadores de los suelos y/o manejo de los mismos por el hombre, y al *azar*, en función de cambios en los factores formadores a cortas distancias y/o errores en el muestreo y en el análisis (Wilding y Drees, 1.983). La variación sistemática se refleja en la delimitación de las U.C.S. La variación del azar sólo es separable en caso de estudios muy detallados y en la

mayoría de los levantamientos de suelos constituye el factor de variabilidad interna de las U.C.S.

La U.C.S. no debe ser entonces una delineación subjetiva del límite entre suelos taxonómicamente distintos, sino que debe ser uniforme en cuanto al grado de variabilidad interna de las propiedades de los suelos. Si la variabilidad interna de la U.C.S. se representa mediante el coeficiente de variación (CV), se observa que dicho coeficiente aumenta al pasar de pedón a polipedón y de éste a las U.C.S. (Wilding y Dress, 1.983). Hay propiedades que presentan un elevado CV incluso a nivel de pedón, como es el caso del K asimilable (Beckett & Webster, 1.971). Delgado et. al. (1.988) para algunas U.C.S. de Criumbrepts típicos y énticos en Sierra Nevada encuentran CV mínimos para pH y contenido de grava, y máximos en las características relacionadas con el complejo de cambio.

La variabilidad interna de las propiedades del suelo dentro de cada U.C.S., establece los límites de la aplicabilidad de un mapa de suelos a la evaluación de tierras, ya que las indicaciones sobre uso y manejo de suelos dependen de las propiedades del suelo sobre las que se basan. El grado de variabilidad que aceptan los usuarios de un mapa de suelos decrece con la intensidad en el uso de la tierra, aunque existe un límite por debajo del cual los costos y los métodos cartográficos impiden reducir la variabilidad de las U.C.S. (Edmonds et al., 1.985).

La denominación taxonómica de la U.C.S. refleja su variabilidad. El grado de homogeneidad desciende de la consociación a la asociación y de ésta al complejo (Tomlinson, 1.970). También es función de la categoría o nivel de clasificación alcanzado y de la clasificación de suelos empleada. Respecto a esto último, la Soil Taxonomy (USDA, 1.975) parece ser el sistema más adecuado.

Las clasificaciones de suelos incluyen caracteres de diagnóstico de tipo utilitario en los niveles más bajos de la clasificación, de ahí que las predicciones sobre uso y manejo a partir de las unidades taxonómicas desciende en el sentido ascendente de las clasificaciones. Según Tomlinson (1.970), la utilidad de un mapa de suelos varía de acuerdo con el tipo de U.C.S., desde la fase a unidades basadas en categorías superiores a la de la serie. Este autor afirma sin embargo, que la distribución regular o irregular de los suelos (asociaciones o complejos, respectivamente) es de más valor para la interpretación que el nivel clasificatorio alcanzado.

En un gran número de casos, la evaluación de tierras basada en una cartografía de suelos, consiste en analizar los suelos denominados "Benchmark" y extender los resultados a las U.C.S. donde estos suelos sean mayoritarios (Miller y Nichols, 1.979) . Para la evaluación es más útil analizar los suelos "Benchmark" en profundidad, que estudiar muchas muestras de manera restringida, lo que

obliga a interpretar con escasez de datos (F.A.O., 1.985). La elección de dos suelos "Benchmark" de morfología y propiedades opuestas para evaluar las U.C.S. reduce el grado de incertidumbre respecto a la variabilidad interna de dichas unidades (Mausbach et al., 1.980).

Desde el punto de vista de la evaluación de suelos lo más significativo es el tipo y no la cantidad de suelos diferentes a los taxones de referencia de la U.C.S.; es decir, si se trata de suelos similares o no similares y de entre ellos, contrastantes o no contrastantes (Miller & Nichols, 1.979; Ramson et al., 1.981).

Cuando las U.C.S. son consociaciones y su elemento es la fase de la serie, la interpretación es simple empleando el suelo modal. En asociaciones o complejos se pueden evaluar cada uno de los tipos de suelos presentes, lo que en muchos casos hace imposible asignar una clase de capacidad o aptitud concreta para un determinado uso (Miller y Nichols, op. cit.), y sólo es posible emplear métodos de evaluación generalizados (Bartelli, 1.978)

En la evaluación de tierras hay tres formas de abordar el problema de los datos de base con respecto a los mapas de suelos (MacRae & Burnham, 1.981): 1) el evaluador extrae los datos necesarios de la memoria del mapa de suelos; 2) el evaluador emplea el mapa de suelos como asiento para sus propias observaciones y las U.C.S. le sirven de base para

extrapolar y cartografiar sus resultados; 3) el evaluador utiliza el estudio de suelos como una fuente más de información y las unidades cartográficas de tierras tienen límites diferentes a las U.C.S.

La forma de emplear un mapa de suelos en evaluación viene condicionada por la clase de uso que se quiere evaluar, el nivel de predicción que se pretende alcanzar, el carácter socioeconómico del área estudiada y el grado de aproximación que tiene la cartografía de suelos (Bartelli, 1.978; McRae y Burnham, 1.981, Dent y Young, 1.981).

En lo referente a la clase de usos a evaluar, los mapas de suelos muestran su mayor utilidad en la evaluación para usos agronómicos ya que permiten valorar la relación suelo-planta, y por ende, la selección de cultivos adecuados, las guías para siembra y la productividad. (Bartelli, 1.978). Para los usos no agronómicos, la utilidad de los mapas de suelos en evaluación es menor y se restringe en muchos casos a la posibilidad de extender los resultados obtenidos con análisis puntuales expresos a las U.C.S. (McRae & Burnham, 1.981). Sin embargo, la aptitud para usos no agronómicos puede deducirse a partir de las propiedades de los suelos, inventariadas en una cartografía de rutina (F.A.O., 1.973).

El nivel de predicción que se quiere alcanzar con la evaluación, presenta una relación biunívoca con el grado de

aproximación alcanzado en la cartografía de suelos. Miller y Nichols (1.979) establecen la utilidad en evaluación/planificación de los diferentes grados en el levantamiento de suelos. Así en el primer orden, mapas muy detallados o intensivos con escalas mayores de 1:10.000, basados en la fase de las series, el nivel de predicción que se puede alcanzar en evaluación y planificación es muy alto, mientras que en el orden 5º, mapas generalizados o exploratorios con escalas comprendidas entre 1:25.000 y 1:100.000, cuyas U.C.S. están definidas por asociaciones de fases de Sugbrupos, Grandes Grupos, Subórdenes y Ordenes, sólo es posible la planificación de carácter amplio y la evaluación está restringida a formas generales de uso.

En cuanto al carácter socioeconómico del área evaluada, Dent & Young (1.981) establecen tres diferentes situaciones: a) zonas desarrolladas y densamente pobladas, b) zonas poco pobladas de países desarrollados y poco desarrollados y c) áreas densamente pobladas y poco desarrolladas. Los mapas de suelos encuentran su mayor aplicación en las zonas b) y la menor en las zonas c), donde los aspectos socioculturales imponen los usos a la tierra. En las zonas a), la utilidad se restringe a los mapas detallados o intensivos.

### **Conclusiones**

A) La evaluación de tierras es en gran medida un



sistema interpretativo de los levantamientos de suelos, y las clasificaciones de aptitud y capacidad se consideran como clasificaciones técnicas o artificiales de suelos (Mackney, 1.974; Buol et al., 1.975; Bartelli, 1.978 y 1.979; Davidson, 1.980; Dent & Young, 1.981 y McRae & Burnham, 1.981).

B) La utilidad de un mapa de suelos en evaluación radica en parte en los planteamientos previos del mismo y por ello, los aspectos utilitarios del suelo deben ser un punto de partida en la planifiación de una cartografía de suelos. (Dent & Young, 1.981).

El grado de homogeneidad interna de las unidades cartográficas es el que limita las posibilidades de valoración o de predicción, sobre los usos presentes o los posibles usos, respectivamente.

C) Los niveles de intensidad en el empleo de una cartografía de suelos en la evaluación, dependen de multiples factores (McRae & Burnham, 1.981). La mayor utilidad se encuentra para los usos agronómicos en zonas poco pobladas de países desarrollados.

D) Las limitaciones generales para el empleo de una cartografía de suelos en la evaluación son: 1) la seguridad en la predicción, que está sujeta a un margen de error igual o mayor al del establecimiento de las propiedades del

suelo y su distribución espacial, y 2) un levantamiento de suelos generalmente no incluye todos los atributos de la tierra necesarios para la evaluación.

E) Los levantamientos de suelos aplicables a la evaluación de tierras, en un futuro, necesariamente tendrán que contemplar técnicas de sensores remotos para medidas continuas de las condiciones de superficie del suelo, así como la instalación de sensores automáticos "in situ" para la determinación continua de propiedades del suelo, e igualmente sistemas de información geográfica y de manejo computerizado (Bouma, 1.989).

F) Basandose exclusivamente en un mapa de suelos no se puede decidir el uso pertinente para cada unidad de tierra, pero sí predecir las consecuencias que se derivan de la decisión sobre el uso de un tipo de suelos.

## IV-1-3 LA EVALUACION DE TIERRAS CON FINES FORESTALES

### IV-1-3-1 Introducción

Para el desarrollo de esta introducción se ha seguido la Guía para la Evaluación de Tierras con Fines Forestales de la F.A.O. (1.985c), ya que es un importante documento para los estudios de forestación que recoge un gran número de trabajos al respecto, propone un marco metodológico aplicable a todos los tipos de tierra, todos los tipos de uso y todos los contextos socioeconómicos, y está basado en el Esquema para la Evaluación de Tierras (F.A.O., 1.976).

A lo largo de la exposición se han insertado afirmaciones, resultados o recomendaciones referentes a los distintos aspectos recogidos por la F.A.O. (op. cit.), de otros autores que estudian problemas concretos. La mayor parte de las diferencias metodológicas entre los distintos autores residen en los requerimientos contemplados en la evaluación y en la forma de establecimiento de las unidades de tierras.

Otros documentos importantes en la evaluación para usos forestales, empleados para el enfoque de este capítulo son Carmean (1.975), McRae y Burnham (1.981), Laban (1.981) Kilian (1.984) y Bibby et al. (1.988).

#### IV-1-3-2 Consideraciones generales

El objetivo principal de la Directiva F.A.O. (1.985c) es apoyar la búsqueda y la toma de decisiones sobre las tierras en cultivo o no forestales que son más adecuadas para el establecimiento de plantaciones forestales, teniendo en cuenta, sin embargo, que las funciones alternativas del bosque como son la conservación de los suelos, del agua y la vida salvaje, así como los usos recreativos, etc., son decisivos en muchos casos cuando se trata de escoger entre el bosque y otros posibles usos, en una parcela de tierra.

El uso forestal presenta aspectos peculiares que lo diferencian netamente de otros usos agronómicos y que son fundamentales a la hora de su evaluación, estos son:

a) Sus resultados se obtienen a largo plazo, a veces de hasta 100 años, ello dificulta la evaluación económica y de los riesgos acumulativos. Es una actividad que requiere planificación en el espacio y en el tiempo.

b) El bosque tiene funciones múltiples: Producción de madera o productos maderables; producción de materias primas no maderables ( resinas, frutos, etc.); conservación del agua; conservación del suelo; conservación biológica; usos recreativos y turísticos; posibilidad de otros usos simultáneos -sistemas agroforestales, silvopastorales o agrosilvopastorales-. Las funciones múltiples generan dificultades en la optimización.

c) Diferentes niveles de intensidad de manejo, con un rango muy amplio que va desde bosques naturales no manejados y protegidos, hasta plantaciones forestales con selección de especies, mejoras de mayor cuantía, etc. Cuanto mayor es la intensidad de manejo se deben contemplar un mayor número de cualidades de la tierra.

d) Destacan en el uso forestal las funciones de conservación de suelos, de agua y de especies vegetales y animales.

Aunque no está explícitamente recogido por esta directiva, el uso forestal tiene una función regenerativa o restauradora de zonas degradadas o industriales como es el caso de minas y otras explotaciones (Bussler et al. 1.984).

Por los motivos aducidos, merece especial atención, dentro de las características peculiares del uso forestal, la planificación a largo plazo, que exige una selección muy cuidadosa de los "forest - sites", así como una valoración de los impactos ambientales de estas actividades (McLeroth, 1.988).

En la evaluación de tierras con fines forestales no se toman decisiones sobre el uso no forestal o forestal y dentro de este en sus distintas modalidades, que se va a dar a una determinada parcela de tierra, sino que se plantean alternativas de acción y sus consecuencias para

los distintos tipos de tierras presentes en un área. Las cuestiones que debe resolver un proyecto de evaluación forestal de tierras son:

a) Manejo actual de la tierra y consecuencias futuras del mismo.

b) Posibles cambios en el uso o prácticas de manejo.

c) Para cada posible cambio en el uso o manejo deben establecerse: los efectos adversos del mismo, los insumos necesarios, los beneficios estimados y el uso múltiple con un óptimo en la relación: insumos/producción/conservación.

La evaluación forestal de tierras incluye un conjunto de metodologías particulares como son: Inventarios forestales, predicción del rendimiento forestal, estimación del volumen forestal, clasificación de tierras para uso forestal basada en factores edáficos y climáticos, valoración del impacto ambiental de las actividades y análisis económico de proyectos forestales.

#### **IV-1-3-3 Procedimientos generales de evaluación**

La evaluación de tierras con fines forestales se basa en la comparación de los usos posibles de la tierra expresados como requerimientos de uso, con los tipos de tierra disponibles que se representan por sus cualidades relacionadas. Los procedimientos básicos son por tanto, los mismos que señala el Esquema para la Evaluación de Tierras de la F.A.O. (1.976).

Un proyecto de evaluación forestal de tierras según este "Esquema", debe realizar una secuencia de operaciones determinada, que se resume de la forma siguiente:

La evaluación requiere de una etapa previa de *planificación, establecimiento de objetivos* concretos en lo que se refiere a qué tierras se van a evaluar y que usos son relevantes de acuerdo con el contexto físico y socioeconómico. Asimismo, en esta etapa previa se determinan aquellas *limitaciones "a priori"*. Este conjunto de procedimientos se realizan mediante acuerdos entre los organismos o empresas que requieren de la evaluación, y los equipos de trabajo que la van a llevar a cabo. Los evaluadores pueden entonces elaborar un *esquema* teniendo en cuenta los datos previos de que se dispone, p. ej.: mapa de suelos.

Se inician entonces tres clases de actividades paralelas: a) Estudios de los *tipos de utilización de tierras*, b) estudio y levantamiento de los *tipos de tierras* y c) recopilación de *datos socioeconómicos*. Una vez descritos los tipos de utilización se establecen sus *requerimientos de uso*, en forma de criterios diagnósticos o factores limitantes. En cada unidad de tipo de tierras se determinan las *características y cualidades* relacionadas con los anteriores requerimientos.

La etapa más importante en la evaluación es la

*confrontación* entre los requerimientos para el uso y las cualidades de la tierra relacionadas; se obtiene de ella una *primera aproximación a la clasificación de aptitud*.

Esta aptitud previa se reconsidera, teniendo en cuenta un análisis más a fondo del *impacto ambiental* de los usos evaluados y los *análisis económico y social*. De esta segunda *confrontación* se obtiene una *clasificación definitiva de la aptitud* de cada unidad de tierra para cada uso de los evaluados.

La última etapa de la evaluación corresponde a la *presentación de los resultados* en forma de memorias o de mapas. La *computerización* de todos los procedimientos facilita grandemente el empleo de un proyecto de evaluación. Respecto a la informatización de los proyectos de evaluación para uso forestal, no sólo se trata de automatizar los procedimientos empleados en la expresión de los resultados, sino de emplear para la planificación del bosque "herramientas" matemáticas como son el análisis de sistemas y la investigación operativa, que ayudan en la optimización, en la planificación de uso e incluso, a mejorar el propio proyecto de evaluación (Schreuder, 1.979; Schreuder et al., 1.979 y Bare et al., 1.984).

Algunos trabajos (Touber et al., 1.989) adoptan este esquema F.A.O. (1.985c) fielmente y otros con modificaciones, como en el caso de Bonfils et al. (1.989),



que establecen una metodología de evaluación silvopastoral con objetivos de producción con las siguientes etapas: a) Gestión actual, b) búsqueda de referencias agronómicas c) puesta a punto de algoritmos de crecimiento y d) actividad concreta recomendada.

#### IV-1-3-4 Tipos de uso: Requerimientos de uso

Se habla de dos modalidades de uso: *Bosques naturales o plantaciones forestales*, y cuatro tipos principales de manejo: *Manejo comercial, comunitario, ambiental o con fines recreativos*. Kilian (1.984) admite dos formas básicas de considerar al "forest-site": ecológica o de producción.

Para estudios de reconocimiento es suficiente definir el tipo de uso a ese nivel, pero para estudios más detallados se debe concretar el denominado "*tipo de utilización de la tierra*", que especifica especies, métodos de manejo y medidas de conservación.

El uso forestal es generalmente multipropósito o de tipo múltiple de utilización y por tanto, la evaluación con fines forestales debe tener en cuenta ese hecho. El tipo de utilización de tierras se establece por:

- a) Preselección de tipos o imposición externa por circunstancias sociopolíticas o económicas.
- b) Necesidades sociopolíticas o económicas del área.
- c) Disponibilidades socioeconómicas.

d) Contexto físico general.

El tipo de utilización de tierras se define con los siguientes apartados: salidas (productos u otros beneficios), mercados, trabajos, capital, insumos materiales, tecnología, requerimientos de infraestructura, mejoras de la tierra, manejo y escala de operaciones.

Una condición necesaria o deseable para la buena consecución de un uso determinado, puede expresarse como requerimiento (necesarios o deseables) o como limitaciones (adversas). Algunas condiciones son siempre limitaciones. Requerimientos y/o limitaciones son la base para decidir que información es necesaria para la evaluación.

Se clasifican los requerimientos en:

1) *Crecimiento*, 2) *Manejo* y 3) *Conservación*.

Los requerimientos de crecimiento son fundamentalmente de suelo y clima; pueden sustituirse por estimaciones de las condiciones forestales presentes, como son la tasa de crecimiento, tasa de supervivencia, etc. Se requiere para ello de la presencia de un rodal de bosque natural o una repoblación antigua.

Los requerimientos de manejo son las condiciones necesarias o deseables para un buen manejo del bosque. Pueden subdividirse en requerimientos para cada etapa como

son la preparación, establecimiento, mantenimiento y aprovechamiento.

Los requerimientos de conservación están siempre presentes en el uso forestal y son el grupo de requerimientos más importantes en el caso del manejo forestal ambiental.

En muchos casos, los requerimientos son interdependientes ya que la subdivisión de requerimientos es en gran medida artificial.

*Los requerimientos de crecimiento* más relevantes en la evaluación son: Temperatura -a veces reemplazada por la altitud- y humedad adecuadas, presencia de O<sub>2</sub> para las raíces -expresado como drenaje-, nivel de nutrientes apropiado y profundidad suficiente para el enraizamiento adecuado. Cuando en determinadas regiones priman las limitaciones para el crecimiento forestal por un factor específico, dicho factor se convierte en el denominado "site key" o clave de sitio, que constituye el criterio diagnóstico de mayor peso en la evaluación. Este es el caso descrito por Dent y Murtland (1.990) para Yemen del Norte, en el que la disponibilidad de agua, valorada con dos características: Suficiencia de agua en el perfil y bloqueo de la misma por las heladas, constituye la clave de sitio.

La radiación solar es un requerimiento fundamental de

crecimiento, pero en la práctica se tiene en cuenta mediante selección adecuada de las especies a la latitud, altitud o zona climática. La salinidad, sodicidad y toxicidad como limitaciones, no se contemplan frecuentemente pero son esenciales en algunos "sitios". Los riesgos para el bosque, considerados como requerimientos de supervivencia, pueden ser de origen climático (fuego, heladas o vientos), fisiográfico (vientos, inundaciones o avalanchas) o biológicos (plagas y enfermedades epidémicas o endémicas). Estos riesgos son considerados por otros autores como problemas de manejo del bosque (Smalley, 1.979).

*Los requerimientos de manejo* están esencialmente influidos por las condiciones del relieve como son pendiente, rocosidad y drenaje. Los más importantes son los de mecanización, construcción de accesos, viveros, aclareos y tamaño de las unidades de manejo, así como de accesibilidad general presente o potencial. En el caso de la evaluación para producción, el empleo de fertilizantes puede considerarse como un requerimiento de manejo (Payn et al., 1.988).

*Los requerimientos de conservación* para todas las formas de uso forestal son: resistencia del suelo a la erosión -que puede incluso ser decisivo para separar las áreas de conservación-, mínima alteración del sistema hidrológico, degradación de la vegetación en bosques

naturales, y preservación de la vida salvaje.

En el caso concreto de la evaluación forestal ambiental, que Margules (1.985) denomina evaluación para conservación, los requerimientos de conservación adquieren gran relevancia y se clasifican en tres tipos:

1) Protección de embalses para conservación y producción de agua.

2) Protección contra la erosión del suelo y la sedimentación externa. Recuperación de áreas erosionadas.

3) Conservación de la flora y la fauna: recursos genéticos y especies en peligro de extinción.

Margules (op. cit.), señala que los criterios para la evaluación de conservación, no están bien definidos y en estas clasificaciones deberían considerarse valores tales como: diversidad, rareza, autoctonía, áreas y representatividad, etc.

En la *evaluación forestal para recreo y turismo*, los requerimientos de producción se sustituyen por los denominados *recursos para la recreación*. Entre los más aplicados están los estéticos o paisajísticos, que incluyen formas de la tierra y vegetación, la existencia de "cuerpos de agua" (ríos, lagos, cascadas, etc.), presencia de especies animales o vegetales de interés, clima y recursos para actividades especiales (esquí, pesca, caza, alpinismo, etc.). Como requerimientos de manejo se incluyen la

construcción y mantenimiento de accesos, presencia de lugares apropiados para acampada, hoteles, comidas campestres, etc., tamaño de las unidades respecto a usuarios potenciales y localización general. Como requerimientos de conservación figuran la resistencia a la degradación de los suelos, la vegetación y la fauna, la presión recreativa y el peligro de incendios, muy importante en estos casos.

Para el uso forestal multipropósito se deben combinar los distintos requerimientos, para cada una de las funciones específicas del bosque (Booth, 1.985). En muchos casos la armonización de los requerimientos para distintos usos puede ser conflictiva, como es el caso de la conservación y el manejo productivo - comercial (Grey, 1.989b).

#### IV-1-3-5 Levantamiento y estudio de los tipos de tierras

El concepto de tierra comprende clima, fisiografía, hidrología, suelos, vegetación (incluyendo la cubierta forestal presente), fauna y enfermedades. "Sitio", en el concepto de Grey (1.980, 1.983a), equivale a tierra para escalas de trabajo detalladas, no así en el caso de pequeñas escalas donde las unidades de tierra incluyen un número determinado de "sitios".

Esta fase de la evaluación pretende, en primer lugar, identificar y cartografiar los distintos tipos de tierras (levantamiento) y posteriormente, describir las características y cualidades de los tipos establecidos (estudio).

**Fase de levantamiento.** En esta fase, en primer lugar se recopilarán y procesarán todos los estudios previos existentes sobre caracteres ambientales y, posteriormente se realizarán aquellos de los que no se dispoga y sean necesarios o bien, ante la falta de datos básicos, se planificará un estudio completo de los mismos.

Dependiendo de los objetivos concretos de la evaluación se alcanzarán tres posibles niveles de intensidad en esta fase:

a) *Reconocimiento*, para la planificación a la escala nacional o de grandes regiones; escalas de trabajo y de presentación de resultados de 1:100.000 o menores. Las unidades de tierras se basan principalmente en unidades fisiográficas.

b) *Semidetalle*, en proyectos de factibilidad y para la localización de regiones apropiadas para proyectos de manejo intensivo del bosque. Como base de los trabajos de campo se emplea la fotografía aérea. Escalas 1:50.000.

c) *Detallados*, en proyectos de planificación de manejo intensivo del bosque. Basados en fotografía aérea y gran número de observaciones de campo. Se llevan a cabo en áreas

muy específicas.

Los datos básicos existentes o los obtenidos expresamente en esta fase, son los que fijan el nivel de intensidad que se puede alcanzar en el levantamiento de las unidades de tierras.

El levantamiento de los recursos básicos puede realizarse con tres enfoques:

1 - Levantamiento individualizado de los factores ambientales: geología, fisiografía, clima, hidrología, vegetación, fauna y enfermedades. Los suelos son a menudo la base para la planificación del uso forestal, considerados tanto como cuerpos naturales en los mapas de carácter general o como soportes de actividades humanas específicas en los mapas utilitarios. Este hecho lo corrobora Smalley (1.982). En la mayor parte de los casos los mapas de suelos, lo son de suelos-fisiografía.

2 - Levantamientos integrados del ambiente o de "Land Systems", donde se cartografían tierras o facetas de tierras basadas en primera instancia en fisiografía y vegetación, aunque fisiografía, suelos y vegetación son los que definen realmente los "Land Systems". Dentro de este grupo podemos citar los trabajos de Smalley (1.979) y Nakos (1.983, 1.984). Las importantes revisiones de Kilian (1.981 y 1.984) a este respecto, abogan por el establecimiento del



"total site", multinivel que integra factores ecológicos y otros de índole temporal, aunque se admite que no es posible establecer una metodología universal para ello.

3 - Los levantamientos especializados empleados en la evaluación del recurso forestal, consisten en estimaciones del volumen, crecimiento y rendimiento del bosque, entre los que se pueden citar:

a) *Inventario forestal*. Medida y cartografía de los recursos forestales con evaluación de características de árboles y sus tierras correspondientes, tal y como describen Blum et al. (1.989).

b) *Predicción del rendimiento forestal: métodos directos*. Esta metodología, está descrita en detalle por la F.A.O. (1.980b y 1.980c). Incluye el denominado índice de sitio, la longitud o período de rotación óptimo, la clase de rendimiento y clase de productividad (McRae Burnham, 1.981), los índices de sitio revisados por Grey (1.989a), etc. Estos métodos son los más precisos y recomendables, siempre que sea posible. Basándose en el rendimiento forestal, Bonfils et al. (1.989), una vez identificada una determinada formación boscosa, establecen el modelo de crecimiento de las distintas especies, lo que se correlaciona con la ecología y la edafología de cada sector; todo ello permite la valoración indirecta posterior de otras parcelas de tierras con similares características.

c) *Predicción del rendimiento forestal: métodos indirectos o de predicción*. Los más importantes son las

correlaciones crecimiento-sitio. Las correlaciones con las variables climáticas son generalmente altas mientras que con las variables edáficas son usualmente bajas debido a que las plantaciones se establecen generalmente en suelos adecuados empleando el sentido común. Esta afirmación es cierta en muchos casos, pero en otros, como los descritos por Alexander et al. (1.989), Fabiao et al. (1.987), Robles (1.972 y 1.975), etc., sí aparece una correlación significativa entre el suelo y la productividad.

Estos procedimientos específicos de la evaluación del recurso forestal son, en sí, procesos de evaluación de tierras tal y como los define Basinski (1.985), ya que se trata de valoraciones basadas en la experiencia (directas) o de predicción a partir de conocimientos adquiridos (indirectas). Estos métodos, en las tierras donde se puedan efectuar, sustituyen a la valoración de todos los requerimientos de crecimiento.

Citaremos a continuación algunos ejemplos concretos y la forma de resolución alcanzada por los diferentes autores en el levantamiento de los tipos de tierras.

Smalley (1.982) propone una forma mixta de subdivisión del territorio aunando criterios edáficos y de producción para definir el tipo de tierra.

Bailey (1.988) discute los detalles adecuados para

modelizar el análisis de un área, cuya respuesta depende de la complejidad de dicha área y del nivel de precisión necesario. Es decir, tanto el grado de detalle como la complejidad son los que condicionan la fase de levantamiento. Este autor emplea para el levantamiento de los tipos de tierras unos criterios ecogeomorfológicos. Identifica tres niveles: Macroescala, mesoescala y microescala, asimilables a región, mosaico de paisaje y sitio, respectivamente; el tercer nivel es la base de la valoración de productividad y prescripciones de manejo del bosque.

En ese mismo sentido, Schönau y Schulze (1.984), para la región de Natal, emplean en una primera fase de levantamiento de tierras criterios climáticos, altitudinales y edafoclimáticos, ya que los condicionantes de la disponibilidad de agua en el suelo son los limitantes principales en Sudáfrica; con estos criterios se delimitan grandes zonas de crecimiento óptimo que deben subdividirse para su planificación más precisa, por aspectos esencialmente edáficos y fisiográficos.

Otros autores, como Barnes et al. (1.982), resuelven el levantamiento de tierras emplando suelos, fisiografía y vegetación para delinear unidades ecológicas de paisaje, que suponen como patrón para la utilización intensiva y múltiple del bosque. Al igual que Dent y Murtland (1.990), definen para estas áreas ecológicas unos factores

fundamentales -"site factor"-, similares a las site keys, que son aquellas características o cualidades que limitan o favorecen decisivamente al bosque. Las recomendaciones de uso se establecen en función de esos factores.

Por último, Bonfils et al. (1.989) plantean una metodología de levantamiento -"Thématisation"-, para la que son imprescindibles los sistemas de información geográfica.

La conservación de los recursos hidrológicos, la conservación de la vida silvestre y el manejo forestal para turismo y recreación, son modalidades de uso forestal que requieren un tratamiento especial en esta fase de levantamiento, ya que las unidades de tierra tienen una configuración especial. Así, en el caso de la vida salvaje, las tierras para las especies migratorias pueden incluir zonas muy alejadas de la zona de estudio.

**Fase de estudio.** Comprende la selección y el análisis de las características y cualidades de la tierra que se van a emplear para valorar los requerimientos de uso.

En el caso del uso forestal, el empleo de cualidades o características conduce a resultados sensiblemente iguales, sin embargo, el empleo de características resulta difícil por encontrar valoraciones contradictorias para una misma característica. Schulze (1.982) emplea características para la evaluación de los terrenos

forestales que solapan entre si, como es el caso de las variables climáticas y la altitud.

La evaluación basada en las cualidades de la tierra presenta ventajas, entre las más importantes: a) El número de cualidades es más reducido, b) la misma cualidad puede ser valorada de distinta manera según los datos disponibles, y c) las cualidades en muchos casos se relacionan directamente con los requerimientos.

Las etapas a seguir en esta fase son: 1- Selección de las cualidades relevantes. 2- Seleccionar las características para valorar las anteriores cualidades.

Se suponen aproximadamente unas 30 cualidades para la evaluación de usos forestales agrupadas en: A) Cualidades que afectan al crecimiento. B) Estimaciones del volumen forestal, crecimiento y rendimiento. C) Cualidades que afectan al manejo. D) Cualidades que afectan a la conservación. E) Cualidades que afectan al potencial recreativo. Sánchez Marañón (1.990), evalúa una zona para siete tipos de gestión forestal (conservación, regeneración, transformación, reforestación, manejo de matorrales en áreas críticas, pastoreo y recreación), utilizando 31 cualidades clasificadas en cuatro grupos: de crecimiento, de manejo, de degradación y otras, que incluyen potencial recreativo y valores ecológicos naturales.

Las características se seleccionan bien porque representan muy adecuadamente a las cualidades relacionadas, o bien porque de ellas se disponga de información fiable. No existe un número limitado de características y pueden ser: Geológicas, fisiográficas, climáticas, hidrológicas, edáficas, de vegetación, zoológicas y relacionadas con las plagas y otras enfermedades.

Para McLeroth (1.988) y Snyman (1.989), las principales características que pueden ser extraídas o deben ser consideradas en un levantamiento de suelos, para su empleo en forestación son: horizontes de suelo y profundidades, textura, estructura, color, profundidad efectiva de enraizamiento, presencia de capas endurecidas, encharcamiento, microtopografía, material de partida de los suelos, etc.

Schönau y Fitzpatrick (1.981) realizan una valoración para uso forestal para especies concretas, basándose exclusivamente en el suelo. Por otro lado, Schönau y Schulze (1.984) estiman la producción de diversas especies forestales (acacias, eucaliptos y pinos) sobre datos exclusivamente agrohidrológicos. En general las características que se emplean son muy variables y dependen de la región, de las especies, de los objetivos, etc.

Las cualidades pueden representarse como factores

diagnósticos, lo que supone valoraciones parciales de la aptitud para cualidades concretas y se emplea en la ponderación de factores. Puede ser expresadas en términos de aptitud o como limitaciones.

#### IV-1-3-6 Confrontación de la tierra con su uso

Es la etapa más importante de la evaluación y consiste en la comparación de las cualidades empleadas y de los requerimientos para el uso, teniendo en cuenta además los impactos ambientales y las consecuencias socioeconómicas del uso en cada tipo de tierra.

El primer paso es ponderar los factores o asignar a cada factor diagnóstico una escala de valores críticos, que indiquen en que medida un requerimiento es satisfecho por el factor diagnóstico correspondiente.

La productividad o el rendimiento forestal pueden ser de la misma forma empleados como factores diagnósticos. En la evaluación para uso forestal clásica, esta ponderación se realiza estimando la denominada "*calidad de sitio o índice de sitio*", que consiste, en los casos más simples, en medir directamente la altura de los árboles de una determinada edad y compararla con una producción óptima (Storie, 1.970; Carmean, 1.975; McRae y Burnham, 1.981).

Una vez ponderados los factores se comparan con las

cualidades de la tierra y se obtienen aptitudes parciales o *calificaciones de aptitud de la tierra*. Los requerimientos de conservación, tanto si se trata de un uso encaminado a la producción de madera, como si es un uso conservacionista, requieren un tratamiento algo diferente y en parte se consideran en la valoración del impacto ambiental.

Posteriormente se combinan las calificaciones de aptitud; la calificación de menor grado es la que marca la aptitud global o bien, se clasifican los requerimientos en *importantes o significativos* y se establece que la aptitud no puede ser menor que la aptitud parcial para un requerimiento, y no puede ser mayor que la de dos requerimientos significativos. Se pueden emplear otras formas de combinación.

La confrontación en algunos procesos de evaluación es a veces un hecho más complejo, y envuelve a los posibles cambios en los tipos de uso o en las cualidades valoradas para mejorar la aptitud.

#### IV-1-3-7 Impacto ambiental

Posteriormente a la clasificación provisional de la aptitud procede el análisis del impacto ambiental para aquellos usos clasificados provisionalmente como aptos.



El uso forestal puede tener efectos beneficiosos y/o adversos sobre las condiciones ambientales. El análisis ambiental debe tener en cuenta los aspectos siguientes:

- Beneficios resultantes de la conservación del bosque frente a su empleo no forestal.

- Beneficios resultantes de la forestación de tierras no cubiertas de bosque.

- Consecuencias de los cambios en el uso o manejo forestal y que medidas son las correctas para minimizar los efectos adversos.

En producción, el impacto debe contemplar especialmente la extracción y el uso de maquinaria pesada. Los tipos principales de impacto son: 1) Erosión del suelo, 2) Sedimentación externa, 3) Régimen hídrico, 4) Microclima, 5) Vegetación, 6) Vida salvaje, 7) Pesca. Merecen especial atención de entre estos impactos los problemas erosivos, que son la causa principal de la pérdida de la capacidad productiva (F.A.O., 1.984; Grey, 1.988).

La repoblación con especies donominadas "exóticas", plantea un problema de impacto ecológico que ha sido tratado por numerosos autores. Madeira (1.988), Madeira et al. (1.989 a y b), tratan este problema en eucaliptos, encontrando que las labores de preparación son más importantes en las modificaciones del suelo por la

re población, que los propios árboles en si. Delgado et al, (1.987) tampoco encuentran grandes diferencias entre los suelos de pinar repoblado y los correspondientes suelos de referencia con matorral autóctono.

El impacto ambiental se valora desde la perspectiva de que se trata de una consecuencia de la interacción entre el ecosistema natural y las comunidades humanas, que en la actualidad y dado el incremento de la población, son principiamente degradadores del sistema natural. Desde este punto de vista, la valoración de impacto ambiental debe presentarse independientemente de la clasificación de la aptitud, lo que permite juicios separados sobre el uso y sus impactos.

#### IV-1-3-8 Análisis económico y social

Todo uso de la tierra tiene -incluso en el caso de la conservación- un fin último: ofrecer beneficios a la comunidad humana; es por ello que los aspectos socioeconómicos son siempre un marco de fondo de cualquier proceso de evaluación de tierras, e intervienen directa o indirectamente en casi todas las etapas de la evaluación.

Concretamente, el análisis económico puede realizarse a dos niveles: generalizado o detallado, de acuerdo con el grado de aproximación que se alcance. También, y de acuerdo con la etapa del proceso de evaluación en el que se

realice, pueden efectuarse paralelamente a los estudios de carácter físico o de forma seriada con estos últimos.

El análisis económico debe realizarse tanto sobre los productos obtenidos, como sobre los insumos necesarios para la producción.

El análisis económico permite realizar una clasificación económica de la aptitud, donde el orden No apto corresponde a un beneficio -o mejor retorno- negativo. Esta clasificación, permite tomar decisiones sobre el uso de la tierra más objetivas, pero presenta como inconvenientes un período de validez corto, ya que se modifica con los cambios socioeconómicos.

El análisis económico de los proyectos forestales tiene como dificultades más importantes, el carácter de largo plazo de estas actividades y la valoración de aquellos beneficios intangibles del bosque, como es la conservación de suelos y agua. La F.A.O. (1.982) recoge una serie de estudios monográficos que pueden servir como guía para la valoración económica del coste y beneficios de diferentes actuaciones forestales.

Davis e Ive (1.985), señalan que la incorporación de los aspectos socioeconómicos a la evaluación para uso forestal, está fuera de la responsabilidad del forestal y que debe ser realizada "a posteriori" por expertos en la

materia.

El análisis social de las consecuencias de un determinado uso forestal, se debe realizar en todos los casos de forma independiente a la evaluación de la tierra y no como una parte más. Este análisis debe basarse en informaciones sobre las funciones sociales presentes del bosque, las demandas futuras, los derechos sobre el uso de la tierra forestal, los efectos sociales del cambio y su aceptación por las comunidades afectadas.

Los procedimientos en el análisis social están poco establecidos y deben adoptarse en todo caso a las circunstancias locales.

#### **IV-1-3-9 Clasificación final de aptitud de la tierra**

La clasificación de aptitud provisional obtenida en la confrontación tierra-uso debe ser revisada teniendo en cuenta las etapas posteriores de impacto ambiental y el análisis socioeconómico.

Para esta última etapa, se proponen dos metodologías:

a) La eliminación sucesiva que consiste en revisar la aptitud provisional con las valoraciones de impacto económico y social, sucesivamente y b) la comparación relativa, donde se asignan valores numéricos a cada análisis de los elaborados y la aptitud se revisa por

combinación de las tres valoraciones parciales.

#### IV-1-3-10 Presentación de los resultados

El informe final de un proyecto de evaluación debe incluir los siguientes resultados: a) Descripción de los tipos de utilización relevantes. b) Aptitud de la tierra, en forma de memoria y de mapa. c) Especificaciones de manejo. d) Estimaciones de impacto ambiental. e) Predicciones de las consecuencias económicas y sociales. f) Recomendaciones generales y específicas para cada tipo de tierra-uso. g) Levantamientos de recursos básicos y estudios especializados en caso de que se realicen exprofeso.

Los mapas de aptitud son uno de los resultados más importantes de la evaluación por su facilidad de empleo y porque recogen gran parte de la información obtenida.

La expresión final de los resultados, en un futuro, para que conlleven una representatividad y precisión adecuada de las medidas, deberá emplear modelos matemáticos que incluyan análisis de regresiones múltiples, y otros métodos estadísticos (Grey, 1.983b). La Universidad de Cornell, Ithaca, (1.988), por ejemplo, ofrece programas de ordenador de esta índole.

La evaluación de tierras no cubre todos los aspectos

necesarios para la planificación de uso, pero si un número importante de ellos , y todo el proceso de evaluación debe pensarse y dirigirse para esa planificación futura (Calvo et al., 1.987; Díaz, 1.987; Sánchez Marañón, 1.990). Aunque la planificación de uso no es un proceso que el evaluador deba efectuar, en el caso de los usos forestales es una fase que suele realizarla el forestal y debe efectuarse en todos los casos, teniendo en cuenta el carácter de cultivo de vida larga que tiene el bosque (Davis e Ive, 1.985; Bibby et al., 1.988).

**IV-1-3-11 Conclusiones acerca del empleo de los levantamientos de suelos y las propiedades del suelo en la evaluación de tierras para usos forestales**

De lo expuesto en los anteriores apartados se pueden extraer algunas conclusiones importantes en cuanto al valor de los levantamientos de suelos en sus vertientes de determinación de la distribución espacial y de las propiedades extrínsecas e intrínsecas, en la mayor parte de los casos, acompañadas de un análisis previo del medio físico por su carácter de factor formador de los suelos.

- Actualmente, el uso forestal de los suelos es competitivo en muchos casos respecto del uso agrícola por varias razones. En primer lugar porque el bosque cumple unas funciones múltiples, entre las que merece destacarse la conservación de suelos y aguas y las funciones estéticas

o turísticas; todas ellas colaboran a la mejora de la denominada calidad de vida, que es un valor de producción no cuantificable pero sí en alza. Por otro lado, la mayor parte de los países europeos son deficitarios en madera para papel y otras industrias, y el cultivo de especies forestales forma parte de su planificación de actividades productivas. Finalmente, el incremento del rendimiento agrícola por unidad de suelo, ha creado un problema de excedentes de productos agropecuarios que orientan a suelos teóricamente no forestales, por su elevada capacidad agrícola. La mayor parte de los sistemas de clasificación generalizados, consideran al bosque como uso marginal y le destinan aquellos suelos no aptos para la agricultura (Klingebiel y Montgomery, 1.961; Ministerio de Agricultura Español, 1.974, Hawking, 1.988, entre otros). El problema, tal como se expone en este párrafo, corresponde a los países occidentales, ya que en los trópicos el tema forestal es distinto y su evaluación es diferente en cuanto a los planteamientos previos; no obstante la mayor parte de las directivas para la evaluación están orientadas a estos países.

- Los levantamientos de suelos son empleados como estudios básicos, cuando existen, para el establecimiento de los tipos de tierras. En el caso de no estar previamente realizados, forman parte del proyecto de evaluación, aunque el nivel de conocimiento sobre el suelo, necesario para el uso forestal, por lo general se restringe a un número de

características inferior al que se alcanza con una cartografía de suelos basada en el concepto natural o científico del suelo.

- El uso de las propiedades de los suelos para la delimitación de los tipos de tierra o de los "forest-sites", depende de la escala de trabajo, siendo más utilizados en las escalas de semidetalle o detalle, que en las de reconocimiento.

- Los proyectos de evaluación forestal de las tierras, en su mayoría, definen varios niveles de aproximación, p. ej. Región - Subregión o distrito - Tipos de tierras o asociaciones de tierras. Los suelos se emplean generalmente en la definición de las clases más bajas, mientras que para las superiores el clima o la fisiografía y la vegetación o incluso, el denominado "aspecto" (morfología global) son los criterios empleados. Ello se debe a que a grandes rasgos (pequeña escala) las limitaciones para el bosque suelen ser de tipo climático -la vegetación existente es un buen indicador de esas limitaciones climáticas-. A gran escala, el clima, exceptuando las variaciones microclimáticas, que son recogidas por las características fisiográficas o de los suelos, es homogéneo y los suelos son los factores limitantes de más importancia para el crecimiento de los árboles.

En resumen, existe una buena correlación entre el



"forest-site" considerado como unidad menor de las tierras forestales y el tipo de suelo delineado por los mapas detallados de suelos. De esto se deduce que la consociación definida a nivel de serie o fase de serie es pues la unidad básica de suelos para la planificación detallada del uso forestal, que implica recomendaciones muy precisas sobre dicho uso.

En cuanto a las propiedades del suelo que influyen en el crecimiento de los árboles, la productividad se correlaciona mejor con las propiedades físicas, como la profundidad efectiva, la textura o el contenido de fragmentos gruesos, que con las propiedades químicas. Sin embargo, en la evaluación para especies concretas, se encuentran correlaciones significativas entre producción y algunas propiedades químicas, sobre todo las relacionadas con el complejo de cambio.

- Los árboles establecen con el suelo una relación que abarca a los horizontes o capas profundas, de ahí que las propiedades que afectan al crecimiento corresponden al denominado espesor efectivo, que comprende al material edafizado o simplemente fragmentado (capas C), que puede ser colonizado por las raíces.

- Este último hecho tiene una consecuencia importante y es la mayor relación entre el suelo como cuerpo natural, objeto de las clasificaciones naturales de suelos -donde se

tienen también en cuenta los horizontes de superficie menos alterables por el uso-, y el uso forestal de la tierra. En el caso de otros usos agronómicos se concede más importancia a los horizontes superficiales que se encuentran dentro de la denominada capa arable.

- El uso forestal de la tierra, en muchos casos, se emplea con objetivos de regeneración o mejora de los suelos, aunque se describen efectos negativos, que se relacionan más bien con unas prácticas de manejo no adecuadas, que con las especies forestales implantadas. Para algunos tipos de suelos la implantación de especies forestales debe considerarse como una forma de cultivo más, donde la fertilización y otras prácticas de la agricultura convencional deben tenerse en cuenta en el proyecto de evaluación.

#### **IV-1-4 OBJETIVOS DE LA EVALUACION DE LOS SUELOS DEL AREA**

La evaluación de la aptitud de los suelos de Sierra Nevada se ha planificado en dos grandes niveles. En un primer lugar se realiza una evaluación integral para diversos usos agronómicos. Una segunda parte consiste en profundizar en la evaluación para usos forestales, como aquellos más pertinentes al área, tanto en lo que se refiere a la aptitud de los suelos, como al objetivo que debe primar en áreas de alto interés ecológico, que es la conservación de los suelos como parte de los ecosistemas.

Todo el proyecto de evaluación para la zona se ha enfocado de acuerdo con las leyes vigentes de la Comunidad Autónoma de Andalucía, que regulan este espacio natural y para el que se tiene una serie de líneas de actuación administrativas claramente definidas.

Aunque los usos agrícolas con carácter intensivo no se adaptan a las condiciones físicas del área, sí tienen una importancia local tanto desde el punto de vista económico como social. Es por ello, que a la hora de valorar las tierras, se plantea el uso agrícola sólo como adecuado o no, en el momento presente, y nunca como un uso prioritario en competencia con otros usos, cuando la parcela de tierra tiene capacidad suficiente para soportar una explotación

agrícola sostenida. Por tanto, en ningún caso se pretende ampliar el porcentaje de tierra ocupada por este uso, sino más bien mantenerlo exclusivamente en aquellos sectores de aptitud manifiesta en sus aspectos físicos, socioeconómicos y sobre todo, de conservación.

El documento base para la evaluación de este sector de Sierra Nevada es la cartografía de suelos (mapa y memoria), elaborada a escala 1:50.000, enmarcada en un proyecto de protección y conservación global de los ambientes mediterráneos (LUCDEME). El empleo de un mapa de suelos presenta las ventajas de reunir un conjunto amplio de variables medioambientales, que se interrelacionan con el subsistema suelo. Asimismo los suelos son uno de los recursos más importantes por su inestabilidad y su carácter de recurso no renovable a la escala humana; en las áreas de montaña los riesgos de pérdida del suelo son particularmente elevados.

El valor del suelo y de los mapas de suelos en la evaluación ya ha sido suficientemente destacado en apartados anteriores de este capítulo.

Para alcanzar estos objetivos generales de evaluación, se aplicará el siguiente esquema de trabajo. En primer lugar, con ayuda de la metodología de evaluación de la capacidad agrológica de los suelos de España (M.A.P.A., 1.974), se clasifican las unidades cartográficas de suelos

en cuanto a su capacidad general para usos agronómicos. Este método utiliza características de los suelos y de su ambiente sobre todo de tipo físico, a excepción de la salinidad, que obviamente, no afecta a la zona de estudio. Es por ello, que se ha completado esta fase preliminar de evaluación con una estimación de la fertilidad química de los suelos, de acuerdo con la propuesta de Buol et al. (1.975).

El siguiente punto consistirá en el empleo de una metodología, basada en el esquema F.A.O. (1.976), como es la propuesta por Delgado et al. (1.987) para la evaluación de la aptitud de usos agronómicos. El método de evaluación planteado por Sánchez Marañón (1.985) para una zona concreta de la montaña de nuestro entorno, fue revisado posteriormente (Delgado et al., 1.987, 1.988) en un intento de mejorar su aplicabilidad a todo el ámbito mediterráneo. En la presente memoria se han reconsiderado los criterios anteriores, a la vez que se han introducido algunas modificaciones, entre la que destaca la posibilidad de evaluar los suelos estableciendo los tipos de tierras o directamente de las unidades cartográficas de suelos.

A continuación se exponen algunas consideraciones importantes sobre el proceso de evaluación seguido en esta memoria, en lo que se refiere a su identificación con los principios de la F.A.O. (1.976, 1.983, 1.985a, 1.985b, 1.985c).

Inicialmente se ha estudiado el uso actual de los suelos y los posibles cambios, teniendo en cuenta que los beneficios del uso son esencialmente la conservación de los suelos y por consiguiente de los ecosistemas.

La optimización del uso en cada parcela de suelos contempla como salida, fundamentalmente, la no degradación irreversible del suelo y como entradas, no se han considerado los insumos materiales, ya que el uso de Sierra Nevada, según la legislación vigente, no está encaminado a la producción de bienes tangibles desde el punto de vista económico. Por tanto, el costo elevado de una determinada actividad no influye en su aptitud final; se trata de un esfuerzo comunitario por conservar y mejorar determinadas áreas de especial significación natural y paisajística.

Dentro del área de estudio se practican una serie de deportes de invierno, cuyos beneficios se podrían cuantificar en términos socioeconómicos. Sin embargo, la planificación de dichos usos y sus consecuencias escapan a las posibilidades de esta memoria, y por ende no se han tenido en cuenta.

Si bien se han valorado por separado los usos agrícolas, forestales y los pecuarios, en realidad toda Sierra Nevada constituye un sistema agro-silvo-pastoral. El bosque mediterráneo es particularmente apto para esta función múltiple, y permite armonizar los tres tipos

primordiales de uso, sin olvidar las importantes funciones de Sierra Nevada como reserva hidrológica, espacios recreativos, riqueza de fauna y flora, etc. Todo esto está de acuerdo con las premisas de la F.A.O (1.985c), sobre las funciones múltiples del bosque, que es una de sus características más sobresalientes.

El procedimiento general de evaluación que se emplea en esta memoria coincide con el que propone la F.A.O., excepto en una serie de puntos como son la recopilación de datos socioeconómicos, el análisis económico y social, y la calificación definitiva de la aptitud en función de dicho análisis. El estudio de impacto ambiental no se ha empleado en la confrontación de la tierra con el uso, realizada empleando el concepto de factor limitante. La F.A.O. (1.985c) recomienda que los resultados del estudio de impacto ambiental se presenten de forma separada a la calificación de aptitud final, para evitar confusiones en cuanto a que factor es el que limita un determinado uso, sobre todo si el objetivo final es la conservación.

Dentro del segundo objetivo parcial de la evaluación, se emplea el método de Bonfils (1.978) para la clasificación de los suelos con vistas a la reforestación, aplicable a zonas mediterráneas. Aunque el método está especialmente diseñado para localizar áreas de elevada aptitud para la producción forestal, dado que es muy exigente para calificar las tierras aptas, nos puede servir

para conocer los suelos de mayor potencialidad para especies forestales que requieren unas condiciones edáficas especiales. De alguna forma, el método nos permite la delimitación de los suelos forestales de mayor valor. El sentido de esta valoración es el mismo que el de las "Prime farmland" en el caso de la agricultura.

Como cualidades de conservación o degradación, a la inversa, se han considerado los riegos de erosión hídrica y eólica. Concretamente en el uso forestal, también se han tenido en cuenta las posibilidades de degradación bioquímica de los compuestos orgánicos del suelo, por la sustitución de la vegetación autóctona, por especies forestales ampliamente utilizadas en la repoblación de las zonas de montaña mediterránea. Esto último constituye un capítulo aparte de esta memoria.

En el uso forestal no se han contemplado los riesgos de incendios, plagas y arrancamientos por el viento, así como no se han valorado en ningún caso la productividad de las masas forestales existentes. Ello es debido a que la evaluación tiene objetivos de conservación de suelos, y no de producción, en cuyo caso sí importarían dichas valoraciones. Considerando las potencialidades bioclimáticas del sector, se relacionan las especies forestales de mayor posibilidad de implantación, localizándolas sobre los suelos que resulten con algún grado de aptitud.



La presentación de los resultados de evaluación se hará en forma de mapas de aptitud y clasificaciones de aptitud reflejadas en la memoria. Los resultados de la evaluación se discuten en lo que se ha denominado: planificación de uso, que equivale a "recomendaciones de uso", recogiendo la terminología F.A.O. (1.985c). En este capítulo se vierten los conocimientos adquiridos durante todo el estudio. Si bien la planificación de uso, en su sentido estricto, no debe ser realizada por el evaluador, en el caso del uso forestal, la F.A.O. (op. cit.) insiste en que el evaluador forestal finalice el procedimiento de evaluación con un intento de planificación, susceptible de ser modificado más tarde por otros especialistas, ya que se trata de un uso a largo plazo en el que las consecuencias de un mal uso tienen repercusiones futuras. Con la planificación se obliga al evaluador a exponer todos los conocimientos adquiridos y su experiencia personal, aconsejando determinadas líneas de actuación basadas en los objetivos iniciales del estudio de evaluación.



## CAPITULO 2

### CARACTERIZACION DE LA CAPACIDAD AGROLOGICA

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

PHILOSOPHY DEPARTMENT

#### IV-2-1 - INTRODUCCION

La caracterización de la capacidad agrológica de los suelos de España a escala 1:50.000 era un proyecto elaborado y parcialmente realizado por la Dirección General de Producción Agraria del Ministerio de Agricultura (1.974). Mediante el estudio de determinados factores influyentes, se pretende conocer la capacidad productiva de los suelos para planificar en su conjunto la actividad agraria. El primer Plan Nacional de Ordenación y Explotación de los Recursos Agrarios a escala regional se apoyó, en parte, en los resultados de este esquema de evaluación tendente a definir en cada caso un sistema de explotación acorde a su capacidad productiva y que no entrañe riesgo de pérdida de dicha capacidad (capacidad agrológica).

La metodología que ahora se va a utilizar constituye el modelo oficial español de evaluación de suelos para usos agronómicos, en el que se distinguen cinco sistemas de explotación en orden decreciente de intensidad : a) Laboreo permanente, b) Laboreo ocasional, c) Pastos, d) Bosques, e) Reserva natural. Dicho esquema de evaluación se inspira en el propuesto por Klingebiel y Montgomery (1.961), con algunas modificaciones encaminadas a prescindir del mapa básico de suelos.

#### IV-2-2 - DESCRIPCION DEL METODO

Los parámetros que se tienen en cuenta para evaluar la capacidad agrológica se agrupan en dos tipos:

1 - Condicionantes de la capacidad productiva:

1.1 - Extrínsecos: Pluviometría. Temperatura.

1.2 - Intrínsecos: Profundidad. Textura.

Permeabilidad. Pedregosidad y/o rocosidad.

Salinidad.

Sistema actual de manejo como indicador indirecto de la fertilidad total del suelo.

2 - Condicionantes de la pérdida de la capacidad productiva:

2.1 - Extrínsecos: Pendiente del terreno. Erosión aparente del mismo.

La estimación de estos parámetros permite incluir a los suelos en ocho clases de capacidad agrológica integradas en cuatro grupos:

**Grupo 1.** Laboreo permanente o cualquier clase de explotación. **Clases I, II, y III.**

**Grupo 2.** Sistemas de explotación desde laboreo ocasional a la reserva natural. **Clase IV.**

**Grupo 3.** Sistemas de explotación forestal y/o reservas naturales, no laboreo. **Clases V, VI y VII.**

**Grupo 4.** Reservas naturales. **Clase VIII.**

Dependiendo del tipo de limitación se establecen las subclases de capacidad agrológica. Los tipos de limitaciones considerados en orden de importancia y las subclases originadas son:

- e** .- Riesgos de erosión.
- w** .- Drenaje deficiente.
- s** .- Todos aquellos factores que limitan el desarrollo radicular, tales como escasa profundidad del suelo, pedregosidad, rocosidad, etc.
- c** .- Limitaciones climáticas: temperatura y humedad.

La caracterización de la capacidad agrológica de un suelo se efectúa de manera inversa, es decir, no evaluando directamente su capacidad, sino el grado de limitación respecto de un parámetro que evidentemente se considera factor limitante.

A cada carácter de los estimados se le asigna un intervalo y a cada intervalo un grado y una denominación. Una vez evaluados todos los parámetros, la clase de capacidad agrológica se aprecia de forma inmediata con ayuda del esquema propuesto en el método (Ministerio de Agricultura, 1.974) (tabla IV-2-1).

Tabla VI-2-1 Clases de capacidad agrológica en función de los valores que adopten los caracteres considerados (MAPA, 1.974)

| CARACTERES                    | CLASES DE CAPACIDAD AGROLOGICA           |                            |                                       |                                       |            |            |            |            |
|-------------------------------|--|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------|------------|------------|------------|
|                               | I  | II                         | III                                   | IV                                    | V          | VI         | VII        | VIII       |
| Pluviometría                  | > 600 mm                                 | 300-600mm                  | 300-600mm                             | 300-600mm                             | Cualquiera | Cualquiera | Cualquiera | Cualquiera |
| Temperatura                   | M a g                                    | t                          | t                                     | t                                     | Cualquiera | Cualquiera | Cualquiera | Cualquiera |
| Pendiente                     | 3%                                       | 10%                        | 20%                                   | 20%                                   | 3%         | 30%        | 50%        | Idem       |
| Erosión                       | No hay                                   | Moderada                   | Moderada                              | Moderada                              | No hay     | Cualquiera | Idem       | Idem       |
| Profundidad                   | 90 cm.                                   | 60 cm.                     | 30 cm.                                | 30 cm.                                | Cualquiera | Idem       | Idem       | Idem       |
| Textura                       | Franca                                   | Idem                       | Idem                                  | Idem.                                 | Idem       | Idem       | Idem       | Idem       |
| Pedregosidad (0-25 cm)        | No hay                                   | 20%                        | 50%                                   | 90%                                   | Idem       | Idem       | Idem       | Idem       |
| Pedregosidad (>25 cm.)        | No hay                                   | 0,1%                       | 0,1%                                  | 3%                                    | Idem       | Idem       | Idem       | Idem       |
| Rocosidad                     | No hay                                   | 2%                         | 10%                                   | 25%                                   | Idem       | Idem       | Idem       | Idem       |
| Encharcamiento                | No hay                                   | Estacional                 | Estacional                            | Estacional                            | Idem       | Idem       | Idem       | Idem       |
| Salinidad                     | No hay                                   | No hay                     | Restringe                             | Restringe                             | Idem       | Idem       | Idem       | Idem       |
| Sistema actual de explotación | Año y vez barb.semi llado no leguminosas | Año y vez que admita trigo | Año y vez o tercio con cebada y avena | Año y vez de centeno o más del tercio |            |            |            |            |



#### IV-2-3 - APLICACION DEL METODO

La aplicación del método expuesto al área de estudio ha posibilitado la obtención de un mapa escala 1:50.000 de capacidad agrológica, apoyado en los resultados cartográficos del estudio de suelos previo.

La disponibilidad de una cartografía de suelos y de la información conjunta que conlleva, ha influido decisivamente en el modo de elaboración de la leyenda del mapa nº 4. Sobre este respecto conviene hacer dos consideraciones:

a) En primer lugar indicar que no se ha empleado el mapa de pendientes para separar las clases de capacidad, debido a que el mismo recoge la inclinación media de las laderas sin considerar las modificaciones existentes por labores de abancalamiento. Estas alteraciones producidas por actuaciones humanas, desvirtúan los resultados y áreas que entrarían en la **clase VI o VII** pasan a la **clase II**, a poco que exhiban las oportunas obras de ingeniería rural y se realice un laboreo de conservación.

b) Las clases de capacidad se han obtenido individualmente para cada unidad cartográfica de suelos, utilizando para ello las características de éstas, definidas en el capítulo correspondiente. La presencia de

dos o más clases agrológicas en una misma unidad básica de suelos, obliga a recoger en la leyenda como mayoritarias aquellas que ocupen individualmente más del 20% de la unidad de suelos y como inclusiones, las clases cuya suma total representan entre el 5 y el 20% de la superficie.

#### IV-2-4 - RESULTADOS

Los resultados obtenidos para cada una de las unidades básicas de suelos se muestran en la tabla IV-2-2, cuya expresión cartográfica es el mapa n° 4

En ningún caso la pluviometría, la textura del suelo, la salinidad y el sistema actual de explotación han constituido limitación para establecer las clases y subclases de capacidad agrológica.

No aparece en la Sierra la **clase I**, por las restricciones de índole edáfica, fisiográfica y/o de temperatura.

La **subclase IIs** esta presente en los sectores aparatados y en algun Fluvent con pendientes menores del 10%.

La **clase III** se ubica en los mismos enclaves de la subclase anterior y en otros no aterrizados, pero en sectores de inclinación inferior al 20%, definiendose la subclase **s** cuando la rocosidad, la pedregosidad y la pendiente están entre 2-10%, 20-50% y <10%, respectivamente; la subclase **e** se adjunta en el caso que el valor de la pendiente se sitúe entre 10 y 20%.

**Tabla IV-2-2 Clases de capacidad agrológica de las unidades de suelos**

| <i>Unidad cartográfica de suelos (Mapa nº 3)</i> | <i>Unidad cartográfica de capacidad agrológica (Mapa nº 4)</i> | <i>Clases y subclases de capacidad agrológica. (Dominante/Inclusión)</i> |
|--|--|--|
| 1  | 12   | VIe, VIIe, VIIIe/IVs, VIc  |
| 2  | 2  | IIs, IIIs/VIe, VIIe  |
| 3  | 8  | IVs, VIe, VIIe, VIc/IIIs   |
| 4  | 7  | IVs, VIe, VIIe/IIIs  |
| 5  | 10   | VIe, VIIe/IVs, VIc   |
| 6  | 10   | VIe, VIIe/IVs, VIc   |
| 7  | 11   | VIe, VIIe/VIIs, IVs  |
| 8  | 18   | VIIe, VIIIe/VIe  |
| 9  | 18   | VIIe, VIIIe/VIe  |
| 10   | 16   | VIe, VIIe, VIIIe/VIIs, VIc   |
| 11   | 19   | VIIe, VIIIe  |
| 12   | 19   | VIIe, VIIIe  |
| 13   | 16   | VIe, VIIe, VIIIe/VIIs, VIc   |
| 14   | 14   | VIw, VIe, VIIe/Vw  |
| 15   | 3  | IIs, IIIs, IVs, VIc  |
| 16   | 18   | VIIe, VIIIe/VIe  |
| 17   | 5  | VIe, IIIe, IIs   |
| 18   | 6  | VIe, VIIe, IIIe/VIc  |
| 19   | 18   | VIIe, VIIIe/VIe  |
| 20   | 15   | VIe, VIIe/VIIs   |
| 21   | 4  | IVs/IIIs   |
| 22   | 11   | VIe, VIIe/VIIs, IVs  |
| 23   | 13   | VIe, VIIe, VIIIe/IVs   |
| 24   | 18   | VIIe, VIIIe/VIe  |
| 25   | 15   | VIe, VIIe/VIIs   |
| 26   | 13   | VIe, VIIe, VIIIe/IVs   |
| 27   | 17   | VIIe/VIe, VIIIe  |
| 28   | 9  | VIe, VIIe/IIIs, IVs  |
| 29   | 1  | IIs, IIIe  |
| 30   | 18   | VIIe, VIIIe/VIe  |
| 31   | 15   | VIe, VIIe/VIIs   |

La **subclase IVs** se ha distinguido en el área septentrional por debajo de 2.100 m. de cota y en la vertiente Sur sin limitación altitudinal, cuando las pendientes son inferiores al 20%, la rocosidad entre 10 y 25% y/o la pedregosidad superficial entre 50 y 90%.

Para el **grupo III** de clases agrológicas las **subclases Vw y VIw** aparecen ligadas a los Aquent, por requerir encharcamiento; se distinguen por el valor de la pendiente: **Vw**, con pendientes entre 3 y 20% y **VIw** en superficies con menos de 3% de inclinación, que generalmente son charcas y lagunas.

En las unidades de suelos muy rocosas o extremadamente rocosas, con pendientes menores del 20%, aparecen áreas que se clasifican como **VIIs**. Las limitaciones de temperatura que imperan en la vertiente Norte en altitudes superiores a 2.100 m. son responsables de la definición de la **subclase VIc**.

Para finalizar, es la pendiente la que controla una vez más la aparición de las **subclases VIe, VIIe y VIIIe**, siendo sus márgenes de variación respectivos: 20-30%, 30-50% y >50%.

Evidentemente las clases dominantes son las pertenecientes a los **grupos III y IV**, concretamente las **subclases VIe, VIIe y VIIIe**, cuyo único aprovechamiento

posible corresponde a sistemas de explotación forestal y reservas naturales, estando impedido o muy limitado cualquier modalidad del laboreo del suelo.

Roquero (1.990) ateniéndose a criterios de conservación y mejora de la fertilidad de los suelos, define las **clases VI y VII** como apropiadas para la repoblación forestal y útiles como fuente de pastos para el ganado y en ningún caso cultivables. Los suelos de la **clase VIII** son inadecuados para todo uso agronómico, pueden destinarse no obstante a cotos de caza, parques de recreo o aprovechamientos secundarios. Se atribuye incluso la **clase VIII** a aquellos terrenos que aún no siendo económicamente repoblables, deban serlo para la defensa de la cuenca.

Las unidades cartográficas nº 1 y 2 del mapa de capacidad agrológica son las áreas que han resultado con mayor potencialidad agrícola, en concordancia con el aprovechamiento actual de cultivos de regadío en bancales. También los terrenos aparatados o con pendientes menores del 20% en parte de las unidades nº 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9, fundamentalmente de la **subclase IVs** y en menor medida **IIIIs**, tienen algunos suelos capaces de soportar una explotación con un laboreo poco persistente y métodos de cultivo intensivos.

Los Xerorthents típicos de origen antrópico, los

Fluvents, los Xerochrepts típicos, dístricos y calcixeróllicos y los Xerumbrepts típicos son los suelos más aptos, teniendo en cuenta la distribución espacial de la capacidad agrológica y de los suelos.

Muchas de las tierras que han resultado apropiadas para el cultivo según el método oficial español, podrían corresponder a la **clase IV-b** propuesta por Roquero (1.990), como una modificación al método original y que se define como tierras económicamente abancalables en pendientes elevadas y únicamente aptas dado el interés socioeconómico que puedan suponer en determinadas zonas.

Conjuntamente con las unidades misceláneas, que no se han clasificado en términos de capacidad, los terrenos que no disponen de áreas susceptibles de utilización agrícola ocupan 52.100 ha., aproximadamente.

No parece clara una distribución altitudinal de las clases agrológicas, reuniéndose todas las posibles combinaciones desde las cotas más bajas hasta las cumbres en todas las cuencas fisiográficas.

Del análisis detallado del mapa nº 4 puede comprobarse un mayor porcentaje de áreas no aptas para la agricultura en los suelos sobre materiales alpujárrides, en comparación a lo que ocurre en el área nevadofilábride, a excepción de la línea de cumbres, hecho atribuible sin lugar a dudas a

los condicionantes geomorfológicos del sector occidental donde predominan los alpujárrides, más proclives a desarrollar fuertes pendientes rectilíneas sin cambios de inclinación, elevaciones montañosas con aristas, sustratos tectonizados y poco estables, mayor índice de afloramientos rocosos, etc.

Considerando junto a las áreas no aptas, las unidades cartográficas de capacidad agrológica nº 9, 10, 11, 12 y 13, que corresponden a clases marginales de aptitud agrícola con una extensión menor del 20%, las unidades con vocación forestal y/o de reserva natural suponen casi el 85% (66.450 ha.) de la superficie evaluada.

Del resto, constituido por áreas cultivadas desde antiguo, merece destacarse como áreas de mayor capacidad agrológica aquellas intensamente modificadas por el hombre y localizadas en torno a sus núcleos de población. Son cerca de 5.000 ha., en su mayoría en la vertiente Sur, las tierras que se han acondicionado para una agricultura particular de montaña con miras al sostenimiento local, transformando áreas originales de las **clases VI y VII** en sectores actuales de **subclases IIs, IIIs y IVs**. Este acondicionamiento supone labores de abancalamiento, despedregado, engrosamiento de suelos, introducción de sistemas de riego, búsqueda de cultivos adaptados, abonados, etc.



### **CAPITULO 3**

## **CLASIFICACION DE LAS CONDICIONES DE FERTILIDAD**



#### IV-3-1 - INTRODUCCION

La Clasificación de las condiciones de fertilidad de los suelos, conocido por las siglas F.C.C. -"Soil Fertility Capability Classification"- (Buol, 1.972; Buol et al., 1.975; Sánchez et al., 1.982), es un sistema de estimación de la fertilidad de los suelos que puede aplicarse como método interpretativo de mapas básicos de suelos (Macías y Calvo de Anta, 1.981; Delgado y Aguilar, 1.983; Delgado et al. 1.989; Espejo, 1.990).

#### IV-3-2 - METODOLOGIA

En esencia se trata de un sistema técnico de fácil manejo que agrupa a los suelos de acuerdo a unos parámetros cuantitativos de fertilidad física y química de los primeros 50 cm. Se diferencian tres niveles: **Tipo, tipo de sustrato y modificadores**. El tipo se refiere a la textura de los 20 cm. superficiales y el tipo de sustrato a la textura de la capa de suelo situada entre 20 y 50 cm., siempre que difiera de la anterior. Los modificadores son indicativos de las principales limitaciones de carácter agronómico, tanto de índole física (fragmentos gruesos, % de pendiente) como períodos de saturación de agua o de déficit, disponibilidad de nutrientes y su grado de movilidad, niveles de acidez o alcalinidad, riegos de toxicidad, salinidad o sodicidad e impedimentos al laboreo.

Las unidades F.C.C. se establecen mediante la combinación de letras mayúsculas que se refieren al tipo de textura del epipedón y su basamento, seguidas o no de minúsculas, que aluden a los modificadores o factores más destacables que inciden sobre la productividad del suelo.

#### IV-3-3 - APLICACION DEL METODO

Para abordar la definición de las unidades F.C.C. del área de estudio se ha trabajado con las características expuestas en las unidades cartográficas de suelos (capítulo 1, parte III), cuyos parámetros representan las condiciones edáficas de los suelos principales.

Para el establecimiento de las unidades F.C.C. se han tomado en consideración todos los posibles caracteres que el método refiere, con objeto de obtener una formulación de fertilidad completa. La pendiente, indicada en la fórmula por un valor entre paréntesis, y el contenido de fragmentos gruesos, superior al 35% en volumen en la práctica totalidad de la zonas y simbolizado por dos comillas, no son caracteres discriminatorios, dadas las peculiaridades montañosas del sector.

El tipo **L** (franco) se introduce cuando la textura de los 20 cm. iniciales del suelo se caracteriza por un contenido en arcilla menor del 35%, no siendo arenosa ni arenoso franca. El tipo **S** significa suelos muy arenosos y arenoso-francos, y el tipo de sustrato **R** un contacto lítico dentro de los 50 cm. superficiales.

Los modificadores introducidos y los criterios empleados para su definición son los siguientes:

**g:** Suelos que están saturados en agua durante más de dos meses seguidos. Se aplica a suelos en los que la cubierta de nieve permanece al menos el tiempo considerado. Según las apreciaciones de Prieto (1971) podría cifrarse la cota de 1.500 m. por encima de la cual, se asegura una permanencia en superficie de la nieve con una duración superior a 60 días.

**d:** Régimen de humedad xérico. Dificultades de germinación cuando la estación seca se alarga.

**e:** Capacidad de cambio menor de  $7 \text{ cmol}(+)\text{Kg}^{-1}$ . Indica una deficiente capacidad de retención de nutrientes. Son suelos con escasa reserva mineral que necesitan aportes de abonado en dosis pequeñas y repetidamente.

**a:**  $\text{pH} < 5,0$ . Altos riesgos de toxicidad por Al, Mn o por otros elementos en el caso de rocas con abundante contenido en minerales máficos. Es oportuno una labor de encalado excepto si este modificador aparece conjuntamente con e.

**h:**  $\text{pH}$  entre 5,0 y 6,0. Los problemas de acidez están algo más mitigados que en el caso precedente.

**k:** Potasio de cambio  $< 0,2 \text{ cmol}(+)\text{Kg}^{-1}$ . es indicativo

de un bajo nivel de nutriente potásico. Una fertilización cuidadosa debe considerarse como medida correctora.

**b:** pH > 7,3. Deberán evitarse las fuentes de fosfato no solubles en agua. Carencia potencial de Fe y Zn.

#### IV-3-4 - RESULTADOS

Las combinaciones posibles de modificadores en las unidades de suelos de la zona originan una formulación muy dispar y poco homogénea (tabla IV-3-1). A la mayoría de las unidades de suelos se les han asignado dos o más clases F.C.C., al objeto de recoger las variaciones que introducen los suelos principales de una misma unidad.

Para conocer mejor las principales limitaciones de fertilidad y el área correspondiente se ha construido el mapa nº 5, en el que se delimitan sectores con los tipos, tipos de sustratos y modificadores más probables. La presencia conjunta de los modificadores a y h significa la imposibilidad de su separación en un mismo sector que comparte valores de pH ácido en un amplio margen.

Para la elaboración de la cartografía de F.C.C. no se ha seguido de una forma directa la clasificación de las condiciones de fertilidad resultante de las unidades cartográficas de suelos (tabla IV-3-1), sino que el proceso de elaboración consistió en la delimitación individual de los "tipos", "tipos de sustrato" y "modificadores" existentes en el área. La superposición de estos elementos en el mapa configura todas las combinaciones probables por sectores. Las áreas misceláneas se han respetado como tales.



**Tabla IV-3-1 Clasificación de las condiciones de fertilidad de las unidades básicas de suelos**

| UNIDAD CARTOGRAFICA DE SUELOS                                   | FORMULAS F.C.C.  |
|---|--|
| Haploxeroll típico-Xerochrept típico                            | L*gd/L*d (20-70%)  |
| Xerorthent típico-Xerochrept típico                             | L*gd/L*d (25-45%)  |
| Xerochrept dístico-Xerumbrept típico-Xerumbrept éntico          | L*gd (15-40%)  |
| Xerochrept típico-Haploxeroll éntico                            | L*gd/L*d (15-40%)  |
| Xerumbrept típico   | L*gdh (20-45%)   |
| Criumbrept típico   | L*gdh (20-40%)   |
| Haplumbrept éntico-Haplumbrept típico                           | L*gdh/L*dh (20-45%)  |
| Xerumbrept éntico-Xerorthent típico                             | L*gd/L*d/L*gdh/L*dh (40-70%)                                 |
| Xerumbrept éntico   | L*gdh/L*dh/L*gd/L*d (35-65%)                                 |
| Criumbrept éntico   | L*gdh/L*gda (20-55%)   |
| Xerorthent típico   | L*gde/L*de (45-70%)  |
| Criorthent típico   | L*gdeh (45-70%)  |
| Criorthent típico-Criochrept dístico                            | L*gdea/L*gdeh (20-55%)                                       |
| Aquent  | L*ga/L*gh (10-45%)   |
| Fluvent   | L*gd/L*d/L*gdh/L*dh/L*gdb/L*db (3-15%)                       |
| Xerorthent típico   | L*deb/L*gdeb/S*deb/S*gdeb (40-70%)                           |
| Xerochrept típico-Xerochrept calcixerólico                      | L*db (20-30%)  |
| Xerorthent típico-Xerochrept calcixerólico-Xerochrept típico    | L*gdeb/L*gdb/L*deb/L*db (20-40%)                             |
| Calcixeroll típico-Xerochrept calcixerólico                     | L*gdb/L*gdbk/L*db/Ldbk (45-75%)                              |
| HHaploxeroll cálcico-Xerochrept calcixerólico-Xerorthent lítico | L*gdb/L*db/L*Rgdb/L*Rdb/L*gdbk/L*dbk/L*Rgdbk/L*Rdbk (20-40%) |
| Xerochrept calcixerólico  | L*db/L*dbk (10-20%)  |
| Xerochrept típico-Xerorthent típico                             | L*db/L*dbe (25-40%)  |
| Xerorthent típico-Xerochrept típico                             | L*gdb/L*db/L*gdbe/L*dbe (30-70%)                             |
| Xerochrept típico   | L*db (35-70%)  |
| Haploxeroll cálcico   | L*gdb/L*gdbk/L*db/L*dbk (20-45%)                             |
| Xerochrept típico-Xerorthent típico-Rhodoxeralf típico          | L*db/L*dbe (20-60%)  |
| Xerorthent lítico   | L*Rgdeb/L*Rdeb (30-50%)                                      |
| Haploxeroll típico-Haploxeroll cálcico                          | L*gdb/L*gdbk/L*db/L*dbk (20-40%)                             |
| Xerorthent típico-Xerochrept calcixerólico                      | L*db/L*dbk (10-20%)  |
| Xerorthent típico-Haploxeroll cálcico                           | L*gdb/L*gdbe/L*gdbek/L*gdbk/L*dbe/L*dbek/L*dbk/L*db (35-65%) |
| Haploxeroll cálcico-Xerochrept calcixerólico                    | L*gdb/L*gdbk/L*db/L*dbk (25-45%)                             |

Según el método de Buol et al. (1.975) adaptado por Delgado et al. (1.989)

Del análisis de la cartografía F.C.C. se pueden extraer algunas consideraciones de interés. Común a toda la zona es el modificador **d** y el tipo **L**. El tipo **S** y el tipo de sustrato **R** están limitados a la parte occidental, en enclaves reducidos (Loma del Perro, Trevenque, Pico de la Carne, Alto del Purche, etc.), coincidentes en este caso con las unidades de suelos nº 16, 20 y 27.

Por encima de 1.500 m., la presencia conjunta de **gd** es una característica peculiar de la alta montaña mediterránea, no descrita a nivel mundial en otros ambientes. La consecuencia más directa es su repercusión adversa sobre el período vegetativo de las plantas, imposibilitado en una parte importante del año, bien por el frío y exceso de nieve o bien por el déficit de agua en la época estival.

Modificadores exclusivos del área nevadofilábride son **h** y **a**, este último referido a los Aquents, los Criochrepts, los Criorthents y los Criumbrepts de mayor altitud. Su distribución concéntrica en un anillo de cota superior a 2.100 m. es bien evidente. El área probable con parte de los suelos de pH menor de 6,0 ocupa aproximadamente 25.700 ha, lo que supone algo más del 45% del sector nevádide, sin contar las áreas misceláneas, y por encima del 30% del total de la zona de estudio.

Excluyendo la zona Oeste carbonatada, los lugares con

menor acidez ( $\text{pH} > 6,0$  e incluso cercano a la neutralidad) predominan en las cuencas de los ríos Alhorí, Monachil, Dílar y Chico (en el extremo oriental), sectores reducidos de las vertientes de los ríos Dúrcal y Torrente, así como en la banda más meridional de la zona por debajo de 1.300 m.

Los suelos con menor capacidad de intercambio catiónico pertenecen a las unidades de suelos del orden Entisol y subsidiariamente a las que contienen en su mayoría Ochrepts de escaso desarrollo. Los sectores con el modificador **e**, se circunscriben a los suelos que constituyen el último eslabón edáfico en altura antes de entrar en las áreas misceláneas, descendiendo hasta las cotas más bajas del área a través de los barrancos principales de los ríos. Esta casuística común a suelos ácidos y básicos suele ser frecuente en 19.300 ha., de las que casi un 40% tienen además restricciones por acidez ( $\text{pH} < 6,0$ ), cuestión que restringe aún más la fertilidad química del suelo.

Los dos últimos modificadores que aparecen en la zona de estudio son el **b** y **k**. El modificador **b** se aplica a todas las unidades de suelos calizos del sector occidental y el **k** (posibles deficiencias de potasio) en algo más del 60% de dicho sector, coincidiendo con suelos que han desarrollado horizontes cálcicos o presentan acumulaciones de caliza blanca pulverulenta.

Las unidades de suelos nº 1, 2, 3 y 4, en conjunto, ocupan alrededor de 12.000 ha. y están constituidas fundamentalmente por Haploxeroll típico, Haploxeroll éntico, Xerochrept típico, Xerochrept dístrico, Xerorthent típico de caracter antrópico, Xerumbrept típico y Xerumbrept éntico. Estos son los suelos más favorables al no existir otros modificadores distintos del **d**, común a toda la zona, y del **g**, definido en las partes de mayor altitud; ambos condicionados por circunstancias climáticas y no por limitaciones edáficas en sentido estricto.

Entre los lugares más aptos y extensos se pueden citar las lomas situadas al W y NW de Bérchules, las áreas de cultivos actuales del barranco del río Trevélez, los bancales bajos (< 1.500 m.) del Poqueira, Chico y Lanjarón, las laderas nevadofilábrides de altitud inferior a 2.100 m. del borde occidental y la zona del Oquedal y el Posterillo, en el extremo NE. Sectores más divididos y pequeños se sitúan en los Prados del Clérigo, Papeles y El Chorro (en la cabecera del Genil) y algunos puntos de la cabecera y laderas de la cuenca del río Poqueira, del barranco del Jabalí y zonas de Criumbrepts típicos de ambas márgenes del río Trevélez.

## **CAPITULO 4**

### **USOS AGRONOMICOS: AGRICOLAS, FORESTALES Y PASTOS**



## IV-4-1 - DESCRIPCION DEL METODO DE EVALUACION DE SUELOS PARA USOS AGRONOMICOS

### IV-4-1-1 Descripción general del método

La evaluación de la capacidad agronómica de los recursos biofísicos de Sierra Nevada, en su parte más occidental, se ha afrontado con los criterios y la metodología que en su día propuso Sánchez Marañón (1.985) para un sector septentrional nevadofilábride, y que fue revisada más tarde por Delgado Calvo-Flores et al. (1.987) con el fin de validar los principios generales del método de evaluación al resto de las zonas de montaña mediterránea.

El objeto del proceso es conocer las potencialidades agronómicas de una zona analizando, mediante criterios físicos, el grado de adecuación de la tierra para un conjunto de usos definidos a nivel primario: cultivos agrícolas, pastos y bosques. La valoración de la tierra es cualitativa y no tiene en cuenta costos ni beneficios económicos directos de la puesta en uso. En última instancia se pretende disponer de una clasificación de capacidad indirecta, comparando los requerimientos de un uso con los recursos naturales existentes en un área.

El método está desarrollado a partir del esquema de

evaluación de tierras de la F.A.O. (1.976) y utiliza los conceptos y definiciones de F.A.O. (1.976, 1.983, 1.985a, 1.985b y 1.985c). Por este motivo se resumen exclusivamente las peculiaridades del procedimiento aplicado en el área de estudio, dada la necesidad de adaptarlo a las circunstancias de Sierra Nevada.

En principio debe destacarse que la cartografía semidetallada de suelos (Escala 1:50.000) constituye el eje vertebral mediante el que se canalizan las técnicas evaluativas del método empleado. Por las exigencias de la escala de trabajo el método se califica con el nivel de reconocimiento.

El método, esquematizado en la figura IV-4-1, distingue claramente dos niveles de estudio: A) Zonas piloto y B) Area total. La condición de zona piloto se alcanza cuando se reconocen en ella una serie de caracteres del medio físico que representan a la generalidad en el área. Es aquí, en estos sectores de reducida extensión, donde es factible el estudio pormenorizado de las características biofísicas del entorno.

La calidad de los resultados en la evaluación final de la totalidad del área aumentará paralelamente con el grado de resolución alcanzado en los controles naturales que exhiba el medio en la zona piloto; de ahí la meticulosidad que requiere la elección y tratamiento de tales sectores.



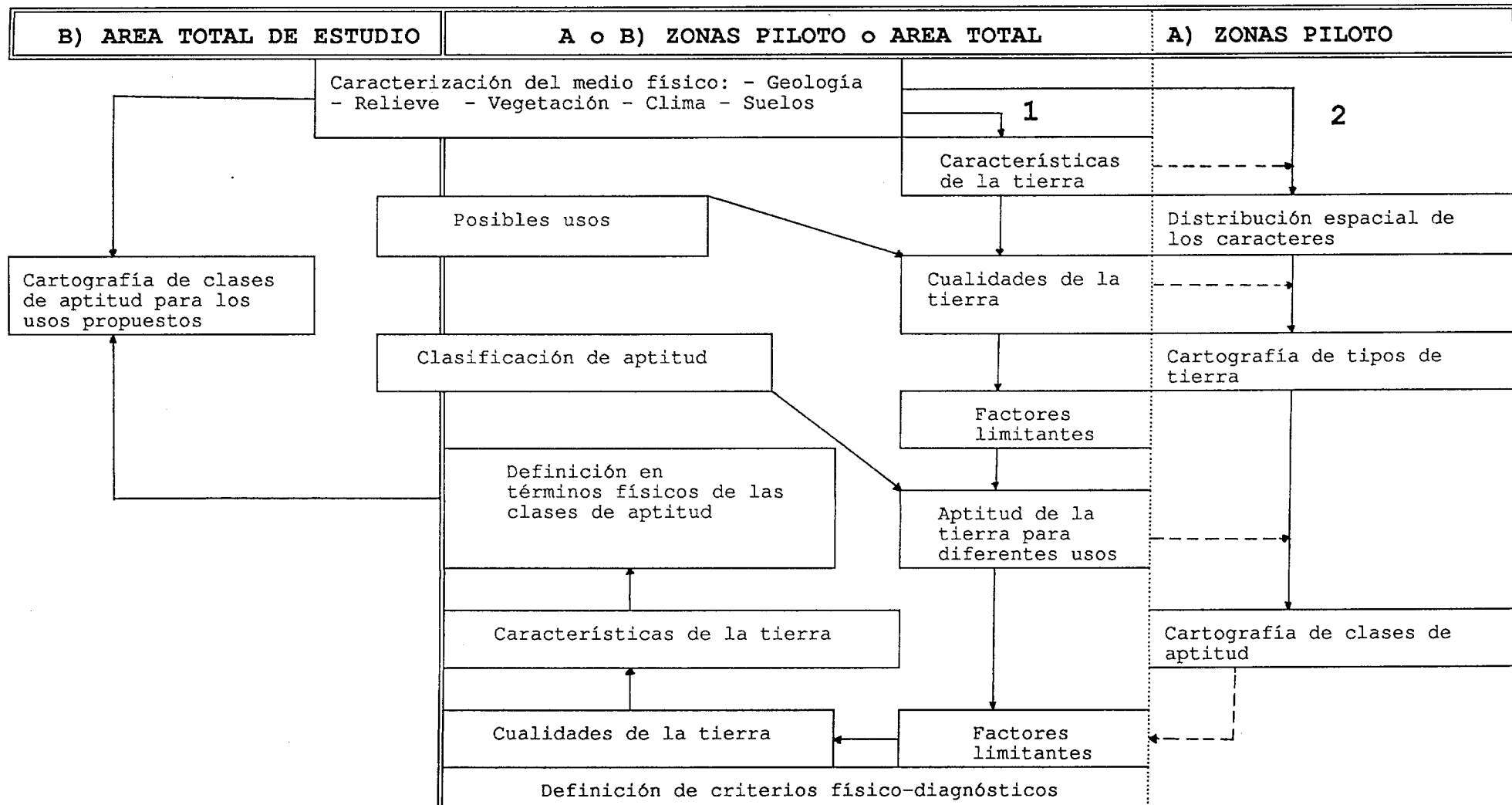


Figura IV-4-1 Esquema de evaluación para la zona de estudio

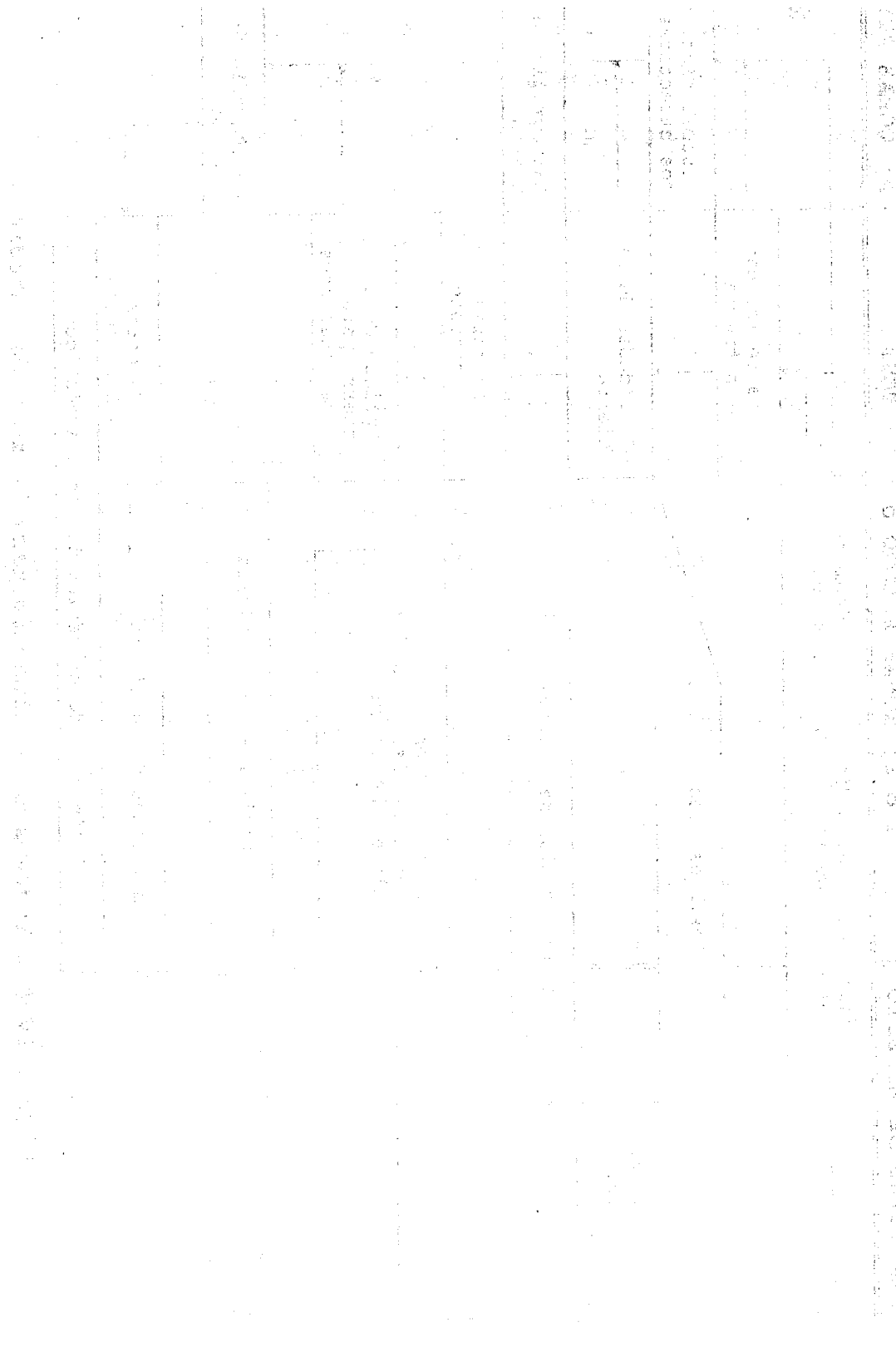


Fig. 1000

Scale 1:1

Technical drawing of a mechanical part, showing various views and dimensions.

Volviendo a la figura IV-4-1, el proceso se inicia a nivel de toda la zona con el análisis de la geología, clima, vegetación, relieve y suelos. A partir de entonces el estudio se circunscribe a las zonas piloto elegidas, pudiéndose optar por un proceso reducido (1) o completo (1+2), dependiendo del grado de complejidad de las mismas, de los márgenes de variación de las características de las unidades básicas de suelos, del nivel de operatividad y medios cartográficos disponibles, pero sobre todo, del estado de conocimiento alcanzado en cada zona piloto.

Una vez elegidas aquellas características del suelo que puedan afectar o condicionar el uso del mismo, se define un número suficiente de atributos estables de la tierra que guarden una relación implícita con los requerimientos de los usos a evaluar. El empleo de las cualidades elimina las posibles interacciones que pudieran surgir entre características con acciones opuestas sobre la capacidad de la tierra. Asimismo, simplifica el trabajo cuando más de una característica tiene resultados prácticos paralelos sobre un aspecto utilitario del suelo.

El concepto de "tierra" (F.A.O., 1.976) se hace coincidir con el de unidad básica de suelos cuando se aplica el método según el proceso reducido (1).

Para cada uso a evaluar es imprescindible disponer de los grados de limitación (menor, mayor, absoluto) que

suponen las clases de cada cualidad. Conocidos los factores limitantes y en que medida condicionan éstos un uso dado, es posible obtener la aptitud de una porción de terreno para cada uso analizado, en virtud de una clasificación de aptitud, en términos relativos, previamente establecida. Se debe señalar en este punto que se prefiere adoptar el concepto de "aptitud", considerándolo sinónimo al término de "capacidad", si bien los usos evaluados no se definen con un elevado grado de detalle.

De forma inmediata es posible obtener la definición de cada clase y subclase de aptitud encontrada, mediante caracteres del medio físico de fácil determinación que se han denominado criterios diagnósticos. La cartografía de las clases de aptitud para los usos propuestos en la totalidad del área es directa, utilizando los criterios diagnósticos.

Mucho más complejo resulta el tratamiento de las zonas piloto cuando se insertan una serie de fases intermedias y complementarias, indicadas en el extremo derecho de la figura IV-4-1, que en definitiva establecen una cartografía de tipos de tierra según el concepto F.A.O. (1.976), lo que supone una definición más exhaustiva de cada porción de terreno investigado. Conocida la aptitud de cada tipo de tierra para los diferentes usos, se invierte el procedimiento seguido en el diagrama de flujo según el camino 1, hasta encontrar criterios diagnósticos que

posibiliten la extrapolación de las clases de aptitud al resto del área.

#### IV-4-1-2 Definición de los usos evaluados

La zona se ha evaluado para usos agrícolas en las modalidades de secano y regadío, cada una de ellas con tres niveles de manejo: Labores manuales, labores con maquinaria ligera y labores con tractor convencional.

Se analiza también la capacidad del suelo para la implantación y tratamiento de especies forestales mediante labores manuales y/o con maquinaria de poco caballaje, y por otro lado las posibilidades de desarrollar una selvicultura con un nivel de manejo altamente mecanizado.

La viabilidad de uso ganadero se examina exclusivamente bajo la óptica de la disponibilidad de pastos, mediante la creación de praderas por métodos de irrigación permanente de laderas o cultivo de plantas pratenses, asimilable a una variedad de uso agrícola de regadío.

#### **IV-4-1-3 Características físicas analizadas**

Las características consideradas se han agrupado en tres conjuntos: A) Características relacionadas con el suelo, B) Características topográficas, y C) Características climáticas. En el primer grupo se incluyen los caracteres intrínsecos: profundidad efectiva, contenido en fragmentos gruesos, textura, agua útil, capacidad de cambio, saturación de bases, pH, contenido en materia orgánica; y los caracteres extrínsecos: afloramientos de roca y pedregosidad superficial.

El resto de características, también extrínsecas, son: la pendiente, la pluviometría, la temperatura y la evapotranspiración potencial.

#### **IV-4-1-4 Cualidades consideradas**

En virtud de los tipos de uso para los que se evalúa la zona y las peculiaridades de los suelos presentes, se han considerado tres grupos de cualidades cuya denominación y clasificación se adjuntan. Para el establecimiento de las clases de cada cualidad se han tenido en cuenta los límites criterios de Díaz Fierros et al. (1.982), Macías y Calvo de Anta (1.981), F.A.O. (1.977), Maletic y Hutching (1.967), Gaucher (1.968), Riquier et al. (1.970), I.N.A. (1.978), Papadakis (1.966) y U.S.D.A. (1.979).

**IV-4-1-4-1 Cualidades relacionadas con las labores agrícolas**

**ESFUERZOS DE ARRASTRE EN FUNCION DE LA PENDIENTE (EAP)**

| Clase | Pendiente (%) | Denominación  |
|-------|---------------|---|
| 1     | 0 - 3         | Apto para todo tipo de mecanización   |
| 2     | 3 - 10        | Apto para todo tipo de mecanización   |
| 3     | 10 - 25       | Impedida la mecanización con maquinaria pesada<br>Límite de utilización del tractor |
| 4     | 25 - 35       | Mecanización de poco caballaje o forestal pesada                                    |
| 5     | 35 - 50       | Límite maquinaria forestal pesada   |
| 6     | > 50          | Marginal  |

**OBSTACULOS A LA MECANIZACION EN FUNCION DE LA ROCOSIDAD Y PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL (ORP)**

| Clase | Clase de rocosidad | Clase de pedregosidad | Definición   |
|-------|--------------------|-----------------------|--|
| 1     | 0                  | 4                     | Ningún impedimento al uso de maquinaria agrícola de mediano caballaje y forestal pesada                  |
| 2     | 1 y 2              | 3 y 4                 | Restringido el uso de maquinaria agrícola de mediano caballaje y ningún impedimento a la forestal pesada |
| 3     | 3                  | 3 y 4                 | Restringido el uso de maquinaria agrícola excepto la ligera y restringido el uso de forestal pesada      |
| 4     | 4 y 5              | 4 y 5                 | Impedido el uso de todo tipo de maquinaria   |

**POSIBILIDADES DE RIEGO EN FUNCION DE LA PENDIENTE (PRP)**

| Clase | Pendiente (%) | Denominación |
|-------|---------------|--------------|
| 1     | < 2           | Muy apto     |
| 2     | 2 - 12        | Apto         |
| 3     | 12 - 20       | Poco apto    |
| 4     | > 20          | No apto      |

IV-4-1-4-2 Cualidades relacionadas con el crecimiento de las plantas

DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES EN FUNCION DEL GRADO DE SATURACION DE BASES Y EL pH (NSB)

| Clase | Saturación de bases (%)        | pH      | Denominación |
|-------|--------------------------------|---------|--------------|
| 1     | > 75 y no fuertemente calcáreo | > 6,6   | Alta         |
| 2     | 35-75                          | 5,1-6,6 | Moderada     |
| 3     | 15-35                          | 4,3-5,1 | Baja         |
| 4     | < 15                           | < 4,3   | Muy baja     |

DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES EN FUNCION DE LA CAPACIDAD DE CAMBIO Y EL CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA (NCEC)

| Clase | CEC (cmol(+)/Kg <sup>-1</sup> ) | Materia Orgánica (%) | Denominación |
|-------|---------------------------------|----------------------|--------------|
| 1     | > 15                            | > 12,7               | Alta         |
| 2     | 7 - 15                          | 2,5 - 12,7           | Media        |
| 3     | < 7                             | < 2,5                | Baja         |

CALIDAD DEL SISTEMA RADICULAR EN FUNCION DE LA PROFUNDIDAD DEL SOLUM (SRPS)

| Clase | Profundidad (cm) | Limitación   |
|-------|------------------|--|
| 1     | > 100            | Muy profundo. Sin limitación   |
| 2     | 50-100           | Moderadamente profundo. Pocas limitaciones para pastos y cultivos, moderadas en bosques      |
| 3     | 25-50            | Somero. Moderadas limitaciones para cultivos, pocas para pastos y severas para bosques       |
| 4     | < 25             | Muy somero. Severas limitaciones en cultivos, moderadas en pastos y muy severas para bosques |

CALIDAD DEL SISTEMA RADICULAR EN FUNCION DEL CONTENIDO DE FRAGMENTOS GRUESOS (SRFG)

| Clase | Fragmentos gruesos (% peso) | Denominación      |
|-------|-----------------------------|-------------------|
| 1     | < 25                        | Favorable         |
| 2     | 25 - 44                     | Poca favorable    |
| 3     | 44 - 73                     | Algo desfavorable |
| 4     | > 73                        | Desfavorable      |



**PERIODO VEGETATIVO EN FUNCION DE LAS MINIMAS ABSOLUTAS (PV)  
(Papadakis, 1.966)**

| Clase | Período libre de heladas | Tipo                          |
|-------|--------------------------|-------------------------------|
| 1     | 365 días (mínimo)        | Café                          |
| 2     | > 135 días (mínimo)      | Algodón                       |
| 3     | > 120 días (mínimo)      | Arroz                         |
| 4     | > 135 días (diponible)   | Maíz-Trigo más cálido         |
| 5     | 135-75 días (disponible) | Trigo menos cálido            |
| 6     | < 75 días (disponible)   | Taiga, tundra, andino, alpino |
| 7     | Helada permanente        | Frígido                       |

**RIESGOS DE HELADAS (RH)**

| Clase | Medio (días) | Disponible (días) | Mínimo (días) |
|-------|--------------|-------------------|---------------|
| 1     | > 210        | > 172             | > 81          |
| 2     | 150-210      | 112-172           | 11-81         |
| 3     | 90-150       | 52-112            | < 11          |
| 4     | 45-90        | 25-52             | -             |
| 5     | < 45         | < 25              | -             |

**DISPONIBILIDAD DE AGUA EN EL SUELO EN FUNCION DEL VALOR DE  
LA RESERVA, LA PLUVIOMETRIA Y LA ETP (DAS)**

| Clase | Días de déficit | Denominación      |
|-------|-----------------|-------------------|
| 1     | < 60            | Favorable         |
| 2     | 60-75           | Poco favorable    |
| 3     | 75-90           | Algo desfavorable |
| 4     | > 90            | Desfavorable      |

**CONDICIONES DE AIREACION DEL SUELO EN FUNCION DEL VALOR DE LA  
RESERVA, LA PLUVIOMETRIA, LA ETP Y LA TOPOGRAFIA (CAS)**

| Clase | Característica                       | Denominación         |
|-------|--------------------------------------|----------------------|
| 1     | Suelos bien drenados                 | Aireado              |
| 2     | Suelos con encharcamiento prolongado | Deficiente aireación |

**IV-4-1-4-3 Cualidades relacionadas con la pérdida de la capacidad productiva**

**RIESGOS DE EROSION (RE) (USDA, 1.979)**

| Textura superficial   | Arenosa a arenoso franca |      | Franco arenosa a franca |      | Franco arcillosa y franco arcillo limosa |      | Arcillo limosa y arcillosa |
|-----------------------|--------------------------|------|-------------------------|------|--|------|----------------------------|
|                       | > 76                     | < 76 | > 24                    | < 24 | > 6                                      | < 6  |                            |
| Permeabilidad (cm/hr) | > 76                     | < 76 | > 24                    | < 24 | > 6                                      | < 6  | Cualquiera                 |
| Riesgos de erosión    | P E N D I E N T E (%)    |      |                         |      |  |      |                            |
| Ninguno               | 0-2                      | 0-2  | 0-2                     | 0-2  | 0-2                                      | 0-2  | 0-2                        |
| Ligero                | 2-9                      | 2-5  | 2-9                     | 2-5  | 2-9                                      | 2-5  | 2-9                        |
| Moderado              | 9-15                     | 5-9  | 9-15                    | 5-9  | 9-15                                     | 5-9  | 9-15                       |
| Alto                  | 15-30                    | 9-15 | 15-30                   | 9-15 | 15-30                                    | 9-15 | 15-30                      |
| Muy alto              | 15-30                    | 9-15 | 15-30                   | 9-15 | 15-30                                    | 9-15 | 15-30                      |

#### IV-4-1-5 Factores limitantes a los usos propuestos

El grado de limitación que suponen las distintas clases de cada cualidad a los usos propuestos se recogen en las tablas resumen IV-4-1, IV-4-2, IV-4-3 y IV-4-4. En todos los casos se establecen tres niveles de limitación: Menor, mayor y absoluto, que indican la restricción, que supone cada clase de una cualidad dada, al uso analizado.

Para cada uno de los tipos de uso evaluados se han agrupado, por un lado, las cualidades que influyen directamente en la valoración agronómica del suelo según su posible destino (agrícola, forestal, pasto), sea cual sea su intensidad de manejo (cualidades comunes) y por otro, aquellas que tienen una repercusión específica según la modalidad de laboreo. Tal y como se aprecia, las cualidades que se consideran varían en cada caso, desestimándose aquellas que no constituyen limitación al uso investigado.

La valoración de la potencialidad del área para la creación de prados por irrigación simple de laderas, se establece en base a una disponibilidad de agua superior a 500 mm. anuales, considerando aptos los sectores con pendiente menor de 55%.

Los grados de limitación de las cualidades específicas para el cultivo de praderas se consideran similares a los

**TABLA IV-4-1 GRADOS DE LIMITACION DE LAS CUALIDADES DE LA TIERRA RELACIONADAS CON LOS USOS AGRICOLAS. CUALIDADES COMUNES.**

| CUALIDAD | GRADO DE LIMITACION |         |              |
|----------|---------------------|---------|--------------|
|          | Absoluto            | Mayor   | Menor        |
| NSB      | -                   | Clase 4 | Clases 2 y 3 |
| NCEC     | -                   | -       | Clases 2 y 3 |
| SRPS     | Clase 4             | -       | Clase 3      |
| SRFG     | Clase 4             | Clase 3 | Clase 2      |
| PV       | -                   | Clase 5 | -            |
| RH       | Clases 4 y 5        | Clase 3 | Clase 2      |
| CAS      | -                   | Clase 2 | -            |

NSB: Disponibilidad de nutrientes en función del grado de saturación de bases. NCEC: Disponibilidad de nutrientes en función de la capacidad de cambio de cationes. SRPS: Calidad del sistema radicular en función de la profundidad del suelo. SRFG: Calidad del sistema radicular en función del contenido en fragmentos gruesos. PV: Período vegetativo. RH: Riesgo de heladas. CAS: Condiciones de aireación del suelo.

**TABLA IV-4-2 GRADOS DE LIMITACION DE LAS CUALIDADES DE LA TIERRA RELACIONADAS CON LOS USOS AGRICOLAS. CUALIDADES ESPECIFICAS.**

| MODALIDAD DE USO | CUALIDAD |         |         |         | GRADO DE LIMITACION |
|------------------|----------|---------|---------|---------|---------------------|
|                  | EAP      | ORP     | PRP     | DAS     |                     |
| A                | Clase 6  | -       |         | Clase 4 | Limitante absoluto  |
| B                | Clase 5  | Clase 4 |         | Clase 4 | Limitante absoluto  |
| C                | Clase 4  | Clase 3 |         | Clase 4 | Limitante absoluto  |
| a                | Clase 6  | -       | -       |         | Limitante absoluto  |
| b                | Clase 5  | Clase 4 | -       |         | Limitante absoluto  |
| c                | Clase 4  | Clase 3 | -       |         | Limitante absoluto  |
| A                | -        | Clase 4 |         | Clase 3 | Limitante mayor     |
| B                | Clase 4  | Clase 3 |         | Clase 3 | Limitante mayor     |
| C                | Clase 3  | Clase 2 |         | Clase 3 | Limitante mayor     |
| a                | -        | Clase 4 | Clase 4 |         | Limitante mayor     |
| b                | Clase 4  | Clase 3 | Clase 4 |         | Limitante mayor     |
| c                | Clase 3  | Clase 2 | Clase 4 |         | Limitante mayor     |
| A                | -        | Clase 3 |         | Clase 2 | Limitante menor     |
| B                | Clase 3  | Clase 2 |         | Clase 2 | Limitante menor     |
| C                | -        | -       |         | Clase 2 | Limitante menor     |
| a                | -        | Clase 3 | Clase 3 |         | Limitante menor     |
| b                | Clase 3  | Clase 2 | Clase 3 |         | Limitante menor     |
| c                | -        | -       | Clase 3 |         | Limitante menor     |

Secano: A, B y C. Regadio: a, b y c. Labores manuales: A y a. Labores con maquinaria ligera: B y b. Labores con maquinaria de mediano caballaje (tractor convencional): C y c.

EAP: Esfuerzos de arrastre en función de la pendiente. ORP: Obstáculos a la mecanización en función de la pedregosidad y rocosidad superficial. PRP: Posibilidad de riego en función de la pendiente. DAS: Disponibilidad de agua en suelo.

**TABLA IV-4-3 GRADOS DE LIMITACION DE LAS CUALIDADES DE LA TIERRA RELACIONADAS CON LOS USOS FORESTALES**

| CUALIDAD | GRADO DE LIMITACION |         |              |
|----------|---------------------|---------|--------------|
|          | Absoluto            | Mayor   | Menor        |
| * NSB    | -                   | -       | Clases 3 y 4 |
| * NCEC   | -                   | -       | Clase 3      |
| * SRPS   | -                   | Clase 4 | Clase 3      |
| * SRFG   | -                   | Clase 4 | Clase 3      |
| * CAS    | Clase 2             | -       | -            |
| ** EAP   | Clases 5-6 y 6      | Clase 5 | Clase 4      |
| ** ORP   | Clase 4             | Clase 3 | -            |

\*: Cualidades comunes. \*\*: Cualidades específicas de la modalidad de uso mecanizado.

NSB, NCEC, SRPS, SRFG, CAS, EAP, ORP: Idéntico significado que en la tablas nº 1 y 2.

**TABLA IV-4-4 GRADOS DE LIMITACION DE LAS CUALIDADES DE LA TIERRA RELACIONADAS CON EL CULTIVO DE PRADERAS. CUALIDADES COMUNES PARA LOS TRES NIVELES DE MANEJO**

| CUALIDAD | GRADO DE LIMITACION |         |             |
|----------|---------------------|---------|-------------|
|          | Absoluto            | Mayor   | Menor       |
| NSB      | -                   | -       | Clase 3 y 4 |
| NCEC     | -                   | -       | Clase 2 y 3 |
| SRPS     | -                   | -       | Clase 4     |
| SRFG     | -                   | Clase 4 | Clase 3     |

NSB, NCEC, SRPS y SRFG: Idéntico significado que en las tablas 1, 2 y 3.

que presentan los cultivos agrícolas en regadío.

#### IV-4-1-6 Clasificación de aptitud adoptada

El modelo de clasificación de aptitud empleado se estructura en tres categorías: **Orden, Clase y Subclase**. El orden se refiere a la aptitud o no aptitud, la clase al grado de aptitud (altamente, moderadamente, marginalmente apta) y la subclase indica el tipo de limitación.

La clasificación de aptitud utilizada es como sigue:

**Orden Apto.** Factores limitantes mayores y menores.

- **Clase A1.** Altamente apta. Menos de dos limitantes menores. Ningún limitante mayor.
- **Clase A2.** Moderadamente apta. Un limitante mayor o más de dos limitantes menores.
- **Clase A3.** Marginalmente apta. Dos o más limitantes mayores.

**Orden No Apto.** Uno o más factores limitantes absolutos.

**Subclases.** Se indican con una o varias letras sufijo.

- **m.** Limitaciones relacionadas con las labores agrícolas.
- **s.** Limitaciones relacionadas con factores intrínsecos que limitan el crecimiento de las plantas.
- **c.** Limitaciones de índole climática.

Para conseguir una mayor información a nivel de subclase, los subíndices se han aplicado siempre que existe un factor limitante mayor y/o más de dos menores, en una secuencia que depende del grado de limitación y de la importancia que éste adquiera para cada zona.

El concepto de **no pertinencia** indica zonas que "a priori" se suponen no viables para un tipo de uso determinado.

#### IV-4-1-7 Aplicación del método de evaluación al área de estudio

Para obtener la aptitud de los suelos del área frente a los tipos y modalidades de uso evaluados, se han seguido las dos posibilidades que ofrece el método expuesto: Proceso completo (1+2) y proceso reducido (1).

El proceso completo se ha empleado en la mayoría de la zona merced a la elección y tratamiento de dos zonas piloto en el sector nevadofilábride (Delgado Calvo-Flores et al., 1.988), en las que se establecieron un total de 78 unidades de tipos de tierras (F.A.O., 1.976) debidamente calificadas en términos de aptitud frente a los usos agronómicos propuestos.

Tales unidades de tierras han posibilitado la extrapolación de las clases de aptitud al núcleo

metamórfico ácido de Sierra Nevada, utilizando sus caracteres físico-diagnósticos, los cuales permiten obtener cartografías temáticas de capacidad de los suelos siguiendo criterios puramente físicos (pendiente, altitud, tipo de suelo, rocosidad, etc.).

En el sector alpujárride, de reducida extensión y gran variabilidad en las características de los suelos, cuyos controles no están aún perfectamente establecidos, no procede la delimitación de zonas piloto, sino que toda ella se ha considerado como tal, evaluando individualmente las unidades cartográficas de suelos. Se utiliza pues el proceso simplificado, asimilando el concepto de tierra al de unidad cartográfica de suelos, con la excepción de las unidades básicas de suelos que presentan acciones antrópicas importantes, en las que se han distinguido dos tipos de tierras según estén o no abancaladas. Idéntico sistema se empleó para la unidad de suelos nº 2. Finalmente se transforman las clases de aptitud obtenidas en caracteres físicos, con objeto de homogeneizar los criterios diagnósticos que son claves en las posibilidades de uso agrícola, forestal y de cultivo de pastos.

Las tablas IV-4-5, IV-4-6, IV-4-7, IV-4-8 y IV-4-9 reúnen los caracteres de las tierras que han resultado con algún grado de capacidad para su empleo, y que se han utilizado para la confección de las cartografías temáticas de aptitud.



**Leyenda de las tablas IV-4-5, IV-4-6, IV-4-7, IV-4-8 y VI-4-9.-**

**Clases de aptitud:** A1: Altamente apta, A2: Moderadamente apta, A3: Marginalmente apta, NA: No apto

**Modalidad de uso:** A secano manual, B secano maquinaria ligera , C secano tractor convencional, a regadío manual, b regadío maquinaria ligera, c regadío tractor convencional.

**Tipos de suelos:** A-Haploxeroll típico, B-Criumbrept típico, G-Xerumbrept típico, L-Criumbrept éntico, E-Fluvent, F-Xerochrept típico y dístrico, H-Xerumbrept éntico, J-Xerorthent típico, I-Criorthent típico, C-Haploxeroll éntico, Z-Xerorthent típico antrópico, V-Haploxeroll cálcico, U-Xerochrept clacixeróllico, P-Criochrept dístrico, T-Xerorthent lítico, R-Rhodoxeralf típico, S-Calcixeroll típico, Q-Areas pedregosas

**Clave abreviada:** Pend: Pendiente, Roco: Rocosidad, Pedr: Pedregosidad, Frag. gr: Porcentaje de fragmentos gruesos en peso, Es. S: Espesor solum, T. Ap: Terrenos aparatados, V. Norte: Vertiente Norte de Sierra Nevada, V. Sur: Vertiente Sur de Sierra Nevada, \*: No pertinente, -: Criterio no definitorio, +: Combinación de clases y subclases no existente en la vertiente correspondiente de Sierra Nevada.

862

TABLA IV-4-5 CARACTERES DE LAS UNIDADES DE TIERRAS CON CAPACIDAD PARA USO AGRICOLA

| Clases y subclases de aptitud para cada modalidad de uso |       |       |      |      |      | Tipos de Suelos  | T. Ap. | Pend. (%) | Roco. (%) | Pedr. (%) | Intervalo de cota(m.) |           |
|--|-------|-------|------|------|------|------------------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|-----------|
| A  | B     | C     | a    | b    | c    |                  |        |           |           |           | V. Norte              | V. Sur    |
| NA   | NA    | NA    | A3ms | NA   | NA   | V, F, U          | No     | 13-25     | > 25      | 15-90     | < 1500                | < 1500    |
| A3sc   | NA    | NA    | A3ms | NA   | NA   | F, J             | No     | < 25      | < 25      | 15-90     | 1500-2100             | 1500-2500 |
| NA   | NA    | *     | A2s  | A2s  | *    | Z, F, U          | Sí     | -         | < 25      | 15-90     | < 1500                | < 1500    |
| A3sc   | A3sc  | *     | A2s  | A2s  | *    | Z, F             | Sí     | -         | < 25      | 15-90     | +                     | 1500-2500 |
| A3sc   | A3sc  | *     | A3s  | A3s  | *    | Z, F, U          | Sí     | -         | < 25      | < 90      | 1500-2100             | +         |
| A2s  | A2s   | A2s   | A2s  | A2s  | A2s  | E                | No     | < 13      | 0         | < 90      | < 1500                | < 2500    |
| A3s  | A3s   | A3s   | A3s  | A3s  | A3s  | E                | No     | < 13      | 0         | < 90      | 1500-2100             | +         |
| A3sc   | A3msc | NA    | A3ms | A3ms | NA   | H, L, J, I, C, F | No     | 13-25     | 10-50     | 30-75     | 1500-2100             | 1500-2500 |
| NA   | NA    | NA    | A3ms | A3ms | NA   | H, L, J, I, C, F | No     | 13-25     | 10-50     | 30-75     | < 1500                | < 1500    |
| A3sc   | A3sc  | A3msc | A3ms | A3ms | A3ms | A, B, G, L, F    | No     | 13-25     | < 25      | 30-75     | 1500-2100             | 1500-2500 |
| NA   | NA    | NA    | A3ms | A3ms | A3ms | A, B, G, L, F    | No     | 13-25     | < 25      | 30-75     | < 1500                | < 1500    |
| A3sc   | A3sc  | A3scm | A3s  | A3s  | A3sm | A, B, G, L, F    | No     | < 13      | < 25      | 30-75     | 1500-2100             | 1500-2500 |
| NA   | NA    | NA    | A3s  | A3s  | A3sm | A, B, G, L, F    | No     | < 13      | < 25      | 30-75     | < 1500                | < 1500    |
| NA   | NA    | NA    | A2s  | A2s  | A3ms | F, U             | No     | < 25      | 10-25     | < 50      | < 1500                | +         |
| NA   | NA    | *     | A2s  | A3ms | *    | F                | Sí     | -         | 10-50     | 30-75     | < 1500                | +         |
| A3msc  | NA    | NA    | A3ms | NA   | NA   | V, U             | No     | < 25      | > 50      | 15-90     | 1500-2100             | 1500-2500 |
| NA   | NA    | NA    | A1   | A2m  | A2m  | U                | No     | < 25      | 0         | < 15      | < 1500                | +         |
| NA   | NA    | *     | A1   | A1   | *    | Z, U             | Sí     | -         | 0         | < 15      | < 1500                | +         |

**TABLA IV-4-6 CARACTERES DE LAS UNIDADES DE TIERRAS CON CAPACIDAD PARA USO FORESTAL. LABORES POCO MECANIZADAS.**

| Clases y subclase de aptitud | Tipos de suelos                       | Fragmentos gruesos (%) | Espesor Solum (cm.) | pH (solum) |
|------------------------------|---------------------------------------|------------------------|---------------------|------------|
| A3s                          | J, T                                  | > 44                   | < 25                | > 7,5      |
| A2s                          | B, G, L, E, H                         | 44 - 73                | 25 - 50             | < 5,1      |
| A2s                          | A, F                                  | 44 - 73                | 25 - 50             | -          |
| A2s                          | H, J, P, I, Q                         | > 73                   | -                   | -          |
| A2s                          | J, Z, U, F, A, V, R                   | 44 - 73                | < 50                | > 7,5      |
| A2s                          | S, U, V                               | > 44                   | > 25                | > 7,5      |
| A1                           | Resto de unidades de tipos de tierras |                        |                     |            |

**TABLA IV-4-7 CARACTERES DE LAS UNIDADES DE TIERRAS CON CAPACIDAD PARA USO FORESTAL. LABORES MECANIZADAS.**

| Clase y subclase de aptitud | Tipos de suelos     | Pend. (%) | Roco. (%) | Frag. gr. (%) | Es. S. (cm.) | pH (solum) |
|-----------------------------|---------------------|-----------|-----------|---------------|--------------|------------|
| A3ms                        | V, F, J, A          | < 50      | < 50      | 25 - 73       | < 50         | > 7, 0     |
| A2ms                        | H, J, I, E, P       | < 50      | 25-50     | > 73          | -            | -          |
| A2ms                        | H, L, E             | < 50      | 25-50     | 44 - 73       | 25 - 50      | < 5,1      |
| A2m                         | H, L, E             | < 50      | 25-50     | 44 - 73       | > 50         | < 5,1      |
| A2s                         | A, B, G, E, F, Z    | < 35      | < 25      | 44 - 73       | 25 - 50      | -          |
| A1                          | A, B, G, E, F, U, Z | < 35      | < 25      | < 73          | > 50         | -          |

TABLA IV-4-8 CARACTERES DE LAS UNIDADES DE TIERRAS CON CAPACIDAD PARA EL CULTIVO DE PASTO.  
LABORES MANUALES

| Clase y subclase de aptitud | Tipos de suelos        | T. Ap. | Pendiente (%) | Rocosisdad (%) | Fragmentos gruesos (%) |
|-----------------------------|------------------------|--------|---------------|----------------|------------------------|
| A1                          | F, U, Z                | Sí     | -             | < 25           | 25 - 73                |
| A2s                         | A, B, G, L, E, F, H    | No     | < 13          | < 25           | 44 - 73                |
| A2s                         | H, J, I, Q             | No     | < 13          | < 25           | > 73                   |
| A2s                         | Z, U, F                | Sí     | -             | 25 - 50        | 25 - 73                |
| A2m                         | A, B, G, L, F, H, U, J | No     | 13 - 25       | < 25           | > 44                   |
| A2sm                        | V, F, J, A             | No     | < 25          | 10 - 50        | 25 - 73                |
| A3s                         | I, P                   | No     | < 13          | > 50           | > 73                   |
| A3s                         | H, J, I                | No     | 13 - 25       | 25 - 50        | > 73                   |
| A3m                         | I, P, Q, V, U          | No     | 13 - 25       | > 50           | > 44                   |
| A3sm                        | V, U, T                | No     | 13 - 25       | > 50           | > 73                   |

TABLA IV-4-9 CARACTERES DE LAS UNIDADES DE TIERRAS CON CAPACIDAD PARA EL CULTIVO DE PASTOS. LABORES MECANIZADAS.

| Clases y subclases de aptitud para cada modalidad de uso |     | Tipos de suelos | T. Ap. | Pendiente (%) | Rocosisdad (%) | Fragmentos gruesos (%) |
|--|-----|-----------------|--------|---------------|----------------|------------------------|
| b  | c   |                 |        |               |                |                        |
| A1   | *   | F, U, Z         | Sí     | -             | 0              | 25 - 73                |
| A2s  | A2s | E               | No     | < 13          | < 2            | 44 - 73                |
| A2s  | *   | Z, F, U         | Sí     | -             | < 25           | 44 - 73                |
| A2s  | A2m | A, B, G, F      | No     | < 13          | < 25           | 44 - 73                |
| A2m  | A2m | U               | No     | < 25          | 0              | 25 - 73                |
| A2m  | A3m | A, B, G, F, U   | No     | 13 - 25       | < 25           | 44 - 73                |
| A2m  | NA  | L, H            | No     | < 13          | 25 - 50        | 44 - 73                |
| A2ms   | *   | F, Z            | Sí     | -             | 10 - 50        | < 73                   |
| A3m  | NA  | H, L            | No     | 13 - 25       | 25 - 50        | 44 - 73                |
| A3m  | NA  | J, I            | No     | < 25          | 25 - 50        | > 73                   |

**IV-4-2 - RESULTADOS OBTENIDOS EN LA APLICACION DEL  
METODO AL AREA DE ESTUDIO**

La estimación de la capacidad de los suelos del área de estudio se ha resuelto con la obtención de 5 mapas temáticos de aptitud para los usos propuestos. En ellos se muestra la localización de los principales núcleos que presentan una suficiencia manifiesta para la utilización de los mismos, debidamente clasificados en clases y subclases de aptitud según las modalidades de manejo que se indican. La capacidad se estima en virtud de las características físicas diagnósticas que exhiben las unidades de tipos de tierras.

**IV-4-2-1 Aptitud para usos agrícolas (Mapa nº 6)**

Inicialmente se han descartado para este uso los sectores en los que el período vegetativo es excesivamente corto (< 75 días); ésto excluye las zonas correspondientes a lo que se ha llamado la taiga y la tundra, en la vertiente septentrional, muy evidente por encima de 2.100 m. de altitud. Para la cara Sur de Sierra Nevada se ha considerado el límite de pertinencia para la agricultura en 2.500 m., cota máxima hasta donde han llegado los cultivos antiguos en el área.

Otro límite altitudinal que se ha manejado es el

correspondiente a la definición de los días de déficit de agua en el suelo, en función del valor de la reserva, la pluviometría y la ETP. Realizados los cálculos correspondientes se ha establecido en 1.500 m. (1.474 m. en la cara Norte y 1.560 m. en la cara Sur) la cota por debajo de la cual los suelos con reserva media (40 - 60 mm.) presentan más de tres meses de déficit estival, hecho que restringe en gran medida los cultivos de secano propios del área.

Se atribuye la calificación de "no aptas" para secano a las tierras de cota inferior a 1.500 m. Aunque no son excluyentes para todo tipo de cultivos, la gama posible de alternativas está muy limitada (cereales de invierno) y con producciones de muy baja rentabilidad.

En la leyenda del mapa aparece la definición de las tierras en términos de clases de aptitud para las seis modalidades de uso analizadas. Las unidades delineadas se pueden agrupar en dos conjuntos, el primero representado por las tierras que comparten terrenos sin apartar con otros apartados, y el segundo grupo que son tierras sin ningún abancalamiento aparente al menos en foto aérea, lo que indica que no han sido afectadas por grandes modificaciones.

El primer grupo está representado en la leyenda por un quebrado cuyo numerador refiere a la aptitud de los suelos

no aterrazados y el denominador a la de las paratas parcialmente construidas por el hombre. La delimitación perimetral no se ha realizado debido a la imposibilidad de representación a la escala de trabajo.

Cabe señalar finalmente que en las unidades de tierras en las que aparecen dos clases de aptitud para una misma modalidad de uso de secano, la primera clase hay que atribuirle a las zonas por debajo de 1.500 m. de cota (No apta), y tras el guión se señala la clase y subclase para las partes más altas de la unidad. El asterisco (\*) indica la no pertinencia para evaluar el empleo de tractor en los bancales, sin posibilidad de accesibilidad y transitabilidad.

A la vista de la representación cartográfica es fácil deducir en el total areal una baja capacidad para la agricultura, máxime para el aprovechamiento agrícola de secano en el que la falta de agua en el suelo durante una parte importante del año limita en gran medida su actividad. Los condicionantes edáficos y orográficos, ciertamente adversos, restringen aún más las posibilidades de cultivo.

De las tierras que resultan pertinentes para la evaluación agrícola, la mayor parte de ellas presentan limitantes absolutos por la profundidad del suelo (< 25 cm.) y las dificultades de enraizamiento por el elevado



porcentaje en fragmentos gruesos (> 73% en peso). También se consideran no aptas las tierras con más del 25% de pendiente.

En relación a la intensidad de manejo, la rocosidad y pedregosidad superficial restringen la mecanización hasta imposibilitar el uso del tractor en zonas de escasa pendiente pero con una rocosidad superior al 25% de la superficie ocupada.

Las tierras aptas lo son marginalmente (Clase A3) no sólo por las limitaciones referidas (profundidad y fragmentos gruesos), que aunque en menor grado que en las tierras no aptas casi siempre están presentes, sino también por las limitaciones de fertilidad con bajos niveles de nutrientes, pHs con riesgos de toxicidad para las plantas por su acidez o alcalinidad y bajos contenidos en materia orgánica; así como por los altos riesgos de heladas y la poca aptitud del terreno para el riego, dado que las pendientes son superiores al 13%.

Las cualidades PV y RH (período vegetativo y riesgos de heladas) aunque se han considerado para el establecimiento de las clases de aptitud, en ningún caso han definido la subclase "c", dado que su grado de limitación depende estrechamente del tipo específico de cultivo para el que se evalúe, lo que no es objeto del presente estudio. Así, la subclase "c" únicamente aparece

en las modalidades de secano haciendo alusión al déficit de agua estival; limitación climática importante que merece ser destacada en la subclase.

Los suelos más adecuados son los Xerorthents típicos, Xerochrepts típicos y Xerochrepts calcixeróllicos, todos ellos con caracteres antrópicos bien manifiestos y en menor medida, los Xerumbrepts y Criumbrepts de mayor desarrollo (subgrupo típico) situados en los sectores más allanados de las lomas.

Como se aprecia en el mapa nº 6 los núcleos aptos para secano son de poca extensión, con una distribución dispersa y sin apenas continuidad. La mayor densidad de parcelas cultivables se localizan en las lomas del SE (Loma de las Zorras, Loma de los Alberquillos, Pico de Fuentefría, Pradillo de Granada, La Cueva Gita, etc.), en la comarca del Marquesado del Cenete, y en la zona central de la vertiente meridional desde el Morrón de los Pelados hasta la Loma de los Peñoncillos. Otros sectores marginalmente aptos aparecen salpicados en las partes medias de las cuencas fluviales de varios ríos.

Las tierras exclusivamente aptas para regadío destacan por su amplia representación cartográfica en las áreas de influencia de los pueblos de la Alpujarra, Güejar Sierra y Pinos Genil.

La unidad n° 13, que tiene una extensión considerable en el aluvial del extremo noroccidental, es la tierra que mayor aptitud presenta para secano pese a ubicarse en un intervalo altitudinal inferior a 1.500 m. Dado que se trata de suelos del suborden Fluvent, la cualidad DAS (disponibilidad de agua en el suelo) no constituye una limitación mayor.

La existencia de metales pesados en suelos que han evolucionado a partir de materiales ricos en minerales máficos (anfíbolitas y serpentinitas) pueden crear problemas de toxicidad para las plantas, incluso en lugares algo alejados de donde aparecen estas rocas a causa de mecanismos de contaminación química y/o mecánica. Este aspecto no se ha considerado para la clasificación de aptitud de los diferentes sectores, pero conviene tenerlo presente y se manejará en fases posteriores del estudio.

Para finalizar, es necesario resaltar que la unidad n° 8 se ha clasificado como no apta para secano, al considerar la cota de 1.500 m. como límite por debajo del cual el déficit estival es superior a 90 días y por tanto constitutivo de limitación absoluta. Dicha cota se ha adoptado para facilitar la elaboración del mapa al elegir una cota media entre las obtenidas para la vertientes Norte y Sur. Sin embargo la cota real calculada para la clase de déficit mencionada en la vertiente septentrional es de 1.474 m., por lo que la Placeta del Purche entraría, aunque

en su límite inferior, como tierras aptas para secano y regadío, hecho que es acorde con el aprovechamiento de secano actual (labor intensiva con una intensidad del tercio) y que reafirma la validez del esquema de evaluación propuesto.

#### IV-4-2-2 Aptitud para usos forestales (mapa nº 7 y 8)

La estimación de la posibilidades forestales del área se han resuelto con la elaboración de dos mapas de aptitud, uno para la modalidad de labores poco mecanizadas (manuales o con maquinaria ligera) y otro donde se analiza en qué medida las tierras son aptas para desarrollar en ellas una mecanización forestal de alto nivel, que incluya la preparación del terreno, los tratamientos selvícolas en las masas instauradas y la extracción de madera u otros productos.

Se han considerado tierras no pertinentes para analizar su aptitud las situadas por encima de 2.600 m. de altitud (límite de desaparición del piornal), las zonas rocosas y las áreas muy afectadas por construcciones civiles, en las que obviamente no procede instaurar ninguna vegetación, dado que el porcentaje de ocupación del suelo es inferior al 10%.

Los suelos que tienen un régimen de humedad ácuico no

son aptos para el recubrimiento de impluvios por la vegetación arbórea.

#### **IV-4-2-2-1 Uso forestal con labores manuales o con maquinaria ligera**

Considerando en primer lugar el uso forestal con el empleo de labores manuales o maquinaria de poco caballaje, la mayor parte de la zona se muestra con unas potencialidades favorables a la instalación de masas boscosas, si bien sus rendimientos en producción son variables en función de las condiciones térmicas e hídricas que concurren en el lugar.

La clase marginalmente apta (A3s) se localiza en enclaves reducidos de la parte occidental, coincidiendo con suelos de escaso desarrollo (< 25 cm. de solum) que además presentan un porcentaje alto en fragmentos gruesos. El sustrato edáfico está constituido por Xerorthents típicos y líticos sobre calizas masivas del manto de las Víboras y dolomías o mármoles dolomíticos de las unidades del Trevenque. Los Arenales, el Collado del Pino, Cerro Blanco y el Pico de la Carne son, entre otras, las localizaciones más destacadas, generalmente en pendientes superiores al 25% y posiciones fisiográficas que van desde cabeceras de barrancos secundarios a crestas y laderas acarcavadas entre 1.100 y 2.200 m. de altitud.

Las tierras A2s pertenecen a tres grupos según el tipo y el grado de limitación con que se manifiestan las cualidades comunes. En dos de ellos existe un limitante mayor condicionado por la calidad del sistema radicular y responsable de la clasificación como moderadamente apta, que puede deberse bien a un espesor de solum insuficiente o a un contenido en fragmentos gruesos superior al 73% en peso. Un tercer grupo de tierras A2s se califican así por la existencia de tres limitantes menores: dificultades para el enraizamiento, baja disponibilidad de nutrientes y un "solum" somero.

En el núcleo nevadofilábride, la clase A2s se ubica en un cinturón continuo y concéntrico por encima de los 2.200 m. de altitud media, con suelos pertenecientes a los grandes grupos Criumbrepts, Criorthents y Criochepts. Por debajo de dicha cota y hasta los puntos más bajos de la zona de estudio, las tierras moderadamente aptas se restringen a las cárcavas y paredes de los barrancos siguiendo el curso fluvial (barranqueras del río Chico, Maitena, Trevélez, arroyo del Alhorí, etc.) o laderas de fuerte pendiente y con superficies denudadas, donde predominan los Xerorthents típicos como unidad de suelos aislada o en asociación con Xerumbrepts énticos y Haplumbrepts énticos. Algunos de estos lugares conservan restos de bosque autóctono, tal es el caso de las partes medias de las cuencas del Genil, Monachil, Dílar y Dúrcal, en las márgenes de orientación Norte y con un mayor

encajonamiento y proximidad a los cauces.

También resultó A2s la Dehesa del Camarate y el sector meridional comprendido entre Haza del Cerezo y la Loma de los Cotos, ambos con bosques de frondosas de desarrollo variable y con limitaciones en lo que se refiere a las cualidades SRPS y SRFG (calidad del sistema radicalr en función de la profundidad del "solum" y del contenido en fragmentos gruesos). Ello induce a pensar que la razón de que se conserve la vegetación arbórea en los lugares actuales, no está en la calidad y fertilidad físico-química de los suelos de estas tierras, sino más bien en otra casuística de difícil cuantificación tales como las dificultades físicas de accesibilidad, nula aptitud para la agricultura o bien causas legales, sociales, microclimáticas o incluso el azar.

Las tierras con reacción calcárea son en su mayoría moderadamente aptas (A2s) para la repoblación forestal a excepción de las áreas con Mollisoles o con suelos construidos en parte por el hombre y por tanto con suficiente espesor para no presentar limitaciones mayores.

Por debajo de 2.130 m., 2.170 m., 2.270 m. y 2.310 m. para las pendientes respectivas F, E, D y C, las tierras son aptas sin limitaciones importantes (clase A1) siempre y cuando estos sectores coincidan con suelos pertenecientes

al suborden Fluvent y a los subgrupos Haploxeroll típico y cálcico, Xerumbrept típico y éntico, Xerochrept típico, dístrico y calcixeróllico, Fluvent y Xerorthent típico con caracteres antrópicos de suelo construido.

Como se aprecia en la localización cartográfica de la clase A1, ésta se distribuye también en un cinturón concéntrico, que se difumina en los mantos alpujárrides, por debajo de la clase A2s. Ocupa los sectores más convexos de las lomas, conocidos como "panderones", sólo interrumpidos por barrancos longitudinales y transversales que seccionan su continuidad. Por su extensión merecen destacarse los núcleos A1 situados en la comarca del marquesado del Cenete, La Loma de la Cuna de los Cuartos y sectores adyacentes, al N y S de las Catifas, así como las laderas bajas de toda la vertiente meridional.

#### **IV-4-2-2-2 Uso forestal con maquinaria pesada**

Analizando ahora los resultados de la evaluación de la zona para uso forestal con empleo de maquinaria pesada, cuya exposición cartográfica se recoge en el mapa nº 8, el primer hecho que sobresale es la gran extensión de las tierras no aptas, al considerar como tales las zonas con más del 90% de pedregosidad superficial y aquellas otras con una pendiente superior al 50%, sea cual sea el tipo de suelo que está presente. Dado que el porcentaje medio de inclinación en el área perteneciente a la clase E es 52%,



se han considerado no aptas para esta modalidad de uso todas las tierras con la clase de pendiente E o F.

Las unidades de suelos que tienen parte de su superficie aparatada no presentan cualidades que se manifiesten como limitaciones absolutas o mayores a causa de la pendiente, por lo que no se han evaluado independientemente las tierras abancaladas, a excepción de la unidad de suelos nº 23 que tiene tierras no aptas (NA) en los sectores naturales y moderadamente aptas (A2s) en las tierras aparatadas por el hombre. Por su reducida extensión y excepcionalidad, toda la unidad 23 se ha reflejado como NA en el mapa.

El tipo de suelo, la pendiente, la rocosidad, el contenido en fragmentos gruesos en el suelo, el espesor y el pH del solum, son los criterios diagnósticos que controlan la aparición de las distintas clases del orden apto.

La clase A3ms restringida a los coluvios y paratas de la unidad noroccidental de limos, arenas y conglomerados miocenos y tres enclaves más con Haploxerolls cálcicos y típicos en pendientes D, en el Peñón de Muñoz y al NE de Cerro Gordo, presenta dificultades a la mecanización en grado mayor, bien por la rocosidad superficial o bien por el esfuerzo de arrastre que deben vencer los útiles mecanizados a causa de la excesiva pendiente, además de

presentar escasa fertilidad física y química.

Las tierras moderadamente aptas (A2) aparecen con una combinación de subclases diferente. El grupo de tierras con las subclases "ms" se identifica con Xerumbrepts y Criumbrepts énticos, Xerorthents y Criorthents típicos y Criochrepts con un espesor de solum entre 25 y 50 cm., en los que la rocosidad y pedregosidad superficial son de la clase 3 y 4 (F.A.O., 1.977), respectivamente. Existen dos tipos de tierras con las mismas subclases según los suelos presenten o no un porcentaje de fragmentos gruesos superior al 73% en peso. La subclase "m" acompaña aisladamente a la clase A2 cuando no hay restricciones de fertilidad pero sí dificultades para su laboreo debido a la rocosidad superficial; invirtiendo estos mismos términos se origina la clase A2s.

La clase A1 muy dispersa en el Norte y algo mejor representada en el Sur sobre suelos aparatados, se debe a suelos moderadamente profundos, con una disponibilidad aceptable de nutrientes y exentos de condicionantes físicos que dificulten la utilización de maquinaria forestal pesada. Los suelos que acompañan a esta clase son fundamentalmente Xerumbrepts típicos, Xerochrepts típicos y calcixeróllicos, Fluvent y Xerorthents con caracteres antrópicos de suelo semiconstruido.

Localmente, en el sector Oeste y Sur del área,

unidades de suelos que tienen parte de su superficie aterrizada y son aptas para este uso, pueden presentar limitaciones mayores o absolutas a la mecanización en puntos con superficies muy acarvacadas y pendiente (35-55%) no modificada por el hombre. Este hecho no se refleja en el mapa por las dificultades de representación que surgen con la escala de trabajo utilizada.

Las zonas potencialmente más adecuadas se sitúan por debajo de 2.200 m. de altitud, en enclaves dispersos y de extensión variable, entre los que se pueden destacar los situados en los rellanos de las laderas de la cabecera de la cuenca del Alhorí, los materiales detríticos neógeno-cuaternarios del Purche, las lomas izquierdas del barranco Dílar, laderas bajas del término municipal de Bérchules y barrancos abancalados del Trevélez y Poqueira.

La clase A2 no tiene un control altitudinal estricto aunque suele aparecer por encima de 2.000 m., excepto cuando coincide con las unidades de Xerumbrepts énticos o más erosivas. La Loma del Maitena, el Castañar de Güejar, la parte alta de la cuenca del Monachil y Dílar, crestas de la Loma de Piedra Blanca y Prado Cebollar y la ladera Este de Peñabón, son los núcleos más representativos.

IV-4-2-3 - Aptitud para la producción de pastos (Mapa  
nº 9 y Mapa nº10)

Se evalúa la capacidad de los suelos del área para la creación de pastos por simple irrigación, así como las posibilidades que ofrecen para el cultivo de forrajes en sus modalidades de regadío con labores manuales o mecanizadas.

Las zonas potencialmente aptas para la creación de prados naturales se han limitado a las tierras con pendiente inferior al 55%, no pedregosas ni rocosas y situadas por encima de 2.500 m., donde se asegura un exceso anual de agua superior a 500 mm.

La práctica a desarrollar consiste en un riego de las laderas por el derrame del agua desde las partes superiores; práctica únicamente viable en la época estival cuando el crecimiento vegetativo no está impedido. En Sierra Nevada este sistema ha generado importantes áreas de pasto en las cabeceras de los ríos.

El mapa que recoge estas áreas potenciales no distingue clases de aptitud, dado que en ningún caso las cualidades empleadas en el proceso de evaluación constituyen limitación para el uso propuesto.

Los posibles efectos erosivos de este método de riego,

son una consecuencia que cabría entender como factor limitante, ya que en el área apta predominan suelos especialmente degradados (Criorthent típicos, Criochrepts dístricos, Criumbrepts énticos) con una edafización ralentizada por el desmantelamiento y transporte de materiales ladera abajo.

Los lugares más bajos de los ventisqueros orientales (Ventisquero de las Cabras, Ventisquero del Carbón, etc...) junto a las demás cabeceras de los ríos mayores, son enclaves de potencialidad manifiesta. No obstante, en ambas laderas del Pico de la Plaza de los Lobos y de las lomas del Mulhancén y Tanto, así como en la margen izquierda de la cabecera del río Dúrcal, Borreguiles del Dilar y Monachil y final de la Loma del Peñón, existen rupturas bruscas de pendiente con profusión de áreas allanadas (< 25%) muy proclives a ser regadas.

La valoración de las clases de aptitud para el cultivo de pastos se ha llevado a cabo utilizando los grados de limitación de las cualidades de las tierras relacionadas con las labores agrícolas, y los grados en que limitan las cualidades relacionadas con el cultivo de praderas. Por este motivo, un alto porcentaje de las tierras aptas (A1, A2, A3) para praderas coinciden con las obtenidas en el mapa de aptitud para usos agrícolas, aunque en esta ocasión con clases menos marginales ya que pese a tener idénticas restricciones a la mecanización, los problemas de

fertilidad y rigores climáticos son menos influyentes en las plantas forrajeras, con menos exigencias que las especies típicamente agrícolas.

No aparece la subclase "c", considerándose las tierras con un período vegetativo inferior a 75 días como no pertinentes para este uso, dado que el período de utilización de la pradera formada sería muy corto. Por debajo de 2.500 m. de altitud todos los sectores con pendiente superior a 25% resultan no aptos (NA) para dicho uso.

Se repite aquí la problemática expuesta en las páginas precedentes para los sectores con paratas, en los que se han obtenido dos clases de aptitud dentro de una misma unidad cartográfica de aptitud, tal y como aparecen en la leyenda de los mapas nº 9 y nº 10, refiriéndose la más favorable a las tierras que dentro de la unidad delineada están abancaladas.

La zona se caracteriza por una combinación compleja de clases y subclases de aptitud. Considerando únicamente criterios de abundancia han de destacarse en el mapa nº 9 (labores manuales) las unidades 2 y 4, con las clases A2m/A1 y A2m, respectivamente. En el mapa nº 10 (labores mecanizadas) sobresalen las unidades 4 y 9, ésta última sólo apta para el empleo de maquinaria ligera en las tierras abancaladas. La unidad 4 permite la utilización del

tractor aunque presenta una clase marginal (A3m) para dicho nivel de manejo.

En general, la disponibilidad de nutrientes y las dificultades de enraizamiento por el elevado contenido en fragmentos gruesos, limitan en algún grado a todas las unidades aptas. La escasez de suelo suficientemente profundo es también un factor adverso a considerar en la mayoría de las unidades de aptitud, salvo aquellas que tienen suelos semiconstruidos por el hombre: Xerumbrepts típicos, Xerochrepts y Fluvents por debajo de 2.100 m.

Los sectores aptos para el cultivo sin mecanización se reducen sensiblemente cuando se piensa en la posibilidad de introducir maquinaria de labranza, especialmente mediante labores con tractor, por el obstáculo que supone una rocosidad superficial superior al 25%.

The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records.

It is essential to ensure that all data is properly documented and stored.

This section outlines the various methods used to collect and analyze the data.

The results of the study are presented in the following tables and graphs.

The data shows a significant increase in the number of participants over time.

This increase is attributed to the improved marketing strategies implemented.

The following table provides a detailed breakdown of the data points.

The analysis indicates that the most effective approach was the use of social media.

Overall, the study demonstrates the effectiveness of the proposed methods.

The findings suggest that similar strategies can be applied to other markets.

It is recommended that further research be conducted to validate these results.

The conclusions drawn from this study are as follows:

1. The use of social media significantly increases participant numbers.

2. Targeted advertising leads to higher conversion rates.

The data also shows that the most successful campaigns were those that were personalized.

These findings are consistent with previous research in the field of marketing.

The study highlights the need for continuous monitoring and adjustment of marketing strategies.

In conclusion, the research supports the hypothesis that digital marketing is highly effective.

The results provide valuable insights for businesses looking to expand their reach.

Finally, it is noted that the success of these strategies depends on the quality of the data used.



## CAPITULO 5

### CLASIFICACION DE LOS SUELOS CON VISTAS A LA REFORESTACION EN LA ZONA MEDITERRANEA



#### IV-5-1 - INTRODUCCION

A la vista de los resultados obtenidos en la aplicación de los esquemas de evaluación con fines agronómicos, es evidente la disponibilidad edáfica y climática de la zona para el desarrollo de masas forestales. Por este motivo se ha creído conveniente y justificable el utilizar un método específico de evaluación para uso forestal, que arroje luz sobre las posibilidades de reforestación que ofrecen los suelos del sector de Sierra Nevada considerado. Para ello se han elegido los criterios de Bonfils (1.978) dado que se fundamentan en las peculiaridades de la zona mediterránea. La obra citada es: "Le classement des sols en vue de la reforestation en zone méditerranéenne".

Bonfils (op. cit.) reconoce la importancia que tiene el conocimiento del suelo para el manejo de los espacios naturales y ve en los mapas de suelos el punto de partida para establecer el valor forestal de una estación determinada.

El sistema de evaluación se fundamenta en criterios diagnósticos de fácil apreciación por un observador bien entrenado. Para este autor en las regiones mediterráneas y sobre todo en las zonas más colinadas y semi-montañasas, las propiedades físicas de los suelos son netamente

influyentes para el desarrollo del bosque y por supuesto, mucho más determinantes que otro tipo de características edáficas.

Tabla IV-5-1 Notación paramétrica ponderada de las características influyentes en la aptitud del suelo para reforestación (Adaptado de Bonfils, 1.978)

| VALORES                                     | FAVORABLES                       |        |           |        |        |                           | DESFAVORABLES                        |               |       | LIMITANTES       |                            | LIMITANTE ABSOLUTO        |
|---|----------------------------------|--------|-----------|--------|--------|---------------------------|--------------------------------------|---------------|-------|------------------|----------------------------|---------------------------|
| NOTA (Puntuación)                           | 10                               | 9      | 8         | 7      | 6      | 5                         | 4                                    | 3             | 2     | 1                | 0                          |                           |
| Pendiente (%)                               | < 5                              | 5-10   | 10-25     |        | 25-35  |                           | 35-50                                |               |       |                  | 50-100                     | > 100%                    |
| Profundidad (cm.)                           | > 80                             | 60-80  | 40-60     |        | 30-40  |                           | 20-30                                |               |       |                  | < 20                       |                           |
| Agua útil (mm.)                             | >120                             | 90-120 | 60-90     |        | 45-60  |                           | 30-45                                |               |       |                  | < 30                       |                           |
| Grado de fisuración o alteración de la roca |                                  |        |           |        |        | Roca a profundidad >60 cm | Profundidad hasta la roca: 20-60 cm. |               |       |                  |                            | Afloramiento de roca dura |
|   |                                  |        |           |        |        |                           | Muy fisurada                         | Algo fisurada |       | Poco fisurada    | No fisurada                |                           |
| Textura                                     |                                  |        |           |        |        | Francas                   | Limos                                | Arena         | Arci. |                  |                            |                           |
| Elementos gruesos (%)                       |                                  |        |           |        |        | Gravas %                  |                                      |               |       | Piedra           | Bloque                     | Bloques y piedras > 80%   |
|   |                                  |        |           |        |        | < 10                      | 10-20                                | 20-30         | 30-50 | 50-80            | 80                         |                           |
| Estado de la superficie                     | Espesor horizonte humífero (cm.) |        |           |        |        | Superficie erosionada     |                                      |               |       | Muchas cárcavas  | Barranqueras               |                           |
|   | > 5                              | 3 - 5  | 1 - 3     | No hay | Lamin. | Surco                     | Carc.                                |               |       |                  |                            |                           |
| Drenaje                                     |                                  |        |           |        |        | Lig. excesivo             |                                      |               |       | Exceso           | Nivel de agua en superfic. |                           |
|   |                                  |        |           |        |        | Prof.pseudogley (cm)      |                                      |               |       | Gley a 25-50 cm. |                            |                           |
|   |                                  |        |           |        |        | 50                        | 25-50                                | 0-25          |       |                  |                            |                           |
| Carbonato total (%)                         |                                  |        |           |        |        | Trazas                    | 1-10                                 |               | 10-25 | 25-50            | 50-75                      | > 75%                     |
| Terrazas                                    | Terrazas anchas                  |        |           |        |        |                           | Terrazas discontinuas                |               |       | Estrechas        | No hay                     |                           |
|   | Orientación N                    |        | Orient. S |        |        |                           |                                      |               |       |                  |                            |                           |
| C.E. <sub>es</sub> (dS m <sup>-1</sup> )    | (Notación para suelos salinos)   |        |           |        |        | 0 - 2                     |                                      |               | 2-4   | 4-6              | 6-8                        | > 8                       |

#### IV-5-2 - METODOLOGIA

Brevemente, el proceso evaluativo al que cabría calificar de paramétrico aditivo (Aguilar, 1.990), se basa en la consideración de 10 características pedológicas inherentes al suelo o factores externos, de las que se conoce su grado de contribución al éxito de las operaciones de reforestación. A estas características y según su apreciación cuantitativa o cualitativa, se les asigna una notación paramétrica ponderada de 0 a 10, estableciendo cuatro grupos de valores: favorables, desfavorables, limitantes y limitantes absolutos (tabla IV-5-1).

**Tabla IV-5-2 Clasificación de aptitud del suelo para reforestación (Bonfils, 1.978)**

| Orden | Clase | Puntuación | Denominación                       |
|-------|-------|------------|------------------------------------|
| 1     | 11    | > 60       | Muy apta                           |
| 1     | 12    | 50-60      | Medianamente apta                  |
| 1     | 13    | 40-50      | Marginalmente apta                 |
| 2     | 21    | 35-40      | Muy apta con condiciones           |
| 2     | 22    | 30-35      | Marginalmente apta con condiciones |
| 3     | 31    | 20-30      | No apta actualmente                |
| 3     | 32    | < 20       | No apta                            |

Mediante este proceso es posible obtener para cada unidad cartográfica de suelos una puntuación numérica del grado con que se presentan las características establecidas, resultando de su suma una nota global entre 0 y 100 que corresponde a la aptitud de la unidad de suelos

para la repoblación forestal. Se diferencian tres órdenes:  
Apto, apto con condiciones y no apto (tabla IV-5-2).

... en cada una de las zonas...  
... con condiciones...  
... no apto...  
... repoblación forestal...  
... tabla IV-5-2...  
... condiciones...  
... apto...  
... no apto...  
... repoblación forestal...  
... tabla IV-5-2...  
... condiciones...  
... apto...  
... no apto...  
... repoblación forestal...  
... tabla IV-5-2...

... repoblación forestal...  
... tabla IV-5-2...  
... condiciones...  
... apto...  
... no apto...  
... repoblación forestal...  
... tabla IV-5-2...  
... condiciones...  
... apto...  
... no apto...  
... repoblación forestal...  
... tabla IV-5-2...

#### IV-5-3 - APLICACION DEL METODO

Sobre la aplicación del método al área considerada se hace inicialmente un comentario somero referente a la puntuación atribuida a las características consideradas de las unidades básicas de suelos: Pendiente media, profundidad efectiva, agua útil, grado de fisuración o alteración de la roca, textura, contenido en fragmentos gruesos, estado de la superficie (erosión), drenaje, carbonato total y presencia de terrazas.

El porcentaje de pendiente obtenido por la media entre los márgenes extremos identificados en cada unidad cartográfica de suelos, se presenta como un valor desfavorable en el 45% de las unidades. La máxima puntuación (9) se le asigna en exclusiva a la unidad de Fluvent.

El espesor del suelo fácilmente accesible para las raíces se presenta en general con valores favorables, a excepción de algunas unidades extremadamente erosivas representadas en su mayoría por suelos del orden Entisol, tales como las unidades n° 11, 12, 16 y 27.

Como una característica ciertamente restrictiva para el desarrollo arbóreo en la zona se ha mostrado la disponibilidad de agua útil, hasta el punto que 22.350 ha.



de suelos disponen de menos de 30 mm. de reserva media y del resto alrededor de 20.000 ha. no superan los 45 mm. Este cómputo no incluye las áreas misceláneas (11.650 ha.), de cuya consideración se deduce que únicamente el 31% aproximado de la zona dispone de agua suficiente en el suelo para paliar, en un grado aceptable, el déficit estival y permitir a la vegetación desarrollada soportar la sequía.

Respecto a la característica definida como "grado de fisuración o alteración de la roca", la mayoría de las unidades de suelos se han puntuado con la nota de 5 o 4, sobre todo en el sector nevadofilábride, debido a que el material original está constituido por materiales groseros derrubiados más o menos alterados y con numerosos espacios abiertos a la penetración radical, quedando la roca dura y coherente a mayor profundidad. Las calizas tectonizadas alpujárrides y los conglomerados miocenos también presentan valores poco desfavorables.

Las texturas francas han obtenido la puntuación de 6, las franco-arenosas de 5 y las franco-arcillo-limosas o franco-limosas de 4. Es evidente que la textura de los suelos no es una característica limitante en la zona para el recubrimiento de impluvios con vegetación desarrollada, excepción hecha de la unidad de suelos nº 16 con un alto porcentaje de la fracción arena, que ha obligado a asignarle el valor 3.

El porcentaje de fragmentos gruesos contribuye a rebajar notablemente la puntuación global de aptitud que obtiene cada unidad básica, puesto que la inmensa mayoría de ellas tienen una proporción en peso superior al 50%. Para Bonfils (op. cit.) este contenido dificulta en gran medida la penetración de raíces y disminuye las posibilidades de almacenamiento de agua en la reserva.

Para la estimación del "estado de la superficie" se han utilizado los resultados obtenidos en el mapa de erosión (Mapa nº 13), asignando los valores 5, 2 y 0 según los suelos tengan un grado de riesgo de erosión ligero, moderado y medio-alto, respectivamente. La presencia de horizontes humíferos no se ha considerado dado que esta característica apenas se muestra con continuidad superficial en las unidades de suelos cartografiadas.

El drenaje externo descrito según la normativa F.A.O. (1.977) no supone restricciones de entidad en un 50% de las unidades de suelos, con una representación areal total de 32.610 Ha. Las limitaciones sobrevienen en el resto por el exceso de drenaje en las laderas más escarpadas y desprovistas de vegetación. La presencia de un nivel freático en superficie o poco profundo y permanente durante la mayor parte del año, sólo acontece en la unidad de suelos nº 14 constituyendo un valor limitante absoluto.

La reacción del suelo, bien basada en el pH o según el

porcentaje de carbonato total, es la única característica química del suelo que el sistema de evaluación tiene en cuenta. La salinidad se analiza en caso de existir terrenos con predisposición a contener sales.

Se consideran favorables las tierras con pH cercano a la neutralidad y valores cada vez más desfavorables según aumente el contenido en carbonato. El esquema no admite limitación para los pHs ácidos, por lo que se acordó calificar las tierras con pH entre 5,0 y 6,0 con una nota de 5.

La caliza activa estimada a partir del  $\text{CO}_3^{=}$  total y su relación con el contenido en limo y la calidad del drenaje, permite diagnosticar el poder clorosante del suelo. Como es lógico son las unidades occidentales de naturaleza calizo-dolomítica las que presentan valores limitantes, al contener en general más del 20% de carbonato total. Para la unidad de Fluvent que comparte suelos calcáreos con otros que no lo son se ha adoptado una nota media entre 3 y 4.

Por último, el sistema entiende como una característica importante para la reforestación la existencia o no de terrazas, así como su naturaleza, orientación geográfica y estado de consevación. Para la aplicación de dicho carácter al área de estudio se han escogido tres puntuaciones medias para las diferentes unidades cartográficas de suelos: 7 en las que exhiben un

alto grado de aparatamiento, 2 para las unidades con  
bancales irregularmente repartidos y 0 cuando no existen  
terrazas.

#### IV-5-4 - RESULTADOS

Los resultados obtenidos de la aplicación del método al área considerada se expresan en la tabla IV-5-3 y el mapa nº 11. De las 35 unidades cartográficas definidas se han descartado inicialmente para la actuación forestal las unidades misceláneas, por la ausencia de suelo y la unidad nº 14 (Aquent), eliminada por la insuficiente calidad del drenaje. Además de éstas, pertenecen al orden no apto aquellas otras que presentan características muy desfavorables de pendiente, profundidad, reserva de agua, etc.

Dentro de las unidades no aptas para la reforestación, que en conjunto ocupan más de 37.000 ha., se han distinguido dos clases según la perspectiva temporal de modificación de tal inaptitud. La clase 32 corresponde a suelos extremadamente someros, con contactos líticos a pocos centímetros de la superficie y dificultades de drenaje por exceso o por defecto. Además de las unidades misceláneas y de los Aquents, se muestran con características muy desfavorables los Xerorthents y Criorthents típicos y líticos.

Sin posibilidades actuales de repoblación convencional se consideran los suelos con altos riesgos de erosión y los que conjugan características adversas de pendiente y de

Tabla IV-5-3 Aptitud del suelo para la reforestación  
(Bonfils, 1.978).

| UNIDAD CARTOGRAFICA DE SUELOS          | N  | ORDEN                | CLASE |
|--|----|----------------------|-------|
| Haploxeroll típico-Xerochrept típico   | 35 | Apto con condiciones | 22    |
| Xerorthent típico-Xerochrept típico    | 53 | Apto                 | 12    |
| Xerochrept dístico-Xerumbrept típico-  | 38 | Apto con condiciones | 21    |
| Xerochrept típico-Haploxeroll éntico   | 40 | Apto con condiciones | 21    |
| Xerumbrept típico                      | 42 | Apto                 | 13    |
| Criumbrept típico                      | 41 | Apto                 | 13    |
| Haplumbrept éntico-Haplumbrept típico  | 48 | Apto                 | 13    |
| Xerumbrept éntico-Xerorthent típico    | 27 | No apto              | 31    |
| Xerumbrept éntico                      | 34 | Apto con condiciones | 22    |
| Criumbrept éntico                      | 36 | Apto con condiciones | 21    |
| Xerorthent típico                      | 12 | No apto              | 32    |
| Criorthent típico                      | 12 | No apto              | 32    |
| Criorthent típico-Criochrept dístico   | 26 | No apto              | 31    |
| Aquent                                 | 0  |                      | -     |
| Fluvent                                | 49 | Apto                 | 13    |
| Xerorthent típico                      | 17 | No apto              | 32    |
| Xerochrept típico-Xerochrept           | 39 | Apto con condiciones | 21    |
| Xerorthent típico-Xerochrept           | 32 | Apto con condiciones | 22    |
| Calcixeroll típico-Xerochrept          | 21 | No apto              | 31    |
| Haploxeroll cálcico-Xerochrept         | 27 | No apto              | 31    |
| Xerochrept calcixeróllico              | 39 | Apto con condiciones | 21    |
| Xerochrept típico-Xerorthent típico    | 29 | No apto              | 31    |
| Xerorthent típico-Xerochrept típico    | 24 | No apto              | 31    |
| Xerochrept típico                      | 21 | No apto              | 31    |
| Haploxeroll cálcico                    | 40 | Apto con condiciones | 21    |
| Xerochrept típico-Xerorthent típico-   | 29 | No apto              | 31    |
| Xerorthent lítico                      | 16 | No apto              | 32    |
| Haploxeroll típico-Haploxeroll cálcico | 37 | Apto con condiciones | 22    |
| Xerorthent típico-Xerochrept           | 53 | Apto                 | 12    |
| Xerorthent típico-Haploxeroll cálcico  | 25 | No apto              | 31    |
| Haploxeroll cálcico-Xerochrept         | 37 | Apto con condiciones | 21    |
| Unidades misceláneas                   | 0  |                      | -     |

N: Puntuación total

reserva de agua útil. Contenidos superiores a 50% de carbonato total incrementan las dificultades de implantación vegetal en suelos como Calcixerolls, Xerochrepts, Xerorthents y Haploxerolls de reacción calcárea, poco lavados y muchos de ellos pertenecientes a subgrupos cálcicos y calcixeróllicos.

Para las zonas clasificadas como 31 y 32 parece procedente la potenciación de la vegetación natural espontánea, el nulo manejo del suelo, la realización de labores antierosivas y la protección de las cuencas vertientes.

Las unidades de suelos que han resultado con mayor disponibilidad, en base a sus características pedológicas, para las actuaciones forestales tradicionales de repoblación, son aquellas de Xerorthents típicos con caracteres antrópicos; ésto es: suelos actualmente aparatados y continuamente laboreados con aprovechamiento agrícola.

Otros suelos aptos (clase 13), que únicamente requieren un tratamiento con maquinaria (riper) para incrementar su profundidad efectiva, son las unidades de Xerumbrept típico y Criumbrept típico. Ambas representan un 14% en conjunto de la extensión total de la zona. Desde el punto de vista ecológico esta vocación y labores son muy discutibles, al estar actualmente estos sectores cubiertos

con matorral de piornos y enebros de autoctonía mediterránea, de gran valor.

Otras unidades clasificadas como 13 son irrelevantes, bien por su escasa representación superficial (Fluvent) o por disponer actualmente de una cobertura arbórea suficiente (Haplumbrept éntico - Haplumbrept típico).

La mayoría de los terrenos aptos lo son bajo determinadas condiciones y pertenecientes a las clases 21 y 22. El orden 2 de aptitud está atribuido a suelos con un alto contenido en fragmentos gruesos; algunos de ellos, Xerochrepts típicos y dístricos, sometidos a cultivos ocasionales e intermitentes y limitados por los riesgos erosivos - subgrupos énticos de Xerumbrept y Criumbrept excesivamente drenados y con poca disponibilidad de agua útil - o bien Xerochrepts calcixeróllicos y Haploxerolls cálcicos, donde los altos niveles de caliza activa restringen en gran medida la gama de especies forestales que pueden ser introducidas.

El conjunto de tierras encuadradas en el orden 2 ocupan alrededor de 24.500 ha., requiriendo un alto nivel de tratamiento del suelo con objeto de aumentar la profundidad efectiva mediante subsolado con riper, construcción de bancales y trabajos encaminados a controlar la erosión.



La expresión cartográfica de los resultados expuestos constituye el mapa nº 11 en el que se han delineado las clases de aptitud obtenidas en el área, independientemente del uso actual que tengan los suelos, del impacto ecológico de las repoblaciones y de otros impactos ambientales que pudieran producirse.

Como quiera que el método de evaluación se basa exclusivamente en las características que exhiben los suelos, y siendo evidentes los condicionantes climáticos para la pervivencia de las plantas, en el mapa construido al efecto ( mapa nº 11) se delimitan las zonas de orientación preferente hacia el Norte y se excluyen las áreas de cota superior a 2.500 m., dado que los parámetros térmicos son extremos, con lo que se reducen aún más los sectores aptos.

#### IV-5-5 - SELECCION DE ESPECIES FORESTALES

Los suelos aptos, lo son para el conjunto de especies forestales (árboles y arbustos) cuyas exigencias ecológicas se vean satisfechas. Establecidos los cuatro grupos de sustratos cuyo grado de aptitud decrece según el orden de las clases 12, 13, 21, 22, se ha creído oportuno detallar algo más las especies más adecuadas para repoblar dichos sectores, en base a sus parámetros climáticos, traducidos como casi todos los problemas climáticos de Sierra Nevada en márgenes altitudinales. Para su determinación se han empleado los criterios de Ceballos y Ruiz de la Torre (1.979), A.M.A. (1.987), y los resultados del capítulo del clima (capítulo 3, parte II)

Comenzando por las especies típicamente ripícolas, en general por debajo de 1.500 m., pueden introducirse el chopo blanco (*Populus alba*), el chopo temblón (*Populus tremula*) y el chopo negro (*Populus nigra*); los dos primeros preferentemente en Fluvent de reacción ácida. Otra vegetación posible en hondonadas y orillas de los cauces son los sauces (*Salix alba*), adelfas (*Nerium oleander*), cerezos (*Prunus padus*), fresnos (*Fraxinus excelsior*) y olmos (*Ulmus minor*).

Al margen de la vegetación de ribera, con unos condicionantes fisiográficos específicos, también pueden

considerarse las especies autóctonas, las introducidas y bien adaptadas desde antiguo o las exóticas con posibilidad de adaptación a las condiciones de clima y suelo de Sierra Nevada.

Como principales para constituir masas arbóreas desarrolladas pluriespecíficas se pueden citar un conjunto amplio de pinos, quercus, castaños y abedules. Las especies que a continuación se relacionan podrían instaurarse como repoblación forestal en los enclaves clasificados como 12, 13 y 21 según el método Bonfils (op. cit.), aunque lógicamente se desarrollarán mejor en los suelos de mayor espesor y con escaso porcentaje de cal activa. La gama de especies posibles es más limitada en los sectores con aptitud marginal (clase 22), de igual modo que la pervivencia de la plantación disminuirá en intensidad respecto a las zonas más aptas.

Las especies que pueden desarrollarse a mayor altitud son el pino uncinata (*Pinus uncinata*) entre 2.100 y 2.400 m., el pino silvestre (*Pinus silvestris*) desde 1.800 a 2.100 m. y el pino canario (*Pinus canariensis*) desde 700 a 2.500 m. Por debajo de 2.000 m. son factibles el pino laricio (*Pinus nigra*), el melojo (*Quercus pirenaica*), el abedul (*Betula pendula*) y la encina (*Quercus ilex*). Entre 600-800m y 1.800 m. podrían desarrollarse también el pino negro (*Pinus pinaster*) y el Quejigo (*Quercus faginea*); y ya

por debajo de 1.000-1.200 m. hasta las cotas más bajas del área, el pino piñonero (*Pinus pinea*) y el castaño (*Castanea sativa*) que puede llegar hasta 1.400 m.

A excepción del pino carrasco (*Pino halepensis*), adaptable únicamente a terrenos calizos por debajo de 1.500 m. y el melojo y el abedul, exclusivos de suelos ácidos, todas las especies citadas viven bien sobre sustratos ácidos y determinadas familias pueden soportar distintos niveles de cal. Igualmente es preferible la exposición Norte sobre la Sur, menos en el caso del abedul, mucho mejor adaptado a las solanas.

Junto a las anteriores y con objeto de fomentar la pluriespecificidad son viables determinadas especies acompañantes de escaso valor forestal, la mayoría de las cuales tienen una limitación altitudinal superior de 1.600-1.500 m. Entre ellas merecen destacarse el madroño (*Arbustus unedo*), el avellano (*Corylus avellana*), el enebro (*Juniperus oxycedrus*), el saúco (*Sambucus nigra*), el majuelo (*Crataegus monogyna*), el ailanto (*Ailanthus altissima*), la morera (*Morus alba*) y el nogal (*Juglans regia*).

Entre 500 y 1000 m. de cota también pueden repoblarse áreas aptas en cuanto al suelo, con acacias (*Robina pseudoacacia*), almeces (*Celtis australis*) en las partes más termófilas, cipreses (*Cupressus sempervirens*), laureles

(*Laurus nobilis*), espinos (*Rhamnus oleoides* y *lycioides*) en suelos esqueléticos, lentiscos (*Phillyrea Tourn* y *Pistaceia lentiscus*), sabinas (*Juniperus phoenicea*), tilos (*Tilia platyphyllos*) en suelos espesos y boj (*Boxus sempervirems*) en sustratos calizos.

Por último, las especies de altura más adaptadas a las condiciones bioclimáticas son el acer (*Acer opalos*) y el sorbus (*Sorbus aucuparia*, *domestica* y *aria*) hasta 2.100 m., el cedro (*Cedrus atlantica*) en suelos de poco desarrollo entre 1.200 y 2.800 m., y los enebros (*Juniperus communis*) por encima de 2.000 m.

El mapa nº 12 representa las áreas con posibilidades de repoblación indicando las principales especies viables según la altitud, a las que habría que añadir las acompañantes descritas en el texto. Para su elaboración se han eliminado los suelos que resultan no aptos al aplicar el esquema Bonfils, así como las áreas de cota superior a 2.500 m.

La superposición del mapa de zonación altitudinal de especies al de clasificación de suelos para reforestación, nos marca de forma inmediata las diferentes aptitudes del suelo en una misma banda, siendo mayores lógicamente las del orden 1 respecto del 2 y dentro de este último la clase 21 en relación a la 22.

En la parte occidental del área pueden plantarse exclusivamente las especies cuyo hábitat se sitúa por debajo de 1.800 m. de altitud, con suelos pertenecientes en su mayoría a la clase apta con condiciones (21), Sus enclaves más representativos son el Monte Ahí de Cara, El Purche, Huenes, Cerro de Castillejo y el Cerro de Don Luis; todos ellos con alto porcentaje de laderas de orientación Norte.

Amplias áreas de umbría con las clases de suelos 13 y 21 se sitúan en la cuenca de los ríos Dúrcal, Dílar (La Dehesa, Cruz del Contadero), Monachil (Prado Redondo), Maitena (laderas bajas de la loma de las Cunas de los Cuartos y Papeles); también en barrancos de la cuenca del Genil (El Chorro, Majada de Haza Mesa) y San Juan (Campos de Otero); así como en la Dehesa del Camarate y sectores del Arroyo del Alhorí. Todas estas zonas son adecuadas para especies como: pino silvestre, pino canario, pino uncinata, pino laricio, melojo, abedul y encina. En la parte más occidental de las Cunas de los Cuartos pueden entrar el pino negro y el quejigo.

De la vertiente meridional merecen destacarse como áreas aptas, en base a su extensión, las laderas E y W de la divisoria de aguas Trevélez-Chico, la zona que abarca entre Piedra Colorado a Piedra del Yunque en la margen derecha del río Trevélez, y todo el conjunto de lomas que alternan con los barrancos inaptos del Torrente, Lanjarón,

Chico, Poqueira y Trevélez.

A pesar de los comentarios precedentes, no es fácil diferenciar áreas extensas homogéneas en aptitud, sino que las cuatro clases aptas, aparecen diseminadas en todo el área. De igual forma, un enclave de suelos perteneciente a una clase de aptitud dada, suele compartir dos o más zonaciones altitudinales, con una amplia gama de especies posibles para repoblar.





Faint, illegible text at the top of the page, possibly bleed-through from the reverse side.

Second block of faint, illegible text, also appearing to be bleed-through.

## CAPITULO 6

### ESTIMACIONES SOBRE LA EROSION DEL SUELO



#### IV-6-1 - INTRODUCCION

Aunque el objeto de la presente Tesis no es la medida de erosión del suelo, de forma directa o a través de ecuaciones empíricas, al ser la erosión y sus riesgos uno de los parámetros importantes en la planificación de uso del suelo, se ha creído necesario incluir este apartado, que aporta resultados a nuestro criterio sólo de carácter aproximado.

En Sierra Nevada no se tiene constancia de que existan medidas reales de cuantificación del proceso erosivo, únicamente funciona una parcela experimental de recogida de sedimentos, que el Centro de Investigación y Desarrollo Agrario (C.I.D.A.) de Granada controla en la cuenca del río Lanjarón (vertiente meridional de Sierra Nevada), con una serie de datos correspondientes a un período de años insuficiente para obtener conclusiones a nivel del área local de experimentación, y mucho menos, a nivel de todo el macizo, incluyendo ambas vertientes.

Sin embargo, en un reconocimiento general de las superficies edáficas de toda la zona que incluye este estudio, son muy patentes las pruebas que denotan la fragilidad de los suelos frente a los procesos erosivos, que se convierten, sin lugar a dudas, en los principales causantes de la degradación de los suelos, con una

intensidad de riesgo muy superior a la degradación no erosiva (degradación física, degradación biológica y degradación química). Esta misma conclusión parece desprenderse también de los trabajos de Sánchez Marañón (1.985), Lozano (1.986), Martínez (1.986), Lozano et al. (1.988) y Lozano (1.992), que analizan balances de erosión y degradación en sectores próximos a Sierra Nevada.

En efecto, como muestras de erosión hídrica abundan en el terreno los surcos, las cárcavas, los montones de tierra debajo de los matorrales, las raíces de árboles al descubierto, etc. y sobre todo, la prueba más consistente que es la existencia de suelos (Orthent y Ochrept) desprovistos de horizonte orgánico-mineral, no ligados a la desaparición progresiva y natural, con la altura, del matorral.

Aparentemente, los riesgos de erosión eólica también son significativos y pueden reconocerse en la zona figuras tales como los matorrales sobreelevados, las concentraciones superficiales de piedras, el desarrollo asimétrico de las plantas, las acumulaciones eólicas de finos ligadas a otro fenómeno diferente, aunque puede llegar a ser muy activo, como son las "terracillas" de soliflucción, etc. Estas pueden servir de ejemplo para afirmar la importancia de este riesgo erosivo, contrastado, aun más, si cabe, con la frecuencia de las tormentas y remolinos de polvo.

#### IV-6-2 - GENERALIDADES SOBRE LA EROSION EOLICA

La erosión eólica es un problema que se localiza en las regiones áridas y semiáridas, pero no es exclusivo de ellas, ya que el suelo, la vegetación y las condiciones climáticas son determinantes (F.A.O., 1.960). Así el suelo puede ser erosionado por el viento cuando: a) está seco y finamente dividido; se entiende que posee una textura o estructura adecuada para ello, p. ej. limosa o agregados < 0,84 mm. y/o la estructura es muy débil (Chepil, 1.960); b) la superficie del suelo es lisa y está descubierta o escasamente cubierta de vegetación; c) el suelo se sitúa en vertientes largas, es decir no hay accidentes que frenen el viento y d) el viento es suficientemente fuerte como para erosionar el suelo.

La combinación de parte o la totalidad de las cuatro condiciones antedichas hace erosionables y efectiva la erosión de los suelos en zonas húmedas y subhúmedas (Skidmore, 1.979).

Se han establecido ecuaciones más o menos empíricas para determinar la erosión potencial del suelo en Tm/ha/año, las cuales están basadas en un conocimiento de la mecánica del proceso erosivo y los factores que lo afectan y/o medidas reales o de laboratorio del fenómeno.

La mecánica de la erosión puede entenderse a través de los siguientes aspectos del proceso. a) Gradiente de velocidad del viento: La velocidad del viento cambia con la altura, desde la superficie del suelo y este cambio se denomina "gradiente de velocidad". El gradiente determina la fuerza rasante ejercida sobre el suelo, fundamental en el proceso erosivo. b) Equilibrio de fuerzas: En combinación con la fuerza rasante, otra fuerza que colabora a la desunión de las partículas es la presión negativa del techo del grado en comparación con el muro. A ellas se opone la fuerza de la gravedad. Este equilibrio es definitivo para determinar la erosión eólica y depende del diámetro, forma y densidad de los granos. c) Inicio del movimiento de las partículas. Las partículas inician el movimiento cuando se supera el umbral de la presión directa del fluido, en este caso el viento. En el caso de la arena los granos previamente en reposo comienzan a rodar a lo largo de la superficie por el empuje del viento. Lyles y Krauss (1.971) observan que también existe un efecto de vibración que afecta a algunas partículas cuando se alcanza el umbral de la presión del fluido. Las vibraciones hacen que las partículas erosivas puedan abandonar instantáneamente la superficie del suelo. d) Modalidades de movimiento de las partículas. La **saltación** afecta esencialmente a las partículas de 0,1 a 0,5 mm. de diámetro y consiste en un movimiento vertical donde la partícula viaja unas 10 veces la altura alcanzada para descender al suelo y bien volver a saltar o transmitir su energía a

otras partículas que inician el salto. En los saltos los granos giran a una frecuencia entre 20 y 1000 r.p.s. "**Creeping**". Se conoce con este término al movimiento de grandes partículas por deslizamiento y rodamiento en la superficie y de un corto recorrido como consecuencia de la energía cedida en la saltación. **Suspensión**. Afecta a las partículas menores de 0,1 mm., que se suspenden en el aire alcanzando grandes alturas y pudiendo recorrer largas distancias. En un sentido relativo la mayor intensidad erosiva, medida en cantidad de suelo, la poseen la saltación y el crepping superficial, respecto a la suspensión.

#### Ecuación de la erosión eólica

Se han utilizado los principales factores que afectan a la erosión eólica, para desarrollar ecuaciones que los relacionen a la cantidad de suelo erosionada, al objeto de plantear métodos de control. La ecuación siguiente puede escribirse (Woodryff and Siddoway, 1.965; Skidmore, 1.979):

$$E = f (I, K, C, L, V)$$

donde:

E = Pérdida potencial media de suelo (Tm/ha/año)

I = Índice de erodibilidad del suelo

K = factor de rugosidad del suelo (factor superficial)

C = factor climático

L = longitud de ladera

V = Cantidad equivalente de cobertura vegetal

De todos ellos I será el único calculado en esta memoria y comentado más ampliamente. Con respecto a K (factor de rugosidad), es interesante conocer que los suelos de superficie lisa son más erosionables que los acanalados como sucede en los camellones de arado. El factor climático C, recoge la velocidad del viento media y la humedad del suelo, parámetro éste último que hace disminuir la erosión, con su incremento. La longitud de la ladera a lo largo de la cual sopla el viento, L, considerada no sólo como longitud sino también como anchura, es importante ya que la cantidad de flujo de suelo se incrementa con la distancia hasta alcanzar un máximo. Por último V recoge y evalúa el papel protector de los diferentes cultivos a la erosión eólica ya que no es el mismo en todos los casos.



#### IV-6-3 - CALCULOS SOBRE LA EROSION EOLICA

La cuantificación de los riesgos de la erosión eólica potenciales, con la ecuación citada en el apartado anterior no ha podido establecerse en esta memoria, debido a la insuficiencia de datos relativos, sobre todo, a la velocidad y dirección del viento y al número de días de erosión por mes. En este sentido, únicamente ha sido posible estimar la erodibilidad eólica I (F.A.O., 1.980a; Quirantes, 1.989 y Quirantes, 1.991) o lo que es igual, la susceptibilidad de los suelos a ser erosionados por el viento, basandose en la ponderación de ciertos parámetros edáficos intrínsecos, influyentes en la misma, tales como el contenido de materia orgánica, limo, arcilla, carbonatos, fósforo y porcentaje de humedad a 1500 Kpa.

En la tabla IV-6-1, figuran las clases de erodibilidad eólica del horizonte superficial de los perfiles de suelo analizados en este trabajo, así como la unidad cartográfica a la que pertenece cada uno de ellos. No se consideran las áreas misceláneas dado su bajo porcentaje de ocupación por suelos (< 5% de la superficie). Los índices valorados y las clases de erodibilidad se ajustan al método de Quirantes (1.989), corregido por Lozano (1.992).

A la vista de los resultados obtenidos, los suelos del área de estudio, en general, resultan ser no especialmente

Tabla IV-6-1 Clases de erodibilidad eólica de los suelos del área

| PERFIL<br>Nº | CLASIFICACION                    | U.C.S | INDICES |                               |                               |      |         |        |      | CLASE DE<br>ERODIBILIDAD |
|--------------|----------------------------------|-------|---------|-------------------------------|-------------------------------|------|---------|--------|------|--------------------------|
|              |                                  |       | M.O.    | P <sub>2</sub> O <sup>5</sup> | CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> | Limo | Arcilla | W15at. | Suma |                          |
| 1            | Xerumbrept típico                | 8     | 0       | 2                             | 1                             | 0    | 3       | 2      | 8    | Débil                    |
| 2            | Haploxeroll últico-éntico        | 1     | 0       | 3                             | 1                             | 0    | 3       | 2      | 9    | Débil                    |
| 3            | Xerochrept típico                | 4     | 0       | 1                             | 1                             | 0    | 3       | 2      | 7    | Muy débil                |
| 4            | Haploxeroll típico               | 8     | 0       | 0                             | 1                             | 0    | 3       | 1      | 5    | Muy débil                |
| 5            | Criumbrept éntico                | 10    | 0       | 3                             | 1                             | 0    | 3       | 1      | 8    | Débil                    |
| 6            | Xerorthent típico                | 11    | 1       | 3                             | 1                             | 0    | 3       | 3      | 11   | Moderada                 |
| 7            | Criorthent típico                | 13    | 2       | 3                             | 1                             | 0    | 3       | 3      | 12   | Moderada                 |
| 8            | Criorthent típico                | 13    | 2       | 3                             | 1                             | 0    | 3       | 3      | 12   | Moderada                 |
| 9            | Xerumbrept éntico                | 7     | 0       | 3                             | 1                             | 0    | 3       | 2      | 9    | Débil                    |
| 10           | Xerochrept típico                | 11    | 0       | 3                             | 1                             | 1    | 3       | 2      | 10   | Débil                    |
| 11           | Xerumbrept típico                | 5     | 0       | 3                             | 1                             | 0    | 3       | 2      | 9    | Débil                    |
| 12           | Haploxeralf móllico              | 20    | 0       | 0                             | 1                             | 1    | 2       | 1      | 5    | Muy débil                |
| 13           | Xerochrept calcixeróllico-lítico | 16    | 0       | 3                             | 4                             | 1    | 3       | 3      | 14   | Alta                     |
| 14           | Xerorthent lítico                | 20    | 0       | 0                             | 2                             | 1    | 2       | 2      | 7    | Muy débil                |
| 15           | Criumbrept éntico                | 10    | 0       | 3                             | 1                             | 0    | 3       | 3      | 10   | Débil                    |
| 16           | Xerochrept típico                | 9     | 0       | 3                             | 1                             | 1    | 3       | 2      | 10   | Débil                    |
| 17           | Crioboroll páquico               | 6     | 0       | 3                             | 1                             | 0    | 3       | 2      | 9    | Débil                    |
| 18           | Criorthent típico                | 12    | 3       | 3                             | 1                             | 0    | 3       | 3      | 13   | Moderada                 |
| 19           | Criumbrept éntico                | 10    | 0       | 3                             | 1                             | 0    | 3       | 2      | 9    | Débil                    |

Indices y clases de erodibilidad estimadas según el método de Quirantes (1.989) corregido por Lozano (1.992)

\* Perfil con caracteres antrópicos. U.C.S.: Unidad cartográfica de suelos

Tabla IV-6-1 Clases de erodibilidad eólica de los suelos del área (continuación)

| PERFIL<br>Nº | CLASIFICACION             | U.C.S | INDICES |                               |                               |      |         |        |      | CLASE DE<br>ERODIBILIDAD |
|--------------|---------------------------|-------|---------|-------------------------------|-------------------------------|------|---------|--------|------|--------------------------|
|              |                           |       | M.O.    | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup> | Limo | Arcilla | W15at. | Suma |                          |
| 20           | Xerorthent districo       | 8     | 1       | 3                             | 1                             | 0    | 3       | 2      | 10   | Débil                    |
| 21           | Criumbrept éntico         | 10    | 0       | 3                             | 1                             | 0    | 3       | 2      | 9    | Débil                    |
| 22           | Criochrept districo       | 13    | 2       | 3                             | 1                             | 0    | 3       | 3      | 12   | Moderada                 |
| 23           | Xerumbrept típico         | 6     | 0       | 3                             | 1                             | 0    | 3       | 2      | 9    | Débil                    |
| 24           | Criumbrept típico         | 10    | 0       | 3                             | 1                             | 0    | 3       | 2      | 9    | Débil                    |
| 25           | Xerorthent típico         | 18    | 2       | 0                             | 1                             | 0    | 3       | 3      | 9    | Débil                    |
| 26           | Xerorthent típico         | 18    | 3       | 2                             | 2                             | 0    | 3       | 3      | 13   | Moderada                 |
| 27           | Calcixeroll típico        | 19    | 0       | 0                             | 4                             | 1    | 3       | 3      | 11   | Moderada                 |
| 28           | Haploxeroll cálcico       | 25    | 0       | 2                             | 3                             | 1    | 3       | 3      | 12   | Moderada                 |
| 29           | Haplumbrept éntico        | 7     | 0       | 3                             | 1                             | 0    | 3       | 2      | 9    | Débil                    |
| 30           | Xerorthent típico*        | 2     | 0       | 2                             | 1                             | 0    | 3       | 2      | 8    | Débil                    |
| 31           | Xerochrept calcixeróllico | 20    | 0       | 3                             | 4                             | 1    | 2       | 3      | 13   | Moderada                 |
| 32           | Xerumbrept típico         | 6     | 0       | 0                             | 1                             | 0    | 3       | 2      | 6    | Muy débil                |
| 33           | Xerumbrept típico         | 6     | 0       | 0                             | 1                             | 0    | 3       | 2      | 6    | Muy débil                |
| 34           | Xerumbrept típico         | 6     | 0       | 0                             | 1                             | 0    | 3       | 2      | 6    | Muy débil                |
| 35           | Xerumbrept típico         | 6     | 0       | 2                             | 1                             | 0    | 3       | 2      | 8    | Débil                    |

Indices y clases de erodibilidad estimadas según el método de Quirantes (1.989) corregido por Lozano 1.992.

\* Perfil con caracteres antrópicos.

U.C.S.: Unidad cartográfica de suelos

proclives a ser erosionados por el viento. Las características edáficas que se muestran como protectoras del proceso erosivo, son los apreciables contenidos en materia orgánica y los bajos porcentajes de limo que exhibe la tierra fina. En el área nevadofilábride, la inexistencia de carbonato en los suelos contribuye aún más a disminuir las clases de erodibilidad. Los bajos contenidos de arcilla (< 20%) y de fósforo (< 10 mg/100gr), así como la escasa retención de agua por el suelo (< 12%), son por contra, favorecedores de la erosión eólica de los suelos del área.

En el núcleo central de la Sierra, con suelos de reacción ácida, es donde aparecen los índices más bajos de susceptibilidad eólica. La clase de erodibilidad más frecuente es la "débil" (suma de índices = 8-10) y corresponde en su mayoría a Umbrepts, Xerolls, Ochrepts e incluso, Orthents semiconstruidos en paratas. Con la clase "muy débil" (suma de índices = 5-7), han resultado suelos similares cuya única diferencia, respecto a los anteriores, es su mayor contenido en  $P_2O_5$ , quizás fruto de diferentes tratamientos de abonado. La erodibilidad moderada (suma de índices = 11-13) es la clase de mayor riesgo que aparece en el núcleo y viene a corresponderse con los suelos más delgados y de menor desarrollo, concretamente Xerothent, Criorthent y Criochrept. En estos suelos, a excepción de los índices correspondientes al  $CO_3^{-2}$  y al limo, el resto se presentan extremadamente desfavorables (materia orgánica < 0,8%,  $P_2O_5$  < 10 mg/100gr, arcilla < 20% y  $H1.500Kpa$  < 6%).

A partir de las consideraciones anteriores, es posible concluir con una estimación débil de la erodibilidad de todos los suelos situados en las superficies alomadas de la Sierra, sin límite altitudinal y tanto los que mantienen una vegetación de matorral o bosque (unidades cartográficas de suelos nº 1, 5, 6, 8, 9 y 10), donde predominan Xerumbrepts y Criumbrepts, como aquellos dedicados a cultivos permanentes u ocasionales (unidades 2, 3 y 4) cuyos suelos más característicos son Xerochrepts y Xerorthents semiconstruidos. Las unidades de suelos instauradas en todas las superficies recientes de los barrancos fluviales (unidad nº 11, Xerorthent y nº 12, Criorthent) y los últimos eslabones edáficos de la Sierra, por encima de 2.500 m. de altitud (unidad nº 13, Criochrept-Criorthent), son las de mayor erodibilidad eólica, si bien la estimación se limita a la clase moderada.

Sin lugar a dudas, estos resultados no se corresponden con las apreciaciones realizadas en los trabajos de campo, en los que se evidenciaron numerosas huellas de una, "aparentemente", intensa acción eólica. Previsiblemente, la fuerza del viento supla la escasa erodibilidad eólica o quizás, el método empírico de cálculo utilizado en este caso no contemple determinados parámetros, que pudieran ser decisivos para la estimación de la erodibilidad en esta amplia zona de montaña. Así podría pensarse -aunque la comprobación de ello requiere investigaciones específicas-

que el % de materia orgánica hay que matizarlo con la estructura, ya que por ejemplo en el caso de Umbrepts, la estructura migajosa crea partículas pobremente agregadas, de baja densidad, muy erosionables con el viento. Se empleó este método por ser el más investigado en nuestra zona y el que mayor número de variables contempla.

Comparada con la zona ácida, el área dominada por los materiales calizo - dolomíticos tiene una mayor susceptibilidad a la erosión eólica, habiéndose obtenido la clase de erodibilidad "alta" en la unidad de Xerorthent de reacción calcárea del sector del Trevenque, cuya suma de índices es 14 sobre un máximo de 19 (clase muy alta) que contempla el método. Así mismo, los suelos muestran un comportamiento mucho más heterogéneo en cuanto a su posible separación en sectores con diferentes clases de erodibilidad. La mayor erodibilidad se debe al alto porcentaje de carbonato (con frecuencia > 40%) en los horizontes A de los suelos, que contribuye a elevar la suma final de los índices; el segundo hecho, se puede atribuir al escaso control cartográfico del contenido en  $P_2O_5$  y en  $CO_3^{-2}$  de los suelos, que es reponsable de que una misma unidad cartográfica (nº 20) tenga suelos con clase de erodibilidad "muy débil" (perfil nº 12 y 14) y otros aparezcan con la clase "moderada" (perfil nº 31).

A diferencia también de los suelos del núcleo silícico, el índice correspondiente al limo se comporta con

el valor 1 en muchos casos, merced a la textura más limosa de todos los suelos del área caliza, si bien en ocasiones el factor textural es compensado por la disminución del índice correspondiente a la arcilla, al contener, también en general, algo de más arcilla que en los suelos del núcleo silícico.

La utilidad práctica del conocimiento de la erodibilidad de los suelos es escasa en la planificación de uso del sector estudiado de Sierra Nevada, dado que suelos muy susceptibles podrían estar situados en sectores poco batidos por el viento o viceversa, o bien, la alternancia en la dirección del viento podría tener efectos compensatorios de erosión - deposición. Además la mayoría de los suelos no están laboreados, lo que disminuye sensiblemente el riesgo erosivo.

Así pues, el desconocimiento del factor climático viento y la escasa resolución alcanzada con el cálculo de la erodibilidad, en relación a la estimación de la erosión eólica, son razones por las que se obvió su tratamiento.

Del estudio de campo adquirimos además, el convencimiento, confrontado más tarde en Lozano (1.992), de que en las áreas de montañosa de nuestro entorno la erosión hídrica es la principal causa de degradación de los suelos, es suficiente justificación para centrar el estudio en los riesgos de erosión hídrica. En definitiva, el viento puede

comportarse como un agente de movimiento de materiales finos, a veces favorable (cuando aporta finos procedentes de otras zonas) y otras desfavorable, pero en realidad la pérdida, previsiblemente, más cuantiosa e irrecuperable de material es la causada por la escorrentía.



#### IV-6-4 - CALCULOS SOBRE EROSION HIDRICA

Como ya hemos indicado es la principal causa de degradación de los suelos, ya que el carácter montañoso del área condiciona un elevado índice pluviométrico (R) y con fuertes y largas pendientes (LS) que facilitan la escorrentía.

La erosión laminar y en regueros (surcos, en terminología F.A.O., 1.977) son los tipos de erosión más comunes en el área de estudio, y ambos pueden ser estimados mediante el modelo U.S.L.E. (Wischmeier y Smith, 1.978).

Debida a W. H. Wischmeier, la ecuación universal de pérdida de suelo (Wischmeier, 1.959; Wischmeier, 1.960; Wischmeier & Mannering, 1.969 y Wischmeier et al., 1.971) relaciona el volumen de materiales disgregables por la lluvia mediante la fórmula:

$$A = R \times K \times (LS) \times C \times P \quad \text{donde:}$$

A, representa la pérdida previsible de suelo en Tm/ha/año, R, el índice de erosión de la lluvia, K, la erosionabilidad o erodibilidad del suelo, LS, el factor topográfico, C, el cultivo o cubierta vegetal y P, las prácticas de conservación de suelos.

La estimación real de los factores referidos es bastante complicada y requiere la experimentación en parcelas de reducidas dimensiones, para ajustar en cada

área los distintos coeficientes. Aunque no es éste uno de los objetivos del estudio, sin embargo sí es necesario conocer, al menos en términos relativos, la magnitud del proceso erosivo en las diferentes unidades cartográficas de suelos. Cabe decir que pese a ser un modelo hartamente debatido, puede considerarse útil para evaluar, aproximadamente, los riesgos de erosión hídrica (APESA, 1.987; INTECSA, 1.987; INYPSA, 1.990; Lozano, 1.992 etc.).

El cálculo del factor R, en este trabajo requeriría un estudio específico, sobre todo en relación al efecto de las precipitaciones en forma de nieve, sus consecuencias posteriores en el deshielo y los efectos de la lluvia sobre la capa de hielo o nieve previa. A pesar de ello se ha determinado a partir del mapa de isolíneas definido en ICONA (1.988) y AMA (1.987), estimándose un valor medio para la vertiente Norte de Sierra Nevada de  $120 \text{ J}\cdot\text{cm}/\text{m}^2\cdot\text{hora}$  y  $100 \text{ J}\cdot\text{cm}/\text{m}^2\cdot\text{hora}$  para la vertiente Sur.

La erosionabilidad del suelo (factor K) en cada unidad cartográfica se ha obtenido a partir de los datos de textura, contenido en materia orgánica y estructura del horizonte superficial de los suelos dominantes, utilizando el nomograma que adjunta Wischmeier & Smith (1.978, pag. 11).

El factor topográfico (LS) se ha establecido siguiendo el procedimiento que propone Mintegui (1.990), mediante el

que se correlaciona directamente la pendiente con la longitud del declive y el valor final del parámetro LS.

El efecto protector que el cultivo o/y la vegetación proporciona al suelo (factor C), se obtiene del valor medio anual de C que para cada cubierta estableció ICONA (1.982).

Finalmente, en nuestro caso, el factor de prácticas de conservación de suelo (factor P), no se ha considerado a excepción de las unidades de suelos 2, 3, 4, 17, 18, 22, 23 y 29, en las que se ha estimado una reducción de A del 50% (P=0,5), 20% (P=0,8) u 80% (P=0,2) según el grado de protección del suelo a causa del porcentaje de bancales y paratas de mampostería construidas en las unidades de suelos que soportan cultivos.

La tabla IV-6-2 muestra los valores estimados de cada parámetro que interviene en la U.S.L.E., calculándose la pérdida de suelo aproximada según la unidad de suelos se encuentre en la vertiente Norte o Sur. No se estudian las unidades misceláneas de tierras, puesto que éstas tienen un bajo porcentaje de suelos.

La representación cartográfica de los resultados obtenidos aparece en el mapa 13; se han considerado cinco clases de riesgo de erosión: Ligera, moderada, media, alta y muy alta.

Tabla IV-6-2 Riesgos de erosión hídrica

| UNIDAD | K                            | LS   | C    | P   | R=100 | R=120 |
|--------|------------------------------|------|------|-----|-------|-------|
|        |                              |      |      |     | A     | A     |
| 1      | 0,20                         | 11,0 | 0,10 | -   | 22    | 26    |
| 2      | 0,22                         | 10,7 | 0,15 | 0,2 | 7     | 8     |
| 3      | 0,20                         | 8,5  | 0,25 | 0,8 | 34    | 41    |
| 4      | 0,23                         | 8,5  | 0,25 | 0,8 | 39    | 47    |
| 5      | 0,12                         | 10,7 | 0,08 | -   | 10    | 12    |
| 6      | 0,12                         | 10,7 | 0,08 | -   | 10    | 12    |
| 7      | 0,12                         | 10,7 | 0,02 | -   | 2     | 3     |
| 8      | 0,17                         | 18,0 | 0,08 | -   | 24    | 29    |
| 9      | 0,12                         | 15,8 | 0,08 | -   | 15    | 18    |
| 10     | 0,12                         | 13,5 | 0,08 | -   | 13    | 15    |
| 11     | 0,35                         | 18,0 | 0,20 | -   | 126   | 151   |
| 12     | 0,45                         | 18,0 | 0,20 | -   | 162   | 194   |
| 13     | 0,34                         | 11,7 | 0,20 | -   | 79    | 95    |
| 14     | 0,17                         | 7,5  | 0,15 | -   | 19    | 23    |
| 15     | 0,30                         | 2,0  | 0,15 | -   | 9     | 10    |
| 16     | 0,33                         | 16,0 | 0,10 | -   | 52    | 63    |
| 17     | 0,35                         | 6,7  | 0,30 | 0,5 | 35    | 42    |
| 18     | 0,35                         | 10,7 | 0,25 | 0,5 | 46    | 56    |
| 19     | 0,25                         | 18,5 | 0,05 | -   | 23    | 27    |
| 20     | 0,28                         | 10,7 | 0,12 | -   | 35    | 43    |
| 21     | 0,28                         | 2,4  | 0,25 | -   | 16    | 20    |
| 22     | 0,35                         | 10,9 | 0,30 | 0,5 | 57    | 68    |
| 23     | 0,35                         | 17,7 | 0,20 | 0,5 | 62    | 74    |
| 24     | 0,35                         | 18,0 | 0,15 | -   | 94    | 113   |
| 25     | 0,28                         | 10,7 | 0,03 | -   | 9     | 10    |
| 26     | 0,28                         | 11,7 | 0,12 | -   | 39    | 47    |
| 27     | 0,30                         | 12,0 | 0,20 | -   | 72    | 86    |
| 28     | 0,18                         | 10,7 | 0,05 | -   | 9     | 11    |
| 29     | 0,35                         | 2,4  | 0,10 | 0,5 | 4     | 5     |
| 30     | 0,28                         | 16,7 | 0,08 | -   | 37    | 44    |
| 31     | 0,22                         | 11,0 | 0,05 | -   | 12    | 14    |
| 32     | UNIDAD MISCELANEA DE TIERRAS |      |      |     |       |       |
| 33     | UNIDAD MISCELANEA DE TIERRAS |      |      |     |       |       |
| 34     | UNIDAD MISCELANEA DE TIERRAS |      |      |     |       |       |
| 35     | UNIDAD MISCELANEA DE TIERRAS |      |      |     |       |       |

Unidad: Unidad cartográfica de suelos  
R, K, LS, C, P: Parámetros de la U.S.L.E.  
A: Pérdida previsible de suelo en Tm/ha/año

En general, se supone admisible una pérdida de suelos en torno a 10 Tm/ha/año (clase de riesgo ligera), encontrándose en esta situación las unidades de suelos aluviales, áreas de bosque bien conservado o reforestado en pendientes inferiores al 30%, determinados sectores con piornal, y cultivos con riego y aparatados.

La clase moderada (10-25 TM/ha/año) aparece estrechamente relacionada con las unidades de Xerumbrept éntico y Criumbrept éntico, junto a unidades de la vertiente Norte con matorral de alta montaña bien desarrollado y con algo menos de pendiente (Xerumbrept típico y Criumbrept típico). En el área carbonatada esta clase de erosión es común en zonas de cultivo con laderas suavemente inclinadas (unidad de Xerochrept calcixeróllico), así como en impluvios con pendientes superiores al 30% cubiertos por restos de bosque autóctono y repoblaciones de pinos, representados por suelos Haploxerolls cálcicos y Xerochrepts calcixeróllicos.

Las unidades 1, 8 y 19 (Haploxeroll típico-Xerochrept típico, Xerumbrept éntico-Xerothent típico y Calcixeroll típico-Xerochrept calcixeróllico, respectivamente) son intermedias entre las clases de riesgo moderada y media, aunque a efectos cartográficos se ha considerado la clase más extrema. Otras unidades con pérdidas medias, entre 25 y 50 Tm/ha/año, tienen como única característica común su naturaleza carbonatada y una erosionabilidad del suelo (K)

alrededor de 0,28 - 0,30. Estas unidades son: Xerochrept típico- Xerochrept calcixeróllico (nº 17), Xerorthent típico-Xerochrept calcixeróllico-Xerochrept típico (nº 18), Haploxeroll cálcico-Xerochrept calcixeróllico-Xerorthent lítico (nº 20), Xerochrept típico-Xerorthent típico-Rhodoxeralf típico (nº 26) y Xerorthent típico-Haploxeroll cálcico (nº 30). También aparece esta clase de riesgo de erosión en dos unidades de cultivo del ámbito nevadofilábride (unidades nº 3 y nº 4, que corresponden mayoritariamente con suelos del gran grupo Xerochrept).

Los mayores valores de A se han encontrado, congruentemente, en las unidades que tienen como suelos mayoritarios, Xerorthent, Criorthent y Criochrept, en áreas desprotegidas de vegetación y pendiente escarpada, aunque en ningún caso se ha obtenido valores superiores a 200 Tm/ha/año. Otras unidades de suelos que han resultado con riesgo alto de erosión son aquellas que con un valor elevado del factor LS, parte de su superficie se encuentra cultivada e irregularmente aparatada o totalmente falta de medidas de conservación de suelos.

El sistema de planificación de uso del suelo es un proceso que implica la asignación de diferentes usos al territorio, con el fin de ordenar el desarrollo urbano y garantizar el bienestar de la comunidad. Este proceso debe ser participativo y transparente, involucrando a todos los actores relevantes. La planificación de uso del suelo es una herramienta clave para el desarrollo sostenible, ya que permite anticipar y gestionar los impactos del crecimiento urbano. Es importante tener en cuenta las necesidades y aspiraciones de la población, así como las características físicas y ambientales del territorio. La planificación de uso del suelo debe ser flexible y adaptable a los cambios que se van produciendo en el tiempo. El objetivo principal es crear un entorno urbano que sea seguro, saludable y atractivo para vivir. La planificación de uso del suelo es un proceso continuo que requiere una constante actualización y mejora. Es fundamental contar con datos precisos y actualizados para tomar decisiones informadas. La planificación de uso del suelo es una tarea compleja que requiere la colaboración de todos los actores involucrados. El éxito de la planificación de uso del suelo depende de la calidad de la información y de la capacidad de los actores para trabajar juntos. La planificación de uso del suelo es una herramienta poderosa para transformar el territorio y mejorar la calidad de vida de la comunidad. Es importante que los planes de uso del suelo sean claros, sencillos y fáciles de entender para todos. La planificación de uso del suelo es un proceso que debe ser guiado por principios éticos y de equidad. El objetivo es crear un territorio que sea justo y equitativo para todos. La planificación de uso del suelo es una herramienta clave para el desarrollo sostenible y el bienestar de la comunidad. Es importante que los planes de uso del suelo sean participativos y transparentes, involucrando a todos los actores relevantes. La planificación de uso del suelo es un proceso continuo que requiere una constante actualización y mejora. El éxito de la planificación de uso del suelo depende de la calidad de la información y de la capacidad de los actores para trabajar juntos. La planificación de uso del suelo es una herramienta poderosa para transformar el territorio y mejorar la calidad de vida de la comunidad. Es importante que los planes de uso del suelo sean claros, sencillos y fáciles de entender para todos. La planificación de uso del suelo es un proceso que debe ser guiado por principios éticos y de equidad. El objetivo es crear un territorio que sea justo y equitativo para todos.

## CAPITULO 7

### PLANIFICACION DE USO DEL SUELO

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions and activities. It emphasizes that this is crucial for ensuring transparency and accountability in the organization's operations.

2. The second part of the document outlines the various methods and tools used for data collection and analysis. It highlights the need for consistent and reliable data to support decision-making and strategic planning.

3. The third part of the document focuses on the role of technology in modern data management. It discusses how advanced software solutions can streamline processes and improve the efficiency of data handling.

4. The fourth part of the document addresses the challenges associated with data security and privacy. It stresses the importance of implementing robust security measures to protect sensitive information from unauthorized access and breaches.

5. The fifth part of the document discusses the importance of data governance and compliance. It outlines the key principles and standards that organizations must follow to ensure their data practices are ethical and legal.

6. The sixth part of the document provides a summary of the key findings and recommendations. It concludes that a comprehensive data strategy is essential for the long-term success and growth of any organization.

APPENDIX A

Table 1: Summary of Key Data Points



#### IV-7-1 - PREMISAS

La aplicación al área de las diversas metodologías de evaluación de suelos empleadas, ha resuelto la calificación en términos de aptitud de las unidades básicas de suelos para una gama de posibles aprovechamientos, en relación a las constantes biofísicas y a las propiedades físicas, fisicoquímicas y químicas que los suelos de éstas exhiben.

Este análisis de idoneidad del suelo tiene por sí mismo suficiente entidad práctica como instrumento para la toma de decisiones futuras por los organismos competentes, incluso desde un punto de vista catastral, debido al número y a la calidad de datos reales que aporta sobre el conocimiento de la capacidad de los suelos (Boixadera y Porta, 1.991).

Sin embargo, parece obvio integrar los resultados obtenidos, mostrando una alternativa de actuación en la zona en base a las capacidades de los suelos, pero también fundamentada en la idea preconcebida de no deteriorar los valores naturales. Es importante subrayar que el diseño de actividades que se propone, es una posibilidad entre muchas, sujeta a discusión y que pretende, fundamentalmente, mostrar el manejo de los datos de evaluación de suelos sometidos a unos postulados coherentes. En ningún momento se detallarán las técnicas

específicas con las que realizar las labores requeridas en cada caso.

La planificación de uso ha de entenderse como una selección del aprovechamiento más adecuado a cada parte del conjunto edáfico, valorando la vocación del terreno, los riesgos que entrañan las diferentes actividades y las necesidades socioeconómicas. Además de estos condicionantes generales es necesario añadir en el caso concreto de Sierra Nevada, la decisión administrativa de destinar el sector a Parque Natural (Ley 2/1.989 de la Comunidad Autónoma de Andalucía), incentivando la reconstrucción forestal de su espacio tal y como marca el Plan Forestal Andaluz (Junta de Andalucía, 1.989); ambos hechos condicionan el esquema que se presenta.

La declaración de un Parque Natural es suficiente para abstraer de la planificación del suelo, los siempre imponderables criterios económicos y sociales de los núcleos rurales comprendidos en el perímetro y sectores de influencia, dado que ellos no podrán ser obstáculo a la adecuada protección de los valores naturales. Previsiblemente, tal y como se detalla en el artículo 13.2 de la ley 2/89, la Administración deberá satisfacer parte de las necesidades de la población y promocionar actividades económicas relacionadas con las labores requeridas en el parque.

Con las premisas aludidas, la planificación del sector considerado se ha fundamentado en los siguientes criterios:

a) En primer lugar, acorde con los usos evaluados, la zona se planifica para usos agrícolas, forestales y ganaderos utilizando los resultados de los mapas interpretativos correspondientes.

b) Al tratarse de una zona de gran interés natural, priman las decisiones de conservación, no sólo de los suelos y de las masas vegetales autótonas, sino también de las constantes paisajísticas que caracterizan al sector.

c) Asimismo se pretende potenciar la vocación claramente forestal de la zona y proteger de las áreas sometidas a riesgos erosivos considerables, recurriendo a la cobertura de impluvios mediante el empleo de especies arbóreas, con posibilidades de adaptación a las especiales condiciones bioclimáticas, prefiriéndose la pervivencia sobre la producción, la autoctonía sobre la implantación de especies exóticas, y las frondosas sobre las coníferas.

d) En última instancia se aboga por una actuación tendente a reconstruir la vegetación potencial, con la conocida distribución en anillos altitudinales concéntricos de los pisos bioclimáticos.

#### IV-7-2 - RESULTADOS

El mapa n° 14 muestra la distribución cartográfica del uso propuesto a cada sector, en el que se han diferenciado 12 formas de utilizar el suelo. Para la descripción de las 12 unidades del mapa se seguirá el mismo orden de ideas establecido en su elaboración.

La posibilidad de no realizar ningún cambio del uso actual se contempló como una solución viable, en aquellos sectores cuyo aprovechamiento es acorde con la aptitud del suelo, sin que ello suponga costos degradativos importantes, ni menoscabo de potencialidades con mayor nivel productivo. Las siete primeras unidades participan de esta condición, aunque por razones bien distintas.

Entre las áreas actualmente cultivadas, únicamente se mantienen como tales las que resultaron con la clase A1 y A2 de aptitud para usos agrícolas, asimilables a las clases II, III y IV del método de capacidad agrológica, exigiéndole además una erosión previsible inferior a las 25 T/ha/año.

Con excepción de la unidad de Fluvent del extremo Noroeste del área y de Xerochrept calcixeróllico de los llanos del Purche, la mayor extensión que puede seguir ocupada por el uso agrícola corresponde a suelos aparatados

de la vertiente meridional, en torno a núcleos de población que precisan determinados productos agrícolas. Con ello es posible mantener una actividad tradicional perfectamente integrada en el paisaje y en la dinámica del sector.

Por las mismas razones de proximidad a los hábitat rurales, algunos núcleos con suelos desarrollados sobre rocas carbonatadas, calcarenitas, conglomerados y otros materiales detríticos, en las inmediaciones de Pinos Genil y Gúejar Sierra, también se han separado como suelos cultivables, aunque con la condición de realizar las oportunas labores antierosivas.

En ningún caso se propone cultivar suelos que actualmente no lo estén. Por el contrario, se cree oportuno suprimir dicho uso en las áreas degradadas por el cultivo (erosión superior a moderada), en las superficies con distribución diseminada y de reducida extensión, así como en los terrenos de cota superior a 2.000 m., mucho más propicios a otro tipo de vegetación y con importantes deficiencias agroclimáticas.

Los suelos que en esta planificación se admiten como cultivables, están fuertemente antropizados y pueden catalogarse de fértiles, puesto que únicamente presentan como modificadores en el sistema F.C.C., la xericidad del régimen de humedad (d), están localmente cubiertos por la nieve durante más de 60 días al año (g), y muy puntualmente

muestran deficiencias de potasio y baja capacidad de intercambio catiónico.

Las unidades cartográficas de Haplumbrept, Haploxeroll, Calcixeroll, Xerumbrept y Xerochrept, que sustentan un porcentaje importante de vegetación de encinas, melojos o castaños asilvestrados, se conservan como tales, potenciando las labores de tratamiento de masas vegetales: podas, aclareos, desbroces, entresacas, etc.

Idéntico criterio se sigue con los pinares de repoblación existentes entre 1.000 y 2.500 m. de altitud, que instaurados en general sobre Orthent, Ochrept y Umbrept, cubren una importante superficie de la vertiente Sur y sector occidental de la Norte. La sustitución inmediata parece improcedente dado que acarrearía impactos negativos sobre el medio edáfico, no así su mejora, como se propone más adelante.

Con la intención de reproducir las series bioclimáticas en el conjunto de tierras a las que resta por adjudicar un uso, se propone que por encima de 2.000 m. de cota se anule cualquier actividad o manejo del suelo por el hombre, que pueda alterar los ritmos evolutivos naturales de la vegetación existente.

El piso oromediterráneo (2.000-2.500 m.) seguiría representado por los actuales matorrales climáticos de

sabinas, piornos y enebros, en el que no se detectan especiales problemas erosivos dado el alto nivel de protección que este matorral ejerce sobre el suelo. Por encima de 2.500 m. (piso crioromediterráneo), en las áreas rocosas y pedregosas, así como en las unidades de Aquent con vegetación higrófila, únicamente procede el aprovechamiento para pasto natural, cuando desaparece la nieve invernal, existiendo la posibilidad de incentivar la creación de pasto por irrigación en unidades de suelos con Criochrept y Criorthent que resultaron aptos para ello.

Los cambios de uso propuestos en esta planificación afectan en su mayoría a las áreas de altitud inferior a 2.000 m. y coinciden con la vocación forestal del territorio.

En los núcleos de pinar ya existentes se favorecerá la creación de bosques mixtos introduciendo frondosas, con una selección de especies según la cota (< 2.000 m.), en aquellos sectores que disponen de suelos profundos, con modificadores de fertilidad levemente adversos (g, d, h, b, k) y con buena capacidad de retención de agua; concretamente Umbrepts, Ochrepts y Xerolls que resultaron con la clase de aptitud A1. El resto de suelos, moderadamente (clase A2) o marginalmente (clase A3) aptos para el uso forestal, permanecerían con el pinar original, mejorado con las oportunas labores selvícolas.

Existen en los materiales alpujárrides suelos Xerolls con enclaves conservados de encinar que conviven con el pinar de repoblación, estimándose posible la regeneración del quercus y la eliminación progresiva del pinar. Actualmente está extendida la idea, y en ese sentido existen algunas experiencias llevadas a cabo por centros oficiales de la Administración, de que la mejor forma de recuperar el bosque de frondosas es repoblar con pinares, y orientar el sotobosque de forma que los rebrotes de las encinas, favorecidos por la sombra de los pinos, regeneren el encinar o robledal en su caso. De cualquier forma, donde el pinar es natural procederá su conservación y mejora, tal es el caso de los núcleos de *P. silvestris* que aparecen en la Cortichuela y el Collado de Matas Verdes en un margen altitudinal entre 1.600 y 2.150 m. (Pérez Raya, 1.987).

Las zonas cubiertas por el matorral de degradación de las series meso y supramediterránea, los terrenos marginales cultivados sin un adecuado abancalamiento, en general, todas las superficies necesitadas de una protección inmediata que reduzca el aporte de sólidos a la presa de Canales, así como las cuencas vertientes con suelos erosivos, deberían ser reforestadas.

La clasificación de aptitud de Bonfils (1.978) está indicada para obtener criterios de viabilidad del suelo para repoblar con especies arbóreas, mediante labores mecanizadas, esperando resultados óptimos en la



implantación y crecimiento, así como en la obtención de productos forestales. Independientemente de las condiciones microclimáticas (Mtnez Parras y Molero Mesa, 1.982), éste es el motivo principal por el que determinados suelos hoy cubiertos con especies forestales, incluso introducidas por técnicas selvícolas, resultan no aptos para dicho uso, dado que el desarrollo arbóreo se aleja en extremo del óptimo.

Debido a las exigencias que el sistema Bonfils requiere del suelo para su reforestación, se emplearán sus conclusiones para delimitar los sectores en los que repoblar con frondosas. El límite de aptitud mínima del suelo para la implantación directa de quercus y/o castaños se ha fijado en la clase 21 (Muy apta con condiciones). En este nivel de aptitud, las características del suelo (pendiente, textura, profundidad efectiva, drenaje, agua útil, etc.) son lo suficientemente favorables para que la reforestación se logre con un mínimo manejo del suelo.

Si bien la extensión de estas superficies aptas son algo reducidas, su importancia local se centra en reagrupar determinados núcleos de frondosas aún conservados, para conseguir bosques estables suficientemente extensos, a costa de eliminar áreas cultivadas potencialmente erosivas y con un rendimiento desconocido, pero con seguridad bajo, dado el nivel de mejoras y las técnicas de cultivo. Los ejemplos más característicos se localizan en el sector occidental de la vertiente N y NW de la Loma de la Cuna de

los Cuartos (en la cuenca del río Maitena), laderas de orientación Norte de la cuenca del Dílar, bosques septentrionales de Cáñar y Soportújar en las vertientes bajas del río Chico, etc.

Los Xerochrepts típicos, Xerochrepts dísticos y Xerumbrepts típicos de las unidades de suelos n° 3 y 4, son las tipologías más frecuentes que soportarían la repoblación de encinas, quejigos, melojos, abedules, castaños, etc. La fertilidad de estos suelos en las situaciones delineadas en el mapa de planificación de uso, no está restringida por los caracteres intrínsecos de los mismos, sino sólo por los modificadores climáticos g y d del sistema F.C.C.

El grupo de las coníferas, consideradas como especies de mayor resistencia a condiciones adversas de clima y suelo, serían la única posibilidad de instaurar vegetación arbórea en los sectores con Xerorthents pocos profundos de textura gruesa o limitados por roca compacta, en subgrupos énticos de Inceptisoles, en suelos rojos en fisuras de roca caliza, en Xerolls muy delgados situados en pendientes escarpadas y salpicados de afloramientos rocosos, así como en suelos con un alto porcentaje de caliza activa.

La reforestación con pino carrasco, pino laricio, pino silvestre, pino negro, etc., ha de entenderse como necesaria para proteger amplios terrenos erosivos de las

cuencas de los ríos Trevélez, Poqueira, Torrente, Dúrcal, Genil, etc. En determinados casos la repoblación de coníferas será un primer estadio vegetal susceptible de ser completado en etapas venideras con especies de carácter mejorante para el suelo.

La delimitación de las áreas planificadas para este uso corresponde a las tierras de las clases de aptitud 22 (Bonfils, op. cit.), A2 y A3 para uso forestal (Delgado et al., 1.987), en las que existen condiciones mínimas de suelo para que las coníferas sobrevivan.

Un capítulo aparte es el aspecto de prioridad de las actuaciones planificadas, cuya discusión ha de contar necesariamente, con la imperiosa urgencia de repoblación de los barrancos de alto riesgo erosivo y la cobertura vegetal aguas arriba de la presa de Canales, posponiendo la reforestación con frondosas y la sustitución de coníferas.

...the ... of ...  
...the ... of ...  
...the ... of ...

...the ... of ...  
...the ... of ...  
...the ... of ...

...the ... of ...  
...the ... of ...  
...the ... of ...

...the ... of ...  
...the ... of ...  
...the ... of ...

...the ... of ...  
...the ... of ...  
...the ... of ...

...the ... of ...  
...the ... of ...  
...the ... of ...

...the ... of ...  
...the ... of ...  
...the ... of ...

## CONCLUSIONES



A partir de los datos del presente estudio pueden extraerse las siguientes conclusiones:

1) Las tipologías de los suelos presentes en la zona de estudio corresponden a un desarrollo edáfico de escaso a moderado, como se deduce de su pertenencia a los Ordenes de la "Soil Taxonomy": Entisol, Inceptisol, a los que sigue Mollisol y como tipologías minoritarias Alfisol. A nivel de Subgrupo están presentes los taxones: Xerorthents típico y lítico, Criorthent típico, Xerumbrepts típico y éntico, Criumbrepts típico y éntico, Haplumbrepts típico y éntico, Xerochrepts típico, dístico y calcixeróllico, Criochrept dístico, Haploxerolls típico, éntico y cálcico, Calcixeroll típico, Rhodoxeralf típico y Haploxeralf típico. También están presentes los Subórdenes Aquent y Fluvent.

2) La elaboración de un mapa de suelos a escala 1:50.000, con el levantamiento de 31 Unidades Básicas de Suelos y 4 Unidades Misceláneas de Tierras, ha puesto de manifiesto que los principales controles en la distribución de los suelos son: 1) el material original, determinante de la aparición de dos ámbitos fundamentales: el silícico y el carbonatado, 2) el relieve y 3) el factor antrópico.

3) La edafogénesis del ámbito silícico está condicionada en primera medida por la seriación

altitudinal, responsable de zonaciones en clima, vegetación y procesos geomorfológicos. La secuencia altitudinal de suelos, definida de menor a mayor cota por Xerumbrept - Criumbrept - Criorthent, demuestra que al ascender en el relieve disminuye el espesor del solum, el pH, el contenido de materia orgánica y en general, el desarrollo edáfico.

El segundo carácter del relieve que controla la edafogénesis del sector silíceo es el valor de la pendiente, definiéndose asimismo toposecuencias. Destaca de menor a mayor pendiente: Xerumbrept típico - Xerumbrept éntico - Xerorthent típico. Con la inclinación de la ladera disminuye del desarrollo edáfico.

4) En el ámbito carbonatado la altitud no es el factor fundamental en la génesis de los suelos. Esta se controla, en primer lugar, por la vegetación que afecta esencialmente a las características de horizonte Ah, estableciéndose la siguiente biosecuencia: Xerorthent - Xerochrept - Haploxeroll y/o Calcixeroll, en correspondencia con las formaciones vegetales: gramíneas - matorral xerofítico con restos de garriga - maquis - frondosas, respectivamente. Las características litológicas matizadas por el relieve determinan asimismo la existencia de otras secuencias de suelos.

5) La aplicación de un análisis estadístico detallado mediante las técnicas de análisis de la varianza, ensayo de



diferencias de medias de la  $t$  de Student, matriz de correlación y análisis de factores de modo R, ha permitido confirmar numéricamente los controles de los factores de formación y la existencia de las secuencias de suelos, anteriormente citadas.

6) El sistema edáfico de Sierra Nevada está definido por 5 factores que explican el 73% de la varianza, entre los que destacan factor químico, factor desarrollo textural y factor orgánico.

7) La materia orgánica de los Umbrepts bajo matorral de piorno, enebro y sabina, principales tipologías vírgenes de la zona, y la de los Umbrepts bajo pinar de repoblación, es de un grado de evolución relativamente bajo, demostrado por la poca maduración y pequeño nivel de condensación de los ácidos húmicos. Se ha puesto de manifiesto la actividad fúngica en la formación del humus por la presencia de pigmentos perilenquinónicos.

8) La altitud y el tipo de vegetación no tienen una incidencia significativa sobre las características de la materia orgánica de los Umbrepts estudiados en esta memoria. Se debe aceptar entonces una influencia de otros factores del medio que controlan los procesos de humificación y que atenúan las previsibles diferencias.

9) La interpretación de la cartografía de suelos con

métodos de evaluación generales, concluye en la capacidad de la zona de estudio para su utilización como fuente de riqueza forestal y paisajística, requiriendo un control riguroso de la erosión.

10) La aplicación de un sistema de evaluación propio y específico para zonas de montaña mediterránea, basado en la cartografía de suelos, ha permitido la evaluación para diferentes modalidades de uso: agrícola, forestal y pasto.

La cartografía temática de la aptitud para usos agrícolas indica que la mayor parte del área es no apta para dichos usos. Respecto a los usos forestales, la zona presenta una buena aptitud, sobre todo para la explotación poco mecanizada. Las restricciones sobrevienen principalmente, de causas climáticas y en menor grado por la rocosidad superficial, la fertilidad de los suelos y la pendiente, siendo limitante absoluto este factor para las labores mecanizadas. Estos limitantes son las "claves de sitio" de los suelos de Sierra Nevada.

11) Considerando globalmente todos los usos investigados, los suelos más adecuados son los Xerumbrepts típicos y Criumbrepts énticos y típicos. Los más desfavorables son los pertenecientes al Orden Entisol, exceptuando los Xerorthents antrópicos, construidos en bancales, principalmente en la vertiente Sur del área, y que son los de mayor potencialidad agronómica, no presentan

riesgos apreciables de erosión y están perfectamente integrados en el paisaje y en el sistema agrícola de Sierra Nevada.



## BIBLIOGRAFIA



- AGUILAR, J. (1.990). Cartografía y Evaluación de suelos. Conferencia impartida en el curso "Evaluación y Conservación de Suelos. C.I.D.A. Granada.
- AGUILAR, J.; FERNANDEZ, J.; RODRIGUEZ, T y SIERRA, C. (1.986). Algunos problemas de la clasificación en suelos de Sierra Nevada. An. Edaf. y Agrobiol., XLV, nº 7 - 8, 949 - 960.
- AGUILAR, J.; SIMON, M.; FERNANDEZ, J.; GIL DE CARRASCO, C y MARAÑES, A. (1.986). Mapa de suelos de Aldeire - 1.028. Escala 1:100.000. Proyecto Lucdeme. ICONA-MAPA. 230 pag. 1 plano.
- AGUILAR, J.; VARO, J. Y MORALES, M.C. (1.972). Estudio de las turberas del barranco de San Juan (Sierra Nevada). Trab. Dpto. Bot. Univ. Granada., Vol. 1, 7 - 20.
- ALEXANDER, E.B.; ADAMSON, C.; ZINKE, P.J. & GRAHAM, R.C. (1.989). Soil Science, 148, 6, 412 - 423.
- ALIAS, J.L. y MARTINEZ, J. (1.982) Rendolles de la Sierra María (Almería). An. Edaf. y Agrobiol., XLI, 9-10, 1.609-1.620.
- ALIAS, J.L. y PEREZ PUJALTE, A. (1.968). Los suelos de los pisos Montano Superior y Alpino de la ladera Sur del Mulhacén (Sierra Nevada). An. Edaf. y Agrobiol. Vol. 27, 783 - 791.
- ALLUE ANDRADE, J.L. (1.966). Subregiones fitoclimáticas de España. Esc. Sup. Ing. For. Madrid.
- ALMENDROS, G. y DORADO, E. (1.984). Estudio de ácidos húmicos de tipo P. Fraccionamiento en columna de sepiolita. Valoración cuantitativa de pigmentos. An. Edaf. y Agrobiol., T. XLIII, nº 1-2, 153 - 165.
- ALMENDROS, G.; IBAÑEZ, J.J. y POLO, A. (1.982). Contribución al estudio del subsistema edáfico en los ecosistemas climáticos del Sistema Central (España). II-Caracterización fisicoquímica del humus en los ecosistemas del Puerto de la Quesera (Macizo de Ayllón). Rev. Ecol. Biol. Sol., 19 (2), 151 - 162.
- ALMENDROS, G.; POLO, A. y IBAÑEZ, J.J. (1.979). Evolución de la materia orgánica en diversos hayedos y robledales del macizo de Ayllón. Bol. Est. Central Ecol., Vol. 8, nº 15, 3 - 11
- ALMENDROS, G.; POLO, A.; LOBO, M.C. y IBAÑEZ, J.J. (1.984). Contribución al estudio de la influencia de los incendios forestales en las características de la materia orgánica del suelo. II-Transformaciones del humus por ignición en condiciones controladas de laboratorio. Rev. Ecol. Biol. Sol., 21 (2), 145 - 160.
- ALMENDROS, G. y VELASCO, F. (1.984). Influencia de la vegetación en la evolución del humus de las Tierras Pardas meridionales sobre areniscas triásicas de la provincia de Guadalajara. Rev. Ecol. Biol. Sol. 21 (4), 415 - 429.
- A.M.A. (1.984). Catálogo de Suelos de Andalucía. Agencia de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. 267 pag. Sevilla.
- A.M.A. (1.987). Evaluación Ecológica de Recursos Naturales de Andalucía. Memoria y Mapas E. 1:400.000. Agencia de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- ANDRIEUX, J.; FONTBOTE, J.M y MATTAUER, M. (1.971). Sur un modélé explicatif de l'arc de Gibraltar. Earth Planet Sci. Letter, 12.

- APESA (1.987). Proyecto de restauración hidrológico forestal en la cuenca del embalse de San Clemente (Provincia de Granada). Informe interno para el Instituto Andaluz de Reforma Agraria (IARA).
- ARANA, R. y MARTIN, J.M. (1.975). Estudio geológico de las mineralizaciones de fluorita de la Unidad de las Víboras (Sierra Nevada, Cordilleras Béticas). Cuad. Geol. Univ. de Granada, 6, 75 - 88.
- ARANA, R. y MARTIN, J.M. (1.976). Observaciones geológicas sobre las Minas del Cerrajón (Sierra Nevada. Cordilleras Béticas). Acta Geol. Hispánica, 11/5, 1.129 - 1321.
- BAILEY, R. (1.988). Ecogeographic Analysis. A guide to the Ecological Division of Land of Resource Management. USDA. Forest Service Publication 1.465. 16 pag. Washington, DC.
- BARAHONA, E. (1.980). Cartografía de las clases de pendiente por fotointerpretación. Report. Interno Estación Experimental. Zaidin. C.S.I.C. Granada.
- BARAHONA, E.; DELGADO CALVO-FLORES R. y LINARES, J. (1.982b). Estudio de las características del sistema edáfico de Sierra Nevada mediante análisis factorial. An. Edaf. y Agrobiol., XLI, 3-4, 427 - 446.
- BARAHONA, E.; DELGADO CALVO-FLORES, R. y LINARES, J. (1.986). Kaolinite formation and soil forming rate. En Proceedings "Geochemistry and mineral formation in the earth surface". Rodríguez Clemente, R. and Tardy (Edit). CSIC, CMRS, Madrid. 523 - 534.
- BARAHONA, E.; GARCIA-CHICANO, J.; GUARDIOLA, J.L. IRIARTE, A. PEREZ PUJALTE, A. y QUIRANTES, J. (1.982a). Estudio de tres perfiles de suelos en la Alpujarra (Granada). An. Edaf. y Agrobiol. XLI, 9 - 10, 1.621 - 1.641.
- BARE, B.B.; BRIGGS, D.C., ROISE, J.P. & SCHREUDER, G.F. (1.984). A survey of systems analysis models in forestry and the forest products industries. European Journal of Operational Research, 18, 1 - 18.
- BARNES, B.; PREGITZER, K.; SPIES, T. & SPOONER, H. (1.982). Ecological Forest Site Classification. Soc. of Am. Forest., Journal of Forestry, August, 1.982, 493 - 498.
- BARTELLI, L.J. (1.978). Technical classification system for soil survey interpretation. Advances in Agron., 30, 247 - 289.
- BASINSKI, J.J. (1.985). Land evaluation - Some General Considerations. Enviromental planning and management. Proceeding of a Commonwealth Science Council Workshop, Camberra, CSIRO, 59 - 65.
- BECKETT, P. & WEBSTER, R. (1.971). Soil variability: a review. Soil and Fertilizers, 34, 1 - 15
- BELL, A.A. & WHEELER, M.H. (1.986). Biosynthesis and functions of fungal melanins. Ann. Rev. Phytopathol, 24, 411 - 451.
- BENAVENT FERNANDEZ, M. (1.986). Ordenación del territorio, planificación y gestión de las áreas de montaña. Rev. de Estudios Andaluces nº 6, 65 - 74.
- BIBBY, J.S.; HESLOP, R.E.F. & HARTNUP, R. (1.988). Land capability classification for forestry in Britain. Soil Survey Monograph. The Macaulay Land Use Research Institute. Aberdeen, 34 pag.



- BLANCA LOPEZ, G. (1.988). Origen de la flora nevadense. Especiación. Endemismo. Monogr. Fl. y Veg. Béticas (3): 99 - 110.
- BLOSSER, D.L. & JENNY, H. (1.971). Correlation of soil pH and percent base saturation as influenced soil forming factors. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 35, 1.017 - 1.018.
- BLUM, W.E.; SPIEGEL, H. & WENZEL, W.W. (1.989). Bondenzustandsinvertur. Bundesministerium für land - Und Forstwirtschaft. 95 pag. Wien. Autriche.
- BODINIER, J.L.; MORTEN, L.; PUGA, E. y DIAZ DE FEDERICO, A. (1.987). Geochemistry of metabasites from the Nevado-Filábride Complex, Betic Cordilleras, Spain: Relics of a dismembered ophiolitic sequence. Lithos 20, 235 - 245.
- BOIXADERA, J. y PORTA, J. (1.991). Información de suelos y evaluación catastral. Método del valor índice. Monografías del Ministerio de Economía y Hacienda. Madrid. 151 pag.
- BONFILS, P. (1.978). Le classement des sols en vue de la reforestation en zone mediterrannée. Rubrique de biologie et forêt. Genie rural des Eaux et des Forêts, 271 - 282.
- BONFILS, P.; BORNAND, M. y BARTHES, J.P. (1.989). Typologie des sols et productivite sylvo-pastorales. Action de Recherche 1.9, Sc. Sol. INRA, 56- 58.
- BONFILS, P.; BORNAND, M. FAVROT, J.C.; LEGROS, J.P., VOLTZ, M. et BARTHES, J.P. (1.989). Methodologie de la Thematisation. Action de Recherche 1.7, Sc. Sol., INRA, 50 - 52.
- BOOTH, T.H. (1.985). Resource evaluation forestry. Proceedings of a Commonwealth Science Council Workshop, Camberra, CSIRO, 77 - 88.
- BOSQUE MAUREL, J. (1.961). Tipos de suelos en Sierra Nevada. Est. Geogr. T.XXII, 306 - 308. Granada.
- BOTTNER, P. (1.971). Pedogenese sur roches meres calcaires dans une sequence bioclimatique mediterraneo-alpine du Sud de la France. Tesis Fac. Ciencias. Univ. Montpellier.
- BOTTNER, P. (1.972). Evolucion des sols en milieu carbonaté. La pedogenese sur roches calcaires dans une sequence bioclimatique mediterraneo-alpine du Sud de la France. Sci. Geol. Mémoire, 37, Univ. L. P. de Strasbourg.
- BOUMA, J. (1.989). Using Soil Survey Data for Quantitative Land Evaluation. Vakgroep Bodemkunde en Geologie, Landbouwniversiteit, Wageningen Publicatie, nº 89-11, 178 - 213.
- BREWER, R. (1.964). Fabric and mineral analysis of soils. Jhou Wiley. New York.
- BROUWER, H.A. (1.926). Overthrustructure in the Eastern Betic Cordilleras. XIV Congress. Geol. Int. Madrid. 1.885 - 1.888.
- BUOL, S.W. (1.972). Fertility Capability Classification System. Agr. Eco. Research on Trop. Soil Am. Rep. Soil Sci. North Car. St. Univ. Raleigh, 45 - 50.
- BUOL, S.W.; SANCHEZ, P.A.; CATE, R.B. y GRANGER, M.A. (1.975). Soil Fertility Classification. Soil man. Trop. Am. Soil Sci. Peto. North Car. St. Univ. Raleigh, 126 - 145.
- BUSSLER, B.H.; BYRNES, W.R.; POPE, P.E. & CHANEY, W.R. (1.984). Properties of minesoil reclaimed for forest land use. Soil Sci.

Soc. Am. J., 48, 178 - 184.

- CALVO, R.; BLAZQUEZ, R. y MACIAS, F. (1.987). Ordenación agronómica de un área de montaña en Galicia II. Una alternativa de planificación. An. Edaf. Agrobiol. Pag. 897 - 908.
- CARBONELL, J. (1.980). Ordenación de zonas de montaña 1<sup>er</sup> Curso sobre Ordenación del Territorio. Esc. Téc. de Ing. Agr. Lérida.
- CARMEAN, W.H. (1.975). Forest site quality evaluation in the United States. Advances in Agronomy, 27, 209 - 269.
- CASARES PORCEL, M. (1.988). Flora y vegetación liquénica de Sierra Nevada. Monogr. Fl. y Veg. Béticas (3), 53 - 62.
- CASTILLO REQUENA, J.M. (1.983). Mecanismos de precipitación en Sierra Nevada". Cuad. Geog. de la Univ. de Granada, n° 11, 127 - 152.
- CEBALLOS, L. y RUIZ DE LA TORRE, J. (1.979). Arboles y Arbustos. Editado por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid. 512 pag.
- CLEMENCY, CH. (1.976). A comparasion of the chemistry and mineralogy of weathering sequences from quartz-rich and quartz-free rock from Brasil. Proc. Symp. on Water-Rock Interaction. Geol. Survey Praga, 54 -63.
- COOLEY & LOHNES (1.971). Multivariate data analysis. Ed. Wiley. New York. 364 pag.
- CORNELL UNIVERSITY'S DEPARTMENT OF AGRONOMY. (1.988). Automated Land Evaluation System (ALES). Ithaca.
- C.S.I.C. (1.969). Métodos analíticos de la Estación Experimental del Zaidín. CSIC. Granada
- C.S.I.C. - I.A.R.A. (1.989). Mapa de suelos de Andalucía. Mapa 1:400.000 y Memoria 95 pag. Junta de Andalucía y CSIC. Sevilla.
- CHEPIL, W.S. (1.960). Conversion of relative field erodibility to annual soil loss by wind, Soil Sci. Soc. Am. Proc., 24,143-145
- CHESWORTH, W. (1.973). The parent rock effect in the genesis of soil. Geoderma 10, 215 - 225.
- CHOULIARAS, N.; VEDY, J.C. y PORTAL, J.M. (1.975). Fractionnement et caractérisation de la matière organique dans les rendsines. Bull. I.N. Polytech. de Nancy, 17, 65 - 74.
- DABIN, B. (1.971). Etude d'une méthode d'extraction de la matière humique du sol. Sci. du Sol, 1, 47 - 63
- DABRIO, C.J.; FERNANDEZ, J.; PEÑA, J.A.; RUIZ BUSTOS, A. y SANZ DE GALDEANO, C.M. (1.978). Rasgos sedimentarios de los conglomerados miocénicos del borde Noreste de la Depresión de Granada. Est. geol. 34, 89 - 97.
- DAVIDSON, D.A. (1.980). Soil and land use planning. Topics and Applied Geography. Ed. Longman. Londres - New York, 129 pag.
- DAVIS, J. (1.973). Statistics and Data Analysis in Geology. John Wiley & Sons. New York. 550 pag.
- DAVIS, J.R. & IVE, J.R. (1.985). Producing land use plans for forest. In Shepherol, H.R. & Richter, H.V. Ed. Managing the Tropical Forests. Chap. 4, 73 - 81. Development Studies Centre, Camberra.

- DEJOU, J.; GUYOT, J.; ROBERT, M. (1.973). Evolution superficielle des roches crystallophylliennes dans les regions tempérées. INRA. París.
- DE LA ROSA, D. y MAGALDI, D. (1.982). Rasgos metodológicos de un sistema de evaluación de tierras para regiones mediterráneas. Soc. Esp. Cien. Suelo. Madrid.
- DELGADO, F.; ESTEVEZ, A. ; MARTIN, J.M. y MARTIN ALGARRA, A. (1.981). Observaciones sobre la estratigrafía de la formación carbonatada de los Mantos Alpujárrides (Cordillera Bética). Est. geol., 37, 45 - 57.
- DELGADO, G. y AGUILAR, J. (1.983). Aplicación del "Sistema de Clasificación de las Condiciones de Fertilidad del Suelo" a la cartografía de suelos de la zona de Linares. Anal. Edaf. Agrobiol., 42, 2.107 - 2.116.
- DELGADO, G.; DELGADO CALVO-FLORES, R.; PARRAGA, J. y SANCHEZ MARAÑON, M. (1.988). Variabilidad de algunos caracteres morfológicos y analíticos de Cryumbrepts típicos y énticos de Sierra Nevada (Granada). Comunicación II Con. Nac. de la Cien. del Suelo. 446 - 453. Sevilla.
- DELGADO, G.; PARRAGA, J. SERRANO, E. y DELGADO CALVO-FLORES, R. (1.985). Los Xerumbrepts bajo matorral de alta montaña de la vertiente Sur de Sierra Nevada (Granada). An. Edaf. y Agrobiol., XLIV, 7-8, 1.029 - 1.044.
- DELGADO, G.; SANCHEZ MARAÑON, M. y DELGADO CALVO FLORES, R. (1.987). Metodología para la evaluación de la aptitud para usos agronómicos (agrícolas, forestales y ganaderos) de los suelos del sector Noroccidental de Sierra Nevada (Granada). Ecología, nº 1, ICONA.
- DELGADO, G.; SANCHEZ MARAÑON, M.; OYONARTE, C. y DELGADO CALVO-FLORES, R. (1.989). Clasificación de las condiciones de fertilidad de los suelos del núcleo de Sierra Nevada (Granada, España). Agrochimica, XXXIII, 4-5, 289 - 301.
- DELGADO CALVO-FLORES, R. (1.977). Balance geoquímico de las alteraciones superficiales en el Barranco Hondo (Sierra Nevada). Tesis de licenciatura. Fac. Ciencias. Univ. Granada. 233 pag.
- DELGADO CALVO-FLORES, R. (1.980). Edafología y geoquímica de las alteraciones superficiales en la cuenca alta del río Dílar (Sierra Nevada). Tesis doctoral. Univ. de Granada. 668 pag.
- DELGADO CALVO-FLORES, R.; BARAHONA, E.; HUERTAS, F. y LINARES, J. (1.981). Cuantificación de la meteorización química de una cuenca de Sierra Nevada. Est. Geol. 37, 329 -335.
- DELGADO CALVO-FLORES, R.; BARAHONA, E.; HUERTAS, F. y LINARES, J. (1.982a). Los inceptisoles de la cuenca alta del río Dílar (Sierra Nevada). An. Edaf. y Agrobiol. XLI. 83 - 112.
- DELGADO CALVO-FLORES, R.; BARAHONA, E.; HUERTAS, F. y LINARES, J. (1.982b). Los mollisoles en la cuenca alta del río Dílar (Sierra Nevada). An. Edaf. y Agrobiol. XLI, 59 - 82.
- DELGADO CALVO-FLORES, R.; BARAHONA, E.; HUERTAS, F. y LINARES, J. (1.982c). Los suelos de los borreguiles de Sierra Nevada (Granada). Ars. Pharmaceutica XXIII, nº 2, 209 - 231.
- DELGADO CALVO-FLORES R.; BARAHONA, E.; HUERTAS, F. y LINARES, J. (1.982d). Los entisoles de la cuenca alta del río Dílar (Sierra Nevada). An. Edaf. y Agrobiol., XLI, 113 - 129.

- DELGADO CALVO-FLORES, R.; BARAHONA, E.; HUERTAS, F. y LINARES, J. (1.983). Alteraciones superficiales en Sierra Nevada. Geoquímica de las soluciones naturales. Est. Geol. 39, 319 - 328.
- DELGADO CALVO-FLORES, R.; BARAHONA, E. y LINARES, J. (1.979a). Los suelos del Barranco Hondo (Sierra Nevada). I Tipologías y factores formadores. An. Edaf. y Agrobiol. XXXVIII, 1.543 - 1.554.
- DELGADO CALVO-FLORES, R.; BARAHONA, E. y LINARES, J. (1.982e). El relieve como factor formador de los suelos de Sierra Nevada. An. Edaf. y Agrobiol., XLI, 441 - 473.
- DELGADO CALVO-FLORES, R.; BARAHONA, E. y LINARES, J. (1.982f). Factores formadores de los suelos de la cuenca alta del río Dílar (Sierra Nevada). An. Edaf. y Agrobiol., XLI, 31 - 38.
- DELGADO CALVO-FLORES, R.; BARAHONA, E. y LINARES, J. (1.982g). Distribución de los suelos de la cuenca alta del río Dílar (Sierra Nevada). An. Edaf. y Agrobiol., XLI, 1-2, 39 - 57.
- DELGADO CALVO-FLORES, R.; DELGADO, G.; OYONARTE, C.; GAMIZ, E. y PEREZ PUJALTE, A. (1.988). Propiedades y Clasificación de los suelos agrícolas construidos por el hombre (Anthrosoles) en Sierra Nevada y las Alpujarras (Almería; Granada). II Con. Na. de la Cien. del Suelo. Comuni. 438 - 445. Sevilla.
- DELGADO CALVO-FLORES, R.; DELGADO CALVO-FLORES, G.; PARRAGA MARTINEZ, J.; GAMIZ MARTIN, E.; SANCHEZ MARAÑON, M.; TENORIO URRIOS, M. (1.988). Mapa de suelos, escala 1:100.000 de la Hoja de Gúejar Sierra, nº 1.027. Proyecto Lucdeme. ICONA. MAPA. 110 pag. 1 plano.
- DELGADO CALVO FLORES, R.; DELGADO G.; SERRANO, E. y PARRAGA, J. (1.987). Análisis de algunas de las modificaciones inducidas por la repoblación de coníferas en los suelos de Sierra Nevada (Granada - España). Agrochimica, vol. XXXI, nº 3, 211-225.
- DELGADO CALVO-FLORES, R.; HUERTAS, F. y LINARES, J. (1.979b). Los suelos del Barranco Hondo (Sierra Nevada) II. An. Edaf. y Agrobiol., XXXVIII, 1.555 - 1.572.
- DELGADO CALVO-FLORES, R. y ORTEGA BERNALDO DE QUIROS, E. (1.985). Edafoclimas de la vertiente Sur-Suroeste de Sierra Nevada. An. Edaf. y Agrobiol., XLIII, 987 - 1017.
- DELGADO CALVO-FLORES, R.; SANCHEZ MARAÑON, M.; DELGADO CALVO-FLORES, G y PARRAGA MARTINEZ, J. (1.988). Evaluación de la aptitud para usos agronómicos (agrícolas, forestales y ganaderos) de los suelos del sector Noroccidental de Sierra Nevada (Granada). Análisis de zonas piloto y extrapolación de las clases de aptitud a la totalidad del área. Ecología, nº 2, 5 - 37. ICONA.
- DELGADO CALVO-FLORES, R. y SIMON TORRES, M. (1.982). Cartografía de los suelos de Sierra Nevada. Información básica para el plan especial de protección de Sierra Nevada. Junta de Andalucía. Inédita.
- DENT, D. & MURLAND, R. (1.990). Land Evaluation for afforestation in a semi-arid environment: The montane plains of the central highlands of North Yemen. Catena. Vol. 17, 509 - 523.
- DENT, F. & YOUNG, A. (1.981). Soil survey and land evaluation. Ed. Allen & Unwin, London, 178 pag.
- DIAZ FIERROS, F.; GIL SOTRES, F. y PUGA PEREIRA, M. (1.982). Primeros resultados de la aplicación del método de evaluación de tierras de la FAO. An. Edaf. y Agrobiol., XLI, 2.125 - 2.143.

- DIAZ HERNANDEZ, J.L. (1.987). Estudio edáfico y evaluación forestal en la Sierra de los filabres. (Sector oriental). Almería. IARA. Cons. Agr. y Pes. Junta de Andalucía. 63 pag.
- DUCHAUFOR, PH. (1.975). Manual de Edafología. Ed. Masson. Barcelona. 476 pag.
- DUCHAUFOR, PH. (1.984). Edafología. 1- Edafogénesis y Clasificación. Ed. Masson. Barcelona. 493 pag.
- DUCHAUFOR, PH. y SOUCHIER, B. (1.977). Pédogenèse et classification. Ed. Masson. París. 477 pag.
- EDMONDS, W.; IYENGAR, S.; ZELAZNY, L.; LENTNER, M. & PEACOCK, C. (1.985). Variability in family differentiation of soil in a second order soil survey mapping units. Soil Sc. Am. J., 46, 88 - 93.
- EGELER, C.G. y SIMON, O.J. (1.969). Orogenic evolution of the betic zone (Betic Cordilleras, Spain) with emphasis on the nappe structures. Geol. in Mijnb, v. 48, 297 - 305.
- EGEOGRAN. (1.983). Bases físicas para una ordenación territorial de la vertiente Sur de Sierra Nevada (Alpujarra. Granada). Cuad. Geog. Univ. de Granada, 11, 83 - 126.
- ESPEJO, R. (1.990). Evaluación de suelos en ambientes intertropicales. Sistema C.C.F. Conferencia del Curso "Evaluación y Conservación de suelos". C.I.D.A. Granada, Oct. y Nov. de 1.990.
- ESPINOSA FERNANDEZ, P. (1.976). Cartografía de la vegetación de Sierra Nevada. Tesis doctoral. Facultad de Farmacia. Univ. de Granada.
- ESTEVEAN BOLEA, M<sup>a</sup> T.. (1.984). Evaluación del Impacto ambiental Ed. MAPFRE S.A. Madrid. 609 pag.
- FABIAO, A.; MADEIRA, M. & STEEN, E. (1.987). Root mass in plantations of Eucalyptus globulus in Portugal in relation to soil characteristics. Arid Soil Research and Rehabilitation, 1, 185 - 194.
- FALLOT, P. (1.948). Les Cordillères Bétiques. Est. geol., 4, 83 - 172.
- F.A.O. (1.960). Soil erosion by wind and measures for its control on agricultural land, FAO Agricultural Development Paper, n<sup>o</sup> 71, 88p.
- F.A.O. (1.973). Soil survey interpretation for engineering purposes. Soils. Bull. 19, F.A.O. Roma.
- F.A.O. (1.974a). Soil map of the world. Escala 1:5.000.000, I, leyenda FAO-UNESCO. París.
- F.A.O. (1.974b). Approaches to land classification. Soils Bull 22, 120 pag. Roma.
- F.A.O. (1.976). Esquema para la evaluación de tierras. Bol. de suelos de la F.A.O., n<sup>o</sup> 32. Roma.
- F.A.O. (1.977). Guía para la descripción de perfiles de suelos. F.A.O. Roma.
- F.A.O. (1.980a). Metodología provisional para la evaluación de la degradación de suelos. 86 pag. FAO-PNUMA. Roma.
- F.A.O. (1.980b). Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento. Vol 1. Estimación del volumen. Estudio F.A.O.-Montes 22/1, 92 pag. Roma.

- F.A.O. (1.980c). Estimación de volumen forestal y predicción del rendimiento. Vol. 2. Predicción del rendimiento. Estudio F.A.O.-Montes 22/2. 80 pag. Roma.
- F.A.O. (1.982). Análisis económico de proyectos forestales. Estudios monográficos F.A.O.-Montes, 17, Sup 1. Roma.
- F.A.O. (1.983). Guidelines: Land evaluation for rainfed agriculture. Soils Bull. nº 52, 237 pag. Roma.
- F.A.O. (1.984). Proteger y producir. Conservación del suelo para el desarrollo, Ed. F.A.O., 40 pag. Roma
- F.A.O. (1.985a). Directivas: Evaluación de tierras para la agricultura en secano. Boletín de suelos de la F.A.O. nº 52, 228 pag. F.A.O.-UNESCO. Roma.
- F.A.O. (1.985b). Guidelines: Land evaluation for irrigated agriculture. Soils Bull nº 55, 231 pag. F.A.O.-UNESCO. Roma.
- F.A.O. (1.985c). Evaluación de tierras con fines forestales. Estudio F.A.O. Montes nº 48, 106 pag. F.A.O.-UNESCO. Roma.
- F.A.O. (1.988). Soil map of the world. Revised Legend. 119 pag. FAO-UNESCO. Roma.
- FERNANDEZ, J.; PARRAGA, J. y AGUILAR, J. (1.981). Relación entre la composición química y mineralógica en los suelos de la Dehesa del Camarate. Ars. Pharmaceutica, XXII, 3, 355 - 364.
- FONTBOTE, J.M. (1.983). Las Zonas Internas y unidades adyacentes. Geología de España. Libro Jubilar J.M. Ríos. IGME, 251 - 343.
- FONTBOTE, J.M. y VERA, J.A. (1.983). La Cordillera Bética. Geología de España. Libro Jubilar J.M. Ríos. IGME, 205 - 218.
- FRANZ, H. (1.956). Drei Klimabeidtingte Ranker - Gelbyten Europas. Rapports Congr. Int. Sci. du Sol, Vol. E, 135 - 151.
- GALLEGOS, J.A. (1.971). Los Alpujárrides al NW de Sierra Nevada (Cordilleras Béticas). Nota preliminar. Cuad. Geol. Univ. Granada, 2, 3- 14.
- GALLEGOS, J.A. (1.975). Los Alpujárrides al Oeste de Sierra Nevada. Tesis Univ. Granada. 494 pag.
- GARCIA DUEÑAS, V.; MARTINEZ MARTINEZ, J.M. y SOTO, J.I. (1.988). Los nevado-filábrides, una pila de pliegue - mantos separados por zonas de cizalla. Simposio sobre Cinturones orogénicos. II Congreso Geológico de España. Granada.
- GARCIA ROSSELL, L. y PEZZI, M. (1.977). Análisis de depósitos periglaciares en el sector central de las Cordilleras Béticas (Andalucía). V Coloquio de Geografía, 99 - 126. Granada.
- GARCIA SAINZ, L. (1.943). El glaciario cuaternario en Sierra Nevada. Est. Geograf., IV, 11, 233 - 255.
- GARRELS, R.M. & CHRIST, CH.L. (1.965). Solutions, Minerals and Equilibria. Pub. Harper & Row, New York and Jhon Weatherhil Inc, Tokyo. 450 pag.
- GAUCHER, G. (1.968). Traité de pédologie agricole. Ed. Dunod. 578 pag. París.
- GAUCHER, G. (1.981). Traité de pedologie agricole. II Les facteurs de la pedogenese. Ed. G. Lelotte. 730 pag. París.

- GAUSSEN, H. (1.955). Expression des milieux par des formules écologiques. Colloque inter. CNRS. 257 - 269.
- GIL DE CARRASCO, C. (1.988). Los suelos en el paisaje del sector oriental de Sierra Nevada: sus relaciones con la vegetación. Tesis Univ. de Granada. 607 pag.
- GIL GARCIA, J.A. (1.988). Flora y vegetación briofítica de Sierra Nevada. Monogr. Fl. y Veg. Béticas (3), 63 - 72.
- GOMEZ ORTIZ, A. (1.987). Morfología glaciaria en la vertiente meridional de Sierra Nevada (área Veleta - Mulhacén). Est. Geogr., XLVIII, 188, 379 - 407.
- GOMEZ PUGNAIRE, M.T. (1.981). Evolución del metamorfismo alpino en el Complejo Nevado-Filábride de la Sierra de Baza (Betic Cordilleras, España). Techniterrae, 41, 1 - 130.
- GOMEZ, P.; GUMIZZIO, J. & POLO, A. (1.987). Estudio de la materia orgánica y naturaleza de los compuestos húmicos afectados por las sales. An. Edaf. y Agrobil., T. XLVI, 27 - 37.
- GONZALEZ BERNALDEZ, F. (1.981). Ecología y paisaje. Ed. Blume. Madrid. 250 pag.
- GONZALEZ DONOSO, J.M. (1.967). Estudio geológico de la Depresión de Granada. Tesis Univ. de Granada.
- GOSSEN, D. (1.968). Interpretación de fotos aéreas y su importancia en el levantamiento de suelos. Boletín sobre suelos, nº 6. FAO. Roma
- GREY, D. (1.980). On the concept of site in forestry. South African Forestry Journal nº 113, 81 - 83.
- GREY, D. (1.983a). The evaluation of site factor studies. South African Forestry Journal, December, 1.983, 19 - 22.
- GREY, D. (1.983b). The geomorphic approach to site delineation in exotic plantation. South African Forestry Journal, December, 1.983, 26 - 30.
- GREY, D. (1.988). Principles and elements of monitoring in Mountain Catchment Areas: Soils and erosion. South African Forestry Journal, nº 114, 47 - 51.
- GREY, D. (1.989a). Site index - A review. South African Forestry Journal nº 148, 28 - 32.
- GREY, D. (1.989b). Conservation research requirements and commercial forest management. South African Forestry Journal, nº 149, 58 - 61.
- GREY, D. & TAYLOR, G. (1.983). Site requirements for commercial afforestation in the Cape. South African Forestry Journal, December, 1.983, 35 - 38.
- GUERRA, A. (1.972). Los suelos rojos en España. Contribución a su estudio y clasificación. Publ. Dpto. de Suelos Inst. Edaf. y Biol. VEG. C.S.I.C., 252 pag. Madrid.
- GUTIERREZ RIOS, E. y MEDINA ORTEGA, A.M. (1.946). Procesos de erosión en Sierra Nevada (I). An. Edaf. y Agrobiol., 15, 257 - 277.
- GUTIERREZ RIOS, E. y MEDINA ORTEGA, A.M. (1.950). Procesos de formación de arcilla en Sierra Nevada. An. Edaf. y Agrobiol., 19.
- HAWKING, C.A. (1.988). Agricultural capability of land. Report interno

- Department of Agriculture. Tasmania. 46 pag.
- HEMPEL, L. (1.960). Límites geomorfológicos altitudinales en Sierra Nevada. Est. Geograf., 78, 81 - 93.
- HOLGREM, G.S. (1.967). A rapid Citrate - Ditionite extractable Iron procedure. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 31, 210 - 211
- HOYOS DE CASTRO, A. y MEDINA ORTEGA, A.M. (1.951). Secuencia de Suelos en Sierra Nevada, en relación con la altura sobre el nivel del mar. An. Edaf. y Agrobiol., 20.
- HOYOS, R. (1.979). Influencia de la materia orgánica en la génesis de algunos suelos de Sierra Nevada. Tesis de licenciatura. Fac. Farmacia. Univ. de Granada.
- IBAÑEZ, J.; ALMENDROS, G. y POLO, A. (1.982). Contribución al estudio del subsistema edáfico en los ecosistemas climáticos del Sistema Central (España). I Características generales de los ecosistemas del Puerto de la Quesera (Macizo de Ayllon). Rev. Ecol. Biol. Sol., 19, 135 - 149.
- I.C.O.N.A. (1.982). Paisajes erosivos en el sureste español. Ensayo de metodología para el estudio de su cualificación y cuantificación. Monog. 26, ICONA-MAPA.
- I.C.O.N.A. (1.988). Agresividad de la lluvia en España. 39 pag. 7 mapas. MAPA-ICONA. Madrid.
- I.G.M.E. (1.979). Mapa geológico escala 1:50.000 de la hoja nº 1.042 de Lanjarón. Serie MAGNA.
- I.G.M.E. (1980). Mapa geológico escala 1:50.000 de la hoja nº 1.027 de Güejar Sierra. Serie MAGNA.
- I.N.A. (1.978). Ficha técnica para la evaluación de la aptitud del suelo para usos agrícolas. En: Fedoroff, N.(Ed). Curso sobre Medio Natural y Ordenación del Territorio. París.
- INTECSA. (1.987). Proyecto de restauración hidrológico forestal de la cuenca del embalse del Portillo (Granada). Informe interno IARA.
- INYPISA. (1.990). Estudio edáfico y evaluación de uso forestal del sector noreste de la provincia de Cádiz. Informe interno IARA.
- IRIARTE, A. (1.990). Estudio de las propiedades de los suelos de la franja costera de las provincias de Granada y Almería. Tesis doctoral. Univ. de Granada. 385 pag.
- JENNY, H. (1.980). The soil resource. Origin and Behaviour. Ecological Studies, 37. Spnuger-Verleg. New York. 377 pag.
- JIMENEZ OLIVENCIA, Y. (1.991). Los paisajes de Sierra Nevada. Cartografía de los sistemas naturales de una montaña mediterránea. Public. Univ. de Granada. 223 pag.
- JORESKORG, K.G.; KLOVAN, J.E. & REYMENT, R.A. (1.976). Geological factor analysis (Methods in Geomathematics. I) Ed. Elsevier. New York. 178 pag.
- JUNTA DE ANDALUCIA - EPIPSA. (1.985). Plan especial de protección del medio físico y catálogo de espacios y bienes protegidos en la provincia de Granada. Con. Pol. Territ.
- JUNTA DE ANDALUCIA. (1.985). Mapa Geológico y Minero de Andalucía. Dirección General de Industria, Energía y Minas. Consejería de Economía e Industria. 150 pag., 2 mapas escala 1:400.000.



- JUNTA DE ANDALUCIA. (1.989). Plan Forestal Andaluz. Consejería de Agricultura y Pesca. Memoria 289 pag. y Mapas 1: 800.000.
- KILIAN, W. (1.981). Site classification systems used in forestry. In Laban (ed). Proceeding of the workshop on land evaluation for forestry. Wageningen ILRI, 28, 134 - 151.
- KILIAN, W. (1.984). Site classification and mapping. Principles and trends. Proc. Symp. on site and productivity of fast growing plantations, Vol. 1, Pretoria y Pietermaritzburg.
- KLINGEBIEL, A. Y MONTGOMERY, P.H. (1.961). Land Capability Classification. Agr. Handbook 210, Soil Consr. Ser., USDA, 21 pag. Washington, D.C.
- KONONOVA, M. (1.961). Soil Organic Matter. Pergamon Press. New York.
- KONONOVA, M. (1.966). Soil Organic Matter. Pergamon Press. London, 450 pag.
- KUMADA, K. (1.955). Absorption spectra of humic acids. Soil and Plant Food, 1, 29 - 30.
- KUMADA, K. (1.987). Chemistry of soil organic matter. Japan Scientific Societies Press and Elsevier Science Publishers. Tokyo.
- LABAN, P. (ed.). (1.981). Proceeding of the workshop on land evaluation for forestry. ILRI. Publication 28, Wageningen, 355 pag.
- LEY 2/1.989. Ley 2/1.989 de 18 de Julio de la Comunidad Autónoma de Andalucía, por la que se aprueba el Inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección. B.O.E. nº 201 de 23-8-1.989, 27.071 - 27.129.
- LHENAFF, R. (1.977). Recherches geomorphologiques sur les Cordilleres Betiques Centro-Occidentales (Espagne). Tomos I y II. These presentee devant la Universite de Paris - Sorbonne.
- LOSA QUINTANA, J.M. (1.988). La vegetación de las zonas más elevadas de Sierra Nevada. Monogr. Fl. y Veg. Béticas (3): 153 - 156.
- LOSA QUINTANA, J.M.; MOLERO MESA, J.; CASARES PORCEL, M. y PEREZ RAYA, F. (1.986). El paisaje vegetal de Sierra Nevada. La cuenca alta del río Genil. Granada. Serv. de publ. Univ. de Granada, 285 pag.
- LOWE, L.E. & TSANG W.C. (1.970). Distribution of a green humic acid component in forest humus layers of British Columbia. Can J. Soil. Sci., 50, 456 - 457.
- LOZANO, F.J. (1.986). Estudio edáfico del sector comprendido entre la Sierra de las Guájaras y el río Albuñuelas. Balance de erosión hídrica. Tesis de licenciatura Univ. de Granada. 241 pag.
- LOZANO, F.J. (1.992). Estudio edáfico de la hoja de Baza (994). Balance de erosión y degradación. Tesis doctoral. Univ. de Granada. 525 pag.
- LOZANO, F.J.; MARTINEZ, F.J; SIERRA, C. y ORTEGA, E. (1.988). Balance de erosión hídrica en los suelos de la vertiente norte de Sierra Nevada (provincia de Almería). Ars. Pharmaceutica, T. XXIX, nº 2, 129 - 137.
- LYLES, L. & KRAUSS, R.K. (1.971). Threshold velocities and initial particle motion as influenced by air turbulence, Trans. ASAE, 14, 563 - 566

- MACIAS VAZQUEZ, F. y CALVO DE ANTA, R. (1.981). El análisis del medio físico y su aplicación a la ordenación del territorio: Una experiencia piloto en el área de Padrón. Trabajos Compostelanos de Biol., 10, 179 - 203.
- MACIAS, F.; CALVO, R.; GARCIA, P. y SILVA, L. (1.982). El material original: su formación e influencia en las propiedades de los suelos de Galicia. An. Edaf. Y Agrobiol. XLI, 9-10, 1.747 - 1.768.
- MACKNEY, D. (1.974). Soil survey in agriculture. En: Soil type and land capability. D. Mckney (ed.) Soil Survey Tech. Mon. nº 4, 13 - 25.
- MADEIRA, M.A.V. (1.988). Changes in soil properties under Eucalyptus plantations in Portugal. In: J.S. Pereira and J.J. Landsberg (ed.) Biomass Production by Fast-Growing Trees. Academic Pub., Dordrecht, Netherlands, 81 - 99.
- MADEIRA, M.A.V.; ANDREUX, F. & PORTAL, J.M. (1.989a). Changes in soil organic matter characteristics due to reforestation with Eucalyptus Globulus, in Portugal. The Science of the Total Environment, 81/82, 481 - 488.
- MADEIRA, M.V.A.; MELO, M.G.; ALEXANDRE, C.A. & STEEN, E. (1.989b). Effects of deep ploughing and superficial disc harrowing on physical and chemical soil properties and biomass in a new plantation of Eucalyptus globulus. Soil and Tillage Research, 14, 163 - 175.
- MALETIC, J.T. y HUNTCHINES, T.B. (1.967). Selection and classification of irrigable lands. In: Irrigation of agricultural lands, 125 - 173. Madison.
- M.A.P.A. (1.974). Caracterización de la capacidad agrológica de los suelos de España a escala 1:50.000. Metodología y normas. Dir. Prod. Agr. Madrid.
- M.A.P.A. (1.976). Mapa de cultivos y aprovechamientos de la hoja nº 1.042 de Lanjarón, escala 1:50.000. Ministerio de Agricultura.
- M.A.P.A. (1.978). Mapa de cultivos y aprovechamientos de la hoja nº 1.027 de Güejar Sierra, escala 1:50.000. Ministerio de Agricultura.
- M.A.P.A. (1.986). Mapa de cultivos y aprovechamientos de la provincia de Granada, escala 1:200.000, 161 pag, 1 plano. Ministerio de Agricultura y Junta de Andalucía. Madrid.
- MARGULES, C.R. (1.985). Conservation evaluation. Proceeding of a Commonwealth Science Council Workshop, Camberra, CSIRO, 89 - 99.
- MARTIN, J.M. (1.978). Evolución diagenética de un sector de los materiales carbonatados de la Unidad Víboras (Mantos Alpujárrides. NW Sierra Nevada). Bol. Geol. y Min. 8.914, 303 - 319.
- MARTIN, J.M. (1.980). Las dolomías de las Cordilleras Béticas. Tesis Univ. Granada nº 265, 201 pag.
- MARTIN, J.M. y ARANA, R. (1.976). Estudio geológico de las Minas del Aguila (Sierra Nevada, Cordilleras Béticas). Est. Geol. 3.214, 385 - 390.
- MARTIN, J.M.; DELGADO, G.; PARRAGA, J.; GAMIZ, E.; DELGADO, R. (1.992). Un avance sobre el estudio de los fragmentos gruesos de suelos rojos (Haploxeralf) de Sierra Nevada (Granada). Congr. Naci. de la Cien. del Suelo. Pamplona, 1.992. En prensa.

- MARTIN, M. y COLABORADORES. (1.982). Avance del Plan Especial de Protección del Macizo de Sierra Nevada. Junta de Andalucía. Inédito.
- MARTIN DE VIDALES, J.; CASAS, J.; HOYOS, M. y JIMENEZ, B. (1.981). Aportación a la génesis de los suelos desarrollados sobre calizas miocenas de la Alcarria conquense. An. Edaf. y Agrobiol., XL, 1.115 - 1.129.
- MARTIN VIVALDI CABALLERO, M.E. (1.980). El paisaje físico y la morfología del valle del río Monachil (Sierra Nevada). Cuad. geograf. de la Univ. de Granada, 5 - 33, 117 - 155.
- MARTINEZ, F.J. (1.986). Estudio edáfico de los suelos de la vertiente oriental de Sierra Nevada (Provincia de Almería). Tesis de licenciatura. Univ. de Granada. 215 pag.
- MARTINEZ, F.J. (1.991). Estudio edáfico de la hoja de Guadix (1.011). Evaluación y uso de los suelos. Tesis Doctoral. Univ. de Granada.
- MARTINEZ, J.M. (1.985). Las sucesiones nevado-filábrides en la Sierra de los Filábres y Sierra Nevada. Correlaciones. Cuad. Geol. Univ. de Granada, v. 12, 127 - 144.
- MARTINEZ PARRAS, J.M. y MOLERO MESA, J. (1.982). Ecología y fitosociología de *Quercus pyrenaica* will en la provincia Bética. Los melojares béticos y sus etapas de sustitución. Lazaroa 4, 91 - 104.
- MARTINEZ PARRAS, J.M. y RUIZ JIMENEZ, L. (1.986). Sierra Nevada: Flora, vegetación y actividad humana. Junta de Andalucía. Agencia de Medio Ambiente. Granada, 48 pag.
- MAUSBACH, M.J.; BRASHER, B.R.; YECK, R.O. & NETTLETON, W.D. (1.980). Variability of measure properties in morphologically matched pedons. Soil Sci. Soc. Am. J., 44, 358 - 363.
- McLEROT, B.B. (1.988). Soil and afforestation potectial surveys: Necessity, important considerations, procedure and end product. ICFR. Doc. 4/88, 73 - 75. Univ. of Natal. Pietermaritzburg,
- McRAE, S.G. & BURNHAM, C.P. (1.981). Land evaluation. Ed. Clarendon Press. Oxford. 239 pag.
- MERLET, D. (1.971). Mise au point technique concernant l'extracción et la caractérisation des composés organiques dans les sols. Centre de Pédologie Biologique. CNRS. Nancy., Doc. n° 15, 19 pag.
- MESSERLI, B. (1.965). Beitrage zur geomorphologie der Sierra Nevada (Andalousien). Tesis doctoral. Univ. Berna.
- MILLER, F.T. & NICHOLS J.O. (1.979). Soil data. En: ASA-CSSA-SSSA, Planning of uses and management of land, 67 - 89.
- MILLER, M.R. (1.981). A basic inventory system for planning and management. Ecological land classification Terrestrial subsystem. USDA. Forest Service. 56 pag. Rolla, Missouri.
- MINTEGUI AGUIRRE, J.A. (1.990). Torrencialidad y escorrentía en la conservación de suelos. Curso Intern. "Evaluación y Conservación de suelos". C.I.D.A. Granada, Oct. y Nov. de 1.990.
- MOLERO MESA, J. (1.984). El patrimonio vegetal de Sierra Nevada y su protección. Revista "Panda" de ADENA, n° 6.
- MOLERO MESA, J. y PEREZ RAYA, F. (1.987). La flora de Sierra Nevada. Avance sobre el catálogo florístico nevadense. Serv. Publ. Univ.

- Granada, 397 pag.
- MONNIER, G.; TURC, L. & JEANSON, C. (1.962). Une méthode de fractionnement densimétrique par centrifugation des matières organiques du sol. *Ann. Agron.*, 13, 55 - 63.
- MONTERO BURGOS, J.L. y GONZALEZ REBOLLAR, J.L. (1.983). Diagramas Bioclimáticos. ICONA. Madrid. 380 pag.
- MONTERO DE BURGOS, J.L. y MONTERO DE JUAN, J.L. (1.984). Contribución al estudio comparativo de diagramas bioclimáticos del eucalipto en Australia y España. ICONA. MAPA. Madrid. 70 pag.
- MORALES TORRES, C. (1.988). Flora vascular nevadense: elementos más notables de la misma. *Monagr. Fl. y Veg. Béticas* (3): 85 - 98.
- MORONEY, M. (1.979). Introducción a la estadística. Vol. I y II. 361 pag. 272 pag. Eunsa. Pamplona.
- MUNSELL (1.954). Soil Color Charts (1.954). Munsell Color Company Inc. Baltimore, Maryland.
- MUÑOZ, M. (1.986). Estudio comparativo de los cuerpos intrusivos básicos asociados a los materiales de edad triásica de los dominios Subbético y Nevadofilábride del sector centro-oriental de las Cordilleras Béticas. *Geogaceta* 1, 37 - 39.
- MUÑOZ, M.; GOMEZ PUGNAIRE, M.T y FERNANDEZ SOLER, J.M. (1.988). Los clinopiroxenos de las metabasitas hipoabisales del Complejo Nevado-Filábride (Cordilleras Béticas) como indicadores de la afinidad magmática y del ambiente paleotectónico. Simposio sobre Volcanismo. II Congreso Geológico de España. Granada.
- NAKOS, G. (1.983). The land resource survey of Greece. *J. Env. Man.* 17, 153 - 169.
- NAKOS, G. (1.984). Forestry development and reforestation Greece. Site and soil survey: Nafpaktos pilot plantation area. United Nations Development Programme, F.A.O., Working document nº 22, 38 pag. Atenas.
- NIEVES, M.; FORCADA, R. y GOMEZ, V. (1.985). Precisión, escala y densidad de observaciones en los estudios de suelos. *Bol. Est. Cen. de Eco.*, XLV, 27. ICONA-MAPA. Madrid
- OBERMAIER, H. (1.916). Los glaciares cuaternarios de Sierra Nevada. *Trab. Mus. Nac. Cienc.*, Ser. Geol., 17. Madrid.
- ORLOV, D.S. (1.972). Adsorption and distribution spectra of P-type humic acids in USSR soils. *Soviet Soil Sci.*, 1.384 - 1.393.
- ORTEGA DIAZ, A. (1.988). Micología nevadense. *Monogr. Fl. y Veg. Béticas* (3): 41 - 52.
- ORTEGA, E.; SIERRA, C; RODRIGUEZ, T.; GARCIA, I; SAURA, I y IRIARTE, A. (1.986). Mapa de suelos de Gergal - 1.029. Escla 1:100.000. Proyecto Lucdeme. ICONA-MAPA. 179 pag. 1 plano.
- OYONARTE, C. (1.985). Estudio edafológico del sector occidental de la Sierra de Gádor. Almería. Tesis de licenciatura. Univ. Granada. 203 pag.
- OYONARTE, C. (1.992). Estudio edáfico de la Sierra de Gádor (Almería). Evaluación para usos forestales. Tesis doctoral. Univ. de Granada. 857 pag.
- PALLMAN, H. (1.947). *Congres. intern. de pedologie medit.* Montpellier,

- PAPADAKIS, J. (1.966). *Climates of the world and their agricultural potentiabilities*. Ed. por autor. Buenos Aires.
- PAPADAKIS, J. (1.980). *El clima. Con especial referencia a los climas de América Latina, Península Ibérica, Ex-colonias y sus potencialidades agropecuarias*. Ed. Albatros. Madrid.
- PARRAGA, J. (1.974). *Estudio edáfico de la Dehesa del Camarate (Sierra Nevada)* Tesis de licenciatura. Univ. de Granada.
- PARRAGA, J. (1.980). *Estudio edáfico de la Dehesa del Camarate (Sierra Nevada)*. Tesis doctoral. Univ. de Granada. 421 pag.
- PARRAGA, J. y AGUILAR, J. (1.981). *Estudio edáfico de la Dehesa del Camarate I. Características macro y micromorfológicas*. An. Edaf. y Agrobiol. XL, 775 - 796.
- PARRAGA, J.; DELGADO, G.; NOGALES, R.; SERRANO, E. y DELGADO, R. (1.985). *Los suelos de los bosques de repoblación de pinus silvestris y pinus uncinata de la cuenca alta del río Chico (Vertiente Sur de Sierra Nevada)*. An. Edaf. y Agrobiol., XLIV, 11-12, 1.663 - 1.680.
- PARRAGA, J.; DELGADO CALVO-FLORES, R y AGUILAR, J. (1.983). *La influencia conjunta del relieve y la vegetación sobre los suelos forestales de la Dehesa del Camarate (Sierra Nevada)*. An. Edaf. y Agrobiol., XLII, 11-12, 1.885 - 1.903.
- PARRAGA, J.; DELGADO CALVO-FLORES, R.; SERRANO, M.E.; ORTEGA, E. (1.988). *Factores formadores de los suelos sometidos a repoblación de pinus en la cuenca alta del río Chico (Sierra Nevada)*. *Studia Ecologica*, V, 25 - 47.
- PARRAGA, J.; DORRONSORO, C.; AGUILAR, J. y FERNANDEZ, J. (1.981). *Estudio edáfico de la Dehesa del Camarate II. Características mineralógicas*. An Edaf. y Agrobiol., XL, 797 - 815.
- PAYN, T.W.; RONDE, C. & GREY, D. (1.988). *Phosphate fertilisation of Mature Pinus radiata stands*. *Proceedings of Commonwealth Science Council Workshop, Canberra, CSIRO*, 120 - 128.
- PEDRO, G. et BITAR, E. (1.966). *Contribution a l'étude de la génèse des sols hypermagnésiens: Recherches experimentales sur l'alteration chimique des roches ultrabásiques (serpentinites)*. *Ann. Agronom.* 17, 611 - 651.
- PEREZ, A. y PRIETO, P. (1.980). *Mapas de suelos y vegetación de la Provincia de Granada*. 2 Mapas 1:200.000, Memoria 126 pag. Est. Exp. del Zaidín. CSIC. Granada.
- PEREZ RAYA, F. (1.987). *La vegetación en el Sector Malacitano-Alimijareense de Sierra Nevada (Investigaciones sintaxómicas y sinfitosociológicas)*. Secr. Publ. Univ. Granada. ISBN. 84-338-0571-1. 350 pag.
- PEREZ RAYA, F. (1.988). *La vegetación supra y oromediterránea nevadense sobre sustratos básicos*. *Mongr. flor. y veg. bética.*, 3, 135 - 141.
- PEZZI, M. y GARCIA ROSSELL, L. (1.978). *Análisis del medio físico de Sierra Nevada: Ordenación de sus recursos y clasificación de unidades paisajísticas*. *Cuad. Geogr. Univ. Granada*, Vol. 8, 221 - 231.
- PLAN ESPECIAL DE PROTECCION DEL MACIZO DE SIERRA NEVADA. (1.982).

Información básica para el plan de protección de Sierra Nevada.  
Junta de Andalucía. Inédito.

- PRIETO, P. (1.971). Vegetación de Sierra Nevada. La cuenca del Monachil. Coll. Monograf. "Sierra Nevada". Univ. Granada. 218 pag.
- PRIETO, P. (1.975). Los bosques de Sierra Nevada. An. Inst. Bot. Cabanilles. CSIC. XXXII, VOL. 2, 1.099 - 1.129.
- PRIETO, P. y ESPINOSA, P. (1.977). La aestisilva de Sierra Nevada. Trab. Dpto. Botánica. Univ. Granada. 4 (1): 37 - 44.
- PUGA, E. (1.971). Investigaciones petrológicas en Sierra Nevada occidental (Cordilleras Béticas, España). Tesis doctoral. Univ. de Granada.
- PUGA, E. (1.977). Sur l'existence dans le complexe de la Sierra Nevada (Cordilleras Bétiques, Espagne du Sud) d'eclogites et sur leur origine probable à partir d'une croûte océanique mésozoïque. C.R. Acad. Sci. Paris, Ser. D., 285, 1.379 - 1382.
- PUGA, E. y DIAZ DE FEDERICO, A. (1.976). Pre-Alpine metamorphism in the Sierra Nevada Complex (Betic Cordillera, Spain). Cuad. Geol., 7, 161 - 179.
- PUGA, E. y DIAZ DE FEDERICO, A. (1.978). Metamorfismo polifásico y deformaciones alpinas en el Complejo de Sierra Nevada (Cordillera Bética). Implicaciones geodinámicas. Reunión sobre la Geodinámica en la Cord. Bética y Mar de alborán, 79 - 117. Univ. de Granada.
- PUGA, E.; DIAZ DE FEDERICO, A. y FONTBOTE, J.M. (1.974). Sobre la individualización y sistematización de las unidades profundas de la zona Bética. Est. Geol., 30, 534 - 548.
- PUGA, E.; DIAZ DE FEDERICO, A. y MORTEN, L. (1.988). Características magmáticas y evolución metamórfica de las metabasitas nevadofilábrides (Cordillera Bética). Comunicaciones, Vol. 2. II Congreso Geológico de España. Granada.
- PULIDO BOSCH, A. (1.980). Datos hidrogeológicos sobre el borde occidental de Sierra Nevada. Serie Univ., nº 123. Fund. J. March, Madrid, 51 pag.
- PULIDO BOSCH, A.; PULIDO BOSCH, M. y RODRIGUEZ MARTINEZ, F. (1.984). Consideraciones climatológicas sobre el borde occidental de Sierra Nevada (Granada). Cuad. Geogr. Univ. de Granada, nº 12, 5 - 26.
- QUIRANTES, J. (1.989). Aproximación cualitativa y cuantitativa de los fenómenos de erosión eólica en el SE español. Proyecto LUCDEME V. Monograf. 51. ICONA. Minist. de Agricul. Madrid.
- QUIRANTES, J. (1.991). Método para el estudio de la erosión eólica. Soc. Esp. de Geomorf. Ed. Geoderma. 26 pag.
- RANSOM, M.D.; PHILLIPS, W.W. & RUTLEDGE, E.M. (1.981). Suitability for septic tank filter fields and taxonomy composition of three soil mapping unit in Arkansas. Soil Sci. Soc. Am. J. 45, 357 - 361.
- RAYA, J. (1.959). Génesis de algunos suelos de Sierra Nevada en relación con la altura, el clima y la vegetación. Tesis doctoral. Univ. de Granada.
- IX REUNION NACIONAL DE SUELOS. (1.980). Itinerarios de campo. Granada. Est. Exp. Zaidín - Dpto. Edaf. Facul. de Farmacia. 105 pag.

- RICHARDS, L.A. (1.954). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. V.s. salinity laboratory. V.S. Dept. Agric. Handbook, 60.
- RIQUIER, J.; BRAMAO, D.L. y CORNET, J.L. (1.970). A new system of soil appraisal in terms of actual and potencial productivity. FAO, AGL, TERS/70/6.
- RIVAS GODAY, S. (1.969). Flora serpentínicola española. Nota primera. Edafismos endémicos del Reino de Granada. An. Real Acad. Farmacia 35 (3): 297 - 304.
- RIVAS GODAY, S. y LOPEZ, G. (1.979). Nuevos edafismos hispánicos de substratos ultrabásicos y dolomíticos. An. Real Acad. Farmacia 45 (1): 95 - 112.
- RIVAS MARTINEZ, S. (1.982). Etages bioclimatiques, secteurs chrologiques et series de végétation de l'Espagne méditerranéene. Ecología Mediterránea 88 (1 - 2): 276 - 288.
- RIVAS MARTINEZ, S. (1.987). Memoria del mapa de series de vegetación de España. ICONA. MAPA. 268 pag.
- RIVAS MARTINEZ, S y COLABORADORES (1.977). Apuntes sobre las provincias corológicas de la Península Ibérica e Islas Baleares y Canarias. Oposc. Bot. Pharm. Complutensis 1: 1 - 43.
- ROBLES, C. (1.972). Relationship of soil series to tree growth and reproduction in Union State Forest. Thesis for the degree of Master of Science. Southern Illinois University. 51 pag.
- ROBLES, C. (1.975). Forest site productivity of oaks in relation to soil taxonomic units, soil properties and topography in Northern Illinois. Thesis of Ph. D., Southern Illinois University, 90 pag.
- ROQUERO DE LABURU, C. (1.990). Sistemas de clases agrológicas. Conferencia impartida en el Curso Int. de Espc. "Evaluación y Conservación de suelos" D.G.I.E.A. C.I.D.A. Granada.
- ROSS, S. (1.989). Soil Processes. A systematic Approach. Routledge. 443 pag.
- ROSUA CAMPOS, J.L. (1.988). Problemática medioambiental en Sierra Nevada. Situación actual. Monogr. Fl. y Veg. Béticas (3): 157 - 170.
- SANCHEZ, P.A.; COUTO, W. y BUOL, S.W. (1.982). The fertility capability classification system: interpretation, aplicability and modification. Geoderma, 27, 283 - 309.
- SANCHEZ CASTILLO, P.M. (1.988). Aproximación al estudio ficológico de Sierra Nevada. Monogr. Fl. y Veg. Béticas (3): 29 - 40.
- SANCHEZ GOMEZ, S.T. (1.990). Aplicación del estudio de suelos a la dinámica de la cuenca del río Lanjarón. Relación: Suelos-Geomorfología. Tesis doctoral. Univ. de Granada 147 pag., fotogramas, mapas y fichas.
- SANCHEZ MARAÑON, M. (1.985). Los suelos del sector Noroeste de Sierra Nevada (Granada). Evaluación de su capacidad de uso. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. Univ. de Granada, 310 pag. 8 mapas.
- SANCHEZ MARAÑON, M. (1.990). Cartografía y evaluación de los suelos de las sierras subbéticas en la provincia de Córdoba. Ed. IARA. Cons. Agri. y Pes. Junta de Andalucía. Sevilla. 219 pag. y 5 mapas.

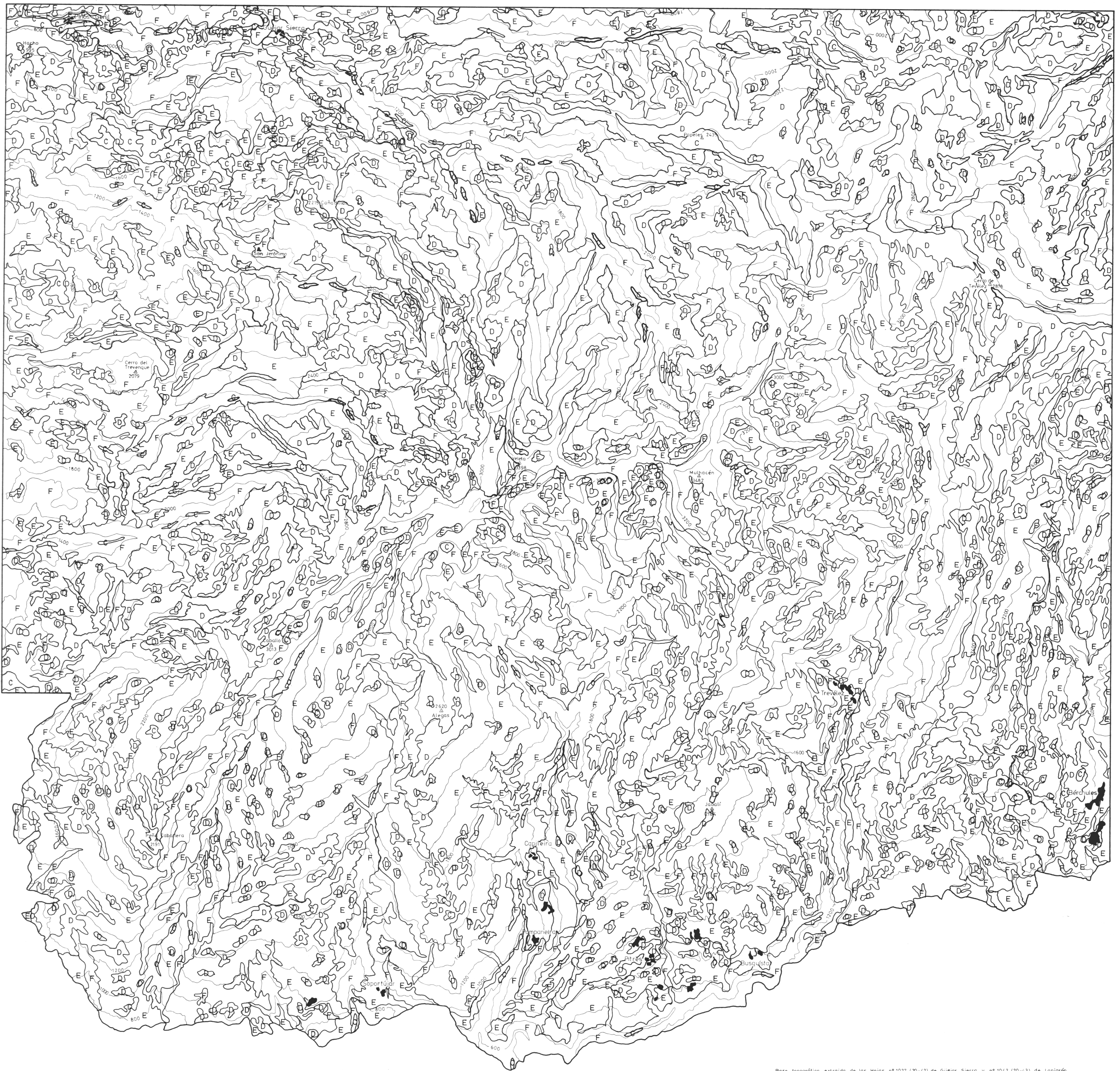
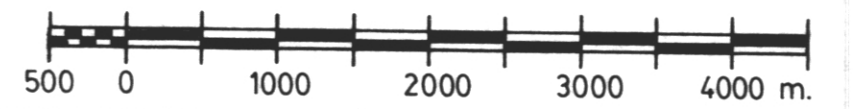
- SANCHEZ MARAÑON, M.; DELGADO, G. y DELGADO CALVO-FLORES, R. (1.987a). Distribución de los suelos del sector noroccidental de Sierra Nevada. Granada. Ars. Pharmaceutica, XXVIII, nº 4. Colaboración Univ. de Granada y Junta Andalucía.
- SANCHEZ MARAÑON, M.; DELGADO CALVO-FLORES, R. y DELGADO, G. (1.987b), Caracterización agroclimática de un área de la alta montaña mediterránea (Sector NW de Sierra Nevada. Granada). Bol. de la Est. Cen. de Ecol., V. 16, nº 31, 43 - 62.
- SANTOS FRANCES, F. (1.979). Estudio geológico y edafológico del sector Montiel-Alcaraz-Bienservida. Tesis doctoral Univ. de Granada.
- SANZ DE GALDEANO, C. (1.978). Datos sobre las deformaciones neógenas y cuaternarias del sector del Padul (Granada). Reunión sobre la Geodinámica de la Cordillera Bética y la Isla de Alborán. Publ. Univ. de Granada, 179 - 218.
- SANZ DE GALDEANO, C. (1.983). Los accidentes y fracturas principales de las Cordilleras Béticas. Est. Geol., 39, 157 - 165.
- SCHNITZER, M. (1.991). Soil organic matter - the next 75 years. Soil Science. Vol. 151., nº 1, 41 - 58.
- SCHNITZER, M. & KHAN, S.U. (1.978). Soil organic matter, Elsevier Scientific Publishing Company. New York,
- SCHÖNAU, A.P. (1.989). Soil survey for forestry a review of requeriments. Site and nutrition working group meeting, 14 - 19. Sabie, Natal, Pietermaritzburg.
- SCHÖNAU, A.P. & FITZPATRICK, R. (1.981). A tentative evaluation of soil types for commercial afforestation in the Transvaal and Natal. Suid - Afrikaanse Bosboutydskrif, nº 116, 28 - 39.
- SCHÖNAU, A.P. & SCHULZE, R. (1.974). Climatic and altitudinal criteria for commercial afforestation with special referencia to Natal. South African Forestry Journal, September, 1.974, 10 -18.
- SCHÖNAU, A. P. & SCHULZE, R. (1.984). Climatic and altitudinal criteria for commercial afforestation with special referencia to Natal. Proc. of the Symp. on site and productivity of past. Growing plantations. vol I, 551 - 563. South African, 1.984.
- SCHREUDER, G.F. (1.979). Automated Information Systems Analysis Models in Forest Resources Management. Rep. int. College of Forestry, University of Washington. U.S.A., 16 pag.
- SCHREUDER, G.F.; RUSTAGI, H. & BARE, B.B. (1.979). Some methodologies employed in wild-land use planning. Rep. Int. College of Forestry, University of Washington, U.S.A., 28 pag.
- SCHULTEN, H.R. & SCHNITZER, M. (1.990). Aliphatics in sol organic matter in fine - clay fractions. Soil Sci. Soc. Am. J., 54, 98 - 105.
- SCHULZE, R.E. (1.982). Agrohydrology and climatology of Natal. Agricultural Catchments Research Unit, Report, nº 14.
- S.E.A. y A.I.P.E.A. (1.972). Fields Tripe Guide. International Clay Conference, Madrid.
- SERRANO, M.E. (1.984). Influencia de la repoblación de Pinus Sylvestris y Uncinata en los suelos de la vertiente Sur de Sierra Nevada. Tesis licenciatura. Univ. de Granada. 313 pag.
- SIERRA. C.; DELGADO CALVO-FLORES, R. y LOPEZ, M. (1.982). Comunidades,



hábitat y tipos de suelos sobre los que se desarrolla la digital de Sierra Nevada. *Ars. Pharmaceutica*. T.XXIII, nº 2.

- SIERRA, C.; SIMON, M. y HOYOS, R. (1.980). Influencia de la vegetación en la génesis de algunos suelos de Sierra Nevada. *An. Edaf. y Agrobiol.* XXXIX, 2.031 - 2.050.
- SKIDMORE, E.L. (1.979). Wind erosion. En *Encicl. of Soil Sci. I*, Edited by Rhodes W. F. & Charles W. F. 609 - 615. Pennsylvania.
- SKJEMSTAD, J.O.; DALAL, R.C. & BARRON, P.F. (1.986). Spectroscopic investigations of cultivation effects on organic matter of vertisols. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 50, 354 - 359.
- SMALLEY, G.W. (1.979). Classification and Evaluation of Forest sites on the Southern Cumberland Plateau. U.S. Department of Agriculture Forest Service. Gen. Tech. Rep., 50-23, 59 pag.
- SMALLEY, G.M. (1.982). Classification and evaluation of forest sites on the Mid-Cumberland Plateau. USDA. Forest Service. Gen. Tech. Report. 50-38, 58 pag. New Orleans. Louisiana.
- SNYMAN, K. (1.989). Soil Survey in the forestry Industry. Pro - Ped Services Consulting Soil Scientists. Site and Nutrition working group meeting, Sabie, 9-V-89. 13 pag. Pietermaritzburg.
- SOIL CONSERVATION SERVICE (1.972). Soil Survey laboratory methods and procedures for collecting soils samples. V.S Dept. Agric.
- SOIL SURVEY STAFF. (1.951). Soil Survey Manual. Handbook 18. USDA. Washington, D.C. 503 pag.
- SOIL SURVEY STAFF. (1.975). Soil Survey Manual (Rev.). USDA - SCS. Washington, D.C.
- SORIA MINGORANCE, J.M.; SORIA RODRIGUEZ, F.J. y JABALOY SANCHEZ, A. (1.984). Evidencias de acción glaciaria en la parte alta de la cuenca del río Poqueira (Sierra Nevada). I Congreso Español de Geología. T. I, 561 - 571.
- SORIA RODRIGUEZ, F.J.; SORIA MINGORANCE, J.M. y RUIZ LOPEZ, J.L. (1.985). El modelado glaciario en las vertientes meridionales de Sierra Nevada (Granada). I Reunión del Cuaternario Ibérico. Vol. I, 153 - 163. Lisboa.
- SORIA, F.J. y SORIA, J.M. (1.987). Depósitos de glaciares rocosos en Sierra Nevada (Granada). *Acta geológica hispánica*, t. 21 - 22, 123 - 129.
- STEVENSON, F.J. (1.982). Biochemistry of the formation of humic substances. In *Humus Chemistry*. John Wiley & Sons, Inc. 195 - 220. New York.
- STORIE, R.E. (1.970). Manual de Evaluación de suelos. UTEHA., 225 pag.
- TOMLINSON, P.R. (1.970). Variations in the usefulness of rapid soil mapping in the Nigerian Savanna. *J. Soil Sci.*, 21, 1, 162 - 172.
- TOUBER, L.; SMALING, E.; ANDRIESSE W. y HAKKELING, R. (1.989). Inventory and evaluation of tropical forest land. Guidelines for a common methodology. Technical series Tropenbos, nº 4, 170 pag. The Tropenbos Foundation, Ede, The Netherlands.
- TRICART, J. (1.966). Quelques aspects des phenomenes periglaciaires quaternaires dans la peninsule Iberique. *Biuletyn Periglacialny*, 15, 313 - 327.

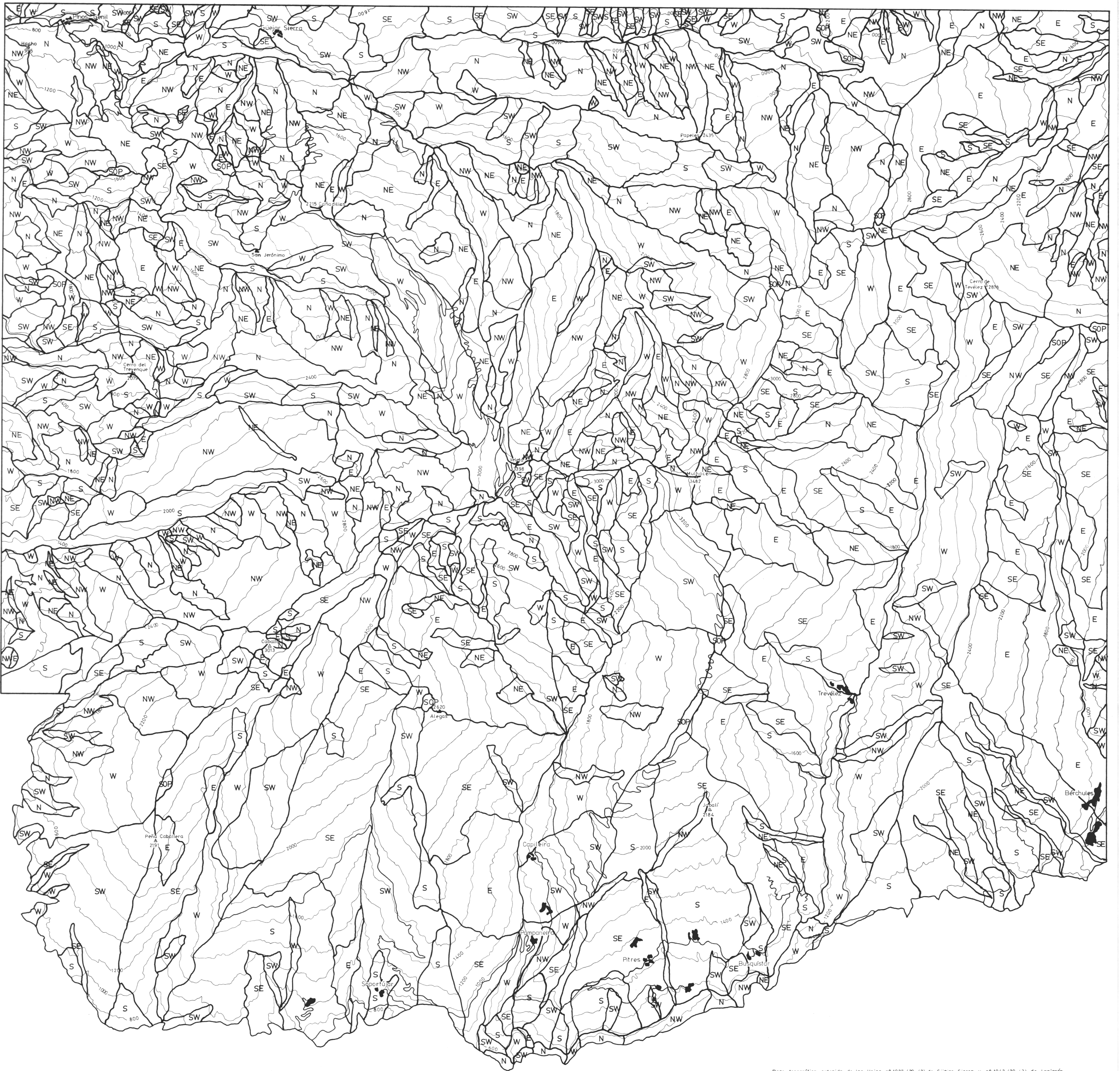
- TRICART, J. & KILIAN, J. (1.982). La ecografía y la ordenación del medio natural. Ed. Anagrama. Barcelona. 228 pag.
- U.S.D.A. (1.975). Soil Taxonomy. A basic sistem of soil classification for making and interpreting soil surveys. Handbook nº 436.
- U.S.D.A. (1.978). Application of soil survey information. National Soil Handbook Notice, nº 24.
- U.S.D.A. (1.979). Planning the uses and management of land. Am. Soc. Agron. Madison
- U.S.D.A. (1.985). Keys to Soil Taxonomy. Soil Management Support Services. Technical Monograph nº 6.
- VALLE TENDERO, F. (1.982). En: Plan especial de protección del macizo de Sierra Nevada. Consejería de Política Territorial. Junta de Andalucía.
- VALLE TENDERO, F. (1.985). Mapa de las series de vegetación de Sierra Nevada (España). Ecología Mediterránea XI (2/3): 183 - 199.
- VALLE TENDERO, F. (1.988). Anotaciones sobre el medio físico en Sierra Nevada. Monogr. Fl. y Veg. Béticas (3): 73 - 84.
- VAN KREVELEN, D.W. (1.950). Graphical statistical method for the study of structure and reaction process of coal. Fuel. 29; 269 - 284.
- VILLAR, L. (1.980). Impactos provocados en las zonas de montaña: Su gestión y conservación. 1<sup>er</sup> Curso sobre Ordenación del Territorio. Esc. Tec. de Ing. Agron. Lérida.
- VOLKOFF, B. (1.988). L'humus des sols du Brésil. Nature et relation avec l'environnement. Cah. ORSTOM ser Pédol, vol. XXIV, nº 2, 83 - 95.
- WEBSTER, E. (1.977). Quantitative and numerical methods in soil classification and survey. Clarendon Press. Oxford.
- WILDING, L. & DRESS, L. (1.983). Spatial variability and pedology. En: Pedogenesis and Soil Taxonomy. Vol. I, Elsevier. New York. 303 pag.
- WISCHMEIER, W.H. (1.959). A rain fall erosion index for a universal soil-loss equation. Soil Sci. Soc. Amer. Procc. 23: 246 - 249.
- WISCHMEIER, W.H. (1.960). Crooping management factor evaluations for a universal soil-loss equation. Soil Sci. Soc. Amer. Procc. 24: 322 - 326.
- WISCHMEIER, W.H. and MANNERING, J.V. (1.969). Relation of soil properties to its erodibility. Soil Sci. Soc. Amer. Procc. 23: 131 - 137.
- WISCHMEIER, W.H.; JOHNSON, C.B. and CROSS, B.V. (1.971). A s o i l erodibility nomograph for farm land and construction sites. J. Soil and Water Conservation 26: 189 - 193.
- WISCHMEIER, W.H. and SMITH, D.D. (1.978). Predicting rainfall erosion losses. Handbook nº 537. USDA. Washington. 58 pag.
- WOODRUFF, N.P. & SIDDOWAY, F.H. (1.965). A wind erosion equation, Soil Sci. Soc. Am. Proc., 29, 602 - 608.



Base topográfica extraída de las Hojas n°1027 (20-42) de Guejar Sierra y n°1042 (20-43) de Lanjarán, de la serie L., editada por el Servicio Geográfico del Ejército.

**Leyenda:**

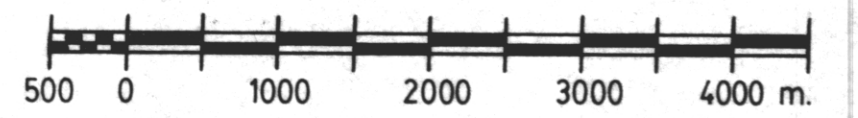
| UNIDAD | CLASIFICACION |            | F. A.O.(1977)           |
|--------|---------------|------------|-------------------------|
|        | CLASE         | PORCENTAJE | DENOMINACION            |
| C      | C             | 6 - 13%    | Inclinada               |
| D      | D             | 13 - 25%   | Moderadamente escarpada |
| E      | E             | 25 - 55%   | Escarpada               |
| F      | F             | > 55%      | Muy escarpada           |



Base topográfica extraída de las Hojas nº 1027 (20-42) de Guejar Sierra y nº 1042 (20-43) de Lanjarón, de la serie L., editada por el Servicio Geográfico del Ejército.

Leyenda:

| ORIENTACIÓN PREFERENTE DE LADERAS |                            |
|-----------------------------------|----------------------------|
| N                                 | Norte                      |
| S                                 | Sur                        |
| E                                 | Este                       |
| W                                 | Oeste                      |
| NE                                | Noreste                    |
| NW                                | Noroeste                   |
| SE                                | Sureste                    |
| SW                                | Suroeste                   |
| SOP                               | Sin orientación preferente |



Base topográfica extraída de las Hojas nº 1027 (20-42) de Guéjar Sierra y nº 1042 (20-43) de Lanjarón, de la serie L, editada por el Servicio Geográfico del Ejército.

Leyenda:

| UNIDADES BÁSICAS DE SUELOS |   | UNIDADES BÁSICAS DE SUELOS |  | UNIDADES BÁSICAS DE SUELOS  |  |
|----------------------------|---|----------------------------|--|-----------------------------|--|
| 1                          | Haploxeroll típico, Xerochrept típico                     | 13                         | Criorthent típico, Criochept déstrico                              | 25                          | Haploxeroll cálcico                                      |
| 2                          | Xerorthent típico, Xerochrept típico                      | 14                         | Aquent   | 26                          | Xerochrept típico, Xerorthent típico, Rhodoxeralf típico |
| 3                          | Xerochrept déstrico, Xerumbrept típico, Xerumbrept éntico | 15                         | Fluvent  | 27                          | Xerorthent lítico  |
| 4                          | Xerochrept típico, Haploxeroll éntico                     | 16                         | Xerorthent típico (fase carbonatada)                               | 28                          | Haploxeroll típico, Haploxeroll cálcico                  |
| 5                          | Xerumbrept típico   | 17                         | Xerochrept típico, Xerochrept calcixerólicico                      | 29                          | Xerorthent típico, Xerochrept calcixerólicico            |
| 6                          | Criumbrept típico   | 18                         | Xerorthent típico, Xerochrept calcixerólicico, Xerochrept típico   | 30                          | Xerorthent típico, Haploxeroll cálcico                   |
| 7                          | Haplumbrept éntico, Haplumbrept típico                    | 19                         | Calcixeroll típico, Xerochrept calcixerólicico                     | 31                          | Haploxeroll cálcico, Xerochrept calcixerólicico          |
| 8                          | Xerumbrept éntico, Xerorthent típico                      | 20                         | Haploxeroll cálcico, Xerochrept calcixerólicico, Xerorthent lítico | <b>UNIDADES MISCELÁNEAS</b> |  |
| 9                          | Xerumbrept éntico   | 21                         | Xerochrept calcixerólicico   | 32                          | Áreas rocosas y pedregoso rocosas                        |
| 10                         | Criumbrept éntico   | 22                         | Xerochrept típico, Xerorthent típico                               | 33                          | Áreas pedregosas   |
| 11                         | Xerorthent típico (fase silícica)                         | 23                         | Xerorthent típico, Xerochrept típico                               | 34                          | Áreas urbanizadas  |
| 12                         | Criorthent típico   | 24                         | Xerochrept típico  | 35                          | Áreas afectadas por obras hidráulicas                    |



Base topográfica extraída de las Hojas nº 1027 (20-42) de Guejar Sierra y nº 1042 (20-43) de Lanjarán, de la serie L, editada por el Servicio Geográfico del Ejército.

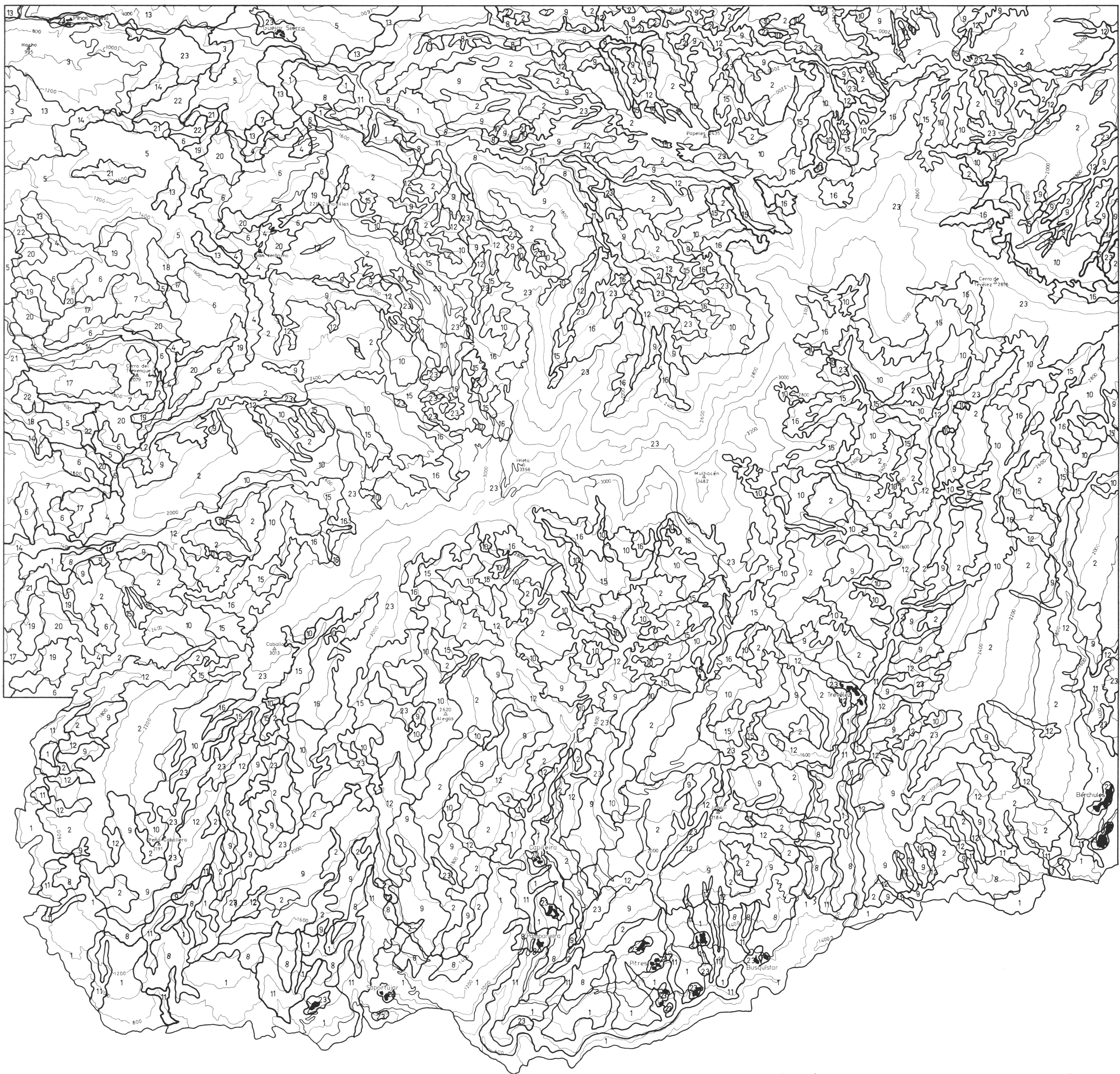
Legenda:

| UNIDAD | CLASES y SUBCLASES Principales | SUBCLASES Inclusiones | UNIDAD | CLASES y SUBCLASES Principales | SUBCLASES Inclusiones |
|--------|--------------------------------|-----------------------|--------|--------------------------------|-----------------------|
| 1      | IIs, IIIe                      |                       | 11     | VIe, VIIe                      | Vis, IVs              |
| 2      | IIs, IIIs                      | VIe, VIIe             | 12     | VIe, VIIe, VIIIe               | IVs, VIc              |
| 3      | IIs, IIIs, IVs, VIc            |                       | 13     | VIe, VIIe, VIIIe               | IVs                   |
| 4      | IVs                            | IIIs                  | 14     | VIw, VIe, VIIe                 | Vw                    |
| 5      | VIe, IIIe, IIs                 |                       | 15     | VIe, VIIe                      | Vis                   |
| 6      | VIe, VIIe, IIIe                | VIc                   | 16     | VIe, VIIe, VIIIe               | Vis, VIc              |
| 7      | IVs, VIe, VIIe                 | IIIs                  | 17     | VIIe                           | VIe, VIIIe            |
| 8      | IVs, VIe, VIIe, VIc            | IIIs                  | 18     | VIIe, VIIIe                    | VIe                   |
| 9      | VIe, VIIe                      | IIIs, IVs             | 19     | VIIe, VIIIe                    |                       |
| 10     | VIe, VIIe                      | IVs, VIc              | 20     | Unidades misceláneas           |                       |



# MAPA nº5 UNIDADES F.C.C. (Soil Fertility Capability Classification)

Escala gráfica:



Base topográfica extraída de las Hojas nº 1027 (20-42) de Guejar Sierra y nº 1042 (20-43) de Lanjarón, de la serie L, editada por el Servicio Geográfico del Ejército.

**Leyenda:**

**UNIDADES DE FERTILIDAD: COMBINACIONES PROBABLES POR SECTORES**

| UNIDAD F.C.C. | TIPO | TIPO DE SUSTRATO  | MODIFICADORES |
|---------------|------|-------------------|---------------|
| 1             | L    |                   | d             |
| 2             | L    |                   | gd            |
| 3             | L    |                   | db            |
| 4             | L    |                   | gdb           |
| 5             | L    |                   | dbk           |
| 6             | L    |                   | gdbk          |
| 7             | L    |                   | gdbke         |
| 8             | L    |                   | dh            |
| 9             | L    |                   | gdh           |
| 10            | L    |                   | gdha          |
| 11            | L    |                   | de            |
| 12            | L    |                   | gde           |
| 13            | L    |                   | dbe           |
| 14            | L    |                   | dbke          |
| 15            | L    |                   | gdhe          |
| 16            | L    |                   | gdhae         |
| 17            | L,S  | S                 | gdbe          |
| 18            | L,S  | S                 | dbe           |
| 19            | L    | R                 | gdbe          |
| 20            | L    | R                 | gdbk          |
| 21            | L    | R                 | dbe           |
| 22            | L    | R                 | dbk           |
| 23            |      | AREAS MISCELANEAS |               |

**CONDICIONES DE FERTILIDAD A NIVEL DEL AREA**

| TIPO Y TIPO DE SUSTRATO  |    | MODIFICADORES            |   |
|--------------------------|----|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | L  | <input type="checkbox"/> | d |
| <input type="checkbox"/> | LS | <input type="checkbox"/> | g |
| <input type="checkbox"/> | LR | <input type="checkbox"/> | b |
|                          |    | <input type="checkbox"/> | e |
|                          |    | <input type="checkbox"/> | k |
|                          |    | <input type="checkbox"/> | h |
|                          |    | <input type="checkbox"/> | a |









Base topográfica extraída de las Hojas nº 1027 (20-42) de Guajar Sierra y nº 1042 (20-43) de Lanjarón, de la serie L, editada por el Servicio Geográfico del Ejército.

Leyenda:

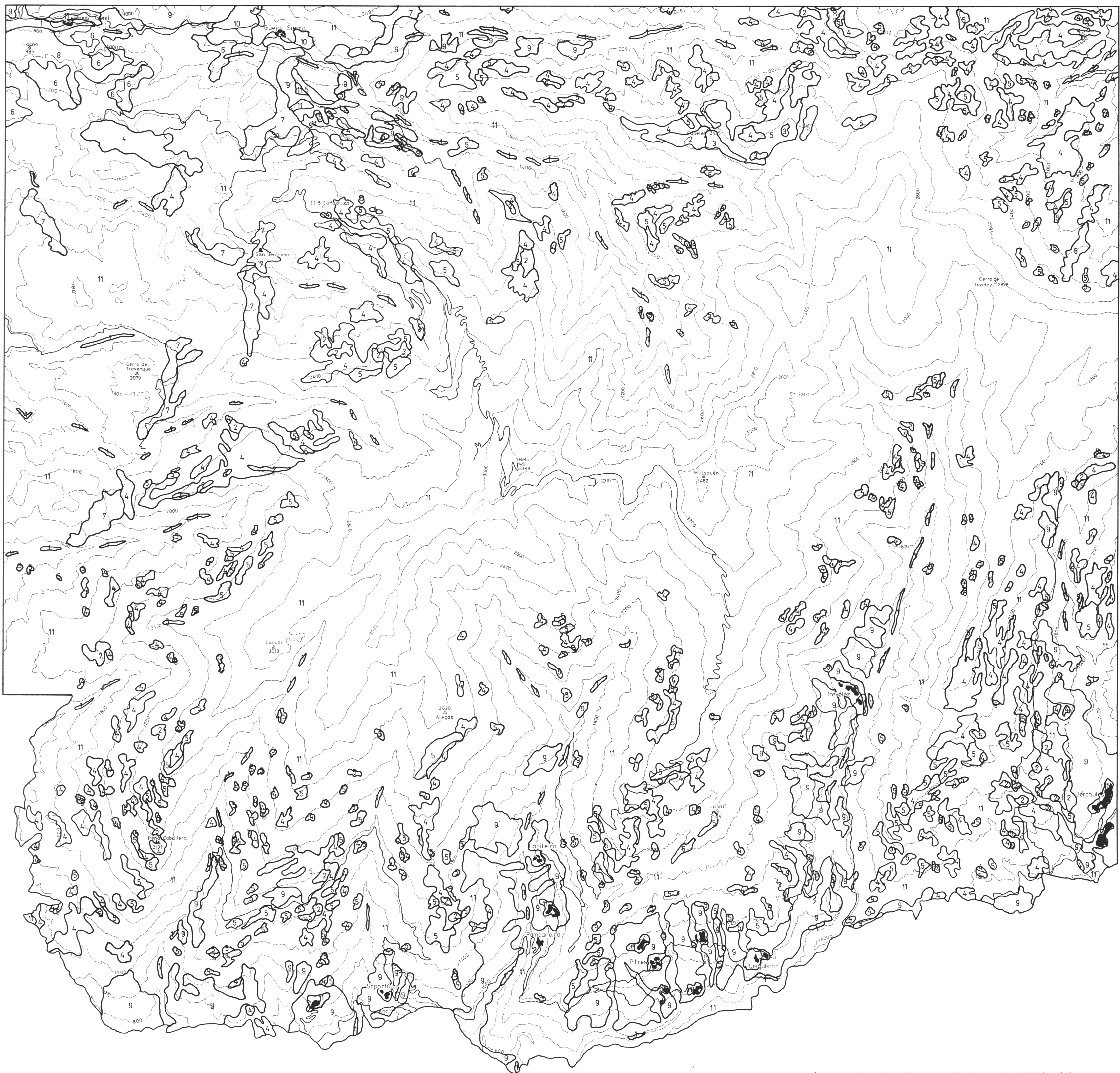
| CLASIFICACION DE APTITUD (Delgado et al,1987) |   |           |                    |
|---|---|-----------|--------------------|
| UNIDAD  | CLASE   | SUBCLASES | DENOMINACION       |
| 1   | A1  |           | Apta               |
| 2   | A2  | s         | Moderadamente apta |
| 3   | A2  | m         | Moderadamente apta |
| 4   | A2  | ms        | Moderadamente apta |
| 5   | A3  | ms        | Marginalmente apta |
| 6   | Áreas no aptas o no pertinentes para uso forestal con labores mecanizadas |           |                    |





# MAPA nº 10 APTITUD PARA EL CULTIVO DE PASTO LABORES CON MAQUINARIA LIGERA Y TRACTOR CONVENCIONAL

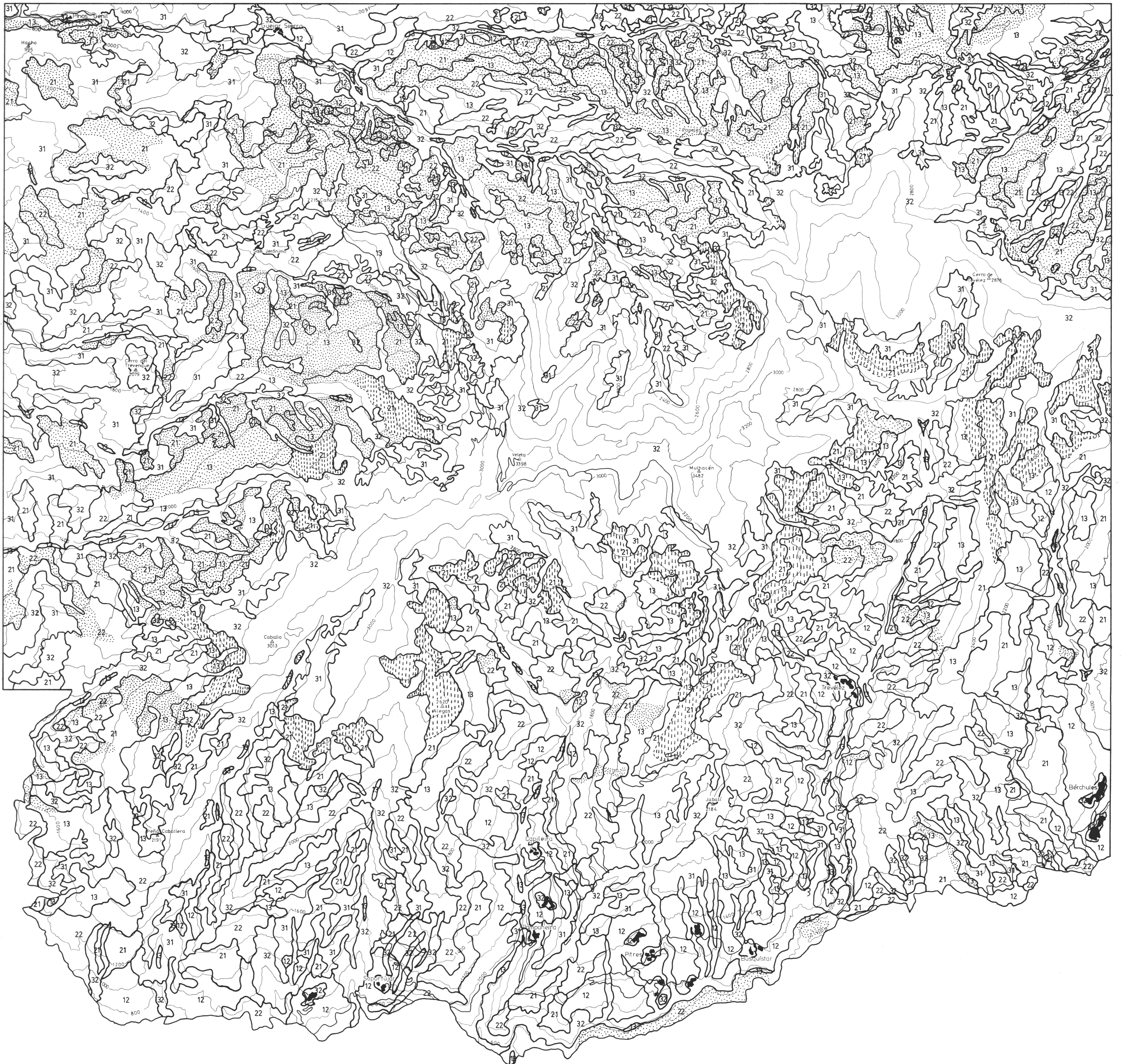
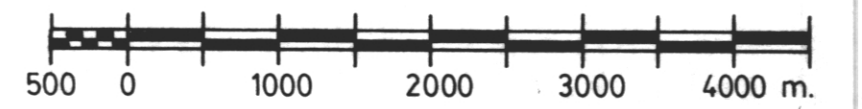
Escala gráfica:



Base topográfica extraída de las Hojas nº 1027 (20-42) de Guejar Sierra y nº 1042 (20-43) de Lanjarón, de la serie L, editada por el Servicio Geográfico del Ejército.

**Leyenda:**

| CLASIFICACION DE APTITUD (Delgado et al., 1987) |  |           |                            |                      |           |                                  |
|---|--|-----------|----------------------------|----------------------|-----------|----------------------------------|
| MODALIDAD DE MANEJO: MAQUINARIA LIGERA          |  |           |                            | TRACTOR CONVENCIONAL |           |                                  |
| UNIDAD  | CLASE  | SUBCLASES | DENOMINACION               | CLASE                | SUBCLASES | DENOMINACION                     |
| 1   | A2   | s         | Moderadamente apta         | A2                   | s         | Moderadamente apta               |
| 2   | A2   | s         | Moderadamente apta         | A2                   | m         | Moderadamente apta               |
| 3   | A2   | m         | Moderadamente apta         | NA                   |           | No apta                          |
| 4   | A2   | m         | Moderadamente apta         | A3                   | m         | Marginalmente apta               |
| 5   | A3   | m         | Marginalmente apta         | NA                   |           | No apta                          |
| 6   | A2/A1  | m         | Moderadamente apta/Apta    | A3/*                 | m         | Marginalmente apta/No pertinente |
| 7   | A2   | m/s       | Moderadamente apta         | A3/*                 | m         | Marginalmente apta/No pertinente |
| 8   | NA/A2  | ms        | No apta/Moderadamente apta | NA/*                 |           | No apta/No pertinente            |
| 9   | NA/A2  | s         | No apta/Moderadamente apta | NA/*                 |           | No apta/No pertinente            |
| 10  | A2/A1  | m         | Moderadamente apta/Apta    | A2/*                 | m         | Moderadamente apta/No pertinente |
| 11  | Areas no aptas o no pertinentes para el cultivo de pasto con labores mecanizadas |           |                            |                      |           |                                  |



Base topográfica extraída de las Hojas nº1027 (20-42) de Guajar Sierra y nº1042 (20-43) de Lanjarón, de la serie L, editada por el Servicio Geográfico del Ejército.

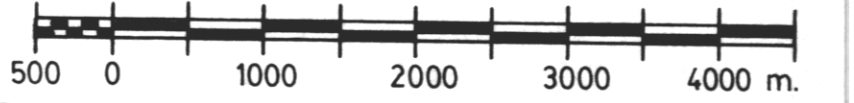
Leyenda:

|    | CLASIFICACION<br>Orden | DE APTITUD [BONFILS, 1978]<br>Clase de aptitud | Observaciones                         |
|----|------------------------|--|---------------------------------------|
| 12 | 1                      | Medianamente apta                              | Suelos de altitud superior a 2.500 m. |
| 13 | 1                      | Marginalmente apta                             | Orientación preferente al Norte       |
| 21 | 2                      | Muy apta con condiciones                       |                                       |
| 22 | 2                      | Marginalmente apta con condiciones             |                                       |
| 31 | 3                      | No apta actualmente                            |                                       |
| 32 | 3                      | No apta  |                                       |



# MAPA nº 12 ZONAS DE APTITUD PARA DIFERENTES ESPECIES FORESTALES

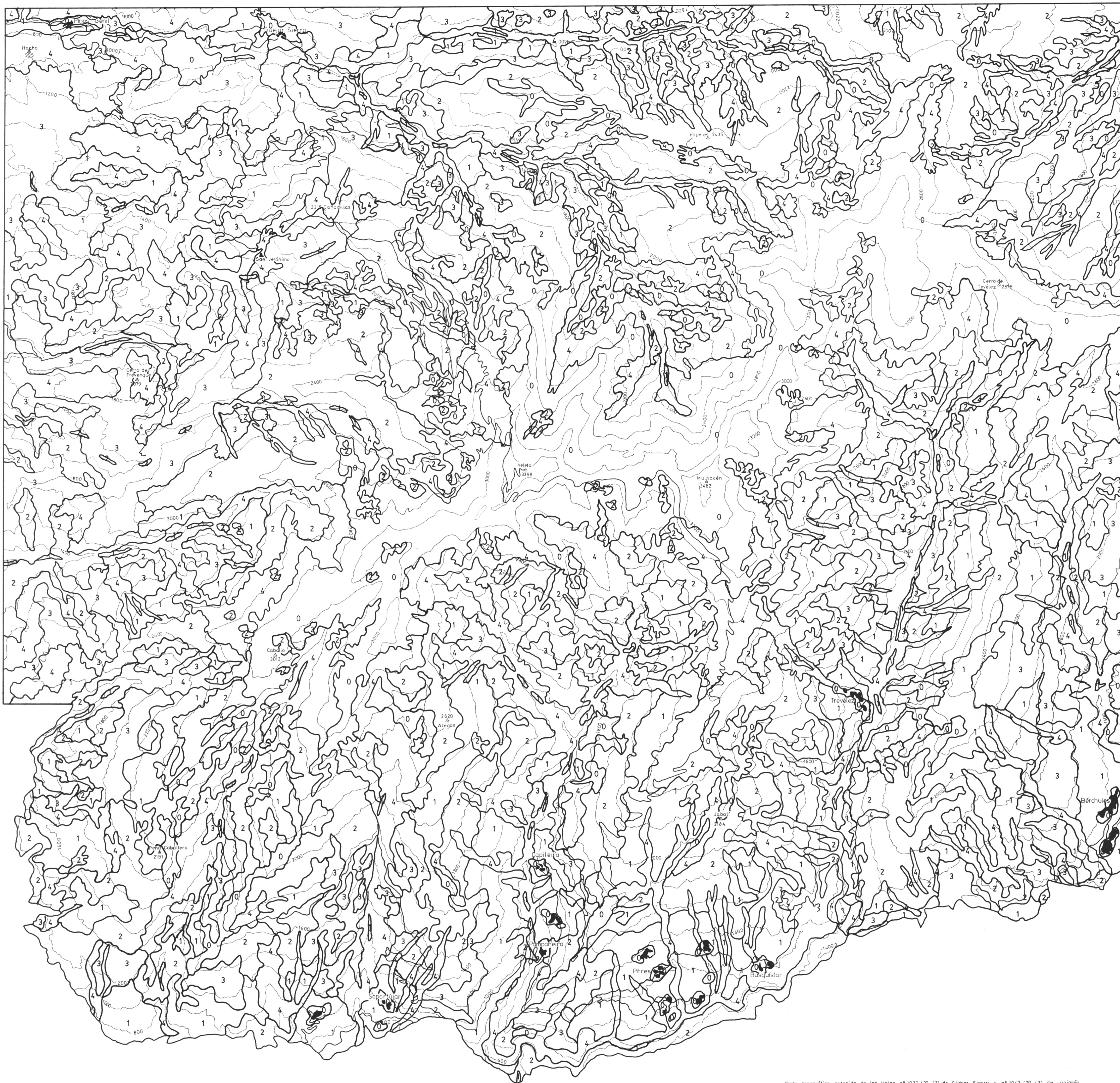
Escala gráfica:



Base topográfica extraída de las Hojas nº 1027 (20-42) de Guejar Sierra y nº 1042 (20-43) de Lanjarón, de la serie L, editada por el Servicio Geográfico del Ejército.

**Legenda:**

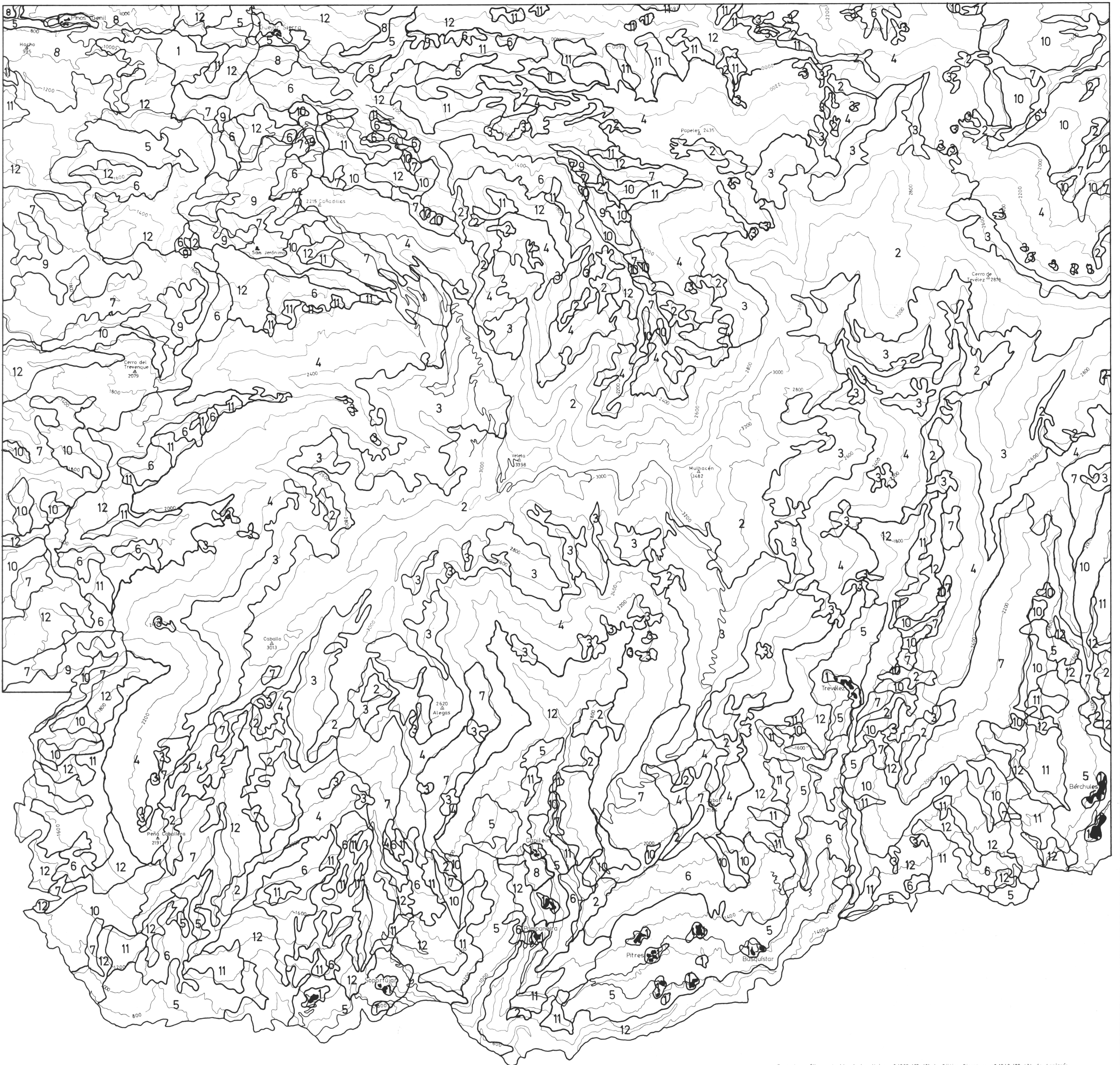
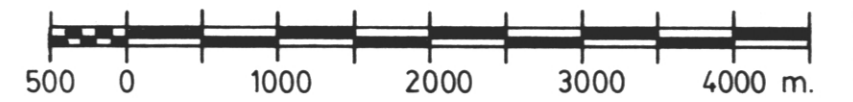
| INTERVALO | ALTITUDINAL  | ESPECIES  | DOMINANTES |
|-----------|--|---|------------|
| 1         | Por encima de 2.100 m.   | Pino uncinata, Pino canario   |            |
| 2         | Entre 2.000 y 2.100 m.   | Pino silvestre, Pino canario  |            |
| 3         | Entre 1.800 y 2.000 m.   | Pino silvestre, Pino canario, Pino laricio, Melojo [suelos ácidos], Abedul [suelos ácidos], Encina  |            |
| 4         | Entre 1.100 y 1.800 m.   | Pino canario, Pino negro, Quejigo, Pino carrasco [área caliza], Castaño [por debajo de 1500m.], Pino laricio, Melojo y Abedul [suelos ácidos], Encina |            |
| 5         | Por debajo de 1.100 m.   | Pino negro, Pino piñonero, Quejigo, Castaño, Pino carrasco [suelos básicos], Pino laricio, Melojo y Abedul [suelos ácidos], Encina                    |            |
| 6         | Areas no aptas para reforestar [clases 31 y 32 de Bonfils (1978) y sectores de cota superior a 2.500 m.] |   |            |



Base topográfica extraída de las Hojas nº 1027 (20-42) de Güejar Sierra y nº 1042 (20-43) de Lanjarón, de la serie L, editada por el Servicio Geográfico del Ejército.

Leyenda:

| ESTIMACION DEL RIESGO DE EROSION |                                  |
|----------------------------------|----------------------------------|
| Clase                            | Pérdida previsible de suelo      |
| 1                                | LIGERA MENOR DE 10 Tm/Ha/año     |
| 2                                | MODERADA ENTRE 10 y 25 Tm/Ha/año |
| 3                                | MEDIA ENTRE 25 y 50 Tm/Ha/año    |
| 4                                | ALTA ENTRE 50 y 200 Tm/Ha/año    |
| 0                                | UNIDADES MISCELANEAS             |



Base topográfica extraída de las Hojas nº 1027 (20-42) de Guejar Sierra y nº 1042 (20-43) de Lanjarán, de la serie L, editada por el Servicio Geográfico del Ejército.

Leyenda:

| UNIDAD | ACTUACIONES AGRONOMICAS RECOMENDAS              |
|--------|---|
| 1      | Núcleos urbanos y áreas antropizadas            |
| 2      | Vegetación rupícola natural                     |
| 3      | Pastos irrigados de primavera-verano            |
| 4      | Potenciación del matorral climácico             |
| 5      | Mantenimiento de los cultivos                   |
| 6      | Conservación de las masas de frondosas          |
| 7      | Mejora de las masas de pinar                    |
| 8      | Cultivo con labores antierosivas                |
| 9      | Sustitución del pinar y regeneración de quercus |
| 10     | Introducción de frondosas al abrigo del pinar   |
| 11     | Reforestación con frondosas                     |
| 12     | Reforestación con coníferas                     |