

SUELOS DE LA SIERRA DE GREDOS

Edita:
Departamento de Edafología
Universidad Complutense de Madrid

A handwritten signature in dark ink, located in the bottom right corner of the page. The signature is stylized and appears to be a personal name, possibly 'J. L. García' or similar, written in a cursive script.

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and a final vertical stroke.

SUELOS DE LA SIERRA DE GREDOS

*Edita:
Departamento de Edafología
Universidad Complutense de Madrid*

SUELOS
DE LA
SIERRA DE GREDOS

I.S.B.N. 84 - 600 - 9207 - 0

Depósito Legal: M - 24162 - 1995

Imprime: Mayoral - Isaac Peral, 52 - 28040 - Madrid

SUELOS DE LA SIERRA DE GREDOS:

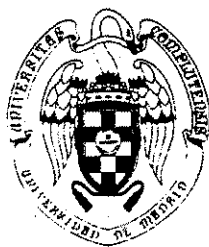
FORMACION, CONSERVACION Y DEGRADACION

Edición coordinada: J. González Parra

Comité Editorial:

A. Barba Carretero, M. T. de la Cruz Caravaca,
M. C. Fernández Bermejo, C. González Huecas,
J. Hernando Costa, M. I. Hernando Massanet,
A. L. López Lafuente, A. M. Moreno García,
M. L. Palomar García-Villamil, L. Pérez Carreras

Edita:
Departamento de Edafología
Universidad Complutense de Madrid



XX REUNION NACIONAL DE SUELOS

El libro "Suelos de la Sierra de Gredos" recoge el estudio morfológico, químico y mineralógico de los suelos más característicos de esta Sierra. Se aportan datos analíticos de cada uno de estos aspectos en base al muestreo y observaciones realizadas en el campo para este fin, lo que supone una importante contribución a su conocimiento. Constituye pues, el núcleo central del libro y bajo esta estructura se ha creído interesante añadir, como ramificaciones de este diagrama, los factores de formación que condicionan a estos suelos, así como los procesos que favorecen su degradación.

SUELOS REPRESENTATIVOS DE LA SIERRA DE GREDOS

Ana M. Barba Carretero

Profesor Asociado
Dpto. Edafología. U.C.M.
Autoedición. Diseño gráfico

M. A. Casermeiro Martínez

Becario de F.P.U.
Dpto. Edafología. U.C.M.
Estimación de la escorrentía superficial

M. Teresa de la Cruz Caravaca

Profesora Titular Universidad
Dpto. Edafología. U.C.M.
Materia orgánica y fraccionamiento

Carmen Fernández Bermejo

Profesora Titular Universidad
Dpto. Edafología. U.C.M.
*Geología. Mineralogía de arenas.
Suelos de la Vertiente Sur*

Concepción González Huecas

Profesora Titular Universidad
Dpto. Edafología. U.C.M.
Mineralogía de limos y arcillas

Juana González Parra

Catedrática Universidad
Dra. Dpto. Edafología. U.C.M.
*Revisión bibliográfica de los suelos
de la Sierra de Gredos. Estimación
de la escorrentía superficial.
Suelos de la Vertiente Sur*

Juan Hernando Costa

Profesor Titular Universidad
Dpto. Edafología. U.C.M.
Mineralogía de arenas, limos y arcillas

M. Isabel Hernando Massanet

Profesora Titular Universidad
Dpto. Edafología. U.C.M.
Mineralogía de arenas, limos y arcillas

M. T. Iglesias López

*Dra. en Farmacia
Suelos de la Vertiente Sur*

Antonio L. López Lafuente

Profesor Titular Universidad
Dpto. Edafología. U.C.M.
Bioclimatología

Ana María Moreno García

Profesora Titular Universidad
Dpto. Edafología. U.C.M.
Descripción de perfiles. Química del suelo

María Luisa Palomar García-Villamil

Investigadora Científica
Centro Ciencias Medioambientales
C.S.I.C. Madrid
Descripción de perfiles. Química del suelo

Lourdes Pérez Carreras

Profesor Asociado
Dpto. Edafología. U.C.M.
Materia orgánica

SUELOS ROJOS DE LA SIERRA DE GREDOS

A. Guerra Delgado
(Coordinador)
Catedrático Universidad
U.A.M.

A. M. Alvarez González

P. Carral González

A. B. Briones Cesnero

J. Gallardo Díaz

V. Cala Rivero

M. T. García González

C. Vizcayno Muñoz

COLABORACIONES

J. M. Gandullo Gutiérrez
Catedrático Universidad
Dpto. Edafología. U.P.M.
Importancia forestal de la Sierra de Gredos

C. Roquero de Laburu
Catedrático Universidad
U.P.M.
Climatología.
Erosión del suelo en la Sierra de Gredos

D. Sánchez Mata
Profesor Titular
Dpto. Biología Vegetal. U.C.M.
Vegetación de la Sierra de Gredos

HAN COLABORADO EN TAREAS DE CAMPO, LABORATORIO Y DISEÑO GRAFICO:

E. Alonso Romera

F. Garrido Colmenero

F. Martínez del Valle

L. Moreno Merino

Nuestro agradecimiento a:

J. Moreno Bernal

M. Redondo García

E. Risco Pastor

INDICE

Pág.

PRESENTACION	3
CAPITULO I	
Revisión bibliográfica de los suelos de la Sierra de Gredos	7
CAPITULO II	
Geología	23
CAPITULO III	
Clima	39
CAPITULO IV	
Vegetación	59
CAPITULO V	
Suelos representativos de la Sierra de Gredos	81
CAPITULO VI	
Suelos rojos de la Sierra de Gredos	157
CAPITULO VII	
Suelos de la Vertiente Sur de la Sierra de Gredos	173
CAPITULO VIII	
Importancia forestal de la Sierra de Gredos	185
CAPITULO IX	
La erosión del suelo en la Sierra de Gredos	199
Estimación de la escorrentía superficial	215
APENDICE	221

PRESENTACION

PRESENTACION

La celebración de la Vigésima Reunión de Suelos bajos los auspicios de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo debe ser un motivo de satisfacción para todos los edafólogos españoles.

El alcanzar una ya tan larga serie de reuniones es una demostración de la vitalidad de la Edafología Española, que ha sabido mantener un continuado progreso en sus actividades, dando lugar a la celebración también de tres Congresos Nacionales en Madrid en 1984, Sevilla en 1988 y Pamplona en 1992, además de acoger en Salamanca en 1993 la celebración del XIII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo y la reunión sobre La Raña en España y Portugal, en Madrid también en 1993.

Varias reuniones internacionales de carácter monográfico, como la Conferencia de Suelos Mediterráneos celebrada en Madrid en 1966, la V Conferencia Internacional de Micromorfología de Suelos que tuvo lugar en Granada en 1978, el XIV Coloquio del Instituto Internacional de la Potasa de Sevilla en 1979, el Congreso Internacional de Suelos Volcánicos en Tenerife en 1984, entre otras, contribuyen a mostrar el carácter internacional de nuestra Edafología, corroborado además por la participación numerosa y además selecta en los Congresos de la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo y en numerosas conferencias monográficas que no es posible enumerar en un breve espacio de algunas líneas.

Esta Vigésima Reunión de Suelos que se realiza en el principio del verano del año 1995 tiene como tema, el estudio de los suelos de la Sierra de Gredos, pero abordado en un amplio contexto, según el criterio de sus organizadores, los componentes del Departamento de Edafología de la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense, de tanta raigambre en los estudios edafológicos españoles, de modo que el suelo quede integrado en el medio natural en que se halla incluido.

La Sierra de Gredos es un componente de la Geografía española, verdadero "espina" de nuestra orografía y separador de dos grandes entidades nacionales: las tradicionales Castilla la Vieja y Castilla la Nueva, barrera montañosa poco practicable que ha conducido las corrientes humanas lo mismo que las fluviales, en sentido latitudinal.

El componente granítico predominante y la relativa abundancia de la lluvia, en relación sobre todo con sus entornos de llanuras, generan unas condiciones naturales que dan una gran personalidad a sus montañas, bien diferentes de las de la orla cantábrica o de los relieves toledanos.

Los componentes geológicos, las características del clima, y las de la vegetación, son temas de estudio inicial que permiten conocer previamente el marco natural en que se han desarrollado los suelos.

El estudio de los suelos se aborda con un tema inicial sobre los antecedentes, pasando a considerar por separado y con suficiente detalle los suelos de la vertiente meridional y de la septentrional. La peculiaridad de la existencia de suelos rojos es atendida con un estudio específico sobre ellos, en gracia a su trascendencia científica.

La importancia del recurso forestal de tan notable cadena montañosa merece una atención en consonancia, y este estudio es seguido por un tema monográfico que es la degradación de los suelos forestales. El problema general de la erosión de los suelos naturales tras la deforestación, incendios y las utilizaciones excesivas o abusivas de carácter agrícola y ganadero, muestra los riesgos a que se halla sometido un recurso natural tan valioso e irremplazable.

Esta revisión, acompañada con el estudio sobre el terreno de los perfiles de suelos característicos seleccionados previamente, elegidos por los componentes del Departamento de Edafología ya citado, ha de permitir obtener un valioso conocimiento sobre los Suelos de la Sierra de Gredos a los participantes en la XX Reunión de Suelos auspiciada por la Sociedad Española.

No queda sino agradecer a cuantos han participado en las laboriosas tareas de campo, de laboratorio y de preparación y edición de este Volumen, toda su dedicación a las diversas actividades que han realizado, que quienes han tenido a su cargo tales tareas en anteriores ocasiones pueden estimar y agradecer debidamente.

CARLOS ROQUERO.

CAPITULO I

REVISION BIBLIOGRAFICA

DE LOS SUELOS DE LA SIERRA DE GREDOS

ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS DE ESTUDIOS EDAFOLOGICOS DE LA SIERRA DE GREDOS

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de las características y tipos de suelos existentes en una zona determinada no se puede desligar del conocimiento de sus factores de formación fundamentales: material original, clima, vegetación y relieve. En áreas montañosas, la orientación incide indirectamente en el clima, influyendo también en el desarrollo y evolución de los suelos. Todos estos factores serán tratados en capítulos posteriores, por lo que en éste se lleva a cabo el estudio edafológico de la Sierra de Gredos teniendo como base la revisión bibliográfica, citándose gran parte de los trabajos que se han realizado sobre los suelos de este área durante los últimos veinticinco años.

En capítulos sucesivos se hacen aportaciones nuevas, describiendo y analizando algunos de los perfiles que se han considerado más representativos e interesantes de esta sierra. Sólo un conocimiento profundo de los suelos, el de sus propiedades físicas, fisico-químicas y biológicas, ayudará a su conservación.

Suelos de la Vertiente Norte de la Sierra

En la Vertiente Norte y en altitudes comprendidas entre 1400-2000 m se pueden diferenciar distintos tipos de suelos (Luffiego et al., 1977) muchos de ellos afectados por hidromorfía durante gran parte del año. Estos suelos se localizan en valles, pequeñas depresiones y superficies de erosión aplanadas, representando un 10% de la superficie ocupada por suelos.

El material original está formado por granitos, gneis y esquistos metamórficos. El clima general es húmedo y frío, existiendo un superávit de agua en el suelo durante nueve meses consecutivos, siempre que éste sea suficientemente profundo.

1. Suelos situados en laderas, bien drenados, que no presentan por consiguiente signos de hidromorfía. Son Tierras pardas de césped, corresponden a Cambisoles húmicos o typic Haplumbrepts.

2. Suelos situados en laderas, más o menos hidromórficos, aunque sin signos acusados de gleización. Se consideran como anmoors de pendiente y corresponden a Cambisoles húmicos o eutric Haplumbrepts.

3. Suelos situados en zonas de vaguadas, con difícil drenaje y capa freática oscilante. Se consideran como suelos gleis y corresponden a Gleisoles húmicos o typic Humacuepts.

4. Suelos anmoriformes, con alto contenido en materia orgánica, rica en N, que descende bruscamente en profundidad. Están gran parte del año completamente saturados en agua con oxígeno, con lo que existe suficiente actividad microbiana para transformar la materia orgánica. Se consideran Anmoors y equivalen a Cambisoles gleicos o typic Humacuepts.

5. Suelos turbosos, bastante ácidos, con epipedones hísticos y enriquecimiento de hierro en superficie, están totalmente encharcados en agua durante todo el año, presentando la mayoría de ellos carácter policíclico. Se consideran como turbas más o menos anmoriformes, equivalentes a Histosoles eútricos o dístricos, dependiendo de su contenido en bases, o Medihemists.

Las características de los suelos mencionados (Luffiego et al., 1977) se describen a continuación:

A) Tierra parda de césped (Cambisoles húmicos).

Representa un intergrado entre la Tierra de césped típica y los suelos anmoriformes. Situados a 1900 m de altitud, son suelos muy ácidos ($\text{pH} = 5$), limosos y desaturados ($V = 12\%$), con gran contenido en humus mull ácido. Presentan fuerte liberación de óxidos de hierro en superficie, que quedan retenidos por el complejo

húmico arcilloso, influyendo por lo tanto en el color. Existe translocación de ácidos orgánicos y prehúmicos, aumentando en profundidad la relación AF/AH.

B) Gleis.

Están situados en medios confinados, donde las aguas se almacenan durante todo el año, permaneciendo la capa freática a menos de 2 m de profundidad. Debido a las fuertes oscilaciones de la capa freática, los perfiles presentan en superficie liberación e individualización de hierro en forma de concreciones, con una gran acumulación de materia orgánica en estos mismos horizontes de tipo mull e hidromull. Las relaciones AF/AH son altas y se relacionan con la difícil polimerización de compuestos prehúmicos en medios hidromorfos. En estos suelos localizados en Hoyos del Espino a 1400 m de altitud, sobre granito, la composición mineralógica de la fracción arcilla es: caolinita, ilita, intergrados vermiculita-clorita, aparece también gibsita. En Tierras pardas de césped de La Herguijuela, a 1900 m de altitud, sobre esquistos, los minerales de la fracción arcilla son: ilita predominantemente, caolinita e intergrados vermiculita-clorita, que presentan interestratificaciones con ilita. Existe también gibsita que incrementa con la profundidad (Vicente et al., 1986).

C) Suelos anmoriformes (Cambisoles gleicos y Cambisoles húmicos).

Son suelos que poseen un drenaje deficiente debido a la presencia de una capa freática más o menos profunda, que afecta incluso a los horizontes superficiales, durante gran parte del año, por lo que existe un frenado en la transformación y mineralización de la materia orgánica fresca, dando lugar a un humus anmoor.

Presentan estos suelos por lo tanto un elevado contenido en materia orgánica poco descompuesta, moderadamente ácida, con relación C/N algo inferior a 30. En profundidad existe una brusca disminución de materia orgánica y de la razón C/N, con gran proporción de ácidos fúlvicos que se insolubilizan en gran parte, quedando poco unidos al material mineral, debido al estado reducido del hierro.

En los suelos localizados en Hoyos del Collado, a 1500 m de altitud (Cambisoles gleicos) y en Navacepeda de Tormes, a 1700 m de altitud (Cambisoles húmicos) la fracción arcilla está constituida por los siguientes minerales: ilita, clorita, caolinita y una fase vermiculita/intergrados vermiculita-clorita, aparece gibsita, sobre todo en horizontes profundos (Vicente et al., 1986).

D) Suelos turbosos.

Son suelos muy ácidos con elevados contenidos en materia orgánica(33%) y razón C/N variable. Suelen presentar horizontes orgánicos enterrados, lo que indica su evolución policíclica. Existe acumulación de hierro en superficie, debido probablemente a un transporte ascendente de este elemento complejo por la materia orgánica. Son elevados los porcentajes de ácidos fúlvicos, pero no pueden emigrar a causa de la hidromorfía existente. Se pueden considerar como Histosoles.

Los suelos turbosos localizados en Hoyos del Collado y La Herguijuela presentan la siguiente composición mineralógica en la fracción arcilla: ilita, caolinita, clorita y una fase vermiculita/intergrados vermiculita-clorita, también existe gibsita. La fase V/(V-CI) puede formarse mediante dos procesos evolutivos, bien por la transformación de micas en vermiculitas, por pérdida de potasio, y la incorporación de aluminio a este último mineral, transformándose en clorita, o bien por la alteración de cloritas a vermiculitas; estas transformaciones se dan con mayor intensidad en profundidad debido a un mayor tiempo de contacto del suelo con la solución (Sánchez Martín et al., 1984).

A cotas superiores a 1700 m, sobre granito-neis se asientan las Tierras pardas de césped alpino, alcanzando considerables extensiones en los macizos de La Serrota. Se describen perfiles pertenecientes a este tipo de suelos a 1900 m de altitud, en la carretera de Piedrahíta a La Herguijuela, bajo piornos, con textura arenosa y reacción ácida. A 1500 m (Sierra de Malagón) sobre los mismos materiales se presentan estos suelos asociados a Tierras pardas húmedas y a Ranker turboso, en las partes más frías, y a Ranker de mull (carretera de Avila al Parador de Gredos). La diferenciación entre las Tierras pardas viene marcada por la vegetación condicionada ésta por la altitud y clima. Las Tierras pardas húmedas se presentan bajo bosques de robles y desaparecen cuando desaparecen éstos, a altitudes entre 1500-1700 m en vertientes norte. Entre los granitos y neis aparecen en la zona, afloramientos dispersos de rocas básicas, con suelos de color rojo, muy arcillosos y estructurados; corresponden a Rotlehm relictos, sobre los que se han desarrollado Tierras pardas actuales.

La vocación de estos suelos es de pastos, los situados a cotas más altas, y arbolado los de cotas inferiores, bien robledal o pinar (García Rodríguez y col., 1966).

En la vertiente norte de la Sierra (Hoyos del Espino, alt = 1400 m y Hoyocasero alt = 1270 m) se presentan Umbrepts, suelos con textura franco-arenosa, desarrollados sobre adamellitas y bajo pinar, en Hoyos del Espino, siendo granodioritas y robles, el material y la vegetación de los suelos de Hoyocasero. La reacción en todos

es moderadamente ácida, pero si la vegetación es de robles incrementa en superficie el pH. Las proporciones de materia orgánica en el horizonte superficial son variables, comprendidas entre 7-10%, presentan un grado de saturación bajo, menor del 20%, si es de pinos la cubierta vegetal, y superior al 60% si se trata de robles. La capacidad total de cambio varía mucho, influida por la cantidad de materia orgánica y su naturaleza, ya que la proporción de arcilla es baja (próxima al 10%). Existe escasa liberación de hierro (16 al 20%) como corresponde a este tipo de suelos (Hoyos et al., 1980b).

En Umbrepts de la misma zona, a altitudes de 1260-1270 m y formados a partir de granodioritas, los minerales de la arcilla son: caolinitas, ilitas, vermiculitas e interstratificados I-V. Los mismos minerales constituyen la fracción arcilla de los suelos (Umbrepts) localizados en la carretera del Puerto del Pico, a una altitud de 1100 m, sobre granodioritas, poniéndose de manifiesto también la presencia de hematites y gibsit. En Umbrepts sobre adamellititas, situados en la carretera de Hoyos del Espino a la Plataforma de Gredos, a 1400 m de altitud, coexisten junto con ilitas y caolinitas, cloritas, siendo muy abundantes las vermiculitas; hay presencia de interstratificados I-CI (Riesco et al., 1981).

En Hoyocasero (frente a El Canchalejo) se describen una serie de perfiles (Inceptisoles) formados a partir del mismo material original, granodioritas de grano medio, pero presentan diferente cubierta vegetal: pastizal en los de mayor altitud, pastizal-roble, a altitudes medias y roble (Quercus pyrenaica) en los situados a cotas inferiores.

Las rocas están constituidas por feldespatos, sódico, cálcico y feldespato potásico, cuarzo y micas. En la fracción arena de los suelos, se mantienen las plagioclasas, ortosa, micas, anfíboles y piroxenos, lo que indica el pequeño grado de alteración. Presentan los suelos texturas franco-arenosas o arenoso-francas, con proporciones de arcilla entre 10-16%. El pH no es muy ácido y en general es mayor en el horizonte superficial, debido a la movilización de sustancias por la vegetación, si se trata de robles, lo que permite su acumulación en este horizonte, por lo que la saturación en bases es más elevada. La proporción de materia orgánica es variable, ya que está condicionada por la naturaleza de la vegetación. La capacidad de cambio en general es alta, pero está relacionada con la cantidad de materia orgánica y proporción y naturaleza de la fracción arcilla (ilitas y vermiculitas).

La razón C/N de 12 indica una materia orgánica bien humificada, lo que corrobora también una relación AF/AH menor que la unidad, siendo el porcentaje de humificación mayor del 50%. Si la vegetación es pastizal aumenta el grado de humificación (Hoyos et al., 1977).

Entre Hoyocasero y Venta del Obispo, a 1240 m de altitud, los suelos desarrollados sobre granodioritas (Ochrepts) presentan la siguiente composición mineralógica en la fracción arcilla: minerales del grupo del caolín, ilitas, trazas de clorita, presencia de vermiculita, interestratificados I-Cl, además existe cuarzo, feldespatos, hematites y gibsita (Riesco et al., 1980, 1981).

En la carretera de Navaceda de Tormes a Hoyo del Espino, bajo robledal de *Quercus pyrenaica* y sobre adamellitas de grano medio, se describen suelos complejos (Paleustalfs típicos) formados por dos ciclos edafogenéticos; el más reciente origina un suelo pardo de textura franco-arenosa, desarrollado sobre antiguos horizontes Bt, de color rojo amarillento, y con mayor proporción de arcilla, constituída ésta por caolinita y gibsita. Tienen estos horizontes reacción más ácida que el suelo en superficie y mayor liberación de hierro que el suelo actual (Hoyos et al., 1980a).

En la carretera de Navaceda a Hoyos del Collado, a 1460 m de altitud, sobre adamellitas y bajo vegetación de robles, se describen Alfisoles (Ustalfs), cuyas arcillas están constituídas por ilitas en pequeña proporción, cloritas, interestratificados I-Cl, y caolinita como mineral fundamental. Al profundizar presentan una discontinuidad mineralógica, no existiendo cloritas ni vermiculitas (García González, et al., 1981).

Suelos de la Vertiente Sur de la Sierra

Entre Arenas de San Pedro-Candeleda se desarrollan Tierras pardas húmedas sobre pizarras areniscosas. Son suelos poco profundos con horizonte de humus bien desarrollado, mull o moder mulliforme, reacción moderadamente ácida, pobres en fósforo, que presentan una textura areno-limosa con predominio de arena fina (García Rodríguez et col., 1966).

En 1967, Nicolás y Gandullo dan las características de suelos de la vertiente Sur (próximos a Arenas de San Pedro). Presentan texturas arenosas, variando el porcentaje de limo entre 15-25%, siendo el de arcilla inferior al 10%. La proporción de humus es superior al 5% en superficie, con valores de pH entre 6.2 y 4.6, es decir de moderada a fuertemente ácidos. Sustentan bosques de *Pinus Pinaster* de buena calidad fundamentalmente cuando no existe excesiva acidez. La calidad de estos pinares se relaciona con la abundancia en suelos de componentes húmicos, con elevada capacidad de retención de agua, capaz de paliar la fuerte sequía estival que caracteriza el clima, a pesar de las altas precipitaciones anuales (Nicolás y Gandullo, 1967).

En la vertiente Sur de la Sierra (Puerto de Mijares) se establece la siguiente sucesión de suelos: a elevada altitud y hasta 1400 m existen Ranker alpinos y Ranker pardos, conjuntamente con litosuelos, la vegetación es un matorral de *Cytisus purgans*, descendiendo hasta 600 m hay dos formaciones arbóreas, el pinar y el robledal, presentándose Tierras pardas húmedas junto con Ranker pardos, y a cotas inferiores, bajo encinas, Tierras pardas meridionales junto con Xerorankers. El contenido en materia orgánica aumenta con la altitud, quedando atenuada la mineralización e incluso la humificación es menor, debido a las condiciones climáticas existentes. Por la naturaleza del material original, los suelos presentan cierta acidez que se incrementa en cotas más altas, con mayor desaturación del complejo de cambio. Son suelos arenosos, estando constituida la fracción arcilla por ilita y caolinita fundamentalmente (Jiménez y Guerra, 1975).

En Guisando, a una altitud de 1210 m, Hoyos et al (1980c) describen suelos desarrollados a partir de granodioritas, bajo pinar de *Pinus pinaster*. Tienen textura franco-arenosa, reacción francamente ácida, bajo grado de saturación en bases, presentan materia orgánica mal humificada, y además en sus horizontes tienen algunos parámetros analíticos que les confieren cierto carácter espódico, favorecidos por el clima húmedo, si bien, la acusada pendiente frena la formación de horizontes de lavado, existiendo un arrastre lateral de complejos órgano-metálicos, dando lugar a suelos ocre posólicos, clasificados por estos autores como Haplumbrepts típicos.

García Rodríguez y col. (1980) en la cartografía de la zona a escala 1:400.000, diferencian la siguientes unidades de suelos, en relación con la altitud: Cambisoles húmicos en las partes altas, Cambisoles húmicos asociados a Cambisoles eútricos en la parte media y Cambisoles gleicos junto a Cambisoles húmicos, en las zonas endorreicas aluviales.

En Candeleda, existen suelos en los que se pone de manifiesto analíticamente dos fases de edafogénesis, una actual en la que la alteración ha sido pequeña, existiendo ilita y vermiculita como minerales de la fracción arcilla, y otra edafogénesis anterior, bajo clima diferente del actual, más cálido y húmedo, durante el que se formarían caolinita y gibsita. La proporción de arcilla de esta fase es mayor, siendo más baja la liberación de aluminio y hierro (Hoyos et al., 1980d).

En un estudio llevado a cabo por Gallardo Lancho et al. (1981) sobre una catena de suelos en la vertiente Sur, describen por encima de los 1400 m, las Tierras pardas sub-alpinas, más o menos gleizadas, y Rankers (Cambisoles y Acrisoles húmicos), entre esa altitud y los 600 m, las Tierras pardas húmedas y Tierras pardas policíclicas (Cambisoles húmicos y Phaeozem háplicos), y a menor altitud, las Tierras pardas sub-húmedas asociadas a Gleis pardos, próximos a los ríos y zonas de depresión

(Cambisoles húmicos y Gleisoles mólicos).

Son suelos en general arenosos, a veces con restos de horizontes B, texturales relictos. Presentan estructuras débiles, con alta porosidad total, bajos contenidos en agua útil, y buena permeabilidad, siempre que tengan elevados contenidos orgánicos. Tienen valores de pH bajos y son pobres en fósforo asimilable. Frecuentemente están afectados por fenómenos de gleización.

En el Puerto de El Pico, se describen perfiles a altitudes de 1390 m y 1150 m. Los de altitud más elevada corresponden a Cambisoles húmicos (Tierra parda de césped) bajo pradera de gramíneas, con capa freática a 1 m de profundidad, presentando un desarrollo A/A3/Cg. La proporción de materia orgánica en superficie es de 13%, con una relación C/N de 16, y un humus tipo moder, existe mayor proporción de ácidos fúlvicos que de ácidos húmicos; el pH es 5.5, y presentan una saturación en bases del 42%. A menor altitud sobre arenas graníticas y bajo *Pinus pinaster*, se describen Tierras pardas húmedas (Phaeozem háplicos) con la siguiente secuencia de horizontes: A1/A3/Bw/Bw/Cg/C1. Los contenidos en materia orgánica en horizontes superiores son del 9%, con elevadas relaciones C/N (23), y una relación AH/AF inferior a la unidad. Tienen un pH ácido, y un grado de saturación ligeramente superior a 50 (Gallardo Lancho et al., 1981).

En esta misma zona, a 1380 m de altitud, sobre granitos, en pinar con gramíneas como cubierta vegetal, se describen Suelos pardos lavados. Presentan reacción moderadamente ácida y están desaturados ($V < 20\%$). Tienen potentes horizontes organominerales y elevados contenidos en materia orgánica, con bajos valores de la relación C/N y humus de tipo mull, siendo la relación AH/AF superior a la unidad. Son suelos arenosos con porcentajes de limo o de arcilla inferiores al 10%, constituída ésta por micas y caolinitas (Egido et al., 1979).

Al estudiar el humus de suelos desarrollados sobre granito, y bajo *Q. pyrenaica*, o bajo repoblaciones de *P. pinaster*, localizados en Piedralaves, se ponen de manifiesto las diferencias a que dan lugar estos dos tipos de vegetación. La proporción de ácidos húmicos extraído del bosque de robles es mayor que la del pinar, pero los ácidos húmicos de suelos bajo pinos presentan mayor movilidad, mayor número de cadenas alifáticas, y por consiguiente están poco polimerizados (Velasco de Pedro, 1987).

Sobre esquistos y bajo *Pinus pinaster*, próximos a la localidad de Guisando, se desarrollan suelos que presentan carácter policíclico, por existir en profundidad, un horizonte de color rojo que corresponde a un horizonte B relictos, que ha sido fosilizado por posteriores aportes de materiales metamórficos. Estos horizontes más profundos

tienen pH inferior que el suelo actual y un fuerte incremento en arcilla y en hierro libre, presentando variación en las propiedades físicas y químicas, lo que denota la discontinuidad en los ciclos de formación (Gallardo Lancho et al., 1981).

En el año 1967, Beckmann estudiando los suelos de la Sierra de Gredos diferencia los que presentan un desarrollo reciente o suelos jóvenes, con una génesis continuada, y los formados por metasomatismo de suelos relictos, o suelos maduros, cuyos procesos genéticos fueron interrumpidos. Al aumentar la altitud en la Sierra, los suelos de evolución reciente, formados a partir de rocas silicatadas, correspondían a Tierras pardas meridionales, subhúmedas, húmedas y Ranker. Cuando la génesis ha sido interrumpida por procesos erosivos, aparecen los suelos rojos derivados de horizontes (B) relictos de Braunlehm y Rotlehm.

El Rotlehm aparece de forma esporádica y en asociación con Tierras pardas meridionales, con límite en altitud, fluctuando entre 600-800 m, el límite inferior viene determinado por el dominio del Xeroranker, y otros suelos poco desarrollados, dependiendo de la orientación. La ausencia de Rotlehm de las partes altas y húmedas de la Sierra de Gredos hicieron pensar que su formación estaba condicionada por unas características climáticas determinadas, una estación seca acentuada, ya que se presentan en las vertientes Sur preferentemente, pero además una humedad adecuada, ya que disminuía su extensión con la sequía del clima (Badorrey et al., 1969). Riedel (1973, 1976) observó que suelos actuales de tipo Tierras pardas meridionales y centroeuropeas, tenían como material de partida Braunlehm y Rotlehm relictos, por debajo de 1400 m de altitud. Guerra y col. (1972) describen suelos que presentan una discontinuidad granulométrica en profundidad que corresponde a un horizonte textural de color rojo; tiene reacción ácida, con valores de pH inferiores y una mayor liberación de hierro que el suelo actual que le fosiliza. Anteriormente García Rodríguez y col. (1966) habían descrito en la vertiente Norte de la Sierra suelos de color rojo que correspondían a Rotlehm relictos, sobre los que se habían desarrollado suelos actuales tipo Tierras pardas.

En la vertiente meridional de Gredos, entre Arenas de San Pedro y Guisando se describen diferentes Cambisoles (A/Bw/C) desarrollados a partir de esquistos y cuarcitas y cuya cubierta vegetal es un pinar de repoblación de *Pinus pinaster*. Presentan los suelos bajas proporciones de arcilla (media=7%) y de limo (media=10%). Son suelos ligeramente ácidos, con contenidos en carbono muy variables en horizontes superficiales, consecuencia del mayor o menor aporte de restos vegetales, naturaleza de estos restos, proceso de mineralización y topografía. Las relaciones C/N con valores superiores a 25, indican una materia orgánica poco humificada con humus tipo mor. Son suelos desaturados, siendo el catión calcio el fundamental en el complejo de cambio. La liberación de hierro en superficie presenta un valor medio de 43%, con tendencia a incrementar ligeramente en horizontes Bw. La fracción arcilla está

constituída por minerales caoliníticos, ilitas, cloritas, interestratificados I-V, e I-Cl, existencia de gibsita (Iglesias, 1993).

La influencia de la vegetación queda patente en las características de suelos desarrollados a partir del mismo material, esquistos y cuarcitas, localizados próximos a Guisando. Cuando la cubierta vegetal es un pinar (*Pinus pinaster*), o bajo pinar con matorral de robles, se forman Cambisoles dístricos, pero con diferencias acusadas en horizontes superficiales. En el primer caso, existe mayor proporción de materia orgánica, valores más elevados de la relación C/N, lo que indica restos vegetales de difícil transformación, con formación de un humus mor. Bajo la influencia del roble, el proceso de humificación es algo más intenso, se forma un humus tipo moder con reacción moderadamente ácida, presentando los suelos un ligero aumento del pH en superficie, debido al ciclo biogeoquímico del roble. En las dos situaciones, son suelos desaturados, pero el grado de saturación es algo mayor en los que existe matorral de roble; la capacidad de intercambio catiónico en superficie tanto más elevada cuanto mayor es el contenido en materia orgánica, por ser este componente el que fundamentalmente contribuye a esta propiedad, ya que la proporción de arcilla es baja (7-11%). La naturaleza del material original, esquistos y cuarcitas, influye en la textura de los suelos, que presentan un total predominio de fracción arena y cantidades de limo comprendidas entre 8-14%. La escasez de fracción arcilla condiciona una estructura poco estable.

Si los suelos se forman a partir de granito o la influencia de la cuarcita es mayor que la del esquisto, la granulometría queda afectada, disminuyendo los contenidos en elementos finos (limo y arcilla). La liberación de hierro por alteración es relativamente baja, con valores algo superiores en horizontes A, debido a la acción de la materia orgánica. Son suelos por lo general poco evolucionados, siendo la acusada pendiente y el propio material original los factores que han frenado la evolución. En la zona, se encuentran asociados Cambisoles dístricos con C. húmicos y Leptosoles úmbricos (Iglesias, 1993; González et al, 1995).

BIBLIOGRAFIA

- BADORREY, T., GALLARDO, J., RIEDEL, W., 1969.** Los suelos de la parte occidental del Macizo de Gredos y el problema del Rotlehm. An. Edaf. y Agrobiol. 28:155-177.
- BECKMANN, W., 1967.** Bodengeographie der Östlichen Sierra de Gredos (Spanien). Geoderma. 1: 299-314.
- EGIDO, J.A., GALLARDO, J.F. y GARCIA, A., 1979.** Suelos forestales de la región centro-oeste de España. I. Características químicas y físico-químicas. Anuario IOATO. Salamanca. Vol. V: 179-195.
- GALLARDO, J., CUADRADO, S., GONZALEZ, M.J., 1981.** Suelos forestales de la vertiente Sur de la Sierra de Gredos. Anuario IOATO. Salamanca V. 7: 155-168.
- GARCIA GONZALEZ, M.T., GARCIA VICENTE, J., RIESCO, M.P., 1981.** Mineralogía de la fracción arcilla en suelos de la Sierra de Gredos y Gata. III. Grupo Alfisol Ustalf. An. Edaf. y Agrobiol. 40: 501-516.
- GARCIA RODRIGUEZ, A. y colaboradores, 1966.** Los suelos de la Provincia de Avila. IOATO. Salamanca.
- GARCIA RODRIGUEZ y colaboradores, 1980.** Los suelos de la región castellano-leonesa. Centro de Edafología y Biología Aplicada. Salamanca.
- GONZALEZ, J., FERNANDEZ, M.C. e IGLESIAS, M.T. 1995.** Suelos de la vertiente Sur de la sierra de Gredos: Cambisoles y Leptosoles. Suelos de la sierra de Gredos. Dpto. Edafología. F. Farmacia. UCM
- GUERRA, A. y colaboradores, 1972.** Los suelos rojos en España. Contribución a su estudio y clasificación. Inst. Edaf. y Biol. Veg. CSIC. Madrid. 253 pag.
- HOYOS DE CASTRO, A., HERNANDO COSTA, J., CUCHI RUIZ, M.J., 1977.** Influencia de la vegetación en el desarrollo del suelo. IOATO. Anuario, 1976. Salamanca.
- HOYOS DE CASTRO, A., HERNANDO COSTA, J., CUCHI RUIZ, M.J. y EGIDO RODRIGUEZ, J.S., 1980a.** Caracterización de suelos del Sistema Central. I. Paleustalfs. An. Edaf. y Agrobiol. 39: 383-389.

- Ibid 1980b.** Caracterización de suelos del Sistema Central. II. Umbrepts. An. Edaf. y Agrobiol. 39: 721-741.
- Ibid 1980c.** Caracterización de suelos del Sistema Central. III. Umbrepts (con carácter espódico). 39: 743-752.
- Ibid 1980d.** Características de suelos del Sistema Central. IV. Dystrochrepts. An. Edaf. y Agrobiol. 39: 753-759.
- IGLESIAS LOPEZ, M.T.,** 1993. Efectos de los incendios forestales sobre las propiedades del suelo en un pinar de repoblación (*Pinus pinaster*) en Arenas de San Pedro (Avila). Tesis Doctoral. Farmacia. UCM.
- JIMENEZ, R., GUERRA, A.,** 1975. Evolución de los suelos con la altitud en la vertiente Sur de la Sierra de Gredos. An. Edaf. Agrobiol. 34: 991-1010.
- LUFFIEGO, M., GARCIA RODRIGUEZ, A., GALLARDO, J.F.,** 1977. Contribución al estudio de los suelos hísticos y gleis de la vertiente Norte de la Sierra de Gredos. Anuario 1976. IOATO. Salamanca. 155-177.
- NICOLAS, A. y GANDULLO, J.M.,** 1967. Ecología de los pinares españoles. I. *Pinus pinaster* Ait: M^o Agricultura. IFIYE. Madrid.
- RIEDEL, W.,** 1973. Bodengeographie des Kastrlischen und porlugieischen Hauptscheidegebirges. Geographische Gesellschaft. Hamburgo.
- RIEDEL, W.,** 1976. Une contribution aux connaissances des sols de la "Cordillera Central". An. Edaf. y Agrobiol. 35: 775-780.
- RIESCO, M.P., GARCIA GONZALEZ, M.T., GARCIA VICENTE, J.,** 1980. Mineralogía de la fracción arcilla en suelos de las Sierras de Gredos y Gata. I. Grupo Inceptisol Ochrept. An. Edaf. y Agrobiol. 39: 1986-2003.
- RIESCO, M.P., GARCIA GONZALEZ, M.T., GARCIA VICENTE, J.,** 1981. Mineralogía de la fracción arcilla en suelos de las Sierras de Gredos y Gata. II. Grupo Inceptisol Umbrept. An. Edaf. y Agrobiol. 40: 205-221.
- SANCHEZ MARTIN, M.J., VICENTE HERNANDEZ, M.A., SANCHEZ CAMAZANO, M.,** 1984. Mineralogía de arcillas de suelos orgánicos de la Cordillera Central. IOATO. Salamanca. 10: 157-165.
- VELASCO DE PEDRO, F.** 1987. Estudio biogeoquímico de una toposecuencia de suelos en Piedralaves (Avila). Bol. Est. Cent. Ecol. ICONA. 16: 71-81.

VICENTE, M.A., SANCHEZ CAMAZANO, M., SANCHEZ MARTIN, M.J.,
1986. Mineralogía de arcillas de suelos glei y de césped alpino de la Cordillera
Central. IOATO. Salamanca. 11: 253-262.

CAPITULO II

GEOLOGIA

GEOLOGIA

1 INTRODUCCION

La Sierra de Gredos constituye una de las alineaciones principales del Sistema Central; en ella se agrupan las cumbres más elevadas de la cordillera en torno a la cota máxima del Almanzor (2.592 m). Forma parte de la divisoria natural entre ambas mesetas, mediante una alineación NE-SO y con una altura media cercana a los 2000 m. Participa de los terrenos antiguos de la Península Ibérica, paleozoicos y prepaleozoicos (Macizo Hespérico), siendo los materiales dominantes rocas ígneas y metamórficas pertenecientes a los bloques tectónicos en que quedó dividido el macizo herciniano durante los plegamientos alpinos. En los bordes y depresiones internas aparecen materiales más modernos discordantes con el zócalo paleozoico

2 LIMITES

La Sierra de Gredos está enmarcada por cuatro ríos principales: Tormes, Alberche, Tietar y Alagón. Su límite oriental lo constituye el valle del Alberche cerca de San Martín de Valdeiglesias, y el occidental la depresión del río Alagón ó Corredor de Bejar, al Norte los valles del Tormes y Alberche y en el límite meridional el Tietar. De la superficie total ocupada por la Sierra de Gredos, la mayor parte es abulense y el

resto pertenece a Cáceres, Salamanca y una superficie mínima a Madrid (Arenillas, 1990).

Se consideran en la Sierra de Gredos tres Macizos, limitados por accidentes geográficos importantes: Oriental, Central y Occidental. El Macizo Central abarca desde el Puerto del Pico (1.352m) al Puerto de Tornavacas (1.275m), en este tramo se encuentran las principales cumbres, los parajes más conocidos, y es donde estan situados los suelos estudiados en esta memoria, exceptuando el perfil del Pinar de Hoyocasero (de alto interés botánico) ubicado en el límite del Macizo Central y Oriental.

3 MORFOLOGIA

Desde el punto de vista morfológico la Sierra de Gredos es una de las zonas más interesantes de la Península Ibérica. En ella, como en el resto del Sistema Central, la tectónica ha desempeñado un importante papel y condicionado por medio de un extenso y profundo sistema de fracturas las características principales del relieve (fig. 1).

El zócalo paleozoico está constituido aquí por rocas plutónicas y metamórficas, estando más extendidas las primeras y siendo la edad de los terrenos cámbrica o precámbrica. Estos materiales han sufrido los efectos de la orogenia Hercínica; con posterioridad a dicha orogenia, este zócalo soportó importantes procesos de distensión cortical originando su fracturación en grandes bloques, que se desnivelaron durante el Terciario a consecuencia de la orogenia Alpina. Este desequilibrio de bloques del antiguo zócalo hercínico es el origen de la fisonomía característica de horst y grabens entre las fosas de los rios

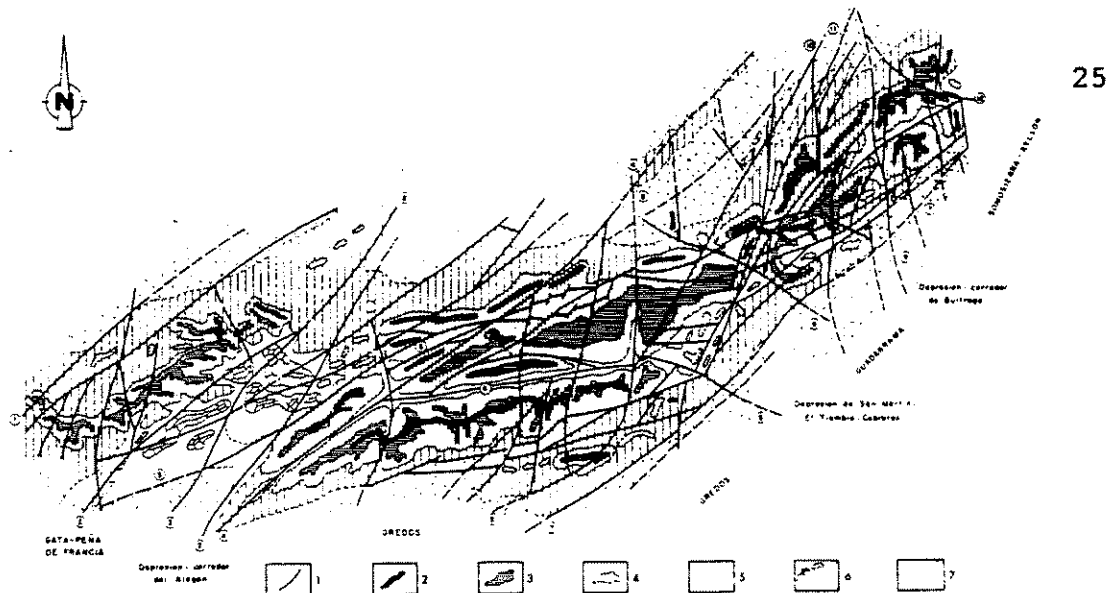


Fig. 1.- Alineaciones morfotectónicas del Sistema Central Español

- | | |
|----------------------------------|--------------------------|
| 1.- Alineaciones morfotect. | 2.-Superficie de cumbres |
| 3.- Parameras y hombreras | 4.-Laderas |
| 5.- Piedemontes | 6.-Depresiones |
| 7.- Depresiones del Duero y Tajo | |

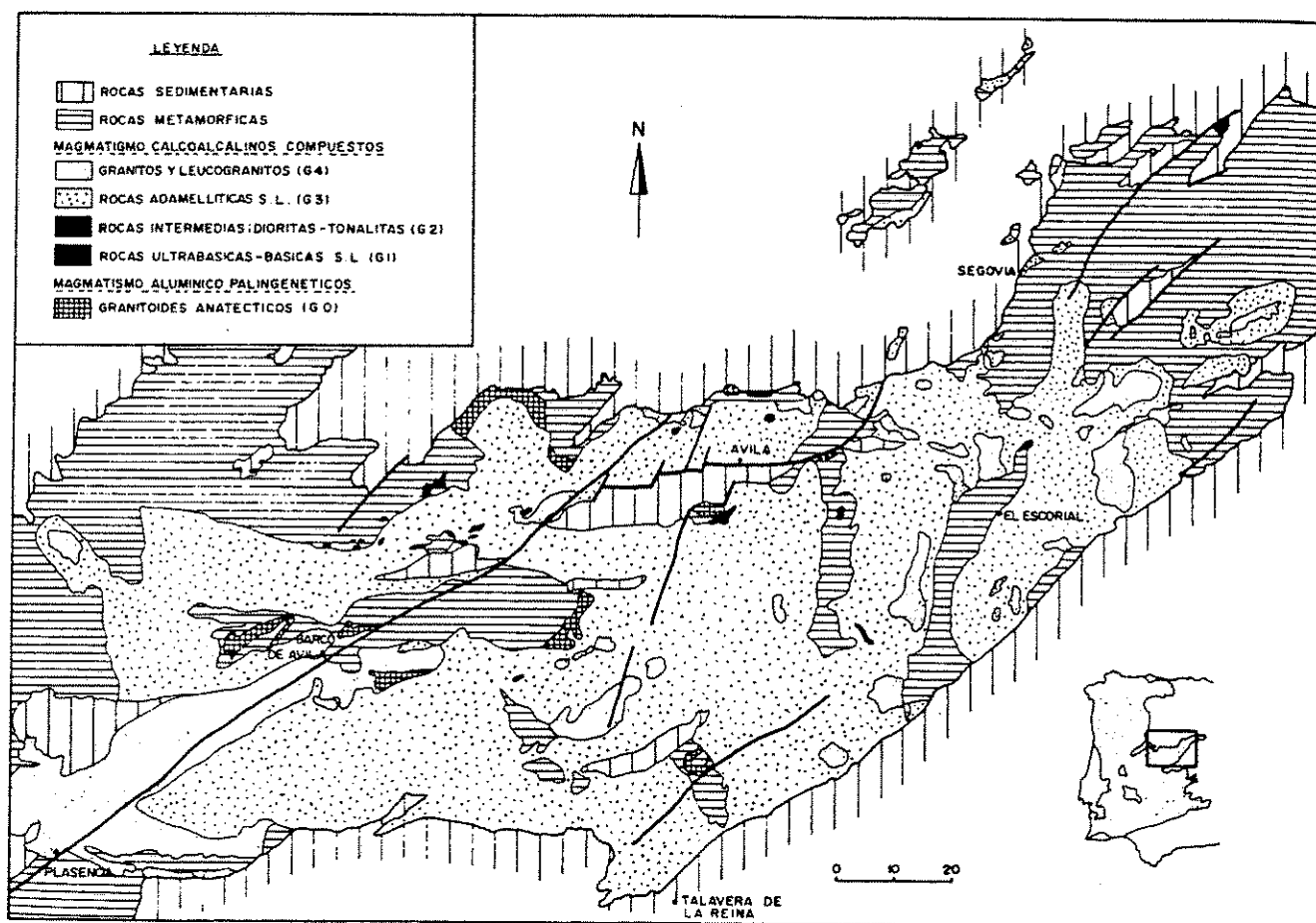


Fig. 2.- Esquema de los distintos grupos plutónicos hercínicos y tardihercínicos del Sistema Central Español
(Fuster y Villaseca, 1988)

Duero y Tajo. No obstante, ciertos grabens quedan compartimentados por alineaciones residuales que complican su trazado y ciertos horst quedan interrumpidos por depresiones - valles, configurando todos ellos una morfoestructura subsidiaria, un ejemplo lo constituye la depresión - grabens de la cabecera del Alberche que compartimenta el horst de la Paramera - Serrota (Pedraza 1994).

Por otra parte, no sólo influye en los principales rasgos del modelado la intensidad y orientación de las líneas de fracturas producidas durante los períodos de actividad tectónica, sino también la duración de los períodos de estabilidad durante los cuales se formaron las extensas superficies de erosión que les caracterizan, acerca de cuya génesis y cronología se sigue investigando.

De todas formas, para comprender mejor la complicada morfología de la Sierra de Gredos, es necesario tener en cuenta la disimetría existente entre sus dos vertientes. El escarpe meridional es considerablemente más brusco y elevado que el de la cuenca del Duero; por este motivo los ríos de la vertiente meridional presentan un nivel de base más bajo y ejercen una acción erosiva más intensa que los de la vertiente septentrional, siendo así capaces de labrar las empinadas y profundas gargantas de la vertiente Sur de Gredos. Así, por ejemplo, en el puerto del Pico se pasa de los suaves y amplios valles del Norte de Gredos a las pronunciadas escarpas del frente meridional que descienden, casi verticales, hasta Mombeltrán.

Por último el modelado reciente se establece básicamente mediante la red hidrográfica, con encajamientos más o menos controlados por la estructura y rellenos aluviales o mixtos, no

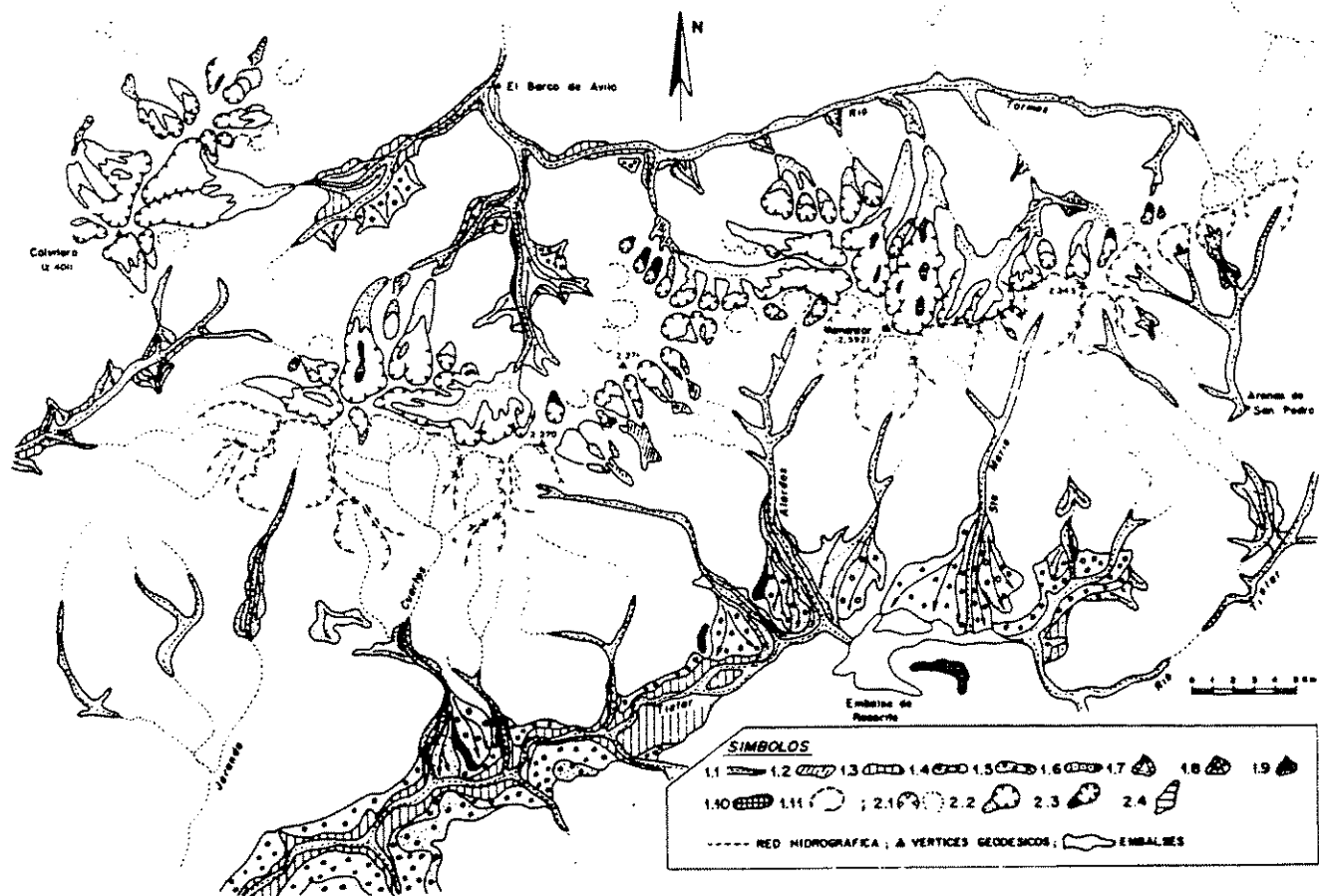
de mucha potencia. Periglaciario, glaciario, fenómenos gravitacionales y mixtos, son rasgos todos ellos de detalle que poco o muy poco modifican las fisonomías derivadas de la estructura.

4 - ROCAS GRANITICAS

Su gran extensión en Gredos se hace patente en el esquema de la Fig.2, donde se observa que los principales tipos litológicos del macizo granítico del Sistema Central son: adamellitas, leucoadamellitas, granodioritas, granitos y cuarzdioritas (Fuster y Villaseca, 1988).

En términos generales, las formaciones plutónicas de la Sierra de Gredos corresponden a rocas graníticas de dos micas, normalmente biotita, de grano medio a grueso y a veces fino, en ocasiones de tendencia aplítica o con mucha frecuencia porfídica. Pueden, en ocasiones, presentar los granos orientados, con tránsito gradual a los neises biotíticos (Arribas y Jimenez 1982).

Los granitos porfídicos son muy abundantes en el macizo Central. Suelen ser granitos de dos micas, preferentemente biotita, en cristales anhedrales y alterándose frecuentemente a clorita. El cuarzo normalmente aparece con extinción ondulante y el feldespato potásico con tendencia idiomórfica, maclado de Carlsbad, pertitizado y con inclusiones, pudiendo alcanzar gran tamaño (hasta siete centímetros de longitud). El contenido en anortita de las plagioclasas oscila en torno al 12-14 % en zonas internas y hasta valores de 5-7 % en las marginales. Otros minerales como apatito, sillimanita y cordierita son menos



Elementos derivados de los procesos fluviales y torrenciales

1.1.- Llanura aluvial, fondos de canal, aluvial-coluvial y terraza actual (Pleisto-Holoceno y actual); 1.2.- Depósitos fluvio-glaciares (Pleisto-Holoceno y Holoceno antiguo); 1.3.- Terrazas bajas (Pleistoceno superior a Holoceno antiguo); 1.4.- Terrazas medias (Pleistoceno medio a superior); 1.5.- Terrazas altas, nivel inferior (Pleistoceno medio); 1.6.- Terrazas altas, nivel superior (Pleistoceno inferior); 1.7.- Conos de deyección y similares (abanicos de piedemonte, abanicos fluviales y fluvio-glaciares) asociados a las terrazas bajas; 1.8.- Conos de deyección y similares (abanicos de piedemonte, abanicos fluviales y fluvio-glaciares), asociados a las terrazas medias; 1.9.- Conos de deyección y similares (abanicos de piedemonte, abanicos fluviales y fluvio-glaciares), asociados a las terrazas altas; 1.10.- Nivel superior de terrazas altas y/o de conos y abanicos asociados a ellas (Pleistoceno inferior a Plio-Pleistoceno); 1.11.- Cuencas de recepción torrencial (Cuaternario)

Elementos derivados de los procesos glaciares y nivales

2.1.- Nichos de nivación, circos glaciares incipientes y/o degradados (sin depósito) (Cuaternario); 2.2.- Glaciares de dimensiones mayores, de valle y ladera, con complejos morrénicos de gran magnitud (Pleistoceno Superior); 2.3.- Glaciares de dimensiones menores, de ladera o circo, con arcos morrénicos (Pleistoceno Superior a Pleisto-Holoceno); 2.4.- Depresiones de cierre y sobreescavación; ombligos y turberas de colmatación.

Fig. 3.- Elementos glaciares y fluviales más destacados en Gredos (Pedraza Gilsanz 1994)

frecuentes.

Como rocas intrusivas muy abundantes pueden considerarse también las de composición granodiorítica, que generalmente se caracterizan por su aspecto porfídico en casi todo el dominio que ocupan, excepto en algunas zonas de pequeña extensión, donde desaparecen los megacrístales feldespáticos, resultando así facies equigranulares, aumenta la proporción de moscovita y la roca presenta un aspecto más leucocrático. Otra característica de estas rocas es la presencia de cordierita en las sierras de Candelario y Bejar, y la frecuencia de hornblenda en la granodiorita de los alrededores de Avila.

Pueden distinguirse como muy representativos de Gredos los leucogranitos de grano fino-medio y tendencia aplítica; constituyen un grupo de características variables de unas localidades a otras, si bien es típica su disyunción en lajas o en formas poliédricas lo que les diferencia netamente del resto de los granitos. Las características mineralógicas más relevantes son las siguientes: cuarzo en cristales xenomórficos con extinción ondulante, plagioclasas de tamaño variable y contenido en anortita alrededor del 10 %, y feldespatos potásicos muy heterogéneos en cuanto a tamaño de grano y forma, que en algún caso pueden presentar idiomorfismo con macla de carlsbad y, a veces, pertitizado. Respecto a los filosilicatos, la biotita frecuentemente está alterada a clorita y mica blanca, de tamaños variables. Entre los accesorios se detecta presencia de apatito, cordierita y fibrolita

5 ROCAS METAMORFICAS

Muchas de estas rocas son paleozoicas o quizás precámbricas, aunque su situación geológica y avanzado grado de metamorfismo hacen imposible determinar su edad con certeza.

Se encuentran rocas metamórficas de contacto cuya aureola más importante se localiza alrededor de los granitos del borde noroccidental. Afecta principalmente a los materiales pelíticos, aumentando la andalucita y cordierita con la intensidad del metamorfismo; los efectos sobre rocas samíticas son de menor intensidad.

El metamorfismo regional origina un estrato cristalino difícil de diferenciar normalmente, que incluye diversos materiales tales como cuarcitas, filitas, micacitas, neis, migmatitas e incluso granodioritas de límites imprecisos, formando masas de diferente extensión en los bordes o dentro de los macizos graníticos; se trata , en la mayoría de los casos, de materiales de procedencia sedimentaria cuya edad, podría ser silúrica.

6 ESTRATIGRAFIA

Los terrenos datados, de origen sedimentario y metamórfico del Macizo Central de Gredos, se agrupan en tres conjuntos estratigráficos: Cámbrico inferior, sedimentos terciarios y depósitos cuaternarios.

a) Cámbrico inferior

Se les atribuye esta edad por comparación litológica con otras series más o menos próximas (Martín Escorza 1972); todos los materiales se encuentran afectados de metamorfismo con características mesozonales, y aunque presentan deformaciones,

se puede reconocer, en la mayor parte de los materiales litológicos, la estratificación primaria, tal y como queda patente en varios afloramientos existentes en los alrededores de Guisando (perfil I). Se han establecido cuatro grandes conjuntos litológicos (Martín Escorza 1972), que de muro a techo son:

- A) Micacitas.
- B) Metaconglomerados, cuarcitas y micacitas alteradas, según capas decimétricas.
- C) Cuarcitas, micaesquistos y cuarzomicaesquistos
- D) Complejo carbonatado.

Las micacitas que constituyen el conjunto litológico A son masivas, de color gris oscuro y alternan con pequeños bancos de cuarcita de color blanco o azulado. Los componentes mineralógicos principales son biotita, cuarzo, y moscovita, y como accesorios existen plagioclasas y feldespatos potásicos, así como circón, turmalina, opacos y andalucita.

Respecto al conjunto litológico B, Martín Escorza (1972) describe unos niveles metaconglomeráticos, con distribución lenticular, espesor variable y alargamiento de los clastos de cuarzo. La importancia de su existencia estriba en la cronología comparativa con series más o menos próximas de "conglomerados lenticulares o en niveles esporádicos" (Parga 1969), de la base del Cámbrico. Por encima de estos conglomerados se sitúan capas de cuarcitas y micacitas, estas últimas con gran contenido en biotita, con frecuencia alterada.

Por último, el conjunto litológico C constituye una serie monótona turnante de cuarcitas, micaesquistos y esquistos arenosos en capas decimétricas en alternancia con capas centrimétricas de cuarcita, característica que le confiere un

aspecto "flyschoides" en ocasiones. La composición mineralógica de los esquistos es fundamentalmente a base de cuarzo y micas, con presencia de feldespatos potásicos y minerales metamórficos tales como andalucita.

El conjunto litológico D lo forman rocas carbonatadas que afloran al O y SO de Ramacastañas.

b) Terciario

Forma un afloramiento reducido localizado en las depresiones del Tietar y el Alberche. Litológicamente se trata de materiales arcósicos aglomeráticos (subfosa superior) o de material arcósico compactado, a veces cementado por carbonatos y óxidos de hierro

c) Cuaternario

En la Sierra de Gredos son bastantes extensas las formaciones cuaternarias, pues a la superficie cubierta por los materiales aluviales hay que añadir la ocupada por los depósitos glaciales, periglaciares y depósitos mixtos (Fig.3) (Pedraza 1994).

El glaciario alcanzó cierta importancia en Gredos, donde existen varios glaciares de valle(más de 9 Km. de longitud), y muchos glaciares de ladera y circo, estos últimos en ambas vertientes (Arribas y Jimenez 1972). Al correlacionar los acontecimientos glaciares con los alpinos (Pedraza y Lopez 1980), y de acuerdo con la idea dominante, se define una glaciación Riss y otra Würm para Gredos y un periodo interglacial de fase cálida húmeda, con encajamiento de gargantas y torrenteras.

En cotas altas, siempre que existen replanos hay recubrimientos de materiales periglaciares antiguos. Su potencia varía en función de la morfología del sustrato, situándose en pequeñas vagonadas o en la misma loma divisoria; en el primer

caso, a veces, cuando abunda el material fino y agua se generan suelos tipo gleysoles úmbricos y puntualmente histosoles de cesp d alpino, con una profundidad que puede superar los 2 m.; en el segundo caso, se trata de un pequeño recubrimiento de bloques cantos y material fino con estructura enlosada, a partir del cual frecuentemente se desarrollan suelos menos profundos. Estos procesos pueden establecerse entre 1900 y 2000 m. de forma muy activa, mientras que aparecen atenuados entre esos niveles y los 1300-1400 m., donde pueden producirse fenómenos esporádicos, pero nunca una morfología periglacial destacable.

La acción erosiva de los glaciares cuaternarios se manifiesta de forma patente por los depósitos morrénicos; pueden definirse como aglomerados de bloques y cantos, con matriz samosef tica, carentes de compactación y con distribución uniforme a lo largo de todo el afloramiento. Los clastos tienen composición heterogénea aunque predominantemente granítica. Destacan dentro del conjunto bloques de gran tamaño, siendo abundantes los mayores de dos metros y encontrándose los más frecuentes entre 1 y 1,5 m. Los cantos son menos abundantes que los bloques y claramente heterométricos, si bien tendentes a los tamaños próximos a la grava. El contenido en fracción fina suele ser pequeño, pero en las morrenas de fondo, se presenta hacia el techo una mayor concentración de materiales finos (samopel ticos) que culmina en el desarrollo de suelos de cesp d alpino, produciéndose a veces, cuando aumenta el material p litico, encharcamientos con el desarrollo subsiguiente de los típicos tremedales de turbera.

Existen también depósitos mixtos, como los derrames de ladera asociados a depósitos torrenciales; se trata de

recubrimientos que tapizan la ladera, con potencia progresiva de cúspide a base y cuya génesis consiste en fenómenos mixtos de gravedad y transporte fluidal progresivo, en el que pueden mezclarse algunos otros fenómenos semifluidales, todos ellos relacionados con un ambiente periglacial; la morfología es de grandes conos y abanicos. Otros depósitos mixtos son los fluvioglaciares, que aparecen con características similares a los depósitos glaciares pero presentan los cantos con mayor índice de redondez.

Posteriormente, como ocurre en todos los ríos peninsulares, se desarrolló un sistema de terrazas bien escalonadas y aprovechadas para el cultivo que, en algunos casos (Tietar, Alberche etc) alcanzan considerable extensión.

Por último, se debe citar entre los materiales formados en épocas recientes los depósitos producidos por disgregación del granito, estos son especialmente importantes a lo largo de las líneas de fractura, donde los procesos de meteorización han sido más intensos (arenización).

BIBLIOGRAFIA

- APARICIO A., BARRERA J.L., CARABALLO J.M., PEINADO M., Y TINAO J.M. (1975) "Los materiales graníticos hercínicos del Sistema Central español". Tomo 88. Servicio publicaciones Ministerio de Industria. Madrid
- ARENILLAS M. (1990) "GREDOS La sierra y su entorno" cap.II La Sierra de Gredos. M.O.P.U.
- ARRIBAS A. Y JIMENEZ E. (1972) "Memoria mapa geológico de España E.1:200.000, Avila". Inst. Geol. Min. Esp., núm. 44, pp.1-26

Madrid

- FAO-UNESCO (1990). Leyenda del mapa mundial de suelos. Roma
- FUSTER J.M. Y VILLASECA, C.(1988). El complejo plutónico hercínico-tardihercínico del Sistema Central Español. En BEA F. et al. (edt.). "geología de los granitoides y rocas asociadas del Macizo Hesperico. Edit. Rueda, pp 27-35 Madrid
- MARTIN ESCORZA C.(1972)"Estudio mesotectónico en los materiales metamórficos en los alrededores de Arenas de San Pedro". Bol. R. Soc. Española Hist. Nat.(Geol.), 69: 303-327
- MARTINEZ DE PISON E.(1990): "GREDOS La sierra y su entorno" cap. Unidades Naturales. M.O.P.U.
- PARGA J.R. (1969). Evolución del Macizo Hespérico en los tiempos ante-mesozoicos y sus relaciones con otras áreas europeas Bol.Geol. y Min. T. LXXXI, pp 1-29
- PEDRAZA J.Y LOPEZ J.(1980):"GREDOS Geología y Glaciarismo" 1-31 Trazo-editorial. Zaragoza
- PEDRAZA J. Y LOPEZ J. (1981): Cuaternario de: "Memoria mapa geológico de España" E.1:50000, Bohoyo. Ins. Geol. Min. Esp., núm. 577, pp. 1-33, Madrid
- PEDRAZA GILSANZ J. (1994):" Sistema Central". CL 63-100. En Geomorfología de España. 1-525 Ed. Rueda. Alcorcón (Madrid)
- PEON A. (1981): "Memoria mapa geológico de España" E.1: 50.000, Arenas de San Pedro. Ins. Geol. Min. Esp., núm. 578, pp. 1-32, Madrid
- SOLE SABARIS, L.(1952) "Geografía Física de España". Montaner y Simon, S.A. Barcelona.

CAPITULO III

CLIMA

EL CLIMA DE LA SIERRA DE GREDOS

INTRODUCCION:

La posición geográfica, casi en el centro de la Península Ibérica y su destacada altitud, la mayor de todos los sistemas montañosos interiores, confieren a la Sierra de Gredos unas acentuadas peculiaridades de carácter orográfico que hacen muy interesante el estudio de su clima.

Su efecto de pantalla frente a los vientos más húmedos, procedentes bien del noroeste, bien del suroeste, tienen notables repercusiones sobre la distribución de las lluvias y los fuertes gradientes altitudinales que su elevado relieve establece, determinan diferencias locales tanto sobre la génesis de los suelos como sobre su erosión potencial, así como en los tipos de vegetación natural, y en consecuencia sobre los aprovechamientos agrícolas, ganaderos y forestales y sobre las condiciones socio-económicas de los poblamientos de la Sierra.

Todos estos hechos naturales determinan que la Sierra de Gredos sea en su conjunto un excelente escenario natural para el estudio aplicado de estas materias.

INFORMACION DISPONIBLE:

Tratándose de localidades montañosas, la información disponible en cuanto a datos meteorológicos que nos permitan elaborar los climatológicos que nos interesen, no es tan abundante como en las comarcas llanas y de mayor densidad de población y en consecuencia de datos. No obstante, contamos con un buen número de observatorios termopluviométricos que cuentan con series de datos suficientemente largas como para elaborar una interpretación de las principales características climáticas necesarias para atender a los fines de este estudio.

La Tabla adjunta muestra los datos esenciales de esos observatorios, elaborada fundamentalmente a partir de los datos de F. Elías Castillo (1977).

Las "Fichas climáticas" que figuran en el APENDICE, contienen información suplementaria, que pudiera interesar en algunos casos específicos, tomadas de la misma obra.

DATOS OROGRAFICOS Y CLIMATICOS TERMOPLUVIOMETRICOS

Observatorio	Años	Coordenadas Longitud/Latitud	Altitud (m)	T _m (°C)	T _v (°C)	P _m (mm)	P _m /24h (mm)	ETP (mm)	Diferencia P- ETP(mm)
AVILA	31	04°42' 40°39'	1131	10.4	18.6	364	52	634	-270
ARENASDE SAN PEDRO	11	05°05'	510	14.5	23.7	1438	149	798	685
BARCODE AVILA	30	05°31' 40°21'	1007	11.4	19.5	643	70	681	-38
BOHOYO	19	05°26' 40°19'	1142	10.3	18.5	884	88	654	230
CANDELEDA	15	05°14' 40°09'	430	10.0	25.0	978	100	682	296
EL HORNILLO	7	05°06' 40°15'	746	14.3	23.0	1640	-	774	886
EL TIEMBLIO	12	04°30' 40°25'	689	13.2	21.3	648	97	767	-119
GUTERRENO	27	04°42' 40°35'	1160	9.4	17.7	510	-	629	-119
LA ADRADA	8	04°38' 40°18'	1000	15.1	24.2	1107	-	815	192
PEGUERINOS	14	04°14' 40°38'	1351	8.3	18.1	803	59	588	215
ROSARITO Embalse	16	05°19' 40°06'	300	16.8	26.1	1053	-	932	121
SAN MARTIN DE LA VEGA	6	05°09' 40°16'	1518	7.7	14.4	615	61	569	46
VILLAREJO DEL VALLE		05°00' 40°17'	825	12.8	22.0	1164	-	738	926
TALAYUELA LA BARQUILLA	7	05°36' 39°59'	286	15.4	24.0	889	-	823	66

FACTORES DEL CLIMA:

Este concepto corresponde a aquellas condiciones naturales, como la latitud o la altitud o la distancia al mar, o bien a ciertos fenómenos naturales como la presión atmosférica, la dirección del viento dominante, las corrientes marinas que condicionan los fenómenos meteorológicos más importantes.

Algunos de ellos, como la radiación solar, el propio viento, son en realidad tanto "factores" del clima como "elementos" propiamente dichos a causa de su comportamiento.

Latitud:

En el caso de la Sierra de Gredos, las diferencias en la latitud geográfica son de poca importancia relativa, ya que el sistema montañoso se extiende entre paralelos relativamente próximos, entre posiciones extremas como las de Rosarito, al sur, $40^{\circ} 06'$ y de Avila, al norte, $40^{\circ} 39'$, lo que resta importancia a la intervención latitudinal.

Altitud:

Es evidente que las variaciones altitudinales constituyen en general en España, y en todos los países mediterráneos, un factor climatológico de la mayor importancia.

En estudios anteriores, Roquero (1982) ha hallado para la provincia de Almería gradientes altitudinales con altos coeficientes de correlación del orden de -0.50°C para los valores medios anuales de la temperatura por cada 100 m de elevación, y para los déficits de humedad, un decremento de 50 mm para el mismo intervalo altitudinal, y para la provincia de Madrid, Roquero (1987) obtiene cifras correlativas de las anteriores.

En otros estudios no publicados se han obtenido para los principales observatorios del Pirineo gradientes altitudinales de -0.56°C por cada 100 m de elevación (en un total de $n=9$; $r=-0.943$).

En cuanto a la Sierra de Gredos, para los cuatro observatorios más elevados el gradiente por 100 m ha resultado de -0.684°C ($r=0.985$) y para un conjunto de ocho, incluyendo Avila como referencia inferior, el gradiente es -0.716°C mejorando la correlación ($r=-0.993$).

La variación altitudinal de la precipitación es más compleja, por el antes citado efecto de "barrera" del elevado relieve de Gredos respecto a los dos orígenes de las masas de aire húmedo procedentes bien del noroeste, bien del suroeste, así como el paso sobre los relieves intermedios.

En consecuencia, incluso para la gradación de los observatorios de la ladera sur, con un fuerte incremento en la elevación (300 m en Rosarito

Embalse y 510 m en Arenas de San Pedro, hasta más de 1350 m en el Puerto del Pico), no existe incremento con la altitud, como muestra la siguiente tabla:

Observatorio	Altitud(m)	Pm (mm)
Rosarito Embalse	300	1053
Candelada	430	978
Arenas de San Pedro	510	1438
Bohoyo	1142	884
Puerto del Pico	1352	1305

El estudio de la correlación lineal indica:

$n=5$, $r=0.042$, no existe correlación.

Para los observatorios de la zona central de la Sierra, tampoco existe correlación entre la precipitación media anual y la altitud ($n=7$, $r=0.165$).

Esta falta de correlación puede atribuirse a que la marcha de los sistemas nubosos procedentes del suroeste, los principales sobre la ladera meridional de la Sierra, tienden a desplazarse más bien paralelamente hacia ella, que a remontar el fuerte relieve.

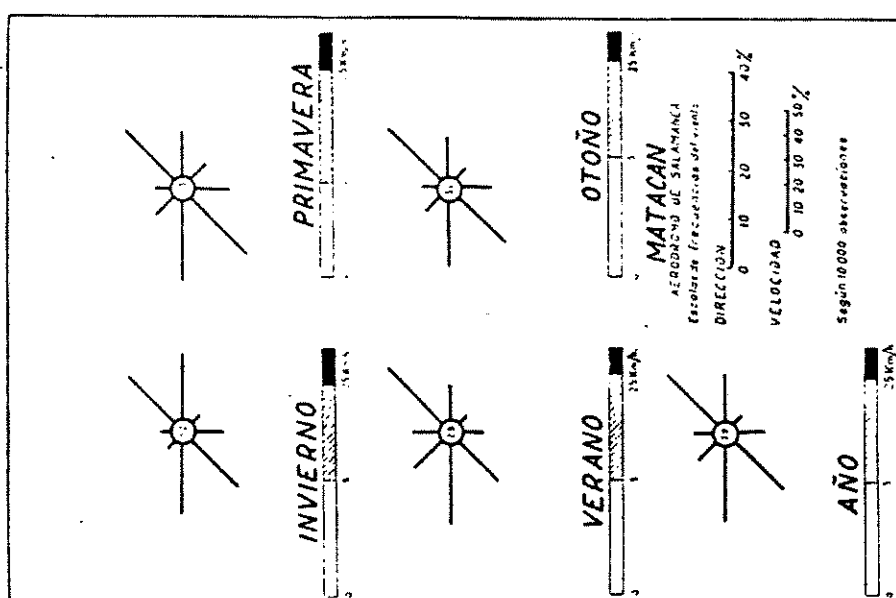
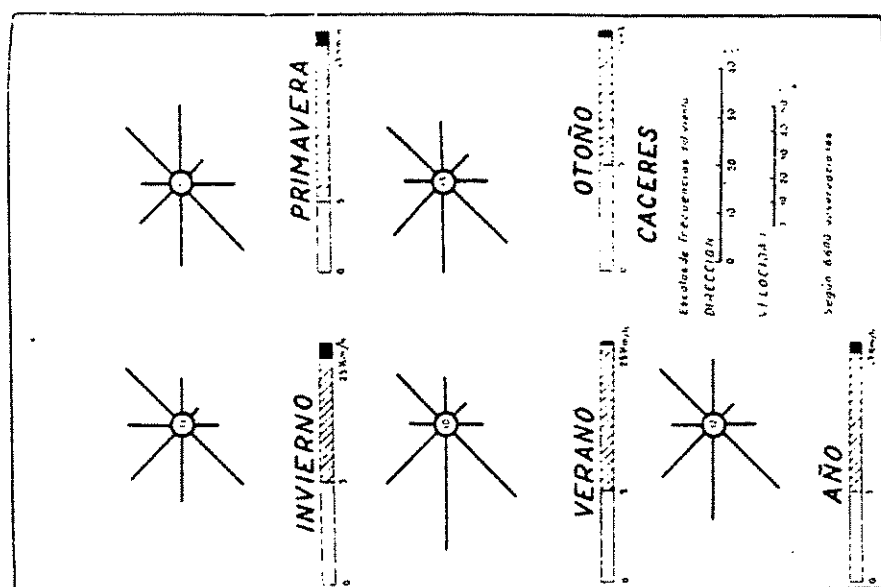
Vientos y masas de aire:

En concordancia con las pasadas relaciones de causa a efecto, los dos diagramas adjuntos (tomados de la obra Climatología Aeronáutica de España), muestran las direcciones dominantes de los vientos y en consecuencia las tendencias del desplazamiento de las masas de aire, de las que hemos de destacar para el observatorio septentrional, Matacán, las procedentes del oeste y para el meridional, Cáceres, las del oeste y suroeste.

Otros factores del clima:

La brevedad y el grado de detalle a alcanzar impiden la consideración de otros factores menos significativos en el detalle, como la distancia al mar, el efecto de las corrientes marinas, la radiación solar, cuya intervención no genera diferenciaciones en el clima general de la Sierra.

Sí es preciso indicar la influencia del relieve, como "Topoclima" ya que los efectos de "Solana" y "Umbria" son muy marcados en las condiciones del Clima Mediterráneo, pero no existe información específica al respecto.



ELEMENTOS DEL CLIMA:

Consideraremos a continuación los elementos o componentes del Clima cuya información es necesaria para abordar los posteriores estudios sobre suelos, vegetación, cultivos y aprovechamientos.

Radiación solar:

Sólo cabe indicar como referencia los datos proporcionados por Elías Castillo y Jiménez Ortiz (1965), para el observatorio de la ciudad de Avila, que muestran una gran diferencia estacional, con un valor mínimo en el mes de diciembre de $145.3 \text{ cal cm}^{-2} \text{ día}^{-1}$ frente a un máximo en el mes de julio de 641.1, cifra que cuadriplica el valor del mínimo anterior.

Aun cuando las condiciones en la montaña puedan ser algo diferentes vemos que la radiación solar, que puede considerarse a la vez como factor y como elemento del Clima, determinará unas condiciones estacionales muy diferentes a lo largo del año.

Temperatura:

Los valores de la temperatura media anual son muy diferentes de acuerdo con el marcado "gradiente térmico altitudinal" antes indicado, del orden de -0.70°C por cada 100 m de elevación, dan lugar a valores medios relativamente altos, 16.80°C al pie de la Sierra en el Embalse de Rosarito, 16.00°C en Candeleda, frente a 7.70°C en San Martín de la Vega del Alberche, a más de 1500 m de altitud.

Si se mantuviese de modo uniforme el gradiente del conjunto de los observatorios de mayor altitud, -0.6840°C por cada 100 m, podría atribuirse a la cima del Monte Almanzor un valor de media anual de -0.470°C teniendo en cuenta su altitud de 2592 m, máxima de todo el Sistema Central.

Mayor interés edafológico tiene establecer con la mayor aproximación posible la altitud a la que se presenta la temperatura media anual de 7°C en el aire (equivalente a 8°C en el suelo a 50 cm de profundidad) para acotar el "Régimen de temperatura Frígido" establecido en la Soil Taxonomy USDA.

Para el macizo de Gredos propiamente dicho, el valor de 7°C se presenta a los 1637 m ($T_m=18.2-6.84 \text{ a}/1.000$) y en la cercana Sierra de La Paramera a los 1589 m ($T_m=18.38-7.16 \text{ a}/1.000$) por lo que un promedio de 1600 metros puede acotar el régimen de temperatura "frígido" en cuanto a valor medio anual.

En cuanto a la "temperatura de verano" la cifra de 14°C en el aire ($T_v=T_m+1$) equivale al valor 15°C en el suelo a 50 cm de profundidad, y en consecuencia en el macizo de Gredos se presenta a los 1680 m ($T_v=27.1-7.8 \text{ a}/1.000$) y en La Paramera a 1640 m, por lo que este segundo criterio es más restrictivo y nos obliga finalmente a fijar una cota del orden de los 1650 m para el límite inferior del "régimen térmico frígido".

Finalmente indicaremos que la correlación entre los valores de T_m y de T_v para los observatorios más altos es ($r=0.827$) $T_v=6.54+1.15 T_m$, lo que supone que la temperatura media del aire viene a ser unos 8°C más alta en verano (Jn, Jl, Ag) que la media anual.

Una breve comparación con los resultados obtenidos por Roquero (1995) para la Cordillera Pirenaica muestra bastantes analogías con los observatorios correlativos ($n=9$, $r=-0.941$) que presentan un gradiente altitudinal para la temperatura media anual de -0.56°C y ($n=9$, $r=-0.943$) para la estival de -0.6°C .

En cuanto a la cota en altura del "Régimen frígido" para la temperatura media anual (8°C para el suelo, 7°C para el aire) resulta ser de 1514 m, y para la temperatura media estival de 1551 m más restrictiva que la anual.

En resumen se puede apreciar una situación térmica más favorable en la Sierra de Gredos que en la Cordillera Pirenaica.

Las Temperaturas mínimas y el Régimen de heladas pueden ser estudiados a partir de los datos de Elías Castillo (1973), en su obra sobre el tema "Estudio Agroclimático de la Cuenca del Duero", cuyas tablas de siete de los principales observatorios figuran a continuación.

El observatorio más cálido de este conjunto de datos resulta ser Candeleda, con $t=7.6^{\circ}\text{C}$ y el más frío Guterreño, con $t=4.0^{\circ}\text{C}$.

Las mínimas absolutas de las correspondientes series de datos son de -10°C en Candeleda y El Tiemblo, pero bajan hasta -20°C en Guterreño y en Avila, lo que indica la dureza del clima en cuanto al factor térmico.

Como referencia para el conjunto de la Sierra cabe destacar que Guterreño a 1160 m de altitud y ya en el interior de la Sierra es el observatorio más frío y que Candeleda a sólo 430 m y en exposición topoclimática de "solana" es el observatorio más cálido, si se separan los observatorios del Embalse de Rosarito y de Talayuela La Barquilla sobre el curso del río Tiétar y ya en la comarca natural de El Campo Arañuelo, exterior a los relieves de la Sierra de Gredos.

Las "Fechas extremas del período de heladas" muestran claramente que el período de heladas se inicia a lo largo del mes de octubre (el día 1 para Guterreño y el día 31 para Candeleda) corroborando las otras características anteriores y se termina generalmente en la montaña en el mes de mayo (en Candeleda y El Tiemblo en abril y en Guterreño a principio de Junio).

Para la capital de Avila existe un mayor detalle de datos que nos permite apreciar la variabilidad del principio y del fin del período de heladas, que pueden avanzarse o retrasarse un mes.

Respecto a las características térmicas de las distintas estaciones del año, las tablas tomadas de la referida obra de Elías Castillo (1973),

muestran con bastante detalle los valores de los índices usualmente utilizados en estudios de Fenología y de Fitosociología.

Destacamos la intervención del Índice "Suma de grados-día, sobre 40°C" como indicador del posible desarrollo vegetal en el período invierno-primavera, en el que suele haber humedad suficiente en el suelo y el factor restrictivo es el insuficiente aporte térmico. En cuanto a esta Índice, Candeleda triplica a Guterreño y a Avila capital y es siete veces mayor que en Peguerinos, a 1351 m, frente a los 430 m del primero y en exposición de "solana".

Estas grandes diferencias explican las acusadas diferencias de vegetación, cultivos y aprovechamientos entre unas y otras zonas.

Precipitación:

La ausencia de correlación entre los valores de la precipitación media y la altitud, que ya ha sido demostrada, indica una distribución geográfica bastante irregular, como muestra el adjunto Mapa de Elías (1973) en el que los valores mayores corresponden a la ladera meridional, entre Arenas de San Pedro y el Puerto del Pico, excediendo los 1400 mm de lluvia anual. Esto muestra que las masas de aire húmedo de mayor importancia proceden del suroeste y acceden al interior siguiendo el Valle del Tajo, sufriendo este proceso de elevación y expansión adiabática a lo largo de la ladera de Gredos.

A través de la menor altitud del Puerto del Pico penetran hacia el norte y logran sobrepasar la cifra de 1000 mm en las cercanías de Villatoro.

Las masas de aire húmedo procedentes del noroeste tienen menores posibilidades de precipitación, ya que previamente han descargado parte de su humedad original al pasar sobre el Macizo Galaico, y si bien contribuyen a incrementar la lluvia en la ladera septentrional, la cuantía alcanzada es menor, quedando orlada la Sierra por la isoyeta de 600 mm tan sólo.

La distribución estacional es muy marcada, como puede verse en la tabla siguiente, tomada de la misma obra, en la que figuran los datos de veintidós observatorios, con el detalle de sus datos mensuales y estacionales.

El invierno (Di, En, Feb) es la estación más lluviosa a la que siguen con valores muy semejantes, pero de distribución geográfica algo distinta, la primavera y el otoño, mientras que el verano (Jn, Jl, Ag) es mucho más seco, como corresponde a un clima genuinamente mediterráneo, con cifras de lluvia muy bajas que apenas alcanzan los 100 mm, cantidades insuficientes para las necesidades del desarrollo de las plantas.

El tema de las precipitaciones de máximas intensidades, al hallarse más

relacionado con los procesos de erosión será tratado previamente en el capítulo correspondiente.

Evapotranspiración:

La necesidad conjunta de suelo, mediante la evaporación, y de la planta, mediante la transpiración, de disponer de agua para mantener una reserva adecuada, se estima mediante la evapotranspiración que puede calcularse mediante varios métodos meteorológicos.

Elías Castillo y Giménez Ortiz (1965), han calculado para los observatorios más importantes de España estos datos, con detalle mensual y según los métodos de C.V. Thornthwaite, el más difundido, L. Turc algo más preciso, y H.L. Penman el más exacto, pero que requiere un mayor número de variables meteorológicas para su cálculo.

Teniendo en cuenta que sólo para la capital de Avila se cuenta con datos elaborados por los tres métodos (para el de Penman se precisa conocer la radiación solar, el viento como recorrido medio y la humedad relativa, amén de las otras características generales) es más conveniente, a efectos de aplicaciones comparativas, utilizar los datos según el método de C.W. Thornthwaite, utilizados además en las otras dos elaboradas por Elías y ya citadas.

Sin embargo conviene advertir que las diferencias entre estos dos métodos son importantes como muestra la tabla comparativa que figura a continuación.

	O	N	D	E	F	M	A	M	Jn	Jl	A	S
Penman	42	17	11	13	23	52	72	108	128	155	136	73
Thornthw.	43	20	10	7	10	25	40	67	98	122	114	78
Diferencia	-1	-3	1	6	13	27	32	41	30	33	22	-5
Cociente	0.97	0.83	1.1	1.8	2.3	2.1	1.6	1.6	1.3	1.3	1.2	0.94

En consecuencia, en los observatorios cuyos datos sean correlacionables con los de la capital de Avila, y en los casos en que se quiera obtener una mayor precisión, parece aconsejable corregir los valores mensuales del método de C.W. Thornthwaite, menos precisos, multiplicándolos por los valores de los cocientes mensuales de la última línea de la tabla.

Los valores medios anuales por uno u otro método son 830 mm y 634 mm, con una diferencia de 206 mm, bastante importante, y una relación de 1.3, lo que supone una estimación por defecto del orden del 30%, por lo que conviene llamar la atención en casos como los cálculos del lavado del perfil del suelo, o de las disponibilidades de agua para las plantas.

Balance de humedad:

Disponiendo de las cifras mensuales de la precipitación y de la evapotranspiración (calculada como se haya deseado), puede establecerse el "Balance de humedad" necesario por ejemplo para conocer el "Régimen de humedad" correspondiente a los criterios de la Soil Taxonomy-USDA.

Reproducimos los cálculos para seis observatorios característicos de la zona de estudio tomado de la obra de Elías Castillo (1973), y varios diagramas ilustrativos.

El único criterio a fijar previamente es el relativo a la cifra máxima de agua que puede ser almacenada por un perfil dado de suelo.

Para un caso concreto, será el sumatorio de la secuencia de horizontes que constituyan el perfil del suelo, hasta la profundidad que prefijemos:

$$\sum_{n=1}^{n=j} R_j = \frac{e_j \cdot d_j \cdot Cc_j}{10} \cdot \frac{100 - G_j}{100} \text{ mm}$$

donde:

R = reserva máxima en mm de altura de agua.

e = espesor del horizonte o subhorizonte, en cm.

d = densidad aparente del suelo seco, Kg/dm³.

Cc = capacidad de campo, porcentaje de agua en peso, respecto al suelo seco.

G = porcentaje en volumen de los elementos gruesos, que no puedan almacenar agua.

Sin embargo, para estudios de carácter muy general y ámbito general amplio, se toman valores arbitrarios, como el recomendado por C.W. Thornthwaite de 100 mm de altura de agua, y con arreglo al cual hay multitud de elaboraciones realizadas (pese a la poca adecuación de esa cifra para la mayor parte de los suelos), o bien como el propuesto en la Soil Taxonomy-USDA de 200 mm de altura de agua, algo menos falto de realismo, aunque arbitrario.

Como resultado del "Balance de humedad" obtenemos, bien excesos, cuando el agua excede la máxima retención posible del suelo, bien déficits, cuando se agota la reserva y falta agua para atender las necesidades de la evapotranspiración.

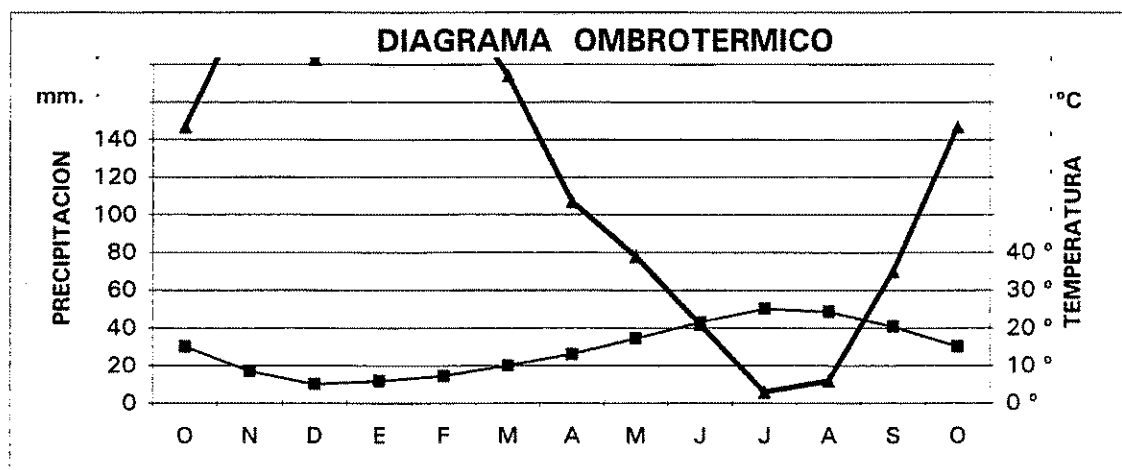
La evaluación de los "excesos" es especialmente interesante en el estudio de los procesos de lavado del suelo, ya que el agua que percola a través del perfil del suelo puede arrastrar tanto los componentes

OBSERVATORIO DE : ARENAS DE SAN PEDRO

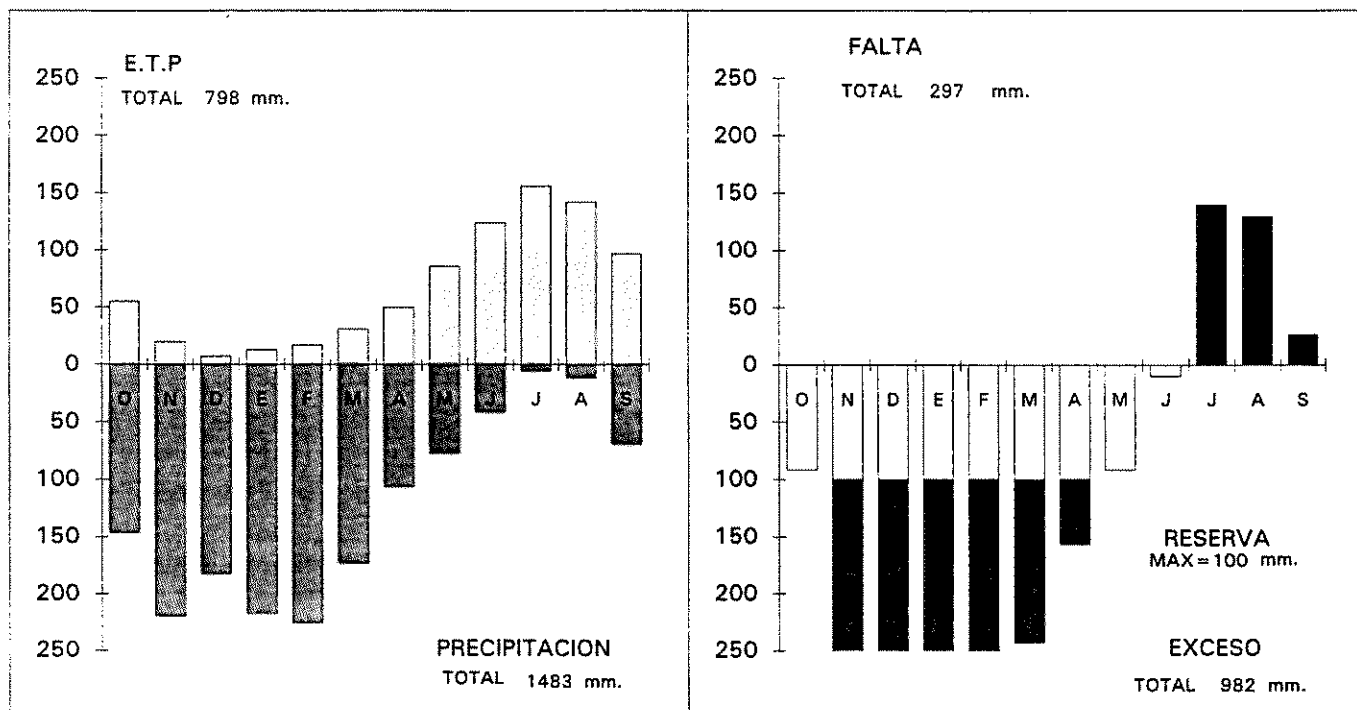
Periodo: 11 años ALT: 510 m

	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	TOTAL
PRECIP	147,0	220,0	183,0	218,0	226,0	174,0	107,0	78,0	42,0	6,0	12,0	70,0	1483
TEMP	15,2	8,7	5,1	6,0	7,4	10,1	13,1	17,3	21,6	25,1	24,4	20,5	14,5
ETP	55,0	20,0	7,0	13,0	17,0	31,0	50,0	86,0	124,0	156,0	142,0	97,0	798
PREC-EPT	92,0	200,0	176,0	205,0	209,0	143,0	57,0	-8,0	-82,0	-150,0	-130,0	-27,0	685
FALTA										140,0	130,0	27,0	297
RESERVA	92,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	92,0	10,0				
EXCESO		192,0	176,0	205,0	209,0	143,0	57,0						982

RESERVA MAXIMA = 100 mm.



BALANCE DE HUMEDAD



disueltos como los que se hallan en suspensión.

En este tema la información suministrada por el mapa adjunto, en cuanto el número de años o frecuencia con que se produce un determinado exceso, 200 mm en el año en este caso, de modo que hay zonas (como el área entre Arenas de San Pedro y el Puerto del Pico) en que casi todos los años se produce ese exceso, sobrepasando la reserva teórica de los 100 mm, mientras que en las comarcas más secas, como en la capital de AVila, sólo un año de cada diez genera ese exceso.

Los datos sobre otras probabilidades y cuantías de los excesos y de las faltas, pueden ser consultados en la referida obra de Elías Castillo (1973).

En cuanto a la existencia de los "Regímenes de humedad" de la Soil Taxonomy-USDA, los cálculos de los observatorios representativos nos muestran:

Observatorio	Déficit con reserva de 200 mm		Exceso con reserva de 200 mm	
Arenas de San Pedro	-197	3 meses	882	6 meses
San Martín de la Vega del Alberche	-77	2 meses	123	4 meses
Barcode Avila	-146	3 meses	108	3 meses
Villarejo del Valle	-94	2 meses	1020	6 meses
El Hornillo	-119	2 meses	985	7 meses

Luego en todos los observatorios el perfil se halla seco al menos dos meses, y como la exigencia del "Régimen xérico" se limita a cuarenta y cinco días tras el solsticio de verano, frente a una situación de humedad en los cuarenta y cinco días tras el solsticio de invierno, por lo que el "Régimen xérico" es omnipresente, máxime si se considera además el papel de la escorrentía superficial, disminuyendo el aporte de agua de la lluvia.

CLASIFICACION DEL CLIMA:

Presentaremos los resultados de la utilización de dos sistemas de Clasificación del Clima, entre los muchos existentes: el desarrollado por C. W. Thornthwaite, que se halla muy difundido y se presta a diversas aplicaciones, y el de J. Papadakis, de clara adaptación agrícola.

Clasificación de C.W. Thornhwaite:

Basada en su "Índice hídrico", Im:

$$Im = \frac{\text{Exceso} - 0,6 \text{ Déficit}}{\text{Evapotranspiración}} \cdot 100$$

expresadas todas las variables en mm de altura de agua, los observatorios más secos resultan ser de carácter "Subhúmedo" (Índice entre 0-20) como Barco de Avila Im=17.6, los intermedios de carácter "Húmedo" como San Martín de la Vega del Alberche, Im= 20.5 hasta Arenas de San Pedro Im=100 (intervalo 20 a 100) y los más lluviosos llegan a presentar el carácter "Perhúmedo" como El Hornillo Im=123 y Villarejo del Valle Im=123 que unen a su mayor lluvia una menor evapotranspiración.

Matizando el carácter climático hemos de atender, al tratarse de climas húmedos, a la falta de agua estacional, mediante el Índice de aridez de valor:

$$Ia = \frac{\text{Déficit}}{\text{Evapotranspiración}} \cdot 100$$

que para la mayoría de los observatorios supone una "falta moderada en verano" (Ia entre 16.7 y 33) y en algún caso extremo, como Arenas de San Pedro es una "falta grande en verano" al superar el valor de Ia el valor de 33.

Clasificación de J. Papadakis:

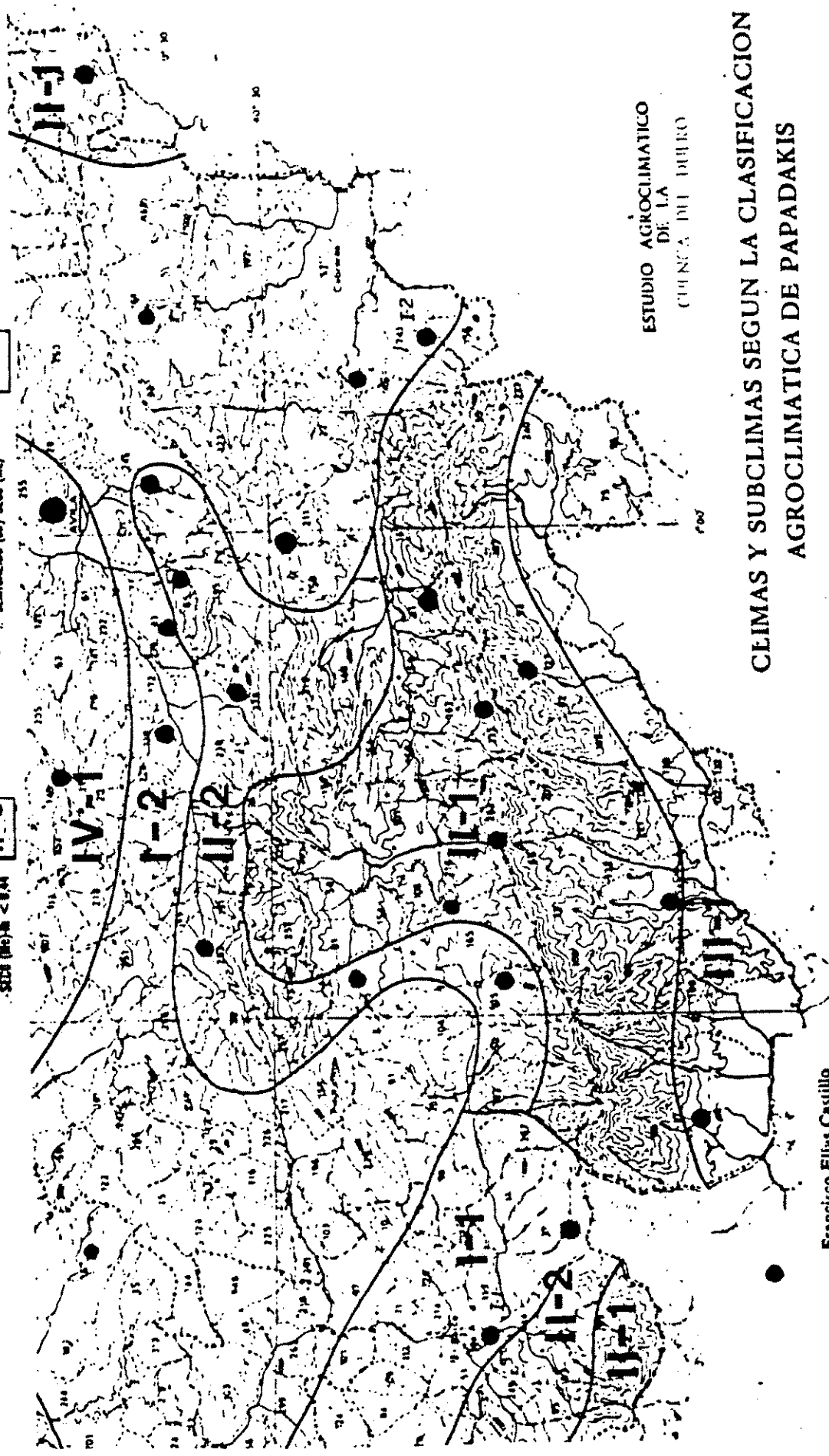
Esta clasificación de carácter estrictamente agroclimático es algo más prolija en su estructura, por lo que en gracia a la brevedad remitimos al lector a la leyenda del adjunto mapa de la tantas veces citada obra de Elías Castillo (1973).

En todos los casos se trata de un "Clima Mediterráneo", que va desde el "Semiárido Continental" en las proximidades de Avila capital, fuera ya de la montaña, pasando por el "Continental" y por el "Templado" de las laderas, hasta el realmente "Templado fresco" de las zonas propiamente montañosas del interior y de las cimas.

Las subdivisiones de este sistema se basan en la humedad y dentro de cada categoría existen unas gradaciones particulares según las zonas.

El estudio en detalle de los resultados de esta clasificación permite la explicación de numerosos hechos agrícolas, pero excedería el grado de información aconsejable en el estudio.

- (I)-MEDITERRANEO TEMPLADO (TE-ME, Mo)
 - NÚMERO (ME)
 - I-1
 - I-2
 - SECO (ME) (número de meses secos) > 0,44
 - I-1
 - I-2
- (II)-MEDITERRANEO TEMPLADO FRESCO (Te, te, Pa, pa-ME, Mo)
 - NÚMERO (ME)
 - II-1
 - II-2
 - II-3
 - SECO (ME) (número de meses secos) > 0,44
 - II-1
 - II-2
 - II-3
 - SECO (ME) (número de meses secos) < 0,44
 - II-1
 - II-2
 - II-3
- (III)-MEDITERRANEO CONTINENTAL (Co, co, ME, Mo)
 - CÁLIDO (Co) NÚMERO (ME)
 - III-1
 - III-2
 - III-3
 - SEMI-CÁLIDO (Co) NÚMERO (ME)
 - III-1
 - III-2
 - III-3
 - SEMI-CÁLIDO (Co) SECO (ME)
 - III-1
 - III-2
 - III-3
- (IV)-MEDITERRANEO SEMI-ARIDO CONTINENTAL (Co, Co, co, TE, Te, te -mo)
 - SEMI-CÁLIDO (Co)
 - IV-1
 - IV-2
 - IV-3



ESTUDIO AGROCLIMATICO
DE LA
CUENCA DEL DUERO

CLIMAS Y SUBCLIMAS SEGUN LA CLASIFICACION AGROCLIMATICA DE PAPADAKIS

BIOCLIMATOLOGIA:

La bioclimatología se puede definir como la ciencia que relaciona el clima y los seres vivos en los diferentes ecosistemas, estudiando la distribución y localización de especies en función de dos parámetros climáticos básicos, como son precipitación y temperaturas (Rivas-Martínez, 1985).

En función de parámetros básicamente térmicos y en relación con la altitud se definen los pisos bioclimáticos o termotipos. En la Sierra de Gredos (Región Mediterránea de la P.I.) pueden reconocerse los siguientes:

INTERVALO ALTITUDINAL (m)	PARAMETROS TERMOCLIMATICOS
CRIOEDITERRANEO >2300	T=4°C; m=-7°C; M=0°C; It=-30
OROMEDITERRANEO 1800-2200	T=4 a 8°C; m=-7 a -4°C; M=0 a 2°C; It=-30 a 60
SUPRAMEDITERRANEO 850-1800	T=8 a 13°C; m=-4 a -1°C; M=2 a 9°C; It=60 a 200
MESOMEDITERRANEO >850	T=13 a 17°C; m=-1 a 4°C; M=9 a 14°C; It=210 a 350

Los símbolos termoclimáticos representan: T=Temperatura media anual; m=Temperatura media de las mínimas del mes más frío; M=Temperatura media de las máximas del mes más frío; It=Índice de termicidad (T+m+M)x10 (Rivas-Martínez, 1985, 1994).

Dentro de cada piso bioclimático, en función de la precipitación se pueden diferenciar los siguientes tipos ombroclimáticos (Rivas-Martínez, 1985):

- ARIDO: P < 200 mm
- SEMIARIDO: P = 200-350 mm
- SECO: P = 350-600 mm
- SUBHUMEDO: P = 600-1000 mm
- HUMEDO: P = 1000-1600 mm
- HIPERHUMEDO: P > 1600 mm

Con los datos termopluviométricos consultados de aquellas estaciones que se disponen, se observa que en la Sierra de Gredos se dan

gradientes climáticos típicos de alta montaña. Sin embargo hay que destacar las asimetrías existentes en las sierras, tanto entre las vertientes N-S, como entre la zona oriental y occidental que hacen variar los registros de precipitación y temperatura dentro de un mismo piso bioclimático, dando como consecuencia variaciones climáticas en zonas de similar altitud, como por ejemplo el notable aumento de la precipitación y de la temperatura al desplazarse en dirección E-W.

Los suelos analizados en la Sierra de Gredos en función de los parámetros bioclimáticos se sitúan en:

PISOBIOCLIMATICO	OMBROCLIMA	PERFILES
OROMEDITERRANEO	HUMEDO	P-VIII
SUPRAMEDITERRANEO	SUBHUMEDO HUMEDO	P-V P-IV
MESOMEDITERRANEO	HIPERHUMEDO	P-I

BIBLIOGRAFIA

ELIAS CASTILLO, F. y GIMENEZ ORTIZ, R., 1965. Evapotranspiraciones potenciales y balances de agua en España. Mapa Agronómico Nacional. Ministerio de Agricultura. Madrid.

ELIAS CASTILLO, F., 1973. Estudio agroclimático de la Cuenca del Duero. Inst. Nac. Inv. Agrarias. Madrid.

ELIAS CASTILLO, F. y RUIZ BELTRAN, J., 1977. Agroclimatología de España. Inst. Nac. Inv. Agrarias. Madrid.

GAVILAN GARCIA, R.G., 1994. Estudio de las relaciones entre la vegetación y el clima en el Sistema Central español. Memoria Doctoral. Facultad de Farmacia. UCM. 332 pp. Madrid.

RIVAS-MARTINEZ, S., 1985. Biogeografía y vegetación. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 103 pp. Madrid.

RIVAS-MARTINEZ, S., 1994. Clasificación bioclimática de la Tierra (Bioclimatic classification System of the World). Folia Botánica Matritensis 13: 1-25.

ROQUERO, C., 1982. Causas y efectos de la erosión en el Medio Natural de Almería. Seminario sobre zonas áridas. Inst. Est. Almerienses. 91-115 pp. Almería.

ROQUERO, C., 1988. El Medio Natural de la Comunidad de Madrid. Com. de Madrid. Com. de Madrid (sin publicar).

ROQUERO, C., 1995. Los suelos del Alto-Aragón y la vegetación. Efectos de la deforestación sobre la degradación de los suelos. Seminario sobre "La utilización de tierras agrícolas abandonadas". Inst. Est. Alto-aragoneses. Huesca.

SANCHEZ-MATA, D., 1989. Flora y vegetación del macizo oriental de la Sierra de Gredos (Avila). Diput. Prov. Avila. Publ. Inst. Gran Duque de Alba. 440 pp. Avila.

CAPITULO IV

VEGETACION

LA VEGETACION DE LAS SIERRAS DE GREDOS

Introducción

La vegetación vascular natural de cualquier territorio responde a parámetros diversos y complejos. El medio físico donde se asienta la condiciona según su litología y procesos geomorfológicos y edafogenéticos que ha experimentado; a su vez el soporte físico o sustrato edáfico y la cobertura vegetal misma están influenciados directamente por el clima general del área (termoclima, ombroclima) estableciéndose relaciones estrechas entre clima y vegetación. Por otro lado el propio areal geográfico de los diferentes táxones vegetales influye en la composición y fisonomía de las fitocenosis a cuyo conjunto denominamos vegetación.

En el contexto de estas líneas consideramos como sierras de Gredos a la unidad biogeográfica que incluye el conjunto de los tres principales macizos gredenses (oriental, central y occidental) así como las alineaciones septentrionales de las sierras de Villafranca, La Serrota y Parameras de Avila.

Esbozo bioclimático de las sierras de Gredos

En las sierras de Gredos existen los gradientes climáticos típicos observados en las altas montañas, es decir, se observa un descenso progresivo de la temperatura respecto a la altitud así como un aumento de la precipitación con la misma. Sin embargo, existen otros factores que explican el fenómeno climático en Gredos: Por un lado, la asimetría entre las vertientes septentrional y meridional y, por otro, la diferencia existente entre los territorios orientales y los occidentales. Ambas realidades tienen incidencia en la distribución de la vegetación y se acusan tanto en la precipitación como en la temperatura, aunque en esta última la asimetría este-oeste tiene un carácter menos acusado.

La asimetría norte-sur se deriva de dos fenómenos, el primero de ellos es la situación de la meseta norte en un nivel altitudinal mayor que la sur. Como consecuencia de ello, la

vertiente norte de la sierra de Gredos tiene una diferencia altitudinal menor entre la cota más alta y la más baja (900 m aproximadamente en las zonas más bajas a 2592 m en el pico Almanzor) que la vertiente sur (desde 400 m aproximadamente en el valle del río Tiétar a 2592 m). Este fenómeno se traduce en un gradiente climático de menor entidad en la vertiente norte de Gredos. El segundo fenómeno es la disposición de las montañas en sentido este-oeste en el conjunto del Sistema Central. Dicha orientación deja a la vertiente septentrional situada a sotavento, y por lo tanto, deja en sombra de lluvias a las alineaciones más norteñas del territorio (sierras de Piedrahita-Villafranca, La Serrota y Parameras de Avila) de los vientos procedentes del sur y suroeste, principales responsables de las lluvias que se registran en estos territorios; además la precipitación que aportan las masas de aire polar marítimo en invierno es muy escasa (Capel Molina, 1981; Font Tullot, 1983). Sin embargo, la vertiente meridional situada a barlovento de los vientos de procedencia sur y suroccidental registra precipitaciones más elevadas. Como datos significativos podemos aportar la precipitación media anual (mm) de algunas localidades facilitadas por el Instituto Meteorológico Nacional; vertiente septentrional: P Avila = 343, P Burgohondo = 619; vertiente meridional: P Mijares = 1340, P Piedralaves = 1349, P Arenas de S. Pedro = 1412, P El Hornillo = 1545, P Guisando = 2160.

Tanto en la vertientes septentrional como en la meridional se puede observar un aumento de la precipitación anual en sentido este-oeste. No obstante, hay que señalar que en las zonas más orientales del Sistema Central (sierras de Ayllón y Guadarrama) se detecta un ligero aumento de precipitación con respecto a zonas adyacentes situadas en el centro de ambas vertientes del Sistema Central aunque siempre con valores menores que los de las zonas occidentales. Asimismo, este fenómeno se detecta en la precipitación estacional, siendo la de invierno la de mayor entidad, seguida por las de otoño y primavera, mientras que la de verano presenta pocas variaciones.

Las temperaturas tienden también a elevarse en sentido este-oeste, apreciándose este incremento tanto en la temperatura media de las máximas como de las mínimas anuales o estacionales. Como ocurre en casi todos los territorios extratropicales del hemisferio norte, durante el invierno la influencia de los aires de procedencia polar marítima y continental es máxima. En este sentido, la orientación transversa del Sistema Central le convierte en una barrera para dichas masas de aire frío, que afectan sobre todo a la vertiente septentrional pero de la que la vertiente meridional se ve relativamente abrigada. Durante el verano, esta orientación juega también un papel de pantalla para las corrientes cálidas de procedencia meridional, a la vez que condensa en la vertiente sur la insolación recibida por el mismo efecto de la exposición.

Tomando de forma individual o conjunta factores climáticos diversos podemos delimitar la distribución de los táxones vegetales así como de las fitocenosis. Tales límites se conocen con el nombre de fronteras, termotipos o pisos bioclimáticos. Estas fronteras están definidas por un conjunto de elementos climáticos. Un caso particular de frontera bioclimática es la zonación altitudinal de la vegetación, fenómeno conocido y cuantificado muy particularmente en la región Mediterránea (Ozenda, 1975; Quézel, 1979; Rivas-Martínez 1981, 1982, 1984, 1990). Siguiendo a este último autor los pisos bioclimáticos para la región Mediterránea en la que se encuentran las sierras de Gredos han sido descritos en función de factores termoclimáticos. En la sierra de Gredos se pueden reconocer cuatro pisos bioclimáticos:

- Mesomediterráneo: temperatura media anual comprendida entre 13 y 17 °C. Incluye desde las zonas basales hasta los (850)-900-(950) m de altitud en la vertiente meridional de las sierras de Gredos. No puede reconocerse en la vertiente septentrional.

- Supramediterráneo: temperatura media anual comprendida entre 8 y 13 °C. Incluye los territorios situados entre los (850)-900-(950) y los (1750)-1800 m de altitud. Territorialmente es el más extenso en las sierras de Gredos.

- Oromediterráneo: temperatura media anual comprendida entre 4 y 8 °C. Incluye las zonas comprendidas entre los (1750)-1800 y los 2200-(2300) m de altitud. Comprende las zonas de mayor altitud ("cuerdas") del territorio.

- Crioromediterráneo: temperatura media anual inferior a 4 °C. Se encuentra a partir de los 2200-(2300) m de altitud. Sólo existe bien individualizado en las áreas culminícolas de los macizos central y occidental de Gredos.

Esbozo bio- y fitogeográfico de las sierras de Gredos

Rivas-Martínez (& cols. 1987) y Rivas-Martínez & *al.*, (1990, 1993) han propuesto para Europa occidental síntesis corológica que reseñamos a continuación para la región Mediterránea según la última aproximación:

B. Región Mediterránea

B1. Subregión Mediterránea occidental

B1.1. Superprovincia Ibero-Levantina

- I. Provincia Aragonesa
- II. Provincia Catalano-Valenciano-Provenzal
- III. Provincia Baleárica
- IV. Provincia Castellano-Maestrazgo-Manchega
- V. Provincia Murciano-Almeriense

B.1.2. Superprovincia Ibero-Atlántica

- VI. Provincia Carpetano-Ibérico-Leonesa
- VII. Provincia Luso-Extremadurens
- VIII. Provincia Gaditano-Onubo-Algarviense
- IX. Provincia Bética

B2. Subregión Canaria

B2.1. Superprovincia Canariense

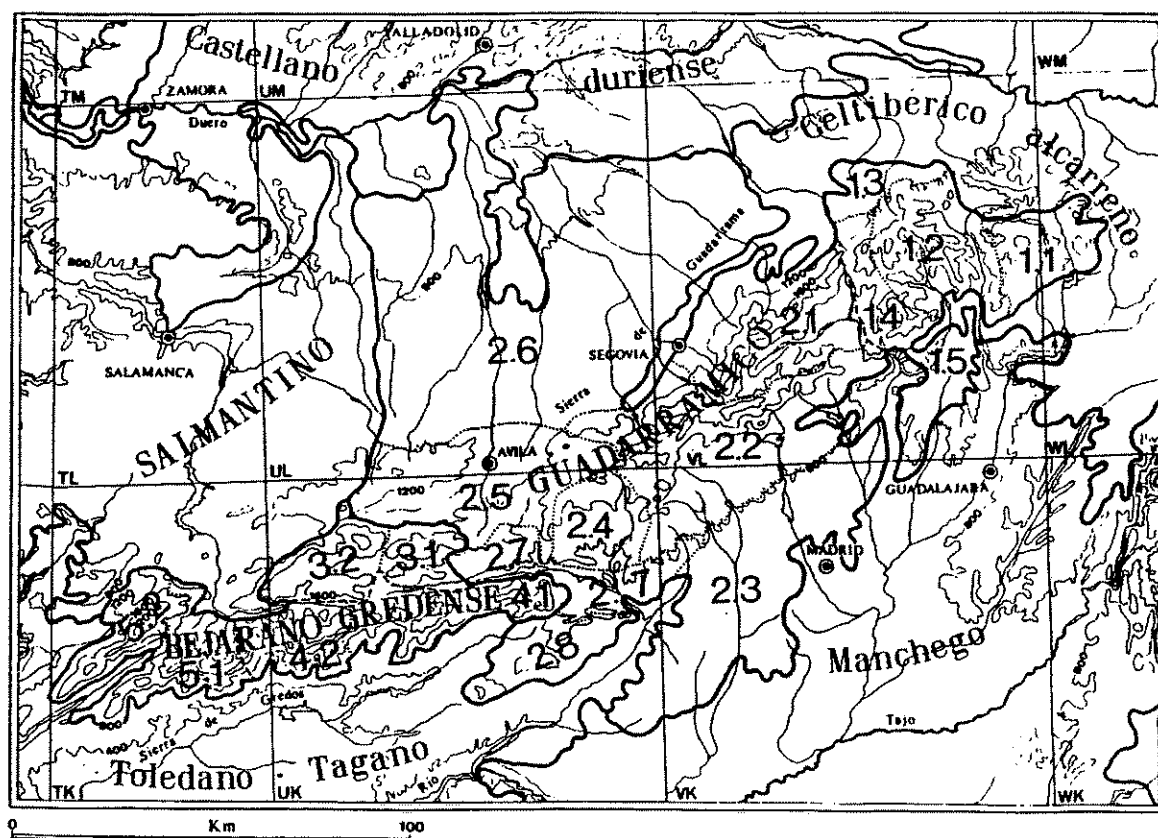
- X. Provincia Canaria oriental
- XI. Provincia Canaria occidental
- XII. Provincia Madeirense

Siguiendo la tipología propuesta las sierras de Gredos y las alineaciones septentrionales incluidas constituyen el sector Bejarano-Gredense de la provincia mediterráneo-iberoatlántica Carpetano-Ibérico-Leonesa. En el conjunto de alineaciones silíceas del Sistema Central, el sector Bejarano-Gredense ocupa una posición intermedia entre los sectores occidentales más oceánicos (Estrellense y Salmantino) y el sector Guadarrámico, más interior y continental.

La delimitación territorial de este sector biogeográfico coincide con los principales macizos montañosos (fig. 1); las sierras de Béjar-Candelario y Tormantos (subsector Bejarano-Tormantino) son las más lluviosas y las que tienen mayores relaciones de flora y vegetación con las áreas carpetanas más occidentales; las sierras paramero-serrotenses (subsector Paramero-Serrotense), en cambio, reciben precipitaciones muy inferiores y muestran ciertas influencias guadarrámicas, como son la presencia diferencial en el piso supramediterráneo de jarales de "jara estepa" (*Cistion laurifolii*) y de berceales (*Agrostio castellanae-Stipion giganteae*) así como, por el contrario, la ausencia de pastizales vivaces de *Festuca elegans* o "cerrillo" (*Festucion elegantis*), muy extendidos en los otros dos subsectores (Gavilán, 1994).

Las comunidades vegetales con carácter de vegetación potencial en el piso oromediterráneo discriminan claramente a los tres subsectores: enebrales y cambrionales rastreros (*Echinosparto pulviniformis-Cytisetum oromediterranei*) en el Bejarano-Tormantino, enebrales rastreros con "cambriones" (*Cytiso oromediterranei-Echinospartetum barnadesii*) en el Gredense y enebrales rastreros sin "cambriones" en el Paramero-Serrotense (*Senecioni-Cytisetum oromediterranei*), asociación guadarrámica en sentido amplio y paramero-serrotense.

En la vertiente meridional de las sierras de Gredos, el límite entre los termotipos supra- y mesomediterráneo marca fielmente el cambio de la provincia biogeográfica Carpetano-Ibérico-Leonesa a la Luso-Extremadurensis. Este límite altitudinal se sitúa en torno a los (850)-900 m. y por debajo de esta cota son frecuentes y muy productivos los cultivos de "olivo", "vid", "higuera" y diversos cultivos hortenses en los fondos de valle. El cambio referido se manifiesta asimismo en una sustitución drástica de la vegetación potencial climatofila. Al descender en altitud los melojares o rebollares supramediterráneos subhúmedos (*Luzulo forsteri-Quercetum pyrenaicae leuzeetosum rhaponticoidis*) ceden ante los melojares mesomediterráneos húmedos (*Arbutum unedonis-Quercetum pyrenaicae*). Los melojares naturales se encuentran muy poco representados en la actualidad en el territorio salvo algunos bosquetes de extensión reducida en La Parra, Arenas de S. Pedro, Ramacastañas y Candeleda en el piso mesomediterráneo y algunas formaciones más o menos extensas dignas de conservación en el puerto de Villatoro, Mengamuñoz, S. Martín del Pimpollar y Candeleda en el piso supramediterráneo. Los bosques climatofilos de *Quercus pyrenaica* en los territorios mesomediterráneos han sido sustituidos extensivamente por cultivos forestales de "pino resinero" (*Pinus pinaster*). Sólo quedan evidencias generalizadas de este tipo de melojares a través de diferentes etapas de sustitución del bosque maduro: variantes húmedas de madroñales (*Phillyreo angustifoliae-Arbutetum unedonis viburnetosum tini*), piornales mesomediterráneos de "piorno blanco" (*Cytiso multiflori-Sarothamnetum eriocarpī*) y brezales o brezal-jarales (*Ericenion umbellatae*). Estas áreas meridionales y basales (de piedemonte) se incluyen ya en la provincia corológica Luso-Extremadurensis (Sánchez-Mata, 1989).



-Figura 1. Biogeografía del Sistema Central ibérico: I. Sector Guadarrámico: 1. Subsector Ayllonense (1.1-1.5). 2. Subsector Guadarramense (2.1-2.8). II. Sector Bejarano-Gredense: 3. Subsector Paramero-Serrotense, 3.1. Distrito Paramero avilés, 3.2. Distritop Serrotense. 4. Subsector Gredense, 4.1. Distrito Gredense oriental, 4.2. Distrito Altogredense. 5. Subsector Bejarano-Tormantino, 5.1. Distrito Tormantino, 5.2. Distrito Bejarano. III. Sector Salmantino. IV. Sector Estrellense (original de J. Pizarro).

Hacia el este, en los tramos más orientales del valle del río Tiétar y en termotipo mesomediterráneo, disminuye la precipitación media anual correspondiendo la vegetación potencial a la serie del encinar luso-extremadureño (*Pyro bourgaeanae-Querceto rotundifoliae* S.).

En la figura 2 se representa la disposición catenal idealizada de la vegetación potencial climatófila (etapa madura) en un transecto desde el valle del río Tiétar (piedemonte de Gredos) hasta la cumbre de La Serrota.

Vegetación vascular de las sierras de Gredos

Desde las altas cumbres gredenses hasta la depresión del río Tiétar la variedad de medios en las sierras gredenses es muy elevada y la vegetación vascular se encuentra muy diversificada. Expondremos brevemente a continuación las principales comunidades vegetales o fitocenosis que caracterizan la vegetación vascular natural (autóctona) de las sierras de Gredos en función de los termotipos reconocidos.

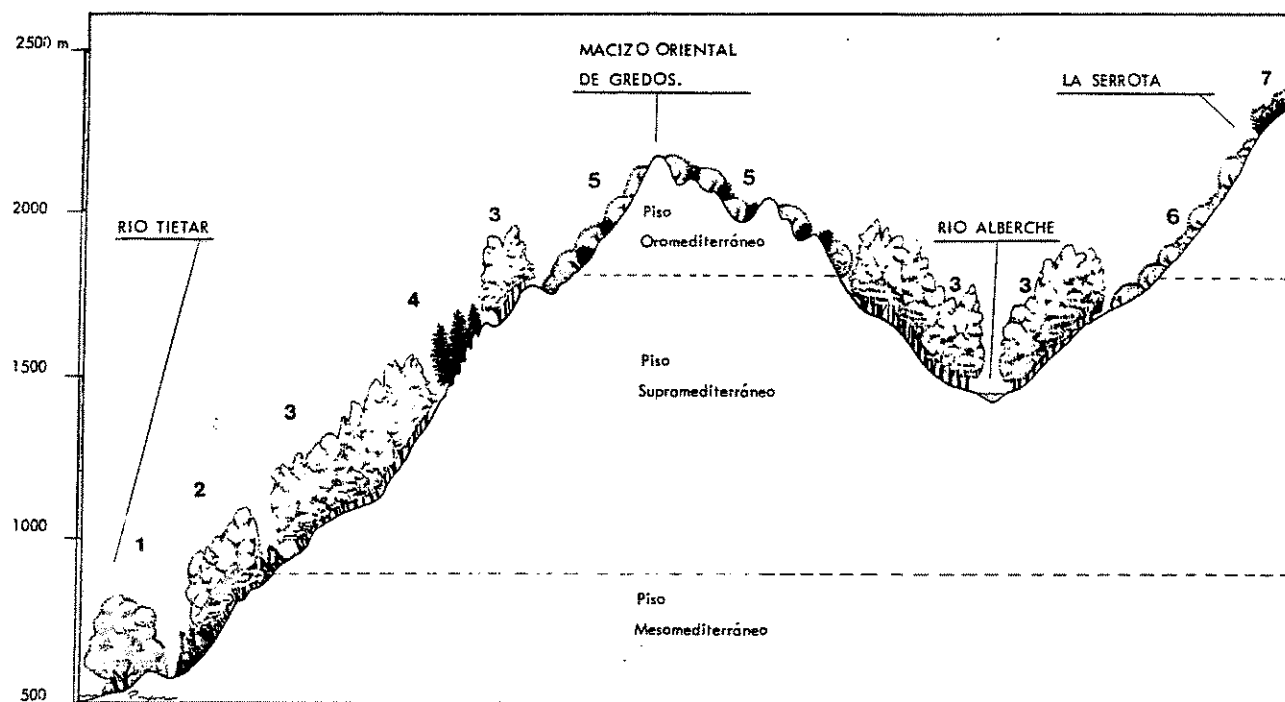
Las áreas cumbreñas de la alta montaña (piso crioromediterráneo)

Los territorios culminícolas del conjunto de las altas montañas gredenses corresponden al piso o termotipo crioromediterráneo. Este sólo puede reconocerse en los grandes circos glaciares del macizo central de Gredos y en las altas cumbres de las sierras de Tormantos y Béjar-Candelario; en la zona cacuminal de La Serrota se puede interpretar la existencia de este termotipo con carácter puntual y topográfico. La precipitación media anual en estas áreas es muy elevada (ombroclimas húmedo superior e hiperhúmedo). Como consecuencia de esta elevada pluviosidad e innivación la vegetación natural es acidófila no pudiéndose desarrollar ningún tipo de vegetación arbórea o arbustiva debido a las condiciones climáticas extremas existentes.

El límite entre los termotipos crioro- y oromediterráneo puede establecerse en torno a los 2200-(2300) m pudiendo variar esta cota localmente bien en situaciones abrigadas de solana o en el fondo de los grandes circos glaciares debido al embolsamiento de masas de aire frío.

La vegetación potencial natural climatófila de estos territorios corresponde a comunidades vivaces cespitosas (*Agrostio rupestris-Armerietum bigerrensis*). Sin embargo, a causa de la prolongada permanencia de la nieve, la extensión real de estos pastizales aparece restringida a estaciones no innivadas (espolones y cresteríos rocosos, rellanos, etc.) o con escasa cobertura invernal de nieve.

En la fisonomía del paisaje general de las cumbres de Gredos (termotipos crioro- y oromediterráneo) son dominantes un tipo de cespadales densos siempreverdes exigentes en humedad edáfica (higrófilos) o en abundante cobertura nival (quionófilos). Estos cespadales,



-Figura 2. Disposición catenal de la vegetación potencial climatófila (etapa madura) en un transecto ideal desde el valle del río Tíetar a La Serrota (original de J. Pizarro):

1. Encinares mesomediterráneos luso-extremadurenses (*Pyro bourgaeanae-Quercetum rotundifoliae*).
2. Melojares mesomediterráneos luso-extremadurenses (*Arbutus unedonis-Quercetum pyrenaicae*).
3. Melojares supramediterráneos bejarano-gredenses (*Luzula forsteri-Quercetum pyrenaicae leuzeetosum rhaponticoidis*).
4. Comunidad permanente de enebros (*Junipero oxycedri-Quercetum rotundifoliae festucetosum elegantis*).
5. Enebrales rastreros oromediterráneos gredenses con cambriones (*Cytisus oromediterranei-Echinopartetus barnadesii*).
6. Enebrales rastreros oromediterráneos paramero-serrotenses (*Senecioni carpetani-Cytisetum oromediterranei*).
7. Pastizal xerófilo vivaz paramero-serrotense (*Arenaria querioidis-Festucetum summilusitanae armerietosum caespitosae*).

se hallan presididas por el "cervuno" (*Nardus stricta*); de ahí el nombre generalizado de cervunales (*Campanulo herminii-Nardion strictae*). Se trata de pastizales naturales muy productivos desde el punto de vista ganadero por su densidad y extensión y se encuentran muy diversificados en el territorio alcanzando el piso supramediterráneo. La dominancia de los cervunales sobre los pastizales xerófilos constituye un rasgo diferencial de las altas cumbres bejarano-tormantinas y gredenses frente al paisaje de las cumbres guadarrámicas y paramero-serrotenses, más continentales y xéricas en las que la dominancia se invierte en favor de los segundos (Rivas-Martínez, 1963).

Además de los pastizales comentados son relativamente frecuentes y características ciertas comunidades fruticasas presididas por el "enebro rastrero" (*Juniperus communis* subsp. *alpina*) que se desarrollan en biótotos muy expuestos como cuchillares, espolones, roquedos muy venteados, etc. (*Avenello ibericae-Juniperetum alpinae*). Son frecuentes en estaciones en las que la permanencia de nieve o hielo es muy escasa. Asimismo cabe destacar que en el macizo de La Serrota y sierra de Villafranca las áreas cacuminales por encima de los 2250 m están colonizadas por un pastizal xerófilo ralo que puede considerarse como comunidad permanente (*Arenario querioidis-Festucetum summilusitanae armerietosum caespitosae*). Desde el punto de vista florístico está dominado por la "joraga" (*Festuca indigesta* subsp. *summilusitana*) y en él son frecuentes algunos endemismos de diverso areal y biotipo hemicriptofítico (*Arenaria querioides*, *Armeria caespitosa*, *Hieracium subuliferum*, *Jasione crispa* subsp. *sessiliflora*, *Jurinea humilis*, etc.).

El modelado glaciar y periglacial del relieve y las repercusiones de la intensa y prolongada innivación en la alimentación de los cursos de agua, han favorecido un notable desarrollo de ciertos tipos de vegetación muy especializados y frecuentes tanto en las áreas crioro- como oromediterráneas. Es el caso de las comunidades rupícolas o fisurícolas (*Saxifragion willkommiana*), glerícolas o de pedreras (*Linario-Senecionion carpetani*) y de canchales de grandes bloques caóticos de depósito morrénico (*Dryopteridion oreadis*). En el conjunto de estas comunidades saxícolas son frecuentes numerosas plantas críticas o endémicas, a veces de reducido areal en el territorio. Podemos destacar los siguientes:

Antirrhinum grosii, *Asplenium adiantum-nigrum*, *Asplenium septentrionale*, *Biscutella intermedia* subsp. *gredensis*, *Centaurea avilae*, *Conopodium bunioides* subsp. *butinioides*, *Cryptogramma crispa*, *Digitalis purpurea* subsp. *carpetana*, *Doronicum kuepferi*, *Dryopteris expansa*, *Dryopteris oreades*, *Eryngium bourgatii* subsp. *hispanicum*, *Hieracium amplexicaule*, *Hieracium carpetanum*, *Jasione laevis* subsp. *gredensis*, *Linaria alpina* subsp. *aciculifolia*, *Linaria saxatilis*, *Murbeckiella boryi*, *Reseda gredensis*, *Santolina oblongifolia*, *Saxifraga orogredensis*, *Scrophularia bourgaeana*, *Sempervivum vicentei* subsp. *pau*, *Senecio pyrenaicus* subsp. *carpetanus*, *Scutellaria alpina*, *Silene boryi* subsp. *penyalarensis*, *Solidago virgaurea* subsp. *fallit-tirones* y *Valeriana tripteris*.

En la base de los circos y recuencos glaciares parcialmente colmatados así como en los sistemas de lagunas y su correspondiente red de pequeños arroyos se desarrollan toda una pléyade de comunidades vegetales muy especializadas: vegetación de turberas (*Caricetum carpetanae*), comunidades acuáticas de batráquidos, ninfeidos y miriofílidos (*Potametea*), vegetación anfibia de isoétidos (*Sparganio angustifolii-Isoetetum lereschii*), comunidades anfibias de terófitos que soportan un estiaje acusado (*Juncetum nanae*), vegetación helofítica

de aguas nacies (*Myosotidion stoloniferae*), etc.

Como comunidades de extensión más reducida podemos reseñar las que colonizan ventisqueros (*Mucizonia sedoidis-Omalothecetum pusillae*, sólo representadas en el Alto Gredos y Béjar-Tormantos), las colonizadoras de rellanos rocosos con escorrentías presididas por el "ajo de Gredos" (*Allietum gredensis*), y los herbazales de gran talla y de carácter megafórbico (*Adenostylion alliariae*) donde prosperan, entre otras plantas, "verdegambres" (*Veratrum album*), "acónitos" (*Aconitum napellus* subsp. *castellanicum*), *Aconitum vulparia* subsp. *neapolitanum*, "genciana" (*Gentiana lutea*), "polígono" (*Polygonum alpinum*), etc. y ciertos helechos como *Athyrium distentifolium*. En ocasiones algunas de estas comunidades pueden desarrollarse también en territorios oromediterráneos y supramediterráneos.

La alta montaña (piso oromediterráneo)

En los territorios oromediterráneos de los macizos oriental y central de Gredos (comprendidos generalmente entre los 1750-(1800)-2200-(2300) m la vegetación potencial natural climatófila corresponde a enebrales rastreros con "piornos serranos" (*Cytisus oromediterraneus*) y "cambriones" (*Echinopartum barnadesii*) -*Cytisus oromediterranei-Echinopartum barnadesii*-. Por el contrario, en las áreas más occidentales de Gredos (sierras de Béjar-Candelario y Tormantos) este tipo de vegetación se trueca en enebrales similares con piornos serranos y "cambriones rastreros" (*Echinopartum ibericum* subsp. *pulviniformis*) -*Echinopartum pulviniformis-Cytisetum oromediterranei*-.

En las sierras paramero-serrotenses, más continentales que Gredos la vegetación potencial oromediterránea corresponde a enebrales rastreros con piornos serranos similares a los guadarrámicos (*Senecioni carpentani-Cytisetum oromediterranei*).

El paisaje actual se encuentra muy transformado en estas zonas. La fisonomía más frecuente corresponde a extensos piornales de piorno serrano con cambriones donde el enebro rastrero o no existe o se encuentra refugiado en biótopos rupestres o inaccesibles a las llamas; además en los claros de estos piornales prosperan pastizales vivaces (joragales y cervunales). Esta situación tan frecuente en el Sistema Central se debe al uso tradicional del territorio. La técnica persistente de utilizar el fuego o la tala de los piornales más añosos y desarrollados para conseguir espacios abiertos donde puedan instalarse pastizales aprovechables por el ganado han llevado a esta configuración actual del paisaje. El piorno serrano se regenera a veces pero no así el enebro rastrero que queda acantonado en lugares protegidos y desaparece del resto del área. Este es el origen de los extensos piornales que existen en muchas localidades oromediterráneas en la actualidad. De esta forma, se desarrollan rápidamente, a expensas de los minerales acumulados tras el fuego o de la materia orgánica vegetal acumulada en el suelo, comunidades vivaces pirófilas dominadas por *Linaria nivea* (*Linarietum niveae*).

Los pastizales vivaces de carácter xerófilo dominados por la gramínea *Festuca*

indigesta subsp. *summilusitana* (*Arenario querioidis-Festucetum summilusitanae*) ocupan vastas extensiones tanto en los claros de los enebrales rastreros como en áreas abiertas prosperando siempre sobre suelos bien drenados. En este tipo de comunidades pascícolas se ubica el localizado endemismo serrotense *Acanthorrhinum rivas-martinezii* (Fernández Casas & Sánchez-Mata, 1988) del que se conocen no más de cinco poblaciones en todo el macizo de La Serrota (Sánchez-Mata, 1987); esta rarísima escrofulariácea, descrita como nueva para la ciencia hace pocos años (Sánchez-Mata, 1988), apenas descende por debajo de los 1900 m. Además en ellas encuentran su óptimo algunos endemismos de diverso areal (*Anthemis alpestris*, *Arenaria querioides*, *Armeria caespitosa*, *Jasione crispa* subsp. *sessiliflora*, *Jurinea humilis*, *Ornithogalum concinnum*, etc.).

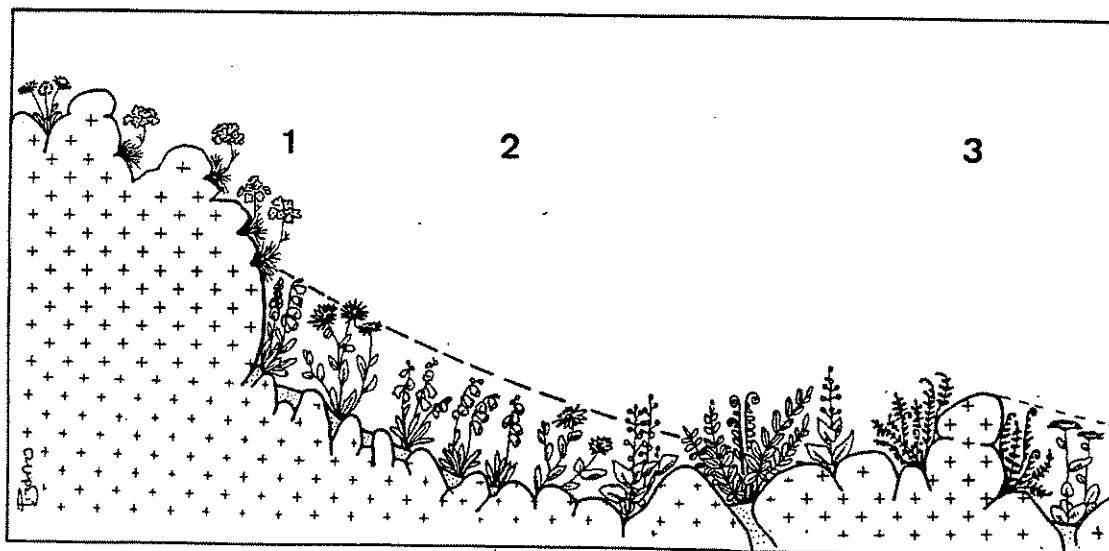
En los suelos con balance hídrico favorable los joragales son desplazados por cervunales (*Campanulo herminii-Nardion strictae*), bien higrófilos (*Luzulo carpetanae-Juncetum squarrosi*) o que soportan largos períodos de innivación (*Poo legionensis-Nardetum strictae*). El uso ganadero de estos pastizales naturales provoca una alteración de los mismos que se manifiesta en su composición florística; la dinámica de estas comunidades vegetales permite la instalación de otras plantas que, generalmente, elevan su productividad.

Otros tipos de vegetación destacables en los territorios oromediterráneos de Gredos, la mayoría ya comentadas en el piso crioromediterráneo, son las comunidades saxícolas en general. De entre estas destacamos las propias de pedreras y derrubios móviles con "dedaleras" (*Digitali carpetanae-Senecionetum carpetani*); de canchales caóticos de grandes bloques de depósito morrénico dominadas por helechos (*Cryptogrammo crispae-Dryopteridetum oreadis doronicetosum kuepferi*); comunidades glerícolas presididas por la "manzanilla de Gredos" (*Santolinetum oblongifoliae*), comunidades rupícolas oromediterráneas de "consueidas" (*Saxifraga orogredensis*) y "bocas de dragón" (*Antirrhinum grosii*) donde prosperan numerosos endemismos de diverso areal como *Centaurea avilae*, *Hieracium amplexicaule*, *Hieracium carpetanum*, *Narcissus rupicola*, *Valeriana tripteris*, etc. así como otras plantas interesantes como *Alchemilla saxatilis* y los helechos *Asplenium septentrionale* y *Asplenium adiantum-nigrum* (*Antirrhinetum gredensis*, *Valerianetum tripteridis*), etc.

En la figura 3 se representa la disposición catenal idealizada de la vegetación saxícola oromediterránea en los macizos paramero-serrotenses.

Al igual que las comunidades saxícolas también se hallan muy extendidas las comunidades de gran talla y biomasa (comunidades megafórbicas) que se desarrollan junto a fuentes, abrevaderos naturales de ganado, etc. donde prosperan "acónitos", "verdegambres", "gencianas", "espuelas de caballero" (*Aquilegia vulgaris* subsp. *hispanica*), "dorónicos" (*Doronicum carpetanum*), "narcisos" (*Narcissus pseudonarcissus* subsp. *confusus*), "polígonos" (*Polygonum alpinum*), junto a otras plantas como *Adenostyles alliariae*, *Angelica major*, *Paris quadrifolia*, *Senecio coinnyi*, *Streptopus amplexifolius*, *Trollius europaeus*, etc. Por último, los pastizales de ciclo anual y desarrollo efímero (*Trisetum ovati-Agrostion truncatulae*, *Sedion pedicellato-andegavensis*) proliferan, formando mosaicos, en los claros de piornales y joragales colonizando también cortafuegos, bordes de sendas y caminos forestales, etc.

Al igual que ocurre en las áreas cumbreñas, la red de arroyuelos y fuentes alimentadas



-Figura 3. Disposición catenal idealizada de la vegetación rupícola y glerícola en el piso bioclimático oromediterráneo de los macizos paramero-serrotenses (en trazo discontinuo se indica el nivel estimado de la cobertura nival invernal; original de J. Pizarro):

1. Comunidades rupícolas (*Antirrhinetum gredensis*).
2. Comunidades glerícolas (*Digitali carpetanae-Senecionetum carpetani*).
3. Comunidades glerícolas de canchales y grandes bloques morrénicos (*Cryptogrammo crispae-Dryopteridetum oreadis doronicetosum kuepferi*).

por el deshielo encierra un complejo mosaico de vegetación higrófila; así, en pequeños recuencos y cubetas glaciares parcialmente colmatadas se instalan turberas con comunidades ricas en cárices y diversas comunidades megafórbicas de composición florística similar a las ya comentadas.

Una realidad constatable en el conjunto del paisaje vegetal bejarano-gredense y de las sierras adyacentes es la inexistencia de un estrato arbóreo natural (autóctono) de pino albar (*Pinus sylvestris* var. *iberica*) en el piso oromediterráneo a diferencia del resto de macizos más orientales del Sistema Central. Además de la influencia que el hombre puede haber tenido en su desaparición, parece que el aumento de las precipitaciones en forma de nieve al desplazarnos en el Sistema Central de este a oeste junto a otros muchos factores de tipo bioclimático han sido las principales causas que han intervenido en la ausencia actual de dicha especie arbórea. Los cultivos antiguos más añosos, favorecidos y cuidados por el hombre, permanecen en algunas áreas con un desarrollo considerable (Hoyocasero, nacimiento del río Tormes); en otros lugares cultivos más recientes y menos cuidadosos realizados con cultivares inapropiados desfiguran el bello paisaje gredense deforestado y desprovisto de su cubierta natural arbórea desde tiempos inmemoriales.

La montaña media (piso supramediterráneo)

La vegetación supramediterránea de Gredos se desarrolla entre los (850)-900-(950) y los (1750)-1800 m de altitud. La vegetación potencial corresponde a melojares supramediterráneos de acusado carácter occidental (*Luzulo forsteri-Quercetum pyrenaicae leuzeetosum rhaponticoidis*). El área de estos melojares se extiende por la cuenca alta del río Alberche y cabecera del Tormes alcanzando algunos tramos occidentales de la cuenca alta del río Tiétar. Actualmente se conservan pocos ejemplos de estas formaciones forestales autóctonas destacando los melojares altos de Candeleda y algunos bosquetes de reducida extensión y utilizados por el ganado como los de S. Martín del Pimpollar, Navalacruz, Serranillos, Hoyocasero, Navalsauz, etc.

En estos bosques de "melojo" (*Quercus pyrenaica*) prosperan numerosas plantas nemorales (amantes de la sombra) que encuentran en ellos su óptimo ecológico; sin embargo desaparecen cuando el bosque es talado o aclarado (entresacas) y los claros son colonizados por otras plantas de carácter heliófilo (amantes del sol) y exigentes en luminosidad.

Como primeras etapas seriales o preforestales de estos melojares se extienden en los niveles inferiores y medio del piso supramediterráneo los piornales de "piorno blanco" (*Thymo mastichinae-Cytisetum multiflori*) que ocupan vastas extensiones de terreno en los montes deforestados y dan lugar a un paisaje muy característico a comienzo del estío por los coloridos de su floración. En el horizonte superior los piornales de piorno blanco son sustituidos por los piornales de piorno serrano con "aliaga cinérea" (*Genisto cinerascensis-Cytisetum oromediterranaei*). Las orlas herbáceas vivaces de carácter heliófilo son comunes en los bosquetes y proliferan en los claros del melojar con un elevado número de plantas muy características (*Linarion triornithophorae*). Sobre suelos profundos y debido al aclaramiento

y destrucción de los piornales por la acción humana con fines ganaderos encuentran su óptimo los pastizales pirófilos de gran talla dominados por el "cerrillo" (*Festuca elegans*) denominados por ello cerrillares (*Leucanthemopsis pallidae-Festucetum elegantis*). Estos cerrillares junto con los piornales de piorno blanco, configuran el paisaje dominante en la montaña media gredense.

En los suelos más livianos, los joragales de *Festuca indigesta* subsp. *summilusitana* (*Arenario queriodis-Festucetum summilusitanae*) alternan con los pastizales efímeros de ciclo anual (*Trisetum-Agrostion truncatulae*, *Sedum pedicellato-andegavensis*). En suelos más degradados aparecen jarales fragmentarios de "jara laurifolia" (*Cistus laurifolius*) y "manzanilla de perro" o "tomillo perruno" (*Santolina rosmarinifolia*) -*Santolino rosmarinifoliae-Cistetum laurifolii*.

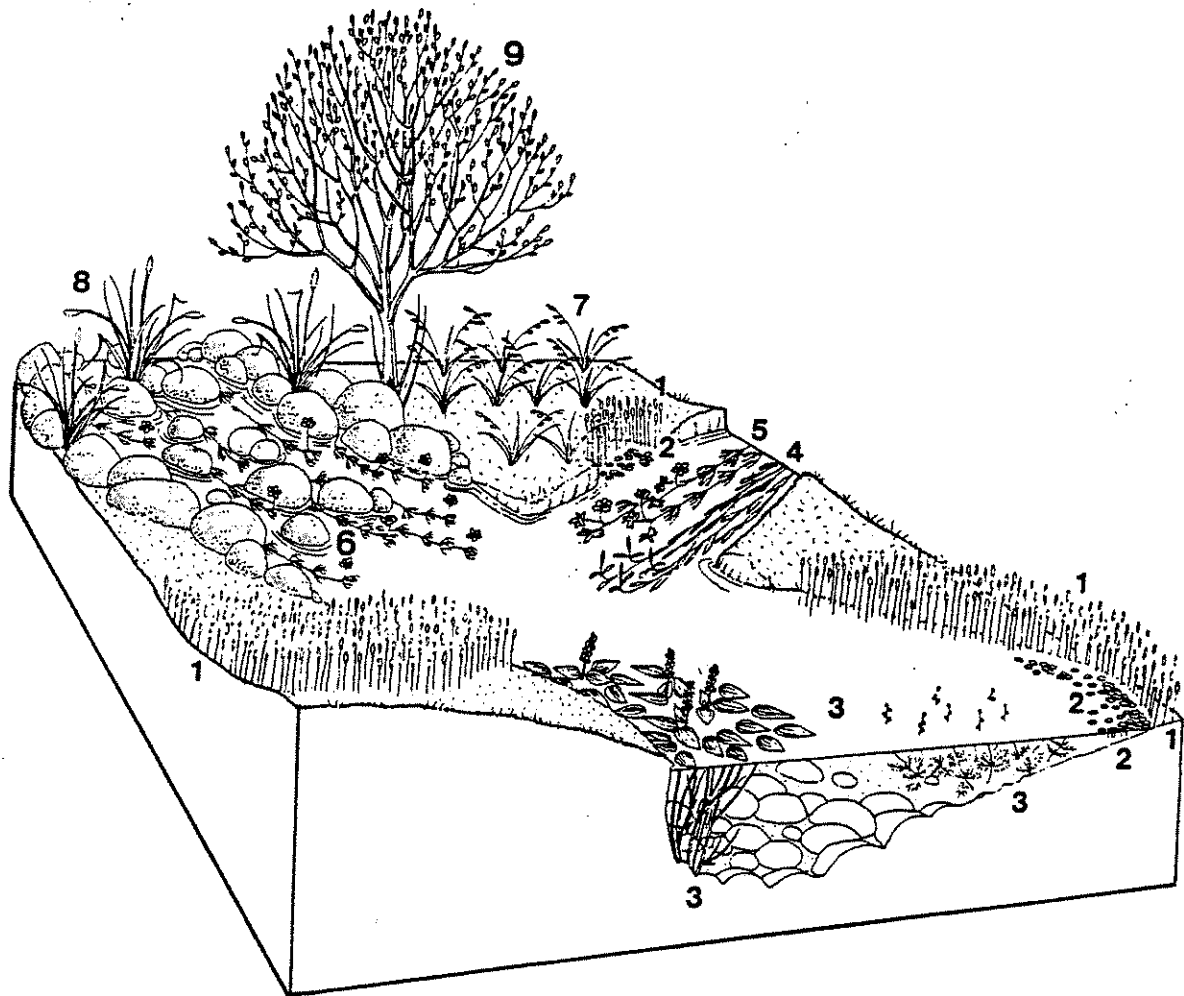
En los macizos más occidentales de Gredos (subsector Bejarano-Tormantino) aparecen, en algunos enclaves de elevada pluviosidad, exposición favorable y suelos alterados, brezales supramediterráneos dominados por un brezo peculiar: *Erica australis* subsp. *aragonensis*. Estos brezales puntuales presentan una flora variada entre las que destaca una violeta vivaz, de flores amarillas endémica del occidente ibérico, *Viola langeana* (Sardinero, 1994).

Como pastizales exigentes en humedad edáfica, al menos temporal, son frecuentes los vallicares vivaces, trebolares, cervunales con "aliagas" (*Genista anglica-Nardetum strictae*) y diversos juncuales. En estas situaciones de mayor hidromorfía la vegetación potencial corresponde a fresnedas con "robles melojos" (*Fraxino-Quercetum pyrenaicae*) y en situaciones de hidromorfía permanente a saucedas de "sauce negro" o "atrocinéreo" (*Rubus corylifolii-Salicetum atrocinereae*). En estas saucedas y como comunidades con un acusado carácter higrófilo se presentan algunos juncuales (*Deschampsia hispanicae-Juncetum effusi*) y comunidades helofíticas de grandes cárices (*Galio palustris-Caricetum lusitanicae*) que alcanzan puntualmente algunas áreas orófilas de termotipo oro-, e incluso mesomediterráneo ya en el piedemonte de Gredos.

En los cursos de agua permanente (ríos y grandes arroyos) la vegetación higrófila forma complejos mosaicos. Podemos destacar, comunidades helofíticas de pequeña talla (*Glyceria declinatae-Eleocharidetum palustris*), comunidades helofíticas de grandes cárices (*Galio broteriani-Caricetum reuterianae*), y toda una pléyade de comunidades de hidrófitos (acropoleustófitos como *Lemna minor*, ninfeidos y miriofilidos como *Potamogeton natans* y *Myriophyllum alterniflorum*, elodeidos como *Potamogeton berchtoldii* y batráchidos como las comunidades de la alianza *Ranunculion fluitantis* (Pizarro, 1994) (fig. 4).

En ciertas áreas supramediterráneas abruptas y muy escarpadas de la vertiente meridional de Gredos se presenta una comunidad forestal abierta de carácter reliquial integrada por "enebros" (*Juniperus oxycedrus*) y ocasionalmente en solanas alguna "encina" (*Quercus rotundifolia*) como árboles característicos. Esta comunidad permanente (*Junipero oxycedri-Quercetum rotundifoliae festucetosum elegantis*) ocupa los biotopos más desfavorables donde la edafogénesis no ha permitido el desarrollo de un suelo capaz de ser colonizado por el bosque climácico (melojar supramediterráneo).

Las comunidades saxícolas son frecuentes en los berrocales y estaciones rocosas en



-Figura 4. Disposición catenal idealizada de la vegetación acuática e higrófila supramediterránea en el río Alberche (original de J. Pizarro):

1. Comunidades helofíticas (*Glycerio declinatae-Eleocharidetum palustris*).
2. Comunidades de acropleustófitos (Comunidad de *Lemna minor*).
3. Comunidades de ninfeidos y miriofilidos (Comunidad de *Potamogeton natans*).
4. Comunidades de elodeidos (Comunidad de *Potamogeton berchtoldii*).
- 5 y 6. Comunidades de batráchidos (*Ranunculion fluitantis*).
7. Comunidades higrófilas de grandes cárices (*Galio palustris-Caricetum lusitanicae*).
8. Comunidades helofíticas de grandes cárices (*Galio broteriani-Caricetum reuterianae*).
9. Saucedas de sauce negro o atrocinéreo (*Rubo corylifolii-Salicetum atrocinereae*).

general. Están integradas por "clavelinas" (*Dianthus lusitanus*) y "dedaleras" (*Digitalis thapsi*); por "consueidas" (*Saxifraga continentalis*) en los lugares con escorrentías temporales y por "acederas" (*Rumex induratus*) en taludes y derrubios.

En los macizos paramero-serrotenses el descenso de la precipitación media anual hace que los melojares de *Quercus pyrenaica* sean menos ricos en especies y presenten un carácter más xerófilo (*Luzulo forsteri-Quercetum pyrenaicae*); de ellos sólo restan en la actualidad algunos bosquetes aclarados de extensión reducida en el área de Mengamuñoz y Villatoro, donde son frecuentes las comunidades herbáceas vivaces heliófilas (*Linarion triornithophorae*).

Las primeras etapas seriales se encuentran muy extendidas dominando el paisaje bajo el aspecto de piornales (*Genistenion floridae*). Destacan los piornales con "escobas negras" (*Cytisus scoparius*) en los niveles inferiores supramediterráneos (*Genisto floridae-Cytisetum scoparii*) o piornales con piornos serranos y "aulagas cinéreas" (*Genista cinerascens*) en los niveles superiores del mismo. En las zonas más orientales de las Parameras prosperan, formando mosaico con los piornales, comunidades vivaces de gran talla presididos por "berceos" (*Stipa gigantea*) que alternan con los piornales y configuran el paisaje local como ocurre en el área del puerto de Naval Moral de la Sierra. Sobre suelos poco desarrollados son frecuentes y extensos diversos tomillares silicícolas (*Hieracio castellani-Plantaginion radicatae*) ricos en endemismos de diverso areal.

Un aspecto diferencial del paisaje vegetal de las sierras de la Paramera y La Serrota, con respecto a los macizos de Gredos, es la ausencia de "cerrillo" (*Festucion elegantis*) tan característicos de los macizos gredenses; la causa puede atribuirse a la acusada exigencia en precipitación que requieren este tipo de pastizales siendo sustituidos en parte por los berceales de *Stipa gigantea* (*Arrhenathero baetici-Stipetum giganteae*). Los cerrillares (*Leucanthemopsis pallidae-Festucetum elegantis*) son comunidades frecuentes a occidente de La Serrota, ya en las sierras de Villafranca y Piedrahita.

En los suelos con humedad suficiente se desarrollan diversos tipos de pastizales vivaces aprovechados por el ganado vacuno y que, de alguna forma, su dinamismo y evolución están ligados a este tipo de aprovechamiento. Podemos destacar los vallicares (*Festuco amplae-Cynosuretum cristati*), juncuales de pequeña talla (*Juncion acutiflori*) o cervunales fragmentarios (*Campanulo herminii-Nardion strictae*). En estas áreas con suelos más o menos hidromorfos el melojar potencial es sustituido por fresnedas con robles (*Fraxino-Quercetum pyrenaicae*) inexistente en la actualidad como tal formación boscosa o en suelos con hidromorfía permanente por saucedas de "sauce negro" o "atrocinéreo" (*Rubocorylifolii-Salicetum atrocinereae*).

Como comunidades rupícolas frecuentes destacan las comunidades de "clavelinas" (*Dianthus lusitanus*) y "dedaleras" (*Digitalis thapsi*) donde se refugian algunos endemismos notables como *Silene marizii* y las más localizadas presididas por "consueidas" (*Saxifragion continentalis*).

Un aspecto a resaltar en la vegetación del piso supramediterráneo de la sierra de la Paramera es la existencia de áreas con bajas precipitaciones debido a situaciones topográficas

particulares. Así, como consecuencia de condiciones microclimáticas particulares, aparecen localmente comunidades permanentes de encinas y enebros (*Junipero oxycedri-Quercetum rotundifoliae*) y, en los suelos más degradados, comunidades seriales arbustivas de "jara laurifolia" (*Cistus laurifolius*) y "manzanilla de perro" o "tomillo perruno" (*Santolina rosmarinifolia*) -*Santolino rosmarinifoliae-Cistetum laurifolii*-; en los suelos mejor conservados los piornales siguen dominando el paisaje.

En cuanto a la vegetación riparia (ligada a la existencia de cursos de agua), en el piso supramediterráneo está representada por fresnedas y alisedas fragmentarias y saucedas de "sauce negro" o "atrocinéreo" (*Salix atrocinerea*) -*Rubo corylifolii-Salicetum atrocinereae*-. Destacamos las alisedas que únicamente se encuentran bien conservadas en algunas gargantas de difícil acceso en las cuencas altas de los ríos Tiétar, Alberche y Tormes. El bosque (*Galio broteriani-Alnetum glutinosae*) alberga especies interesantes de acusado matiz atlántico como "abedules" (*Betula celtiberica*), "tejos" (*Taxus baccata*), "acebos" (*Ilex aquifolium*), "álamos temblones" (*Populus tremula*), "avellanos" (*Corylus avellana*), "arraclanes" (*Frangula alnus*), "mostajos" (*Sorbus aucuparia*), etc. así como especies de carácter nemoral o esciófilo (amantes de la sombra producida por el propio dosel arbóreo del bosque) o propias de comunidades megafórbicas como *Aconitum vulpura* subsp. *neapolitanum*, *Angelica major*, *Filipendula ulmaria*, *Heracleum sphondylium*, *Paradisea lusitanicum*, *Paris quadrifolia*, *Phyteuma spicatum* subsp. *pyrenaicum*, *Solidago virgaurea*, etc. y algunos helechos interesantes (*Blechnum spicant*, *Dryopteris borreii* var. *robusta*, *D. filix-mas*, *Athyrium filix-femina*, etc.); como comunidad permanente o etapa de sustitución la aliseda alterna con las comunidades higrófilas de grandes cárices (*Galio broteriani-Caricetum reuterianae*) o con las turfófilas de *Galio palustris-Caricetum lusitanicae*.

Las comunidades supramediterráneas de carácter nitrófilo están muy extendidas en toda la sierra de Gredos debido a la intensa presión humana y a la acción del ganado y de los animales. La diversificación de las mismas es muy amplia y se encuentran en todas las estaciones.

El área correspondiente al piso supramediterráneo en el territorio se encuentra utilizada por el hombre con dos fines básicos: ganadero y forestal. La gran extensión de cervunales, vallicares y trebolares en medios más o menos higrófilos y que alcanzan su óptimo desarrollo durante el verano, mantienen una considerable cabaña de ganado vacuno y sirven a su vez como agostaderos naturales. El ganado también aprovecha los piornales y, en menor grado, los cerrillares debido a la mala palatabilidad del cerrillo. Por otro lado, las repoblaciones forestales han sido muy extensas desde hace varias décadas con pino resinero (*Pinus pinaster*) y en áreas más restringidas con diversas variedades alóctonas de pino albar ((*Pinus sylvestris* var. *pl.*) con mayor o menor éxito como ocurre en Hoyocasero, Navarredonda de Gredos, Hoyos del Espino, puerto del Pico, El Toro, puerto de Menga, pico Zapatero, etc.

La agricultura queda relegada al cultivo del "centeno" (*Secale cereale*) en pequeños parcelas y a algunos cultivos hortícolas en altitudes y exposiciones favorables. Puntualmente, en estaciones microclimáticas muy favorables, se realizan pequeños cultivos de vid. En las áreas con menores precipitaciones el ganado dominante es ovino y caprino.

El piedemonte (piso mesomediterráneo)

En el piso mesomediterráneo de Gredos (territorios por debajo de la cota altitudinal de los (950)-900-(850) m la precipitación media anual es muy elevada, sobre todo en los tramos más occidentales (ombroclima subhúmedo-húmedo e incluso hiperhúmedo. La vegetación potencial corresponde (salvo ciertas áreas más orientales con menos precipitaciones) a melojares mesomediterráneos (*Arbutus unedo*-*Quercetum pyrenaicae*) que en el fondo de los valles amplios es sustituido por las fresnedas mesomediterráneas (*Ficario ranunculoidis*-*Fraxinetum angustifoliae*), y por alisedas (*Scrophulario scorodoniae*-*Alnetum glutinosae*) y saucedas de "sauce salvifolio" (*Salicion salvifoliae*) en medios ripícolas.

Como en el caso de los melojares supramediterráneos, son muy escasos los ejemplos que se conservan del bosque original reduciéndose a pequeños bosquetes. Destacaremos los restos existentes en La Parra, Arenas de San Pedro, Ramacastañas y Candeleda. Las etapas de sustitución y orlas arbustivas de estos melojares corresponden a piornales mesomediterráneos de "piorno blanco" en los suelos mejor conservados (*Cytisus multiflorus*-*Sarothamnetum eriocarpi*). En los territorios más lluviosos y colonizando suelos degradados son frecuentes, además, los brezales sobre suelos muy alterados (*Halimio ocymoidis*-*Ericetum umbellatae*) y brezal-jarales en umbrías deforestadas (*Polygalo microphyllae*-*Cistetum populifolii*). En estas etapas seriales arbustivas (*Ericenion umbellatae*) son plantas características diversos "brezos" (*Erica australis*, *E. scoparia*, *E. umbellata*), "jaguarzos" o "alcayuelas" (*Halimium ocymoides*), "jaras" (*Cistus ladanifer*, *Cistus populifolius*, *C. psilosepalus*, *C. salvifolius*), "cantuesos" (*Lavandula luisieri*, *L. sampaiouana*), etc. junto a otras plantas típicas de estos medios como "carquesas" (*Genista tridentata* subsp. *lasiantha*), "polígalas" (*Polygala microphylla*), *Serratula monardii*, etc.).

En estas áreas, además, como etapa preforestal son frecuentes madroñales fragmentarios presididos por "madroños" (*Arbutus unedo*), "durillos" (*Viburnum tinus*) y "lentisquillas" (*Phillyrea angustifolia*) que forman un denso tapiz arbustivo (*Phillyrea angustifoliae*-*Arbutetum unedonis viburnetosum tini*) que se regenera mediante etapas dinámicas progresivas hacia la clímax en los cultivos antiguos de pino resinero sobre suelos aún de carácter forestal.

En las áreas más explotadas por el hombre son comunes los pastizales destacando majadales fragmentarios, vallicares vivaces, vallicares anuales, berceales, etc.

Las comunidades saxícolas son comunes en los berrocales y estaciones rocosas en general. En ellas son frecuentes las clavelinas (*Dianthus lusitanus*) y dedaleras (*Digitalis thapsi*); en las grietas de las rocas crecen diversas comunidades fisurícolas presididas por helechos (*Anogramma leptophylla*, *Asplenium billotii*, *Cheilanthes tinaei*, etc.) mientras que las acederas (*Rumex induratus*) colonizan taludes y derrubios.

En cuanto a la vegetación riparia mesomediterránea está integrada por fresnedas, alisedas y saucedas de "sauce salvifolio" (*Salix salvifolia*). Destacamos por su importancia las alisedas que ocupan los cursos permanentes del agua (bosques en galería); en su etapa madura forman un bosque denso y sombrío (*Scrophulario scorodoniae*-*Alnetum glutinosae*),

que ocupa las riberas de los ríos y arroyos permanentes de la cuenca del río Tiétar. En estos bosques, relativamente bien conservados son frecuentes, en los lugares más protegidos, ciertos táxones interesantes como *Carex remota*, *Circaea lutetiana*, *Humulus lupulus*, *Hypericum androsaemum*, *Melissa officinalis* subsp. *altissima*, *Scrophularia scorodonia*, *Vitis sylvestris*, etc. así como numerosos helechos: "helecho hembra" (*Athyrium filix-foemina*), "helecho macho" (*Dryopteris filix-mas*), "helecho real" (*Osmunda regalis*), "helecho gigante" (*Dryopteris borrieri* var. *robusta*) etc. y algunos árboles interesantes como acebo (*Ilex aquifolium*), "loro" (*Prunus lusitanica*), "olmo de montaña" (*Ulmus glabra*), avellano (*Corylus avellana*), "fresno excelso" (*Fraxinus excelsior*), "cerezo silvestre" (*Prunus avium*), etc.

Como comunidades permanentes ligadas a las alisedas mesomediterránea destacamos las comunidades turfófilas de grandes cárices (*Galio palustris*-*Caricetum lusitanicae*).

Las áreas que ocupan los bosques riparios o sus formaciones seriales está dedicado a la ganadería y a la creación de espacios de recreo. Esta última actividad ha llegado a talas masivas para aclarar los bosques y conseguir lugares abiertos de esparcimiento. Una vez más, es necesario hacer hincapié en que la actividad humana no es incompatible con la salvaguardia de nuestros importantes, ricos y variados recursos naturales.

La utilización del territorio en el piso mesomediterráneo por parte del hombre se centra en tres actividades básicas: forestal, agrícola y ganadera. Los cultivos forestales se han realizado con "pino resinero" (*Pinus pinaster*) y puntualmente (en ciertas áreas del Valle de Tiétar) "pino piñonero" (*Pinus pinea*). La agricultura se centra en el cultivo del olivo en bancales (terrazas), "vid", "castaño" (áreas más lluviosas o lugares más protegidos), "cerezos", higueras, "manzanos" y otros árboles frutales junto con algún cultivo hortícola. La ganadería de trashumancia (vaca avileña) es aún importante en el Valle de las Cinco Villas aprovechándose aún la calzada romana para acceder a los pastos de verano del alto alberche y Tormes. En el Valle del Tiétar se mantiene asimismo una importante cabaña de ganado vacuno sustentada por pastizales vivaces muy productivos.

Referencias bibliográficas

- CAPEL MOLINA, J.J. -1981- *Los climas de España*. Colección ciencias geográficas. Ed. Oikos-Tau, S.A. 429 p. Madrid.
- FERNANDEZ CASAS, F. J. & D. SANCHEZ MATA -1988- *Acanthorrhinum rivas-martinezii* (Sánchez-Mata) Fernández Casas & Sánchez-Mata *comb. nova*. In: J. Fernández Casas (ed.). Asientos para una flora occidental, 9. Fontqueria 20: 63.
- FONT TULLOT, I. -1983- *Climatología de España y Portugal*. Publicaciones del Instituto Nacional de Meteorología. 296 p. Madrid.
- GAVILAN GARCIA, R. G. -1994- *Estudio de las relaciones entre la vegetación y el clima en el Sistema Central español*. Memoria doctoral. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense. 332 p. Madrid.
- OZENDA, P. -1975- Sur les étages de végétation dans les montagnes du bassin méditerranéen. *Doc. Cartographie Ecol.* 16: 1-32.
- PIZARRO, J. -1995- Contribución al estudio taxonómico de *Ranunculus* L. subgen. *Batrachium* (DC.) A. Gray (*Ranunculaceae*). *Lazaroa* 15: 21-113.
- QUEZEL, P. -1979- Les forêts du pourtour méditerranéen: écologie, conservation et aménagement. *UNESCO, Note technique du MAB* 2: 9-33.
- RIVAS-MARTINEZ, S. -1963- Estudio de la vegetación y flora de las Sierras de Guadarrama y Gredos. *Anales Inst. Bot. Cavanilles* 21 (1): 5-325.
- RIVAS-MARTINEZ, S. -1981- Les étages bioclimatiques de la végétation de la Péninsule Ibérique. *Anales Jard. Bot. Madrid* 37(2): 251-268.
- RIVAS-MARTINEZ, S. -1982- Étages bioclimatiques, secteurs chorologiques et séries de végétation de l'Espagne méditerranéenne. *Ecol. Médit. (Marseille)* 8(1/2): 275-288.
- RIVAS-MARTINEZ, S. -1984- Pisos bioclimáticos de España. *Lazaroa* 5: 33-43.
- RIVAS-MARTINEZ, S. & cols. -1987- Memoria del mapa de series de vegetación de España (escala 1:400000). Publ. ICONA, ser. Técnica. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 268 p. Madrid.
- RIVAS-MARTINEZ, S. -1990- *Bioclimatic belts of West Europe (Relations between bioclimate and plant ecosystems)*. In: J.C. Duplessy, A. Pons & R. Fantechi (eds.). Environment and quality of life (Climate and Global Change). Proc. Eur. School. Clim. Nat. Hazards Course (Arles): 225-246. Commission of the European Communities. 1990. 357 p.
- RIVAS-MARTINEZ, S., P. CANTO, F. FERNANDEZ-GONZALEZ, C. NAVARRO, J. PIZARRO & D. SANCHEZ-MATA. -1990- Biogeografía de la Península Ibérica, Islas Baleares y Canarias. *Fol. Bot. Matritensis* 8: 1-6.
- RIVAS-MARTINEZ, S., W. WILDPRET DE LA TORRE, T. E. DIAZ GONZALEZ, P. L. PEREZ DE PAZ, M. DEL ARCO AGUILAR & O. RODRIGUEZ DELGADO -1993- Excursion guide. Outline vegetation of Tenerife Island (Canary Islands). Sinopsis de la vegetación de la Isla de Tenerife (Islas Canarias): Guía de la excursión. *Itinera Geobot.* 7: 5-167.
- SANCHEZ-MATA, D. -1987- *Misopates rivas-martinezii* Sánchez-Mata (*Scrophulariaceae*). In: C. Gómez Campo & cols. (ed.). Libro rojo de especies vegetales amenazadas de España peninsular e islas Baleares: 432-433. ICONA, serie técnica. 676 p. Madrid.
- SANCHEZ-MATA, D. -1989- *Flora y vegetación del macizo oriental de la sierra de Gredos (Avila)*. Diput. Prov. de Avila. Publ. Inst. Gran Duque de Alba 25. 440 p. Avila.

SARDINERO ROSCALES, S. -1994- *Estudio de la vegetación y de la flora del macizo occidental de la sierra de Gredos (Sistema Central, España)*. Memoria doctoral. Universidad Complutense. 455 p. Madrid.

Agradecimientos

Agradezco a la Profa. Dra. R. Gavilán su colaboración en el epígrafe de Bioclimatología, la valiosa e insustituible colaboración del Dr. J. Pizarro en el diseño y composición de las figuras que ilustran estas páginas y a Ma. R. Gavilán su ayuda en el tratamiento informático del texto.

CAPITULO V

SUELOS REPRESENTATIVOS DE LA SIERRA DE GREDOS

Son suelos con desarrollo ABC, de bastante espesor, con acumulación variable de materia orgánica en superficie.

El humus de los horizontes Ah es de tipo mull a mull-moder.

La reacción de los suelos es ácida como corresponde a los materiales graníticos y metamórficos a partir de los que se desarrollan.

La capacidad de cambio catiónico es más elevada en horizontes de acumulación de materia orgánica, influyendo menos el contenido en arcilla. Hay un ligero aumento de bases de cambio en la superficie de los suelos como consecuencia del ciclo biogeoquímico, más o menos activo según el tipo de vegetación.

La composición química de los suelos refleja la del material original, destacando el elevado contenido en hierro y aluminio. Las proporciones de hierro y aluminio libre relacionadas con los contenidos totales ponen de manifiesto que la mayor alteración unas veces tiene lugar en el horizonte Ah, con gran proporción de materia orgánica y otras en el B cámbico, sin que en ningún caso sea de gran intensidad.

Son suelos muy arenosos, ya que la alteración física de los materiales litológicos existentes da lugar a una elevada proporción de fracción gruesa. El bajo contenido en arcilla favorece la formación de agregados organominerales de poca estabilidad, por lo que los suelos están en general poco estructurados.

La fracción arena está constituida por cuarzo, feldespatos potásicos, presencia de plagioclasas y micas, fundamentalmente biotita. Cuando el suelo se desarrolla a partir de cuarcitas y esquistos domina el cuarzo. La fracción pesada refleja la composición mineralógica del material originario del suelo y a veces, corrobora los procesos de alteración existentes.

La fracción limo está formada fundamentalmente por cuarzo, micas y ocasionalmente feldespatos. La composición de los limos finos pone de manifiesto su carácter de tránsito hacia la fracción menor de 2 μm .

La fracción arcilla presenta micas-ilitas, caolinita y dependiendo del material de origen, clorita, vermiculita y gibbsita.

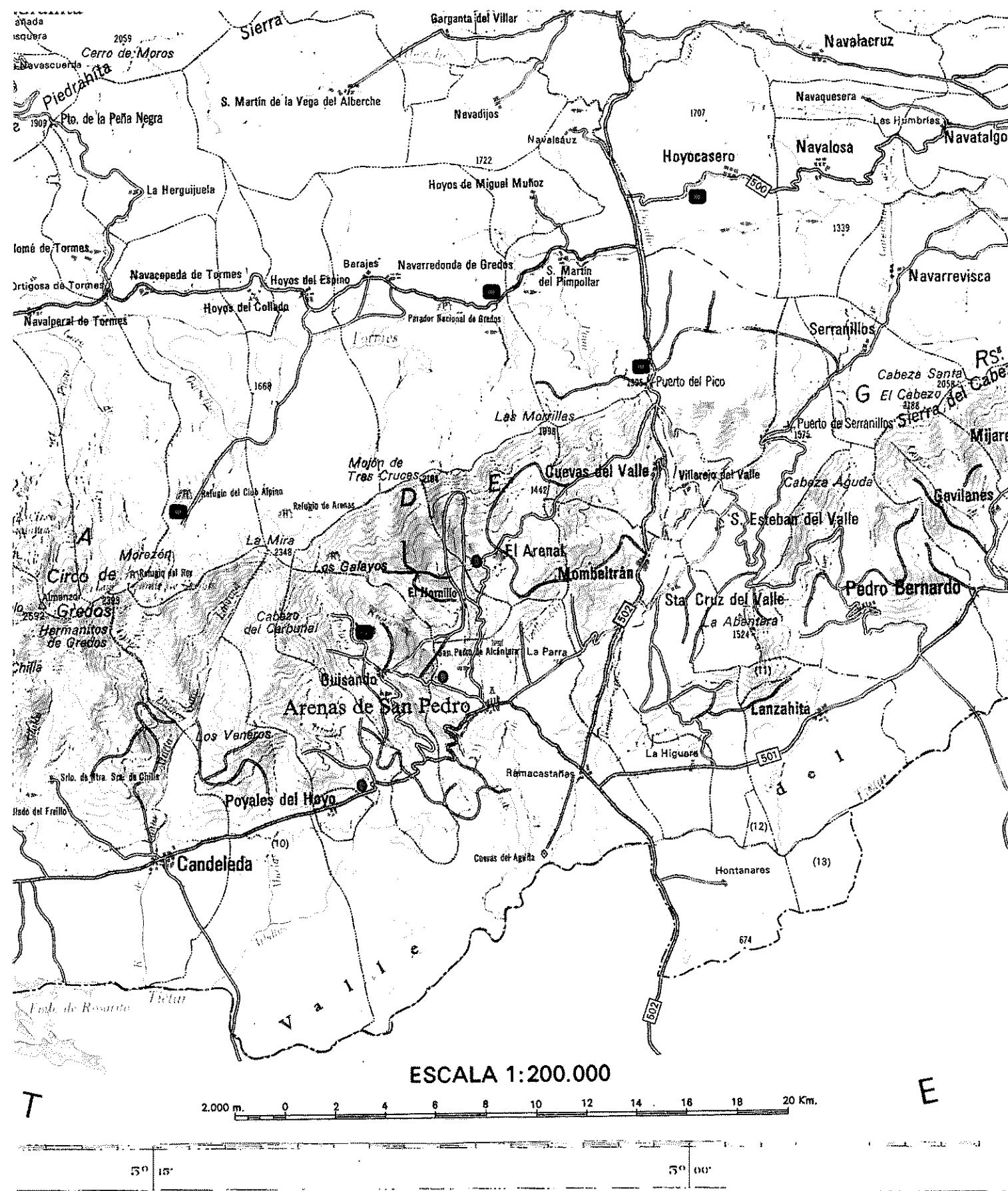


Figura 1.- Localización de los perfiles I, IV, V, VII y VIII
Suelos rojos: II, III y VI

PERFIL I

Localización: Casa del Guijo.

Provincia: Avila.

Situación: Pista forestal de Guisando al Nogal del Barranco.

Hoja topográfica: 15-23 (578) Arenas de San Pedro (1:50.000) S.G.E.

Longitud: 5° 09' 59''.

Latitud: 40° 13' 32''.

Altitud: 970 m.

Orientación: S.

Pendiente: 40% (clase 5).

Posición fisiográfica: Pendiente convexa.

Forma del terreno circundante: Montañoso.

Vegetación: Pinar de *Pinus pinaster* con sotobosque de helechos.

Uso: Pino maderero. Última tala: 16-2-95.

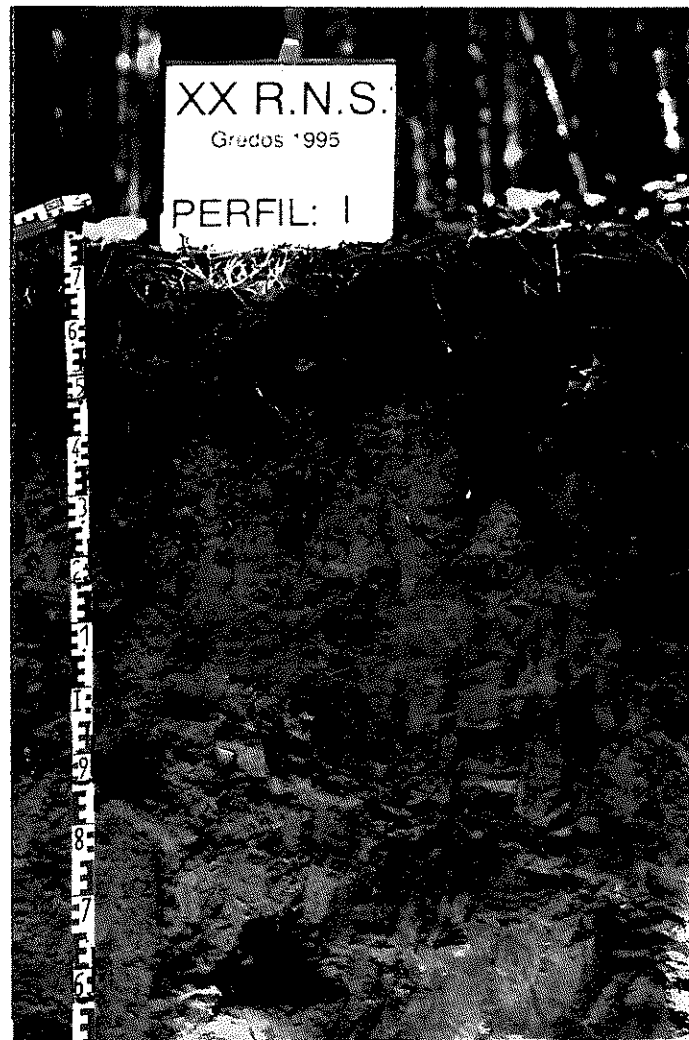
Material original: Cuarcitas poco metamorfizadas y esquistos arenosos.

Drenaje: Bien drenado (clase 4).

Pedregosidad: Sin piedras (clase 0).

Afloramientos rocosos: Metaconglomerado debajo del perfil.

Erosión: Hídrica laminar. Ligera.



Cambisol húmico (Casa del Guijo)



DESCRIPCION MORFOLOGICA. PERFIL I.

Horiz.	Prof(cm)	Características
O1	8-5	Forna de pino.
O2	5-0	Restos vegetales medianamente transformados. Color en seco gris (7.5YR5/0) y pardo muy oscuro (10YR2/2) en húmedo. Estructura muy débil, migajosa. Presencia de fragmentos rocosos de tamaño grava (0-7 cm), angulosos, de esquistos y cuarcitas. Rasgos de origen biológico: hifas y hormigas. Límite con el horizonte subyacente: neto y ondulado.
Ah	0-20	Color pardo (7.5YR5/2) en seco y pardo oscuro (10YR3/3) en húmedo. Textura arenoso-franca. Estructura muy débil, granular fina. Consistencia blanda en seco y en mojado, no adherente, no plástica. Muchos poros medianos. Abundantes raíces medias y gruesas. Pocos fragmentos rocosos de forma angulosa y tamaño grava de esquistos y cuarcitas. Existencia de hormigas. Límite gradual y ondulado.
Bw	20-40	Color pardo fuerte (7.5YR5/8) en seco y pardo amarillento (10YR5/6) en húmedo. Textura arenoso-franca. Estructura muy débil, granular subangular. Consistencia blanda en seco y en mojado, ligeramente adherente y no plástica. Escasos poros. Pocas raíces de tamaño mediano a grueso. Muy pocos fragmentos rocosos angulares y de tamaño grava. Presencia de lombrices y hormigas. Límite gradual y ondulado.
C1	40-80	Color amarillo rojizo (5YR6/8) en seco y rojo amarillento (5YR5/8) en húmedo. Muchas manchas de color rojizo. Textura franco-arenosa y sin estructura. Consistencia en seco suelta y en mojado, ligeramente adherente y ligeramente plástica. Muchos poros. Pocas raíces pero de gran tamaño. Límite inclinado y con fragmentos rocosos dispuestos subhorizontalmente.

Horiz.	Prof(cm)	Características
C2	80-170	Color amarillo rojizo (7.5YR6/8) en seco y pardo amarillento (10YR5/8) en húmedo. Presencia de manchas de color grisáceo. Textura arenosa a arenosa-franca. Sin estructura. Consistencia en seco suelta y en mojado no plástica, no adherente. Muchos poros.
R-I1		Cuarcitas incluídas en el perfil.
R-I2		Esquistos arenosos, incluídos en el perfil.

Tabla 1.- Perfil I. Datos analíticos.

Horiz.	Prof. (cm)	M.O. %	N %	C/N	H ₂ O	pH	ClK
O1	8-5	65.74	0.91	42	-	-	-
O2	5-0	34.88	0.69	29	5.00	4.20	
Ah	0-20	2.73	0.12	13	5.80	4.82	
Bw	20-40	1.20	0.10	7	5.30	4.54	
C1	40-80	-	-	-	5.36	4.44	
C2	80-170	-	-	-	5.44	4.44	

Tabla 2.- Perfil I. Complejo de cambio (cmol_cKg⁻¹)

Horiz.	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	T	V
O2	9.65	1.69	1.18	0.03	12.55	37.23	34
Ah	1.65	0.43	0.94	0.34	3.36	9.31	36
Bw	0.55	0.25	0.64	0.23	1.67	7.16	23
C1	0.44	0.31	0.64	0.55	1.94	6.25	31
C2	1.53	0.41	0.82	0.20	2.96	5.40	55

Tabla 3.- Perfil I. Análisis granulométrico (%).

Horiz.	A.gruesa	A.fina	Limo	Arcilla	Textura
Ah	33.56	50.71	8.70	7.02	Arenoso franca
Bw	43.12	40.02	4.50	12.36	Arenoso franca
C1	40.59	36.00	7.14	16.19	Franco arenosa
C2	42.82	43.57	7.80	5.82	Arenoso franca

Tabla 4.- Perfil I. Análisis químico (%).

Horiz.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	PPC
O2	56.91	12.39	2.58	0.36	0.46	1.30	0.42	25.58
Ah	68.11	17.90	3.59	0.32	0.54	1.81	0.29	7.44
Bw	82.73	6.61	3.09	0.05	0.33	1.27	0.25	5.67
C1	79.08	9.91	3.19	0.04	0.31	1.18	0.19	6.10
C2	70.57	20.36	3.82	0.07	0.22	1.13	0.18	3.65
R-I1	75.75	13.60	3.06	0.50	0.28	1.42	1.77	3.39
R-I2	72.23	15.70	2.62	0.35	0.15	1.10	1.58	6.17

Tabla 5.- Perfil I. Porcentajes de Fe y Al totales y libres y sus relaciones.

Horiz.	Fe ₂ O ₃ T	Fe ₂ O ₃ L	L/T	Al ₂ O ₃ T	Al ₂ O ₃ L	L/T
O2	2.58	1.35	52	12.39	3.75	30
Ah	3.59	1.31	37	19.27	4.18	21
Bw	3.09	1.36	44	6.61	4.94	74
C1	3.19	1.75	55	9.91	4.94	49
C2	3.82	1.33	35	22.37	4.18	18

Tabla 6.- Perfil I.

Mineralogía de la Fracción arena: * Tamaño 0.50-0.20 mm , **0.20-0.05 mm.
Fracción Ligera, d < 2.9, en %.

	Ah*	Ah**	Bw*	Bw**	C1*	C1**	C2*	C2**
Cuarzo	98	94	95	95	97	95	99	95
Feldespato K	1	1	+	1	2	1	+	2
Plagioclasas	-	2	-	-	-	-	-	-
Moscovita	1	3	5	4	1	4	1	3

+ : Presencia < 1%

Tabla 7.- Perfil I.

Mineralogía de la Fracción arena: * Tamaño 0.50-0.20 mm , **0.20-0.05 mm.
Fracción Pesada, d > 2.9, en %.

	Ah*	Ah**	Bw*	Bw**	C1*	C1**	C2*	C2**
Biotita	14	6	13	9	12	-	36	6
Moscovita	8	14	2	25	6	2	28	15
Circón	-	17	3	21	-	42	-	24
Turmalina	21	4	5	2	13	-	-	2
Andalucita	16	4	12	3	7	-	-	-
Distena	1	1	1	-	3	-	-	-
Estaurolita	-	1	1	-	-	-	-	-
Granate	5	1	2	-	7	1	-	-
Zoisita	-	-	4	-	-	-	-	-
Titanita	-	1	-	-	-	-	-	-
Enstatita	1	1	-	1	-	-	-	-
Hiperstena	-	-	3	-	-	-	-	-
Hornblenda	-	1	8	-	-	1	-	-
Apatito	-	-	6	-	-	-	-	-
Ilmenita	12	44	34	33	23	48	7	50
Leucoxeno	13	3	4	3	16	1	6	2
Hematites	2	2	2	1	-	2	9	1
Goethita	7	-	-	2	-	-	14	-
Magnetita	-	-	-	-	13	3	-	-

Tabla 8.- Perfil I.

Mineralogía de la Fracción limo: * Limo grueso + medio: 0.050-0.008 mm ,

**Limo fino: 0.008-0.002 mm.

Estudio semicuantitativo.

	Ah*	Ah**	Bw*	Bw**	C1*	C1**	C2*	C2**
Micas-Ilitas	++++	+++	++++	++	+++	+	+++	+
Vermiculitas		+						
Cloritas	+	+	+	pr	pr	pr		pr
Caolinita	++	++	++	++	++	++	++	+
Interestratificados:								
Micas-Vermiculitas	++		+		+			
Micas-Cloritas		pr						
Cloritas-Vermiculitas							+	
Gibbsita	+	+	++	++	+	++	+++	+++
Cuarzo	++++	++	+++	+	++	+	++	+
Feldespatos	+	tr	tr	pr		pr	tr	pr

Tabla 9. Perfil I.

Mineralogía de la Fracción arcilla: Tamaño < 0,002 mm.

Estudio semicuantitativo.

	Ah	Bw	C1	C2
Micas-Ilitas	++	+++	+	+
Vermiculitas	+	+	tr	tr
Cloritas	+	+	tr	tr
Caolinita	+++	+++	++++	++
Interestratificados:				
Micas-Vermiculitas				
Micas-Cloritas	+	tr	tr	tr
Cloritas-Vermiculitas				
Gibbsita	++	+++	++++	+++
Cuarzo	tr	+	tr	tr
Feldespatos				

Muy abundante: ++++

Abundante: +++

Frecuente: ++

Escaso: +

Presencia: pr

Trazas: tr

Cambisol húmico bajo bosque de *Pinus pinaster* desarrollado sobre material ácido: cuarcitas y esquistos arenosos en clima hiperhúmedo, factores que favorecen el proceso de empardecimiento.

Existe fuerte acumulación de materia orgánica a pesar de la pendiente (40%), con relaciones C/N propias de restos de pinos. El horizonte Ah presenta bajo contenido en materia orgánica con características de humus mull-moder.

El grado de saturación es de tipo medio, con capacidad de cambio elevada en el horizonte orgánico, que decrece al profundizar en el perfil, observándose acumulación en bases de cambio, especialmente Ca^{++} en dicho horizonte orgánico, debido al ciclo biogeoquímico.

Son suelos ricos en sílice, con valores para el hierro muy homogéneos en el perfil, como corresponde a suelos empardecidos, con un contenido en hierro libre del que se puede deducir una alteración de tipo medio. En el horizonte orgánico la alteración es más elevada debido al pH y a la proporción y naturaleza de la materia orgánica.

La textura es arenosa, ya que en estos suelos la alteración física es importante, a pesar de que las condiciones favorecerían la alteración de tipo químico. La aireación del medio, el contenido en arcilla y la proporción de hierro libre son los factores que orientan la humificación de la materia orgánica acidificante hacia un tipo de humus mull-moder con formación de agregados poco estables.

La fracción ligera de la arena está constituida por cuarzo como mineral mayoritario y la fracción pesada está formada por biotita, moscovita, minerales metamórficos y minerales muy estables como circón.

Tanto en los limos gruesos + medios como en los finos, predominan cuarzo, micas, caolinita y gibbsita. Estas dos últimas especies mineralógicas forman la fracción arcilla de los suelos.

La presencia de caolinita puede indicar una hidrólisis de silicatos aluminicos, a la que se suma una herencia del material original. Los silicatos aluminicos son escasos en la fracción arena.

En este clima la formación de gibbsita en el suelo es difícil de justificar; puede ser que este mineral ya esté formado en el material de origen y pase por un proceso de herencia a los horizontes del suelo, aunque no se debe descartar la reorganización de los geles de aluminio en los horizontes del perfil durante su desarrollo.

A pesar de la escasa proporción de fracción pesada de la arena del suelo, su composición mineralógica confirma su procedencia a partir de los materiales litológicos considerados.

PERFIL IV

Localización: Puerto del Pico.

Provincia: Avila.

Situación: A 2 Km. del alto del Puerto del Pico, en el Km. 52.8 de la carretera C-502.

Hoja topográfica: 15-23 (578) Arenas de San Pedro (1:50.000) S.G.E.

Longitud: 5° 00' 40''.

Latitud: 40° 19' 40''.

Altitud: 1320 m.

Orientación: S.

Pendiente: 0 (clase 1).

Posición fisiográfica: Planicie.

Forma del terreno circundante: Montañoso.

Vegetación: Pastizal higrófilo.

Uso: Pastoreo.

Material original: Depósito fluvioglacial de rocas graníticas y algunas metamórficas.

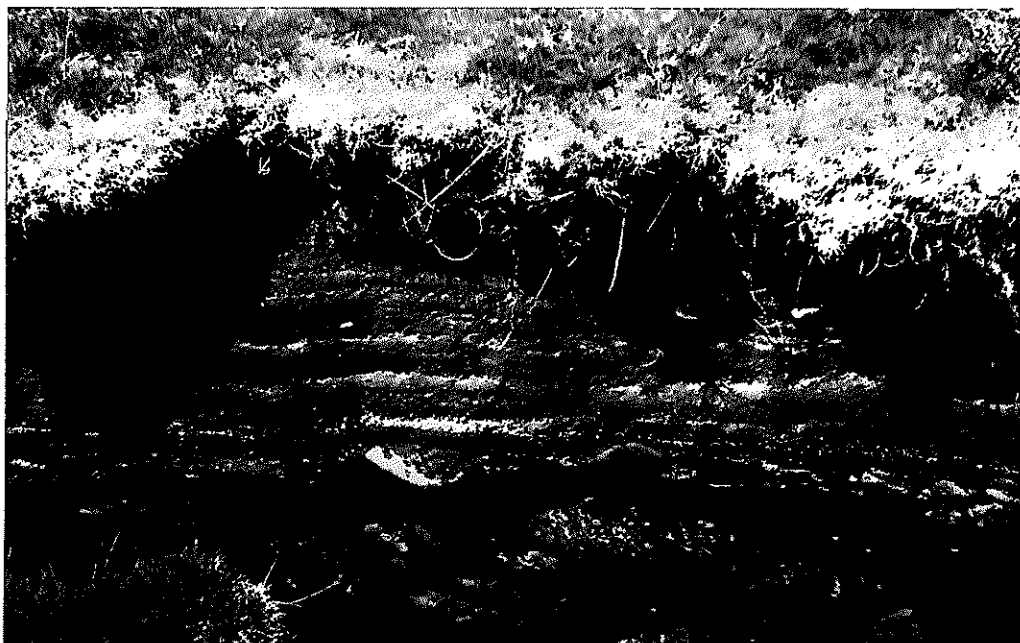
Drenaje: Bien drenado (clase 4).

Pedregosidad: Sin piedras (clase 0).

Afloramientos rocosos: A 15 m del perfil.

Erosión: Deposición hídrica. Ligera.

Fluvisol gleyco dístrico (Puerto del Pico)



DESCRIPCION MORFOLOGICA. PERFIL IV.

Horiz.	Prof(cm)	Características
Ah	0-25	Color pardo grisáceo oscuro (10YR4/2) en seco y pardo oscuro (10YR3/3) en húmedo. Textura arenosa. Sin estructura o muy débil. Consistencia en mojado no adherente, no plástica. Abundante porosidad. Muchas raíces muy finas. Fragmentos de rocas de pequeño tamaño paralelas a la superficie. Límite neto e irregular.
2Ah	25-50	Color pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2) en seco y pardo muy oscuro (10YR2/2) en húmedo. Textura arenosa. Sin estructura. Consistencia en mojado no adherente, no plástica. Abundante porosidad. Raíces muy abundantes de menor tamaño que en el horizonte Ah. Fragmentos rocosos orientados paralelamente a la superficie. Límite neto.
3Ah	50-80	Color pardo oscuro (10YR3/3) en seco y negro (10YR2/1) en húmedo. Textura arenosa. Sin estructura. Consistencia en mojado no adherente, no plástica. Abundante porosidad. Muchas raíces muy finas. Líneas de piedras de pequeño tamaño paralelas a la superficie. Límite inferior con línea de piedras sobre lecho de cantos.
R-IV		Granito tomado a 3 m del perfil.

Tabla 10.- Perfil IV. Datos analíticos.

Horiz.	Prof. (cm)	M.O. %	N %	C/N	H ₂ O	pH	ClK
Ah	0-25	8.38	0.43	11	5.30		4.62
2Ah	25-50	8.55	0.46	11	5.08		4.44
3Ah	50-80	6.00	0.32	11	5.05		4.32

Tabla 11.- Perfil IV. Complejo de cambio (cmol_cKg⁻¹)

Horiz.	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	T	V
Ah	3.40	0.67	1.74	0.03	5.84	19.00	31
2Ah	1.10	0.41	1.28	1.03	3.82	18.65	20
3Ah	0.55	0.35	0.93	0.86	2.69	16.11	17

Tabla 12.- Perfil IV. Análisis granulométrico (%).

Horiz.	A.gruesa	A.fina	Limo	Arcilla	Textura
Ah	53.32	37.12	5.41	4.15	Arenosa
2Ah	55.67	37.05	3.54	3.54	Arenosa
3Ah	53.09	38.75	5.15	3.02	Arenosa

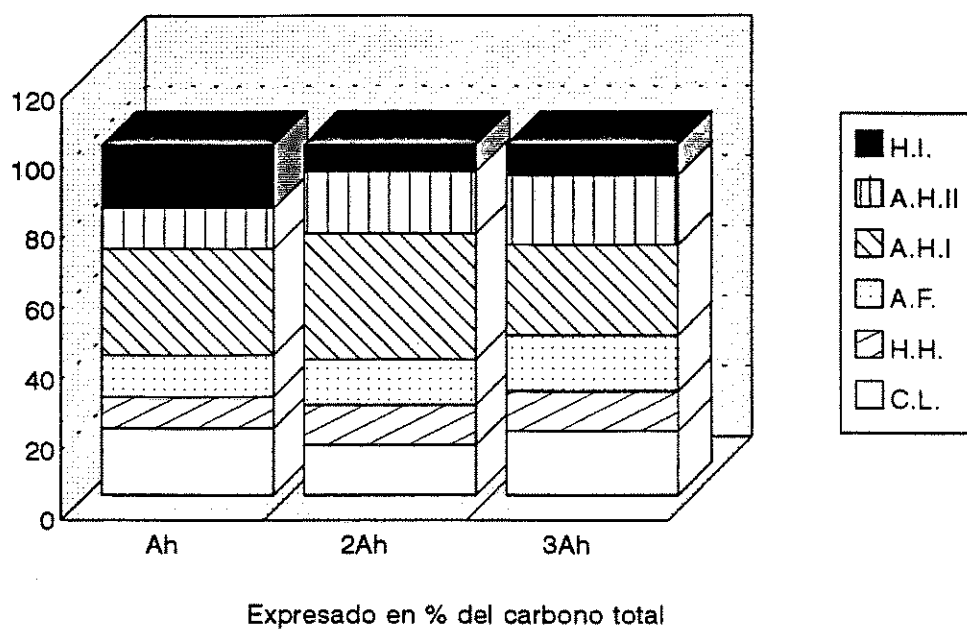
Tabla 13.- Perfil IV. Análisis químico (%).

Horiz.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	PPC
Ah	52.11	22.63	4.46	1.15	1.01	3.60	1.98	13.26
2Ah	43.87	28.96	4.26	1.16	1.01	3.20	2.04	15.50
3Ah	57.80	19.40	3.90	0.62	0.73	3.51	2.06	11.80
R-IV	62.05	25.98	1.73	0.45	0.10	5.07	3.28	1.34

**Tabla 14.- Perfil IV
Porcentajes de Fe y Al totales y libres y sus relaciones.**

Horiz.	Fe ₂ O ₃ T	Fe ₂ O ₃ L	L/T	Al ₂ O ₃ T	Al ₂ O ₃ L	L/T
Ah	4.46	1.09	24	22.63	4.94	22
2Ah	4.26	1.15	27	28.96	4.56	15
3Ah	3.90	1.27	33	19.40	4.56	23

Figura 2.- Fraccionamiento de la materia orgánica del Perfil IV



Horizonte	C. total	C. libre	C. ligado	C.lig/libr.
Ah	4,84	0,92	3,92	4,26
2Ah	4,95	0,71	4,24	5,97
3Ah	3,46	0,63	2,83	4,49

Expresado en %

Tabla 15.- Perfil IV.

Mineralogía de la Fracción arena: * Tamaño 0.50–0.20 mm , ** 0.20–0.05 mm.
Fracción Ligera, $d < 2.9$, en %.

	Ah1*	Ah1**	Ah2*	Ah2**	Ah3*	Ah3**
Cuarzo	57	51	70	65	46	39
Feldespató K	16	28	9	13	16	17
Frag. roca con Feldes. K	3	4	1	3	2	6
Plagioclasas	6	7	3	11	2	10
Biotita	18	10	17	8	35	28

Tabla 16.- Perfil IV.

Mineralogía de la Fracción arena: * Tamaño 0.50–0.20 mm , ** 0.20–0.05 mm.
Fracción Pesada, $d > 2.9$, en %.

	Ah1*	Ah1**	Ah2*	Ah2**	Ah3*	Ah3**
Biotita	99	59	98	39	97	64
Moscovita	–	–	1	–	–	2
Circón	–	16	–	8	–	2
Turmalina	–	3	1	5	–	2
Andalucita	1	–	–	8	–	2
Distena	–	2	–	–	–	2
Estaurolita	–	–	–	3	–	–
Granate	–	4	–	2	–	2
Epidota	–	1	–	–	–	–
Zoisita	–	3	–	–	–	1
Augita	–	2	–	–	2	–
Enstatita	–	4	–	13	1	9
Hornblenda	–	4	–	22	–	9
Apatito	–	3	–	–	–	1
Ilmenita	–	2	–	–	–	2
Leucóxeno	–	–	–	–	–	1
Hematites	–	1	–	–	–	–
Goethita	–	–	–	–	–	1

Fluvisol gleyco dístrico bajo pastizal higrófilo, desarrollado a partir de depósitos fluvioglaciales procedente de rocas graníticas y rocas metamórficas, en clima húmedo.

La morfología rítmica que presenta el suelo, pone de manifiesto la edafización de los materiales depositados en diferentes etapas.

La materia orgánica se encuentra muy incorporada al perfil, en proporciones semejantes en todo el espesor y con relación C/N propia de humus mull. El grado de humificación es elevado, con relaciones carbono ligado a carbono libre elevadas y similares en todos los horizontes. Los ácidos húmicos poco polimerizados constituyen la fracción mayoritaria; sin embargo en superficie aumenta el contenido de humina de insolubilización (formada a expensas de los ácidos húmicos muy polimerizados) debido a los mayores contrastes edafoclimáticos en el horizonte superficial.

El complejo de cambio se encuentra desaturado, con capacidad de cambio baja, consecuencia de la naturaleza de los materiales orgánicos e inorgánicos existentes, decreciendo las bases de cambio con la profundidad.

La composición química es bastante homogénea en el perfil, con elevada proporción de aluminio y relaciones $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{L}/\text{Fe}_2\text{O}_3\text{T}$ bajas, resultado de la escasa alteración.

Son suelos de textura arenosa, como corresponde a la granulometría de los depósitos de los que procede, no llegando las fracciones limo y arcilla a superar el 10% en el análisis granulométrico.

Los minerales fundamentales de la arena son cuarzo, feldespatos potásicos, biotita y en menor cantidad plagioclasas. En la fracción pesada domina la biotita, salvo en el horizonte 2Ah, donde la asociación es biotita-piroxenos-anfíboles. Esta mineralogía pone de manifiesto los diferentes aportes a partir de los que se ha desarrollado el suelo. La permanencia de minerales alterables y fragmentos de roca corrobora la escasa alteración mencionada anteriormente.

La alteración se encuentra frenada por los sucesivos aportes de materiales que impiden la evolución del suelo, que queda reducido a una sucesión de horizontes Ah correspondientes a los diferentes ciclos sedimentarios.

PERFIL V

Localización: Navarredonda de Gredos.

Provincia: Avila.

Situación: A la izquierda de la carretera C-500 en el Km. 46 de Hoyos del Espino a Venta Rasquilla.

Hoja topográfica: 15-22 (555) Navatalgordo (1:50.000) S.G.E.

Longitud: 5° 04' 52".

Latitud: 40° 21' 25".

Altitud: 1500 m.

Orientación: S-SE.

Pendiente: 15% (clase 4).

Posición fisiográfica: Ladera (borde de carretera).

Forma del terreno circundante: Colinado.

Vegetación: Retamar de *Cytisus multiflorus*.

Vegetación real: Retamar.

Uso: Pastoreo y coto de caza.

Material original: Rocas graníticas.

Drenaje: Bien drenado (clase 4).

Pedregosidad: Pedregoso (clase 2).

Afloramientos: Moderadamente rocoso (clase 1).

Erosión: Hídrica en surcos. Moderada.



Cambisol húmico (Navarredonda de Gredos)



DESCRIPCION MORFOLOGICA. PERFIL V

Horiz.	Prof(cm)	Características
Ah1	0-10	Color pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2) en seco y pardo muy oscuro (10YR2/2) en húmedo. Textura arenoso-franca. Estructura muy débil, granular fina. Consistencia en mojado, no adherente, no plástica. Abundantes poros medianos. Gran cantidad de raíces medias y gruesas. Escasos fragmentos rocosos. Rasgos de origen biológico. Límite neto.
Ah2	10-90/100	Color pardo amarillento oscuro (10YR3/4) en seco y pardo muy oscuro (10YR2/2) en húmedo. Textura arenoso-franca. Estructura débil, granular fina. Consistencia en mojado no adherente, ligeramente plástica. Poros de tamaño mediano. Muchas raíces finas. Abundantes fragmentos rocosos de diferente tamaño. Rasgos biológicos. Límite neto y ondulado.
Bw1	100-115	Color pardo amarillento oscuro (10YR4/4) en seco y pardo-pardo-oscuro (10YR4/3) en húmedo. Textura franco-arenosa. Estructura débil, granular a subpoliédrica. Consistencia en mojado ligeramente plástica, no adherente. Abundante porosidad. Muchas raíces de diferentes tamaños. Límite ondulado.
Bw2	115-170	Color pardo amarillento oscuro (10YR4/6) en seco y pardo amarillento oscuro (10YR4/4) en húmedo. Textura franca. Estructura muy débil a sin estructura. Consistencia en mojado, no adherente, no plástica. Menor proporción de raíces que en el horizonte anterior y más finas. Sin rasgos de origen biológico. Abundantes fragmentos rocosos de gran tamaño (aproximadamente 40 cm). Límite neto, pero irregular.

Horiz.	Prof(cm)	Características
C	>170	Color pardo amarillento claro (10YR6/4) en seco y pardo amarillento (10YR5/6) en húmedo. Textura arenoso-franca. Estructura débil subpoliédrica. Consistencia en mojado no adherente y ligeramente plástica. Abundante porosidad de tamaño medio. Incluída en este horizonte se encuentra una mancha grande, de 60 cm de diámetro, de color pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2) en seco y pardo muy oscuro (10YR2/2) en húmedo, que se ha denominado Ahb. La textura es arenoso-franca y estructura granular fina. Consistencia en mojado no adherente, ligeramente plástica. Poros. Raíces muy pocas y finas.
R-V		Granitos. Se tomaron tres muestras de rocas: R-V1 en el perfil; R-V2 a 10 m a la derecha del perfil y R-V3 a 3 m a la izquierda del perfil.

Tabla 17.- Perfil V. Datos analíticos.

Horiz.	Prof. (cm)	M.O. %	N %	C/N	H ₂ O	pH	ClK
Ah1	0-10	12.49	0.52	14	5.20		4.45
Ah2	10-100	5.92	0.28	12	5.57		4.22
Bw1	100-115	1.53	0.14	6	5.57		4.16
Bw2	115-170	-	-	-	5.57		4.43
Ahb	170-230	4.41	0.21	12	5.71		4.43
C	>170	-	-	-	5.69		4.40

Tabla 18.- Perfil V. Complejo de cambio (cmol_cKg⁻¹)

Horiz.	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	T	V
Ah1	2.97	0.59	1.63	0.92	6.11	19.30	32
Ah2	0.83	0.23	0.64	1.49	3.19	13.25	24
Bw1	0.78	0.33	0.94	1.35	3.40	11.10	31
Bw2	0.88	0.33	0.59	1.86	3.66	9.31	39
Ahb	0.55	0.45	1.79	2.15	4.89	13.95	35
C	1.00	0.43	0.69	0.95	3.02	10.75	28

Tabla 19.- Perfil V. Análisis granulométrico (%).

Horiz.	A.gruesa	A.fina	Limo	Arcilla	Textura
Ah1	44.60	40.22	8.40	7.70	Arenoso franca
Ah2	45.23	38.00	10.30	6.47	Arenoso franca
Bw1	42.77	32.05	15.63	9.55	Franco arenosa
Bw2	42.08	28.90	17.30	11.72	Franco arenosa
Ahb	46.13	33.72	12.25	7.90	Arenoso franca
C	42.55	37.72	11.27	10.45	Franco arenosa

Tabla 20.- Perfil V. Análisis químico (%).

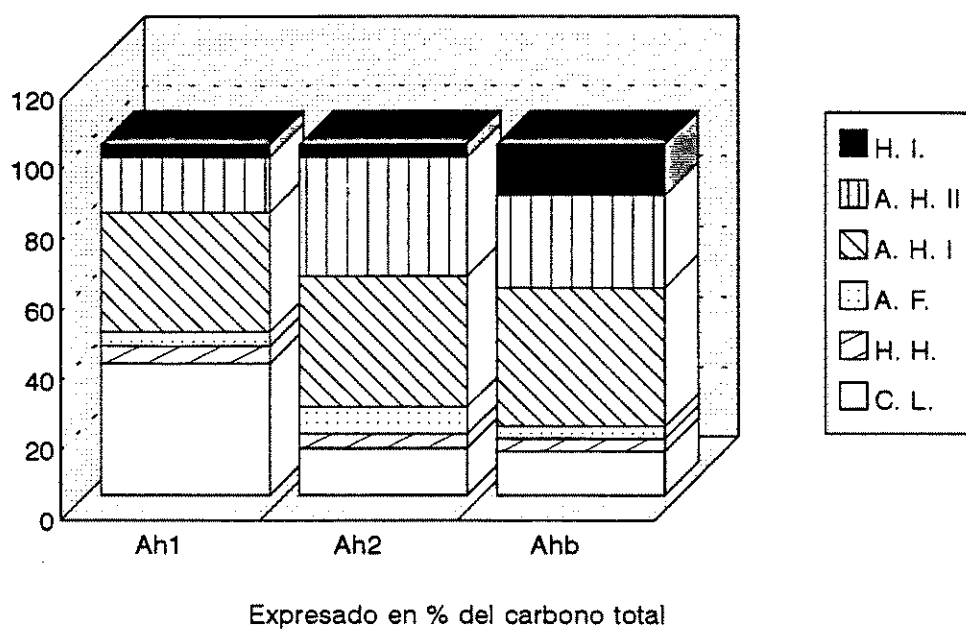
Horiz.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	PPC
Ah1	56.11	18.19	3.21	0.20	0.37	3.34	1.12	17.46
Ah2	67.98	17.20	2.79	0.17	0.35	3.76	1.20	6.55
Bw1	68.96	16.37	2.85	0.13	0.37	3.67	1.09	6.56
Bw2	73.06	13.40	2.65	0.12	0.43	3.92	1.12	5.30
Ahb	70.79	13.06	2.39	0.09	0.33	3.85	1.04	8.45
C	74.78	11.82	3.31	0.12	0.31	4.01	1.05	4.60
R-V1	74.70	13.60	2.20	0.44	0.11	5.12	1.95	1.88
R-V2	77.67	10.60	1.93	0.42	0.10	4.95	2.10	2.23
R-V3	75.01	13.20	3.31	0.35	0.12	4.48	1.65	1.88

Tabla 21.- Perfil V.

Porcentajes de Fe y Al totales y libres y sus relaciones.

Horiz.	Fe ₂ O ₃ T	Fe ₂ O ₃ L	L/T	Al ₂ O ₃ T	Al ₂ O ₃ L	L/T
Ah1	3.21	0.94	29	18.19	4.56	25
Ah2	2.79	1.24	44	17.20	4.94	28
Bw1	2.85	1.31	46	16.37	4.94	30
Bw2	2.65	1.25	47	13.40	4.56	34
Ahb	2.39	1.48	62	13.06	4.94	38
C	3.31	1.23	37	11.82	4.56	39

Figura 3.- Fraccionamiento de la materia orgánica del Perfil V



Horizonte	C. total	C. libre	C. ligado	C.lig/libr.
Ah1	7,09	2,68	4,41	1,64
Ah2	3,43	0,46	2,97	6,45
Ahb	2,54	0,32	2,22	6,93

Expresado en %

Tabla 22.- Perfil V.

Mineralogía de la Fracción arena: * Tamaño 0.50-0.20 mm , ** 0.20-0.05 mm.
Fracción Ligera, $d < 2.9$, en %.

	Ah1*	Ah1**	Ah2*	Ah2**	Bw1*	Bw1**	Bw2*	Bw2**	Ahb*	Ahb**	C*	C**
Cuarzo	57	65	54	76	54	63	52	70	54	70	58	62
Feldespatos K	4	25	7	17	7	22	4	24	1	16	8	16
Frag. roca con Feldes. K	31	2	36	3	36	9	40	4	40	5	29	7
Plagioclasas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Frag. roca con Plagioc.	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Biotita	2	4	1	2	2	3	2	1	1	2	3	6
Moscovita	2	4	2	2	1	3	2	1	2	7	2	6

Tabla 23.- Perfil V.

Mineralogía de la Fracción arena: * Tamaño 0.50-0.20 mm , ** 0.20-0.05 mm.
Fracción Pesada, $d > 2.9$, en %.

	Ah1*	Ah1**	Ah2*	Ah2**	Bw1*	Bw1**	Bw2*	Bw2**	Ahb*	Ahb**	C*	C**
Biotita	85	45	66	54	85	50	76	27	80	53	79	37
Moscovita	-	27	8	9	2	3	2	9	3	4	2	3
Circón	-	7	-	14	-	18	-	20	-	14	-	20
Turmalina	-	3	-	-	-	-	-	3	-	1	4	1
Andalucita	2	6	5	4	8	7	-	2	2	6	-	4
Sillimanita	2	-	-	1	-	-	1	4	-	-	-	-
Estaurolita	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
Granate	-	3	2	2	-	1	2	3	-	-	-	1
Epidota	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	3
Zoisita	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
Anatasa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Titanita	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1
Augita	-	-	2	1	-	1	-	-	-	-	-	-
Hornblenda	-	-	-	1	-	4	3	2	-	2	-	3
Ilmenita	9	6	6	10	-	8	9	14	3	11	4	15
Leucóxeno	-	1	2	1	3	2	5	8	2	3	4	8
Hematites	2	2	9	3	2	3	3	3	9	2	3	1
Magnetita	-	-	-	-	-	-	-	4	1	1	4	1

Tabla 24.- Perfil V.

Mineralogía de la Fracción limo * Limo grueso + medio: 0.050-0.008 mm ,

**Limo fino: 0.008-0.002 mm.

Estudio semicuantitativo.

	Ah1*	Ah1**	Ah2*	Ah2**	Bw1*	Bw1**	Bw2*	Bw2**	Ahb*	Ahb**	C*	C**
Micas-Ilitas	+++	++	++	+	+++	+	+++	++	++	+	++++	++
Vermiculitas												
Cloritas	pr	pr	pr	tr	pr	pr	pr	pr	pr	tr	+	+
Caolinita	+	+	+	pr	+	+	+	+	+	pr	++	+
Interestra.:												
Micas-Vermic.												
Micas-Cloritas	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr		tr
Clor.-Vermic.												
Gibbsita												
Cuarzo	++	++	+	+	+++	++	+++	++	+	+	+++	++
Feldespatos	++	pr	+	tr	++	pr	++	pr	+	tr	++	pr

Tabla 25. Perfil V.

Mineralogía de la Fracción arcilla: Tamaño < 0,002 mm.

Estudio semicuantitativo.

	Ah1	Ah2	Bw1	Bw2	Ahb	C
Micas-Ilitas	+	+++	+++	+++	+	++++
Vermiculitas	tr	pr	++	+		++
Cloritas	tr	pr	+	+	+	+
Caolinita	+	+	++	+++	+	+++
Interestratificados:						
Micas-Vermiculitas						
Micas-Cloritas		tr	+	+		+
Cloritas-Vermiculitas						
Gibbsita						
Cuarzo	++	++	++	++	+	++
Feldespatos	+	+	+	+	+	++

Muy abundante: ++++

Abundante: +++

Frecuente: ++

Escaso: +

Presencia: pr

Trazas: tr

Cambisol húmico desarrollado sobre granito de dos micas con vegetación de retamas, *Cytisus multiflorus*, en clima subhúmedo.

El suelo presenta un gran desarrollo y color bastante homogéneo en seco. Existe acumulación de materia orgánica en el horizonte superficial y se incorpora hasta una profundidad superior a un metro, con relaciones C/N propias de humus mullmoder.

En el horizonte Ah la fracción mayoritaria dentro del carbono ligado, corresponde a ácidos húmicos poco polimerizados. En la mancha oscura localizada en el horizonte C, la proporción de humina de insolubilización aumenta y disminuyen los ácidos húmicos con mayor polimerización.

En zonas adyacentes, a la profundidad a la que aparece esta mancha, se pone de manifiesto un horizonte oscuro de naturaleza semejante, que tal vez constituya un horizonte Ah enterrado, originado por prácticas de quemado de retamas, tradicionales en esta Sierra.

La capacidad de cambio y el grado de saturación son bajos como corresponde a la textura arenosa del suelo.

La composición química del suelo pone de manifiesto una ligera acumulación de aluminio y hierro en el horizonte Ah, con mayor liberación de hierro en el horizonte cámbico, consecuencia de la mayor alteración existente.

La fracción ligera, homogénea en el perfil, constituye prácticamente la totalidad de la arena, con cuarzo, feldespatos potásicos y fragmentos de roca como componentes principales y en menor cantidad biotita, moscovita y presencia de plagioclasas. La fracción pesada está constituida por biotita acompañada por otros minerales, entre los que destaca moscovita.

La naturaleza de las fracciones limo es igualmente similar en todo el perfil, predominando micas y cuarzo; el feldespato potásico es abundante en la fracción gruesa y disminuye en la

fracción fina, consecuencia de la estabilidad de este mineral.

La fracción arcilla está constituida por micas-ilitas y caolinita, existiendo también cuarzo y feldespatos, índice de que la alteración química no es significativa. En cuanto a la naturaleza y proporción de minerales, no existen diferencias entre el horizonte Ah y la mancha incluida en C.

PERFIL VII

Localización: Hoyocasero.

Provincia: Avila.

Situación: Monte Público nº 43 en el "Pinar".

Hoja topográfica: 15-22 (555) Navatalgordo (1:50.000) S.G.E.

Longitud: 4° 59' 16".

Latitud: 40° 23' 36".

Altitud: 1320 m.

Orientación: E.

Pendiente: 2% (clase 1).

Posición fisiográfica: Planicie. Borde del camino.

Forma del terreno circundante: Colinado.

Vegetación: Pinar de *Pinus sylvestris* y robledal de *Quercus pyrenaica*.

Vegetación real: Pinar y Robledal en etapa arbustiva.

Uso: Monte Público maderero.

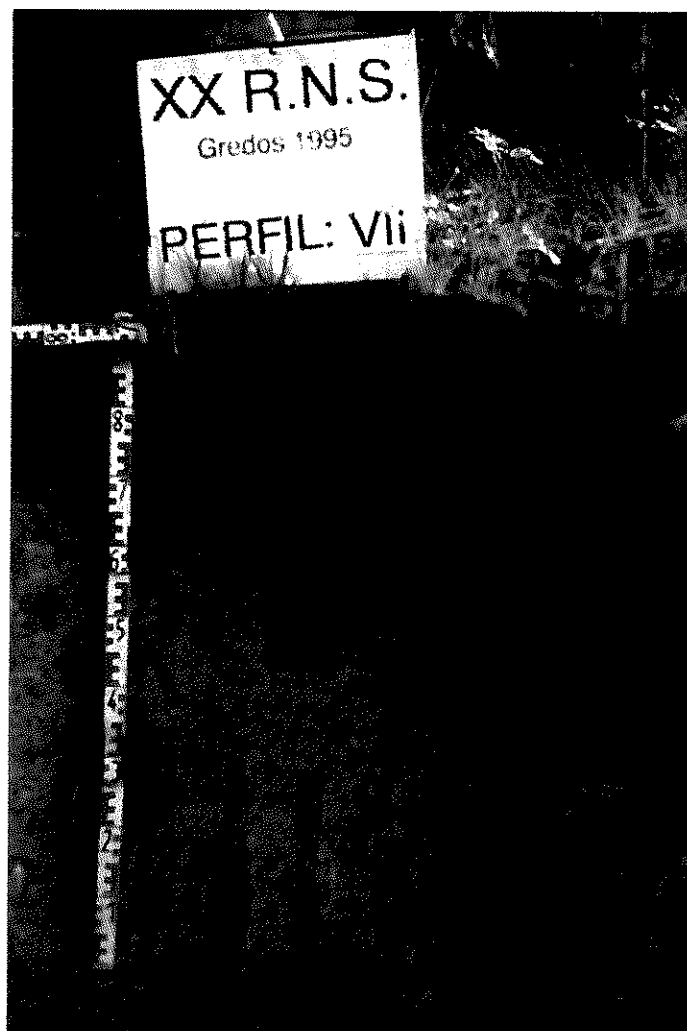
Material original: Granito biotítico.

Drenaje: Bien drenado (clase 4).

Pedregosidad: Escasa (clase 0).

Afloramientos rocosos: Abundantes a 1 m del perfil.

Erosión: Ligera. Hídrica laminar.



Cambisol húmico (Hoyocasero)



DESCRIPCION MORFOLOGICA. PERFIL VII

Hor.	Prof(cm)	Características
Ah	0-20	Color pardo oscuro (10YR3/3) en seco y pardo muy oscuro (10YR2/2) en húmedo. Textura arenoso-franca. Estructura muy débil, granular con grumos grandes que se deshacen. Consistencia en seco blanda y en húmedo adherente y plástica. Abundantes poros. Gran contenido en raíces de tamaño mediano a grande. Mucha actividad biológica. Límite neto e irregular.
Bw	20-60	Color pardo amarillento claro (10YR6/4) en seco y pardo amarillento (10YR5/4) en húmedo. Textura franco-arenosa. Sin estructura. Consistencia en seco ligeramente dura y en húmedo adherente y plástica. Abundante porosidad. Muchas raíces de pequeño tamaño. Rasgos de gran actividad biológica (deyecciones). Límite con el horizonte subyacente difuso.
C	60-100	Color amarillo parduzco (10YR6/6) en seco y pardo amarillento (10YR5/6) en húmedo. Textura arenoso-franca. Sin estructura. Consistencia en en seco ligeramente dura y en húmedo adherente y plástica. Abundante porosidad. Pocas raíces y de tamaño mediano. Muchos rasgos de origen biológico (arañas). Contenido medio de fragmentos rocosos.
R-VII		Granito biotítico.

Tabla 26.- Perfil VII. Datos analíticos.

Horiz.	Prof. (cm)	M.O. %	N %	C/N	H ₂ O	pH	ClK
Ah	0-20	15.63	0.55	16	6.20	5.05	
Bw	20-60	1.20	0.17	4	5.85	4.45	
C	60-100	-	-	-	5.68	4.12	

Tabla 27.- Perfil VII. Complejo de cambio (cmol_cKg⁻¹)

Horiz.	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	T	V
Ah	5.27	1.34	1.74	0.29	8.64	30.80	28
Bw	1.54	0.53	1.74	0.23	4.04	11.80	34
C	0.67	0.45	1.05	0.23	2.40	9.80	25

Tabla 28.- Perfil VII. Análisis granulométrico (%).

Horiz.	A.gruesa	A.fina	Limo	Arcilla	Textura
Ah	57.10	24.00	10.60	8.30	Arenoso franca
Bw	48.30	28.90	13.80	9.30	Franco arenosa
C	54.95	28.09	8.66	8.30	Arenoso franca

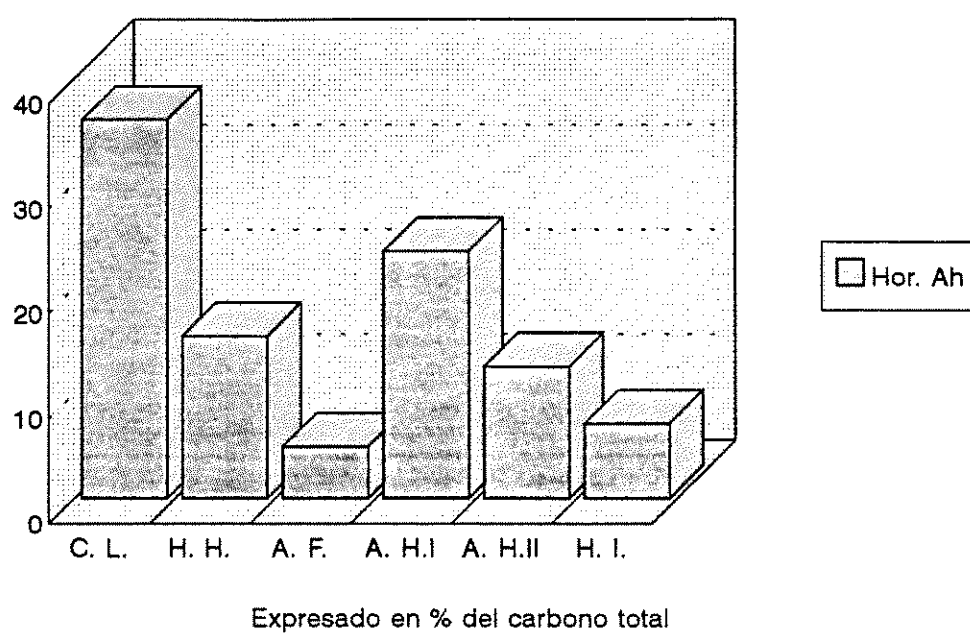
Tabla 29.- Perfil VII. Análisis químico (%).

Horiz.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	PPC
Ah	57.24	15.75	4.83	0.56	0.78	3.27	0.97	16.60
Bw	60.76	20.26	5.10	0.36	0.90	4.27	0.65	7.70
C	63.48	18.65	5.44	0.09	0.62	4.19	0.23	7.30
R-VII	67.16	17.60	5.15	0.52	0.10	3.54	2.30	3.22

**Tabla 30.- Perfil VII
Porcentajes de Fe y Al totales y libres y sus relaciones.**

Horiz.	Fe ₂ O ₃ T	Fe ₂ O ₃ L	L/T	Al ₂ O ₃ T	Al ₂ O ₃ L	L/T
Ah	4.83	1.66	34	15.75	5.32	34
Bw	5.10	2.01	40	20.26	4.18	21
C	5.44	1.88	35	18.65	4.94	26

Figura 4.- Fraccionamiento de materia orgánica del Perfil VII



Horizonte	C. total	C. libre	C. ligado	C.lig/libr.
Ah	9,09	3,28	5,81	1,77

Expresado en %

Tabla 31.- Perfil VII .

Mineralogía de la Fracción arena: * Tamaño 0.50-0.20 mm , ** 0.20-0.05 mm.
Fracción Ligera, $d < 2.9$, en %.

	Ah*	Ah**	Bw*	Bw**	C*	C**
Cuarzo	78	88	71	73	63	73
Feldespato K	12	4	16	12	20	12
Biotita	9	8	12	15	17	14
Moscovita	1	-	1	-	-	1

Tabla 32.- Perfil VII.

Mineralogía de la Fracción arena: * Tamaño 0.50-0.20 mm , ** 0.20-0.05 mm.
Fracción Pesada, $d > 2.9$, en %.

	Ah*	Ah**	Bw*	Bw**	C*	C**
Biotita	98	67	98	42	95	13
Moscovita	-	-	1	-	-	-
Circón	-	11	1	27	-	40
Turmalina	-	1	-	-	-	-
Andalucita	-	2	-	1	-	13
Distena	-	1	-	-	-	3
Estaurolita	-	2	-	4	-	3
Granate	-	-	-	1	-	-
Zoisita	-	-	-	1	-	1
Anatasa	-	-	-	2	-	-
Augita	-	-	-	1	-	-
Enstatita	-	1	-	1	-	6
Anfíboles	-	-	-	1	-	3
Hornblenda	-	2	-	2	-	1
Apatito	-	1	-	-	-	-
Monacita	-	1	-	-	-	-
Ilmenita	2	7	-	12	5	17
Leucoxeno	-	-	-	1	-	-
Hematites	-	4	-	4	-	-

Tabla 33.- Perfil VII.

Mineralogía de la Fracción limo * Limo grueso + medio: 0.050-0.008 mm ,

**Limo fino: 0.008-0.002 mm.

Estudio semicuantitativo.

	Ah*	Ah**	Bw*	Bw**	C*	C**
Micas-Ilitas	++	++	+++	+++	+++	++
Vermiculitas	pr		+	+	+	+
Cloritas	tr	+	tr	+	tr	+
Caolinita	++	+	+++	++	++	++
Interestratificados:						
Micas-Vermiculitas						
Micas-Cloritas						
Cloritas-Verm.	tr		tr	pr	tr	pr
Gibbsita						
Cuarzo	++	++	+++	++	++++	++
Feldespatos	+	tr	+	tr	++	tr

Tabla 34. Perfil VII.

Mineralogía de la Fracción arcilla: Tamaño < 0,002 mm.

Estudio semicuantitativo.

	Ah	Bw	C
Micas-Ilitas	+	++	++
Vermiculitas	+	++	
Cloritas	+	++	
Caolinita	+	++++	+++
Interestratificados:			
Micas-Vermiculitas			
Micas-Cloritas			
Cloritas-Vermiculitas		+	+
Gibbsita			
Cuarzo	tr	tr	tr
Feldespatos	tr	tr	

Muy abundante: ++++

Abundante: +++

Frecuente: ++

Escaso: +

Presencia: pr

Trazas: tr

Cambisol húmico desarrollado sobre granito biotítico, bajo pinar con robledal en etapa arbustiva y tapiz de gramíneas, en clima templado fresco.

La materia orgánica está bien incorporada a la materia mineral en el horizonte superficial y presenta relación C/N propia de humus mull-moder. El fraccionamiento de la materia orgánica pone de manifiesto el predominio de la fracción ligada sobre la libre siendo mayoritarios los ácidos húmicos poco polimerizados.

El complejo de cambio presenta en el horizonte superficial una acumulación de Ca^{2+} y Mg^{2+} como consecuencia del ciclo biogeoquímico del roble, con capacidad total de cambio elevada para suelos con textura arenosa, debido fundamentalmente a la proporción de materia orgánica que presenta.

La composición química del suelo corresponde a la naturaleza del material original. La liberación de hierro en el horizonte B cámbico es más elevada que en el resto del perfil, consecuencia de la mayor alteración existente.

Es un suelo arenoso con predominio de arena gruesa y contenido en fracciones finas que constituyen el 20% del total.

Los altos porcentajes de cuarzo, bastante biotita, inexistencia de plagioclasas en fracción ligera, junto con la presencia de minerales típicos de rocas plutónicas en la fracción densa, demuestran que la arena proviene de un granito biotítico. El limo no presenta diferencias en cuanto a su composición y contenido en los tamaños considerados, existiendo predominio de micas y caolinita y en menor proporción cuarzo y feldespatos. En el horizonte superficial los minerales de la fracción arcilla se encuentran muy alterados. En el resto de los horizontes predominan micas-ilitas y caolinita; la presencia de vermiculita y clorita en el horizonte B y su ausencia en C, confirmaría la formación de dichos minerales a partir de las micas.

PERFIL VIII

Localización: Plataforma de Gredos.

Provincia: Avila.

Situación: A la derecha del final del camino forestal de Hoyos
del Espino a Plataforma.

Hoja topográfica: 14-23 (577) Bohoyo (1:50.000) S.G.E.

Longitud: 5° 13' 48".

Latitud: 40° 16' 42".

Altitud: 1860 m.

Orientación: SE.

Pendiente: 40% (clase 5).

Posición fisiográfica: Ladera de montaña. Pendiente convexa.

Forma del terreno circundante: Montañoso.

Vegetación: Pastizal vivaz orófilo.

Uso: Pastoreo.

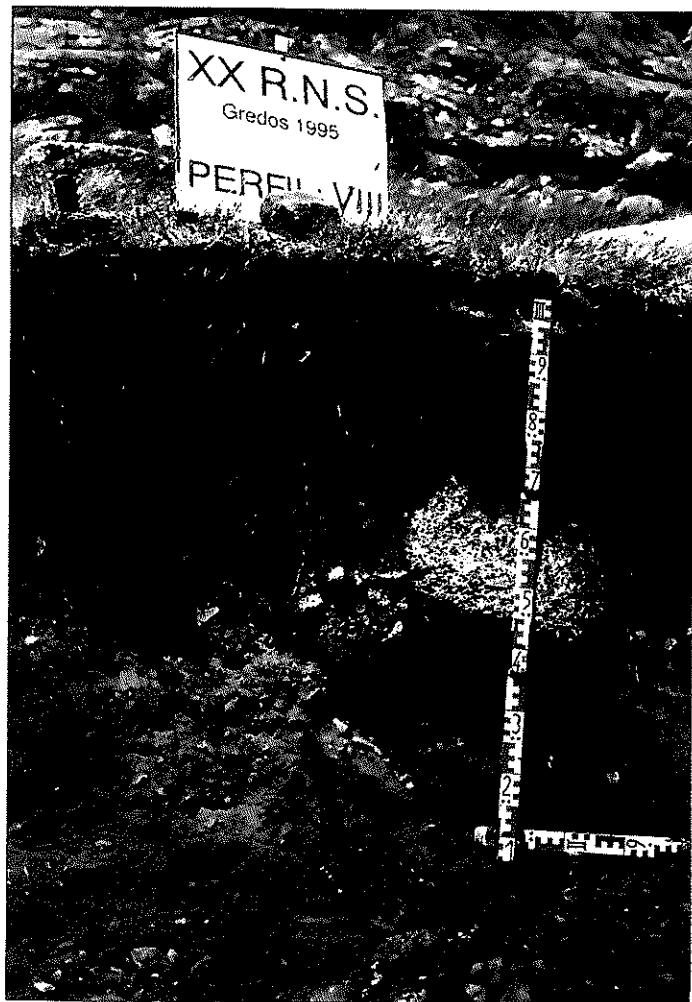
Material original: Morrena lateral de granitos y rocas
metamórficas.

Drenaje: Bien drenado (clase 4).

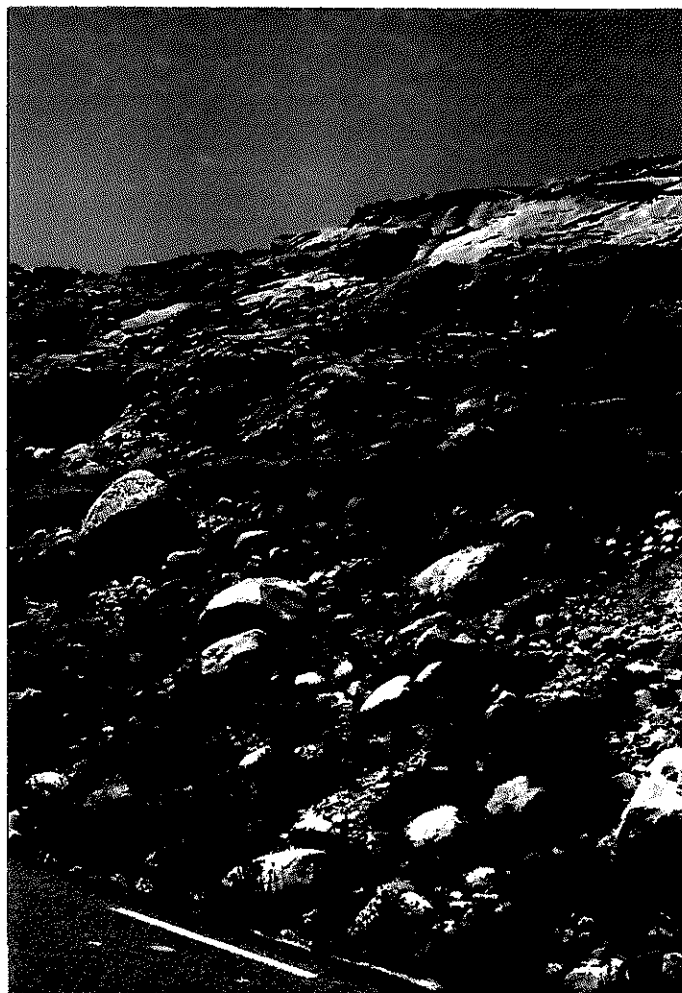
Pedregosidad: Muy pedregoso (clase 3).

Afloramientos rocosos: Muy abundantes.

Erosión: Muy ligera.



Leptosol úmbrico (Plataforma de Gredos)



DESCRIPCION MORFOLOGICA. PERFIL VIII.

Hor.	Prof(cm)	Características
Ah1	0-45	Color gris muy oscuro (10YR3/1) en seco y negro (7.5YR2/0) en húmedo. Textura arenoso-franca. Estructura particular. Consistencia en húmedo adherente y plástica. Abundante porosidad. Muchas raíces medianas a muy finas. Gran cantidad de fragmentos rocosos de diferente tamaño (de 1 a 30 cm de diámetro), de forma subangular y redondeados. Límite difuso.
Ah2	45-100	Color pardo oscuro (10YR4/3) en seco y pardo oscuro (7.5YR3/4) en húmedo. Textura arenosa. Estructura granular débil. Consistencia en húmedo adherente y plástica. Abundante porosidad. Menor contenido en raíces que en Ah1. Gran contenido de fragmentos rocosos de diferente tamaño. Límite difuso.
AB	100-120	Color pardo amarillento oscuro (10YR3/4) en seco y pardo oscuro (10YR3/3) en húmedo. Textura arenosa. Estructura granular débil. Consistencia en húmedo adherente y plástica. Muy poroso. Escasas raíces. Muchos fragmentos rocosos de 1 a 3 cm subangulares y de naturaleza granítica.
R-VIII		Granitos, muchos porfídicos y rocas metamórficas de origen ígneo.

Tabla 35.- Perfil VIII. Datos analíticos.

Horiz.	Prof. (cm)	M.O. %	N %	C/N	H ₂ O	pH	ClK
Ah1	0-45	16.82	0.69	14	5.10		4.40
Ah2	45-100	3.80	0.21	10	5.53		4.33
AB	100-120	1.76	0.15	7	5.38		4.54

Tabla 36.- Perfil VIII. Complejo de cambio (cmol_cKg⁻¹)

Horiz.	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	T	V
Ah1	5.05	1.19	1.17	0.23	7.60	27.60	28
Ah2	0.23	0.37	0.64	0.75	1.90	10.40	19
AB	0.23	0.39	0.94	0.20	1.76	9.00	20

Tabla 37.- Perfil VIII. Análisis granulométrico (%).

Horiz.	A.gruesa	A.fina	Limo	Arcilla	Textura
Ah1	59.10	28.50	8.90	4.30	Arenoso franca
Ah2	48.85	41.10	6.20	3.85	Arenosa
AB	65.20	24.70	5.85	4.25	Arenosa

Tabla 38.- Perfil VIII. Análisis químico (%).

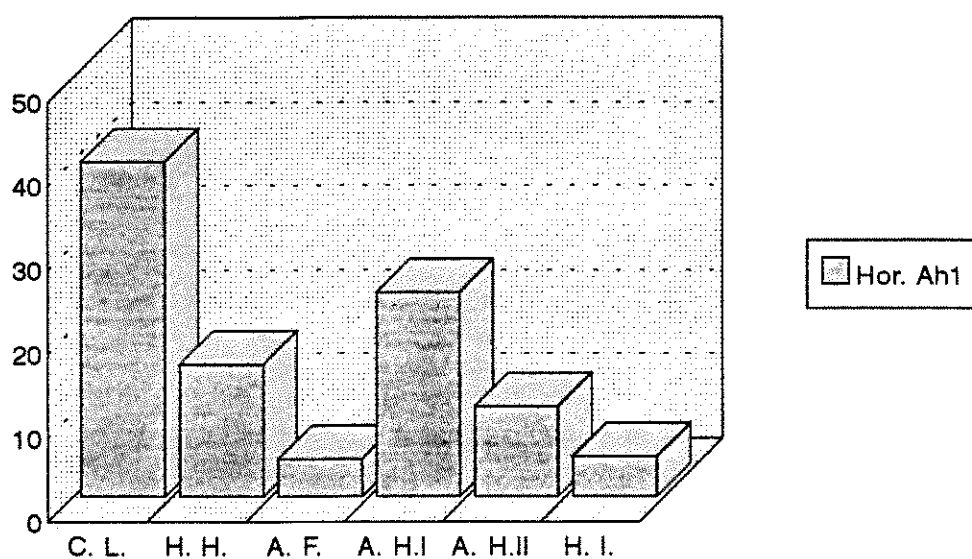
Horiz.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	PPC
Ah1	55.39	18.07	3.86	0.56	0.60	2.51	1.29	17.72
Ah2	59.84	22.39	3.65	0.60	0.74	2.99	1.89	7.90
AB	64.56	18.79	4.06	0.58	0.53	3.26	1.98	6.24
R-VIII*	79.16	9.60	3.15	0.40	0.11	3.70	1.70	2.18

*Roca granítica

**Tabla 39.- Perfil VIII.
Porcentaje de Fe y Al totales y libres y sus relaciones.**

Horiz.	Fe ₂ O ₃ T	Fe ₂ O ₃ L	L/T	Al ₂ O ₃ T	Al ₂ O ₃ L	L/T
Ah1	3.86	1.82	47	18.07	4.29	23
Ah2	3.65	0.94	26	22.39	3.95	17
AB	4.06	1.10	27	18.79	3.78	20

Figura 5.- Fraccionamiento de materia orgánica del Perfil VIII



Expresado en % del carbono total

Horizonte	C. total	C. libre	C. ligado	C.lig/libr.
Ah1	9,78	3,90	5,88	1,50

Expresado en %

Tabla 40.- Perfil VIII .

Mineralogía de la Fracción arena: * Tamaño 0.50–0.20 mm , ** 0.20–0.05 mm.
Fracción Ligera, $d < 2.9$, en %.

	Ah2*	Ah2**	AB*	AB**
Cuarzo	75	70	69	69
Feldespato K	18	12	16	19
Plagioclasas	4	12	8	4
Biotita	3	5	7	7
Moscovita	–	1	–	1

Tabla 41.- Perfil VIII.

Mineralogía de la Fracción arena: * Tamaño 0.50–0.20 mm , ** 0.20–0.05 mm.
Fracción Pesada, $d > 2.9$, en %.

	Ah2*	Ah2**	AB*	AB**
Biotita	35	24	39	21
Moscovita	1	2	1	18
Circón	–	6	–	–
Turmalina	–	4	1	21
Andalucita	18	11	12	23
Sillimanita	4	–	5	–
Estaurolita	–	2	–	–
Granate	–	5	2	–
Epidota	1	2	–	–
Zoisita	–	2	–	–
Anatasa	–	1	–	–
Titanita	–	1	–	–
Hiperstena	1	–	–	–
Hornblenda	3	–	4	–
Apatito	–	8	–	–
Ilmenita	28	18	27	7
Leucoxeno	5	6	5	5
Hematites	4	5	4	5
Magnetita	–	3	–	–

Tabla 42.- Perfil VIII.

Mineralogía de la Fracción limo * Limo grueso + medio: 0.050-0.008 mm ,

**Limo fino: 0.008-0.002 mm.

Estudio semicuantitativo.

	Ah1*	Ah1**	Ah2*	Ah2**	AB*	AB**
Micas-Ilitas	++	+++	++	++	++	++
Vermiculitas						
Cloritas	pr	tr	pr	tr	pr	tr
Caolinita	pr	+	pr	+	pr	+
Interestratificados:						
Micas-Vermiculitas	pr		pr		pr	
Micas-Cloritas						
Cloritas-Vermiculitas						
Gibbsita						
Cuarzo	++	++	+++	++	++++	++
Feldespatos	+	+	+	tr	+	tr

Tabla 43. Perfil VIII.

Mineralogía de la Fracción arcilla: Tamaño < 0,002 mm.

Estudio semicuantitativo.

	Ah1	Ah2	AB
Micas-Ilitas	+	++	++
Vermiculitas	tr	tr	++
Cloritas	tr	++	++
Caolinita	+	++	++
Interestratificados:			
Micas-Vermiculitas			
Micas-Cloritas			
Cloritas-Vermiculitas			
Gibbsita			
Cuarzo	+	+	+
Feldespatos	tr	tr	tr

Muy abundante: ++++

Abundante: +++

Frecuente: ++

Escaso: +

Presencia: pr

Trazas: tr

Leptosol úmbrico desarrollado a partir de depósitos morrénicos de rocas graníticas y metamórficas, con vegetación de pastizal y en clima que mantiene el suelo gran parte del año húmedo o cubierto de nieve.

Es un suelo muy profundo, ácido, con gran proporción de materia orgánica y relación C/N propia de humus mull-moder, bien incorporada a la materia mineral hasta una profundidad de un metro, sin embargo el suelo no está estructurado debido al bajo contenido en arcilla que presenta. En el estudio de la materia orgánica la fracción ligada es mayoritaria, predominando los ácidos húmicos poco polimerizados.

La capacidad de cambio es elevada en superficie debido a la acumulación y naturaleza de la materia orgánica. En el horizonte superficial el grado de saturación es algo mayor que en el resto del suelo, acumulándose ligeramente Ca^{2+} , Mg^{2+} y K^{+} de cambio, como consecuencia del ciclo biogeoquímico del pastizal.

Del análisis químico del suelo cabe destacar el elevado porcentaje de Al_2O_3 en relación al material original granítico. De los porcentajes de hierro y aluminio libre se deduce la mayor alteración que existe en la superficie del suelo debido a la concentración de materia orgánica que presenta.

La textura del suelo es arenosa, representando las fracciones finas un 11% del total. Dentro de la fracción arena la ligera es mayoritaria, estando compuesta por cuarzo y bastantes feldespatos, tanto potásicos como plagioclasas. La asociación mineralógica de la fracción pesada puede marcar su origen ígneo y metamórfico.

La fracción limo está constituida en todos los tamaños por cuarzo y micas-ilitas. La fracción arcilla del horizonte AB presenta micas-ilitas, caolinita, clorita y vermiculita en las mismas proporciones, sin embargo en los horizontes Ah la vermiculita sólo se detecta en trazas, predominando la clorita en la parte inferior del mismo, posiblemente por la mayor influencia a partir de esta profundidad del material metamórfico.

BIBLIOGRAFIA:

- Brindley, G.W. and Brown, G. (Eds.) 1980.** "Crystal structures of clay minerals and their X-Ray identification". Edit. G. W. Brindley and G. Brown. Mineralogical Society, London, 495.
- Duchaufour, Ph. et Souchier, B. 1966.** "Note sur une methode d'extraction combinée de l'aluminium et du fer libre dans les sols". Sci. du Sol, 1:17-30.
- F.A.O. 1977.** "Guía para la descripción de perfiles de suelos". F.A.O. Roma.
- Instituto Geográfico y Catastral 1974.** Mapa Provincial de Avila (1:200.000).
- I.S.R.I.C. 1993.** "Procedures for Soil Analysis". Fourth Edition. Wageningen. The Netherlands.
- Munsell 1975.** "Soil Color Charts". Edit. Kollmorgen Corp. Maryland, U.S.A.
- Nemecz, E. 1981.** "Clay Minerals". Edit. Akadémiai, Kiadó, Budapest, 547.
- Parfenoff, A., Pomerol, C. et Tourenq, J. 1970.** "Les minéraux en grains". Méthodes d'étude et détermination. Masson et Cie. Editeurs, Paris.
- Servicio Geográfico del Ejército 1993.** "Mapa 15-22 (555), Navatalgordo, Escala 1:50.000"
- Servicio Geográfico del Ejército 1992.** "Mapa 14-23 (577), Bohoyo, Escala 1:50.000"
- Servicio Geográfico del Ejército 1983.** "Mapa 15-23 (578), Arenas de San Pedro, Escala 1:50.000"
- Toutain, F. 1981.** "Les humus forestiers. Structures et modes du fractionnement". Revue Forestière Française. Nancy.
- Walkley, A. and Black, I.A. 1974.** "A critical examination of rapid method for determining organic carbon in soils". Soil Sci. 63, 251-254.

CAPITULO VI

SUELOS ROJOS DE LA SIERRA DE GREDOS

CONSIDERACIONES SOBRE LA EXISTENCIA DE SUELOS ROJOS SOBRE MATERIALES NO CARBONATADOS EN LA VERTIENTE SUR DE LA SIERRA DE GREDOS.

Para la discusión de los tres perfiles que han sufrido el proceso de la rubefacción, utilizaremos junto a la información obtenida en la preparación de esta excursión, los datos que pueden resultar válidos de la publicación "Los suelos rojos en España" Madrid, 1972.

Remitimos al lector en relación con la obra citada para que obtenga una información pertinente sobre la metodología analítica seguida en dicha publicación, que difiere de la adoptada en el estudio de las nuevas muestras de suelo aquí estudiadas.

PERFIL II

Situación: Entre Arenas de San Pedro y arroyo Pelayos

Hoja topográfica: 578 (1:50.000)

Longitud: 5°07'15''

Latitud: 40°13'05''

Altitud: 690 m.

Orientación: NE

Clasificación: Luvisol

Posición fisiográfica: Ladera escarpada

Forma del terreno circundante: Montañoso

Microtopografía: Muy inclinada

Pendiente: 40 % (clase 5)

Material original: Esquistos muy alterados rubefactados

Drenaje: Externo excelente, interno (clase 4)

Pedregosidad: clase 1

Afloramientos rocosos: clase 1

Erosión: Hidrica superficial y de gravedad

Influencia humana: Abundante

DESCRIPCION MORFOLOGICA. PERFIL II

Horiz.	Prof (cm)	Características
	-2 a 0	Capa de forna
Ah	0-20	Color 7,5 YR5/6. Estructura fuerte migajosa media No adherente, no plástico, muy friable y blando. Abundantes raices finas y medianas. Muy poroso . Limite neto.
AB	20-30	Color 10 YR 6/6. Estructura moderada en bloques subangulares de tamaño medio. No adherente, no plástico, friable y blando. Abundantes raices finas y medianas. Frecuentes poros. Se observan zonas de alteración que se traduce en tonalidades mas rojizas en la matriz del suelo. Limite ondulado y difuso.
Bt1	30-50	Color 5 YR 6/6. Estructura fuerte en bloques subangulares, de tamaño grueso. Adherente, plástica, muy firme y duro. Cutanes discontinuos , zonales y poco desarrollados. Limite gradual.
Bt2	50-100	Color 2,5 YR 4/8. Estructura fuerte, en bloques subangulares de tamaño grueso. Adherente, plástico, firme y duro. Cutanes espesos y continuos en dirección de la esquistosidad. Abundantes raices gruesas entre las caras de los agregados. Límite gradual.
C	> 100	Color 2,5 Y 5/6. Esquisto muy micáceo con colores abigarrados. Los grandes bloques se rodean de ferriargilanes de iluviación.

COMENTARIOS

Este perfil, podemos considerarlo como representativo de la formación de suelos rojos sobre materiales pizarrosos que sufren procesos de meteorización con gran facilidad, originando suelos de profundidad media a elevada; la aparición de horizontes argílicos, teóricamente es incompatible con la escasa estabilidad de la superficie topográfica, pero podemos suponer que la facilidad de alteración de estos materiales facilitan los procesos de formación de arcilla y de su movilización.

Suelo moderadamente ácido pero con una acidez de cambio muy elevada, grado de saturación relativamente bajo, siendo los cationes de Ca^{++} y Mg^{++} los que dominan en el complejo absorbente. La Capacidad de Intercambio Catiónico, relativamente alta en relación con el contenido en arcilla, puede explicarse no sólo por la contribución del limo fino sino también por la existencia de vermiculita en todo el perfil. El mineral de hierro más abundante es la goetita, con contenidos medios en todos los horizontes; el hierro hematítico solo se encuentra en cantidades de trazas en el horizonte Bt1 y en muy pequeñas proporciones en el Bt2. Los minerales de la fracción ligera están representados casi exclusivamente por: cuarzo y micas, siendo el contenido de feldespatos extraordinariamente bajo en relación a los anteriores.

PERFIL VI

Localización: El Arenal

Situación: Entre El Hornillo y El Arenal

Hoja topográfica: 578 (1:50.000)

Longitud: $5^{\circ}05'35''$

Latitud: $40^{\circ}15'30''$

Altitud: 840 m.

Orientación: E

Clasificación: Cambisol sobre Luvisol

Posición fisiográfica: Ladera escarpada

Forma del terreno circundante: Montañoso

Microtopografía: Muy inclinada

Pendiente: 40 % (clase 5)

Material Original : Granito alterado

Drenaje: Externo excelente, interno (clases 3-4)

Pedregosidad: clase 1

Afloramientos rocosos: clase 1

Erosión: Hidrica superficial y de gravedad

Influencia humana: Abundante

DESCRIPCION MORFOLOGICA. PERFIL VI

Hor.	Prof (cm)	Características
A	0-10	Color 10 YR 4/3. Estructura moderada, migajosa media No adherente, no plástico, muy friable y blando. Abundantes raíces finas y medianas. poros finos. Abundantes fragmentos de gravas medios y finos muy angulosos. Limite gradual.
Bw1	10-50	Color 10 YR 5/4. Estructura moderada en bloques subangulares. Ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable y blando. Frecuentes raíces finas y medianas. Frecuentes poros. Limite gradual.
Bw2	50-100	Color 10 YR 6/6. Estructura fuerte en bloques subangulares, de mediana a gruesa. Ligeramente adherente, ligeramente plástico, firme y ligeramente duro. Escasas raíces. Porosidad media y fina. Abundantes fragmentos de cuarzo y feldespatos. Limite neto y ondulado.
2Bt1	100-140	Color 2,5 YR 5/8. Estructura fuerte, en bloques subangulares con cierta disposición vertical que proporciona aspecto prismático, mediana. Adherente, plástico firme y duro. Cutanes moderadamente espesos y frecuentes. Límite gradual.
2Bt2	140-200	Color 2,5 YR 4/6. Estructura fuerte en bloques subangulares gruesa. Adherente, plástico firme y muy duro. Cutanes muy espesos y continuos. Porosidad débil . Límite gradual.
2Bt3C	200-250	Color 2,5 YR 4/6. Descripción semejante al horizonte superior salvo en el tamaño de los agregados que es mas grueso.
2C	> 250	Granito muy alterado

COMENTARIOS

El interés de este perfil radica en el hecho de presentar en su morfología dos suelos superpuestos, el más antiguo de 100 a 250 cm. de profundidad que corresponde a una mayor evolución, con formación de un potente horizonte argílico desarrollado a partir de un granito relativamente básico; este horizonte

argílico muestra un grado de saturación relativamente bajo siendo el Ca^{++} y el Mg^{++} los cationes dominantes; el mineral de la arcilla mayoritario es la caolinita seguida de vermiculita e illita. Este suelo de relativa evolución fué fosilizado por un material alóctono del mismo origen litológico, que por su menor evolución ha dado lugar únicamente a la formación de un horizonte cámbico. Las diferencias con el horizonte subyacente, son por lo tanto consecuencia de su menor grado de desarrollo, que se manifiesta por contenidos en arcilla inferiores y ausencia de revestimientos de la misma en los agregados. Por otra parte, la presencia de gibsita en los horizontes superiores, que podría contradecir lo anteriormente expuesto, solo puede ser explicada por un aporte alóctono. El hierro cristalino está preferentemente en forma de goetita, identificándose hematita exclusivamente en los horizontes inferiores más rubefactados, aunque se presenta únicamente en pequeña proporción, no justificando por lo tanto su influencia en el color.

PERFIL III

Situación: Km. 11 de la carretera de Arenas de San Pedro a Poyales.

Hoja topográfica.: 578 (1:50.000).

Longitud: 5°09'00''

Latitud: 40°10'45''

Altitud: 620 m.

Orientación: S.SO

Clasificación: Cambisol

Posición fisiográfica: Ladera escarpada

Forma del terreno circundante: Montañoso

Microtopografía: Muy inclinada

Pendiente: 40 % (clase 5)

Material Original : Granito y granodiorita de dos micas porfídico

Drenaje: Externo excelente, interno (clase 4)

Pedregosidad: clase 1

Afloramientos rocosos: clase 1

Erosión: Hidrica superficial y de gravedad

Influencia humana: Abundante

Horiz. Prof.(cm)

Características

-2-0

Capa de forna

A 0-40

Color 10 YR 4/3 S. 10YR 3/4 H. Estructura moderada migajosa gruesa. No adherente, no plástico, friable y blando.

		Abundantes raíces finas y medianas, muy poroso . Abundantes fragmentos de cuarzos y feldespatos medios y finos muy angulosos. Limite neto y ondulado.
AB	40-60	Color 7,5 YR 8/4 S y 5YR 7/6 H. Estructura débil en bloques subangulares medianos. Ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable y blando. Escasas raíces finas y medianas. Muy poroso. Limite gradual.
Bw	60-110	Color 50 YR 6/6 S y 2,5 YR 4,5/8 H . Estructura fuerte en bloques subangulares gruesos. Ligeramente adherente, ligeramente plástico, firme y ligeramenteduro. Escasas raíces. Porosidad media y fina. Limite gradual.
BwC	> 110	Color 7,5 YR 7/6 S y 5YR 6/8 en H. Estructura fuerte, en bloques subangulares de media a gruesa. Ligeramente adherente, ligeramente plástico, firme y duro. Poros frecuentes, finos y gruesos. Límite gradual
C2		Color 10 YR 7/4. Granito muy alterado .

COMENTARIOS

Este suelo ha sufrido un leve proceso de rubefacción y de formación y movilización de arcilla; la menor estabilidad de la superficie topográfica en relación con el perfil n° 2 impidió una mayor evolución del suelo, como lo demuestran las características morfológicas y granulométricas del horizonte subsuperficial.

El mineral dominante es la caolinita presentándose la gibsita en gran proporción en los horizontes superiores y en pequeñísimas cantidades en los inferiores; otros minerales de la arcilla son la vermiculita y la illita. Una particularidad importante es que a pesar de la rubefacción que ha sufrido este suelo, todo el hierro está en forma de goetita, no habiéndose identificado la hematita en ninguno de los horizontes.

P.II						
Hor.	pH H2O	pH KCl	M.O.%	C.%	N.%	C/N
A	5.8	4.2	2.95	1.71	0.06	29
AB	6.0	4.4				
Bt1	5.8	4.3				
Bt2	5.4	4.2				
C	5.4	4.				
Contras.	4.1	4.1				

P.VI						
Hor.	pH H2O	pH KCl	M.O.%	C.%	N.%	C/N
A	5.5	4.4	2.81	1.63	0.04	41
Bw1	6.3	5.0				
Bw2	6.4	4.8				
2Bt1	6.2	4.2				
2Bt2	6.	3.7				
2Bt3C	6.2	3.4				
C	5.9	5.0				

P.III						
Hor.	pH H2O	pH KCl	M.O.%	C.%	N.%	C/N
A	5.4	4.2	4.02	2.33	0.08	29
AB/E	5.2	3.9				
Bw	5.2	3.5				
BwC	5	3.6				
C	4.7	3.3				

Análisis mecánico

P.II					
Hor.	Limo G %	Limo F %	Limo T %	Arena %	Arcilla %
A	11	12.3	23.2	69.7	7.1
AB	11.7	14.1	25.9	64.3	9.8
Bt1	12.7	19.2	31.9	47.4	20.7
Bt2	5.0	15.3	20.3	63.4	16.3
C	8.9	5.1	14.0	82.8	3.2
Contras.	10.7	19.2	29.9	40.6	24.6

P.VI					
Hor.	Limo G %	Limo F %	Limo T %	Arena %	Arcilla %
A	9.7	17.8	27.5	62.2	10.3
Bw1	8.7	17.7	26.4	61.4	12.2
Bw2	8.1	15.9	24.0	65.0	11.0
2Bt1	14.7	27.2	41.9	32.1	26
2Bt2	10.7	14.6	25.3	52.1	22.6
2Bt3C	16.0	24.7	40.7	33.2	26.1
C					

P.III					
Hor.	Limo G %	Limo F %	Limo T %	Arena %	Arcilla %
A	8.9	16.7	25.6	67.9	6.5
AB/E	19.0	22.6	41.6	50.5	7.9
Bw	18.5	24.1	42.6	45.7	11.7
BwC	13.8	18.0	31.7	59.5	8.8
C	12.2	23.5	35.7	51.7	12.6

Complejo de cambio (cmolKg^{-1})

P.II								
	CIC arc	CIC	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	S	%V
A		21.8	3.21	0.58	0.03	0.58	4.40	20
AB		17.3	1.88	0.43	0.02	0.51	2.84	16
Bt1		26.8	1.13	0.59	0.02	0.14	1.88	7
Bt2	44.7	24.2	0.87	0.13	0.02	0.05	1.07	4
C		13.5	1.03	0.04	0.02	0.09	1.18	9
Contr.		35.3	1.34	0.53	0.16	0.29	2.37	7

P.VI								
	CIC arc	CIC	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	S	%V
A		24.7	3.51	0.40	0.04	0.78	4.73	19
Bw1		17.7	5.26	0.53	0.02	1.14	6.95	39
Bw2	58.8	20.2	4.25	0.34	0.02	0.75	5.36	27
2Bt1		34.0	7.58	1.78	0.02	0.47	9.85	29
2Bt2	41.7	30.9	4.56	3.50	0.02	0.18	8.26	27
2Bt3C		40.5	5.60	6.55	0.06	0.18	12.29	30

P.III								
	CIC arc	CIC	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	S	%V
A		18.9	1.17	0.04	0.02	0.36	1.59	8
AB/E		21.3	0.99	0.03	0.04	0.22	1.28	6
Bw	43.4	25.0	0.94	0.02	0.03	0.12	1.11	4
BwC		18.9	0.80	0.01	0.02	0.06	1.88	10
C		25.2	0.69	0.02	0.10	0.14	0.95	4

	I	II	III	IV	VI	VIII	IX	V	VII
P VI									
A	7.57	0.16	0.08	0.15	0.79	0.94	12,4	2,0	10,4
B _{w1}	7.79	0.17		0.17	0.97	1.14	14,6	2,2	12,5
B _{w2}	8.22	0.20		0.12	0.72	0.84	10,3	1,5	8,8
2B _{t1}	11.7	0.21		0.12	3.05	3.17	27,0	1,0	26,0
2B _{t2}	9.79			0.09	2.21	2.30	23,5	0,9	22,6
2B _{t3} C	11.0			0.12	2.85	2.97	26,8	1,1	25,7
C	9.29			0.05	2.23	2.28	24,5	0,5	24.0
PIII									
A	5.43	0.10	0.25	0.08	0.60	0.68	12,5	1,5	11,0
AB/E	5.29	0.04	0.12	0.05	0.97	1.02	19,2	0,9	18,3
B _w	5.22	0.06		0.04	2.38	2.42	46,4	0,8	45,6
B _w /C	5.86	0.10		0.02	2.90	2.92	49,8	0,3	49,5
C	5.36	0.07		0.03	1.47	1.50	28,0	0,6	27,4
PII									
A	7.22	0.08	0.10	0.18	1.54	1.72	23,8	2,5	21,3
AB	7.43	0.28	0.12	0.09	1.96	2.05	27,6	1,2	26,4
B _{t1}	6.86	0.16		0.05	3.16	3.21	46,8	0,7	46.1
B _{t2}	9.65	0.58		0.05	5.5	5.55	5,57	0,5	59,0
C	6.64	0.17		0.03	1.51	1.54	23,1	0,4	22,7
con- traste	9.0	0.55		0.08	5.39	5.49	60,9	0,9	59,9

I :Fe total (%Fe₂O₃)II :Fe cambio (FeII_{meq}/100g)III :Fe extraíble con pirofosfato (%Fe₂O₃)IV :Oxido Fe amorfo (%Fe₂O₃)

V :Relación Oxido Fe amorfo/Fe total (%)

VI :Oxido Fe cristalino (%Fe₂O₃)

VII :Relación Oxido Fe cristalino/Fe total (%)

VIII:Oxido Fe libre (%Fe₂O₃)

IX :Relación Oxido Fe libre/Fe total (%)

ESTUDIO DE LA FRACCION ARCILLA

Perfil II

En este perfil el contenido de caolinita aumenta con la profundidad mientras que a la gibsita le ocurre lo contrario. En todo el perfil se ha identificado goetita que aparece acompañada de hematita exclusivamente en el horizonte Bt2.

Perfil VI

La caolinita es el mineral dominante cuyo contenido permanece prácticamente constante en los distintos horizontes. También se ha identificado gibsita y pequeñas cantidades de vermiculita e illita en los tres horizontes superiores. En todo el perfil se ha identificado trazas de goetita. La hematita se encuentra en pequeñas proporciones en los horizontes 2Bt1, 2Bt2 y 2Bt3C.

Perfil III

El mineral fundamental es la caolinita cuya proporción aumenta con la profundidad. La gibsita se encuentra presente en los horizontes A y Bw en una proporción considerable, llegando a identificarse trazas de este mineral en los horizontes BwC y C. En todo el perfil se observan trazas de vermiculita e illita. El mineral de hierro que se ha identificado en todo el perfil es goetita, cuyo contenido permanece constante en los horizontes Bw, BwC y C.

CAPITULO VII

SUELOS DE LA VERTIENTE SUR DE LA SIERRA DE GREDOS

SUELOS DE LA VERTIENTE SUR DE LA SIERRA DE GREDOS

1. Introducción

La zona de estudio está situada entre las coordenadas U.T.M.: $317 - 325$ y $4455 - 4450$, con altitudes comprendidas entre 810 m. y 1.100 m., siendo el núcleo de población más importante Arenas de San Pedro (M.M.E. 1:50.000, hoja 578).

La litología de la zona se corresponde con rocas metamórficas del Cámbrico inferior (Martínez Escorza 1972) y rocas graníticas (M.M.E. hoja 578, I.G.M.E.). El conjunto litológico de las primeras está formado por cuarcitas, micacitas y cuarzomicacitas, alternando según capas centimétricas; el aspecto general de esta formación es de tipo flyschoides. Respecto a las rocas graníticas se trata de un granito de dos micas en facies equigranular (zona del Berrocal) y granodioritas o granitos biotíticos porfídicos.

La climatología de la zona, según los datos meteorológicos de Arenas de San Pedro y Guisando, corresponde a un tipo climático Mediterráneo templado y un régimen de humedad Mediterráneo húmedo en las dos estaciones (Elías Castillo y Ruíz Beltrán, 1977; Forteza del Rey, 1984).

En Arenas de San Pedro la temperatura media es 14.5°C , con dos períodos claros a lo largo del año, uno corto y frío que abarca desde noviembre a febrero, y otro cálido, más largo, que va de mayo a octubre, con temperaturas superiores a 15°C . La precipitación anual es de 1483 mm, con dos máximos, en noviembre (220.1 mm) y febrero (225.9 mm) y un mínimo en julio (6 mm); la E.T.P. anual es de 895 mm, siendo mínima en invierno, (28.2 mm), incrementa en primavera y otoño, y adquiere en verano un valor de 487 mm.

En Guisando la temperatura media anual es de 11.9°C con una oscilación térmica de 17.5°C . La precipitación es de 2160 mm con dos máximos: enero (304.9 mm) y noviembre (362.1 mm) y un mínimo en junio (8.3 mm); la E.T.P. anual es de 766.6 mm manteniéndose muy baja durante el invierno (32 mm), incrementando mucho en verano (399 mm).

La tipología paisajística del Valle del Tiétar, está influida por las elevadas precipitaciones y temperaturas reinantes, lo que origina una vegetación rica en especies, presentando una serie de comunidades vegetales (Sanchez Mata, 1989) de tipo arbustivo y forestal formadas por brezales y brezal-jarales, bosques caducifolios y vegetación vivaz propia de linderos. Existen pinares de *Pinus pinaster* Ait. y el piso bioclimático corresponde al mesomediterráneo superior.

2. Características de los suelos

Las características generales se expresan en la tabla 1.

Son suelos formados a partir de materiales ácidos: granitos de dos micas (T1), esquistos y cuarcitas (T2, T3, T4, T5). La vegetación es un pinar de repoblación de *Pinus pinaster* con matorral de robles en algunos casos (perfiles T3, T4 y T5). La pendiente es acusada y la altitud es superior a 700 m. Presentan las siguientes secuencias de horizontes A/B_w/C y A/R, correspondiendo a Cambisoles dístricos y el perfil T3 a un Leptosol úmbrico.

Existe en superficie un horizonte de acumulación de materia orgánica, con proporciones de carbono orgánico comprendidas entre 37-83 gKg⁻¹ (Tabla 2) y materia orgánica mal humificada de tipo mor-moder, con valores de la relación C/N en el intervalo 31-19, reflejando los valores inferiores la presencia de robles en forma estolonífera. Son suelos moderadamente ácidos, con un pH en agua, dentro del rango 5.3-6.4. En los suelos que están bajo mayor influencia del roble, se observa un aumento del pH en superficie, debido al ciclo biogeoquímico de esta especie, capaz de extraer bases de horizontes profundos y aportarlas después con sus restos vegetales; cuando se acumulan las acículas de pino y otros restos procedentes de especies acidófilas, existe una ligera disminución del pH en horizontes superficiales (T1 y T2). Las diferencias entre los valores de pH en agua y en KCl, son superiores a la unidad, lo que puede indicar la baja saturación, normal en los suelos de la zona, con grados de saturación entre 20-45, aumentando en los que han sufrido incendios forestales (Iglesias, 1993).

La influencia del material original se pone de manifiesto en la granulometría de los suelos (Tabla 3), existiendo un total predominio de fracción arena, fundamentalmente arena gruesa cuando se trata de granitos, siendo superior la arena fina si las rocas originales predominantes son esquistos. Estos diferentes materiales también influyen en las proporciones de limo y arcilla, son algo superiores en suelos en los que es mayor el predominio de rocas metamórficas. Los bajos contenidos en fracción fina justifican la estructura moderada a débil, de tipo granular, debido a las elevadas proporciones de materia orgánica, pero dada la naturaleza del humus, como ya se ha indicado anteriormente, la estructura es poco estable.

Las diferentes acciones antropogénicas a las que están sometidas las masas arbóreas, que constituyen la cubierta vegetal de los suelos, con talas abusivas y arrastre de pinos, incendios forestales, etc., conjuntamente con la acusada pendiente, son factores que repercutirán en la degradación de estos suelos.

La capacidad de intercambio catiónico varía a lo largo del perfil (Tabla 4), dependiendo de los contenidos en materia orgánica y arcilla, siendo los componentes orgánicos los que influyen fundamentalmente. Está comprendida entre 7 cmolc kg⁻¹ y 22 cmolc kg⁻¹ y existe un predominio de Ca como catión de cambio sobre Mg, K y Na (Iglesias, 1994). Son suelos desaturados, con tendencia a ser algo mayor el porcentaje de saturación, en perfiles en los que existe matorral de roble en su cubierta vegetal y el material original es un esquisto. En el perfil T3, formado a partir de cuarcita predominantemente, el valor de saturación disminuye, debido también a que la influencia del roble es escasa.

La liberación de hierro en estos suelos es baja a media, siendo las relaciones Fe libre x 100/Fe total de 30-40% en horizontes A y de 37-42% en horizontes Bw (Tabla 5), lo que indica una alteración no muy intensa, influida en parte por la presencia de cuarcita, como

uno de los materiales originales de estos suelos. La acusada pendiente frena también el proceso de evolución de los suelos en esta zona.

La fracción arcilla, está constituida por micas-ilitas y caolinita que aparece bastante degradada. Hay trazas de interestratificados illita-vermiculita y a veces illita-clorita, presencia de cuarzo y feldespatos como minerales no laminares, existencia de gibsita en suelos desarrollados sobre esquistos, que aumenta al profundizar, no detectándose en suelos formados a partir de rocas graníticas.

Agradecimientos: A la Dra. Palomar García-Villamil las determinaciones llevadas a cabo por fotometría de llama y absorción atómica.

TABLA 1: Características generales.

Perfil	Situación	M.Litológico	Vegetación	Alt.(m)	Pendiente	Orient.	Horizonte	Prof(cm)	Color		Estructura
									Húmedo	Seco	
T1	El Berrocal (Arenas de San Pedro)	Granito	Pinar, sotobosque de brezos y jaras	730	10%	NE	A	0-5	10YR4/1	10YR4/2	Gr. f.
							AB	5-25	10YR5/4	10YR5/6	Gr. f.
							B _w	25-50	10YR5/6	10YR6/6	Gr. f.
							C	+ 50			
T2	Cruz del Valle (Guisando)	Cuarcita y esquistos	Pinar, musgos, líquenes y helechos	1150	40%	NE	A	0-25	10YR3/3	10YR2/2	Gr. f.
							B _w	25-65	10YR5/8	10YR5/8	Gr. f.
							C	65-90	10YR5/6	10YR6/8	Gr. f.
T3	Guisando	Cuarcita y esquistos	Pinar con algún roble	1080	40%	NE	A	0-50	10YR3/1	10YR3/2	Gr. f.
							R	+ 50			
T4	Arrontejo (Poyales del Hoyo)	Esquistos y cuarcita	Pinar con matorral de roble	750	40%	SW	A	0-30	10YR4/3	10YR3/4	Gr. f.
							B _w	30-60	10YR5/8	10YR5/8	Gr. f.
							C	60-110	10YR6/8	10YR6/8	No
T5	Guisando	Esquistos y cuarcita	Pinar con matorral de roble y castaño	730	40%	NE	A	0-15	10YR3/3	10YR4/8	Gr. f.
							B _w	15-40	10YR5/6	10YR5/8	Gr. f.
							C	40-80	10YR5/8	10YR6/8	No

TABLA 2: Valores de pH, contenido en carbono orgánico y nitrógeno total.

Perfil	Hor.	Prof(cm)	pH		M.O.	C	N	C/N
			H ₂ O	KCl				
T1	A	0-5	5.4	4.4	126.2	73.2	2.3	31
	AB	5-25	5.6	4.5	51.4	29.8	1.4	21
	B _w	25-50	5.7	4.6	12.5	12.5	0.6	12
T2	A	0-25	5.3	4.4	144.4	83.7	3.5	24
	B _w	25-65	5.8	4.7	18.3	10.6	0.9	11
	C	65-90	5.5	4.4	7.8	4.5	0.8	5
T3	A	0-50	5.5	4.5	98.2	56.9	2.8	20
T4	A	0-30	6.4	5.3	65.8	38.2	2.0	19
	B _w	30-60	5.9	4.6	8.2	4.8	0.5	9
	C	60-110	5.7	4.5	2.6	1.5	0.5	3
T5	A	0-15	6.1	5.2	65.1	37.7	1.8	21
	B _w	15-40	6.0	5.0	20.6	11.9	0.9	13
	C	40-80	5.8	4.6	9.1	5.3	0.7	7

TABLA 3: Análisis granulométrico (%).

Perfil	A.G.(2-0,2)	A.F.(0,2-0,02)	Limo(0,02-2 μ)	Arcilla
T1	60.1	27.1	6.9	5.9
	59.9	24.6	9.2	6.3
	59.7	24.2	7.8	8.3
T2	47.1	35.4	10.5	7.0
	30.9	52.0	9.0	8.0
	41.0	32.9	11.5	14.6
T3	26.4	56.9	9.2	7.5
T4	27.7	47.4	13.7	11.2
	25.1	49.4	14.0	11.5
	32.0	46.1	8.0	13.9
T5	27.9	48.9	11.9	11.3
	43.0	40.2	8.6	8.2
	59.5	26.5	9.2	4.8

TABLA 4: COMPLEJO DE CAMBIO Y VALOR DE SATURACION

Per fil	CIC	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	V
	cmolc Kg ⁻¹						
T1	20.6	2.75	0.91	0.31	0.86	4.83	23.4
	10.6	0.63	0.23	0.23	0.69	1.78	16.8
	5.0	0.19	0.19	0.18	0.38	0.94	18.8
T2	22.8	1.20	0.43	0.31	0.74	2.70	11.8
	6.0	0.21	0.19	0.20	0.65	1.25	20.8
	6.2	0.17	0.17	0.20	0.64	1.18	19.0
T3	15.2	0.63	0.19	0.26	0.69	1.77	11.6
T4	12.3	1.88	0.72	0.43	0.65	3.68	29.9
	5.4	0.23	0.23	0.23	0.65	1.34	24.8
	4.8	0.15	0.21	0.15	0.64	1.15	24.0
T5	15.1	2.70	1.00	0.51	0.82	5.03	33.3
	7.2	0.52	0.41	0.43	0.77	2.13	29.6
	6.1	0.51	0.35	0.25	0.64	1.75	28.7

TABLA:5 PORCENTAJES DE Fe TOTAL,
Fe LIBRE Y RELACIONES FeL/T

Horiz.	%Fe ₂ O ₃ L.	%Fe ₂ O ₃ T	FeL/T
A			
X	1.72	4.02	42
min.	1.10	3.80	30
max.	2.60	4.30	40
Bw			
X	1.94	4.93	39
min.	1.60	3.80	37
max.	2.40	6.00	42
C			
X	1.80	4.83	37
min.	1.50	4.30	32
max.	2.00	5.60	43

BIBLIOGRAFIA

ELIAS CASTILLO, F. y RUIZ BELTRAN, L., 1977. Agroclimatología de España. Ministerio de Agricultura. INIA.

FORTEZA DEL REY, M., 1984. Caracterización agroclimática de la Provincia de Avila. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. DGPA.

IGLESIAS LOPEZ, M.T., 1993. Efectos de los incendios forestales sobre las propiedades del suelo en un pinar de repoblación (*Pinus pinaster*) en Arenas de San Pedro (Avila). Tesis Doctoral. UCM. Madrid.

Memoria del Mapa Geológico 1:50.000. Hoja 578. IGME.

MARTIN ESCORZA, C., 1971. Estudio mesotectónico de los materiales metamórficos en los alrededores de Arenas de San Pedro. Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.), 69:303-327.

SANCHEZ-MATA, D., 1989. Flora y vegetación del Macizo Oriental de la Sierra de Gredos (Avila). Institución Gran Duque de Alba. Dip. Prov. Avila. 440 pp.

CAPITULO VIII

IMPORTANCIA FORESTAL DE LA SIERRA DE GREDOS

IMPORTANCIA FORESTAL DE LA SIERRA DE GREDOS

1. La producción agraria de la provincia de Avila

La disminución continuada de la población rural y el ingreso de España en la Unión Europea han ocasionado que, en los últimos años, la producción del sector agrario en la provincia de Avila haya variado sensiblemente en las tres direcciones siguientes:

- Disminución de la superficie dedicada a cultivos agrícolas.
- Incremento del censo ganadero con un notable aumento de la producción de carne y un apreciable decremento de la producción de leche.
- Incremento acusado de la superficie forestal arbolada, aun a pesar de los daños originados por los incendios.

El Cuadro nº 1 permite comparar los datos más sobresalientes de los Anuarios de Estadística Agraria correspondientes a 1982 y 1992 (MAPA, 1984 y 1994).

Cuadro nº 1

	Año 1982	Año 1992	% de variación
Superficie (Has)			
Cultivo agrícola.....	250.100	201.188	- 19,6
Prados y praderas.....	83.800	80.658	- 3,7
Pastizales y erial a pastos.....	188.600	233.660	+ 23,9
Monte leñoso.....	78.800	87.731	+ 11,3
Bosque abierto.....	76.300	72.004	- 5,6
Bosque maderable.....	75.200	88.152	+ 17,2
Ganado (cabezas)			
Bovino.....	157.746	178.902	+ 13,4
Ovino.....	314.010	367.697	+ 17,1
Producción carne (Tm)			
Bovino.....	3.481	4.550	+ 30,7
Ovino.....	1.738	1.465	- 15,7
Producción leche (10 ³ l)			
Bovino.....	158.808	123.257	- 22,4
Ovino.....	4.069	5,754	+ 41,4
Habitantes			
Provincia.....	178.997	173.021	- 3,3
Capital.....	41.735	49.868	+ 20,5
Resto.....	137.262	123.153	- 10,3

Por su parte, los datos de 1º y 2º Inventarios Forestales Nacionales (MAPA, 1965

y en prensa) permiten elaborar, con respecto a superficies arboladas, el Cuadro nº 2 que a continuación se explicita.

Cuadro nº 2

	1º Invent.	2º Invent.	% de variación
Superficie (Has)			
<i>P. sylvestris</i>	11.891	16.505	+ 38,8
<i>P. pinaster</i>	43.270	54.845	+ 28,6
Otras especies y masas			
mixtas.....	57.533	58.370	+ 1,5
Bosquetes.....	16.367	28.411	+ 73,6
Total.....	129.061	158.131	+ 22,5
Cortas de madera (m³)			
<i>P. sylvestris</i>	6.287	20.479	+225,7
<i>P. pinaster</i>	68.020	71.637	+ 5,3
Resto de especies....	6.896	12.362	+ 79,3
Total.....	81.203	104.478	+ 28,7

En este cuadro se han diferenciados las dos especies de pinos que más caracterizan los bosques de la Sierra de Gredos. De dichos inventarios forestales interesa subrayar, asimismo, lo siguiente:

1º Las masas autóctonas o asilvestradas de *P. sylvestris* representan, aproximadamente, 3.522 Has y las de *P. pinaster*, 38.600 Has. El resto son repoblaciones más o menos antiguas.

2º Precisamente, la puesta en aprovechamiento de estas repoblaciones antiguas y, también, la madera que ha sido preciso cortar como consecuencia de incendios forestales explica el ascenso impresionante de las extracciones de *P. sylvestris*.

2. La riqueza forestal en la Sierra de Gredos

La comarcalización agraria de España, efectuada en 1978, distingue, en la provincia de Avila, un total de seis comarcas:

- I.- Arévalo - Madrigal.
- II.- Avila.
- III.- Barco de Avila - Piedrahita.
- IV.- Gredos.
- V.- Valle bajo del Alberche.
- VI.- Valle del Tiétar.

La comarca denominada Gredos debería llamarse, en realidad, cuenca alta del río Alberche pues es la que se extiende entre la Sierra de La Serrota y el macizo de Gredos propiamente dicho, o, si se desea, entre el Puerto de Menga y el Puerto de El Pico, con la excepción de parte de los términos de Villarejo del Valle y de San Esteban del Valle que, aun perteneciendo a la cuenca hidrográfica del Alberche se incorporan a la comarca VI al estar enclavados los núcleos urbanos en el Valle del Tiétar.

Ello quiere decir que el ámbito que se va a recorrer en la presente Reunión Nacional de Suelos se circunscribe a las comarcas agrarias de Gredos y del Valle del Tiétar.

El Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de la provincia (MAPA, 1983) permite determinar las superficies dedicadas a los distintos fines (agrícolas, ganaderos o forestales) y confeccionar el Cuadro nº 3 en el que, entre paréntesis, aparece lo que representan las distintas superficies en porcentaje del área total de esas comarcas o del conjunto de la provincia.

Cuadro nº 3

	Gredos		Tiétar		Provincia	
Aprovechamientos (Has)						
C. agrícolas de secano....	2.715	(3,32)	5.989	(5,16)	34.853	(4,34)
C. agrícolas de regadío...	4.691	(5,73)	10.711	(9,22)	217.979	(27,09)
Prados de siega.....	6.386	(7,79)	6.324	(5,54)	44.212	(5,50)
Pastizales.....	8.467	(10,33)	13.799	(11,87)	102.895	(12,79)
Matorral.....	50.683	(61,91)	33.413	(28,77)	260.285	(32,35)
Bosque.....	5.429	(6,63)	42.161	(36,29)	122.437	(15,23)
Improductivo.....	3.487	(4,29)	3.762	(3,24)	21.744	(2,70)
Total.....	81.858	(100)	116.159	(100)	804.405	(100)

Es preciso indicar que, al no coincidir exactamente los conceptos de pastizales, bosque, etc. en las publicaciones hasta ahora citadas, las cifras cruzadas de todas ellas sólo pueden ser comparadas de manera aproximada.

Este cuadro nº 3 permite sacar las siguientes consecuencias:

1ª En las comarcas de Gredos y Tiétar tienen poca importancia los cultivos agrícolas.

2ª La importancia de los bosques existentes en la comarca del Valle del Tiétar es fundamental y más aún en todas las zonas situadas al norte de la carretera que recorre dicho valle desde Santa María del Tiétar a Candeleda.

3ª En la comarca agraria de Gredos existe una extensión enorme de superficies cubiertas de matorral cuya productividad actual es casi nula ya que sólo es utilizada, y muy parcialmente, en una forma de ganadería muy extensiva.

3. La productividad maderera

El índice de Paterson (1956) con ligeras modificaciones introducidas (GANDULLO y SERRADA, 1977) permite evaluar la productividad potencial maderera en función de los datos climáticos y de la litología. Este concepto de potencialidad implica que solamente podrá considerarse real siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

- Suelo maduro.
- Espesura normal de masa.
- Buen estado fitosanitario.
- Tratamiento selvícola adecuado.
- Especie de mayor crecimiento compatible con la estabilidad del medio.

El valor de este índice, en el caso de litofacies de granito, gneis o esquistos, es el

siguiente:

$$P.P.F. (m^3/Ha \cdot \text{año}) = 5,3 (\log_{10} I - \log_{10} 25)$$

siendo:

$$I = \frac{V}{A} f P \frac{G}{12}$$

donde,

V = temperatura media mensual del mes más cálido

A = diferencia entre la media de las temperaturas máximas del mes más cálido y la media de las temperaturas mínimas del mes más frío

$$f = \frac{2.500}{n + 1.000}, \text{ siendo } n \text{ el } n^{\circ} \text{ de horas de sol al año}$$

P = precipitación anual (mm)

G = duración del período vegetativo, en meses

(De acuerdo con Gaussen, se considerarán meses activos para la vegetación forestal, aquéllos en los que las precipitaciones, expresadas en mm, sean iguales o superiores al doble de la temperatura media del mes, expresada en °C, siempre que dicha temperatura iguales o supere los 6°C).

En el conjunto de las comarcas de Gredos y del Valle del Tiétar, el valor de este índice es del orden de 7 m³/Ha·año mientras las cotas varíen entre 500 y 800 m porque la disminución de los valores térmicos al ir subiendo en altitud queda compensada por una menor duración de la sequía estival. A partir de esta cota esta compensación va siendo menor y la productividad potencial se aproxima a los 6 m³/Ha·año entre los 800 y 1.100 m de altitud, baja a los alrededores de 5 m³ entre los 1.100 y 1.500 m y continúa descendiendo hasta llegar a anularse en las proximidades de los 2.100 m por causas térmicas o a cota más baja en las zonas en las que el viento impida la presencia de la masa arbórea.

En el contexto español, que admite 7 clases o categorías productivas de madera, los terrenos de altitud inferior a unos 1.500 m pertenecen a la Clase II y la calificación, naturalmente va aumentando según se va superando dicha cota.

Ahora bien, como las coníferas tienen mayor rendimiento en madera que las quercíneas, para seguir avanzando en el conocimiento de la productividad maderera de la Sierra de Gredos es preciso pasar de la potencialidad a la realidad y deducir el rendimiento esperable de los pinares de la Sierra de Gredos.

Los estudios realizados sobre la autoecología de los pinares españoles han sido recogidos en una reciente publicación (GANDULLO y SANCHEZ PALOMARES, 1994). En ella se definen los hábitats de las distintas especies en función de 32 parámetros de

naturaleza fisiográfica, climática y edáfica y se deducen unas ecuaciones de pronóstico de calidad en función de aquellos parámetros que mejor explican dicha calidad.

Entre los taxones estudiados figuran el *Pinus sylvestris* y la subespecie atlántica del *Pinus pinaster* que son los representados en estas comarcas, bien formando masas autóctonas o asilvestradas, bien en repoblaciones más o menos recientes.

Refiriéndonos al hábitat climático y observando únicamente los parámetros PT (precipitación total en mm), PV (precipitación estival) y TA (temperatura media anual en °C), se deduce:

1º Que la subespecie atlántica del *P. pinaster* requiere un mínimo de precipitación anual de 900 mm y un mínimo de precipitación estival de 60 mm.

2º Que el *P. sylvestris* necesita una precipitación anual mínima de 500 mm y un mínimo de 35 mm de lluvias estivales.

3º Que, desde el punto de vista térmico, el *P. pinaster* vive en zonas de temperatura media anual variable entre 11,9 y 16,7°C y el *P. sylvestris* cuando dicha temperatura oscila entre 4,8 y 12,9°C.

Los datos climáticos de los observatorios de la zona de Gredos (Arenas de San Pedro, Guisando, Mijares, Puerto del Pico San Martín de la Vega y Serranillos) permiten deducir lo siguiente:

- La isolinéa de la temperatura media anual de 11,9°C (límite inferior para *P. pinaster ssp. atlantica*) se encuentra a una cota próxima a los 900 m, y la de 12,9°C (límite superior para *P. sylvestris*) a unos 750. Como toda la cuenca alta del río Alberche está situada a más de 1.000 m de altitud, quiere ello decir que, desde el punto de vista térmico, estos últimos territorios forman parte del hábitat potencial de la segunda especie pero no del *P. pinaster*.

- En toda la comarca del valle del Tiétar, la precipitación anual es superior a 1.000 mm y las lluvias estivales superan los 60 mm a partir de los 500 m de altitud.

- En la cuenca alta del Alberche, aunque existe un mínimo de pluviosidad anual en las comarcas próximas a San Martín de la Vega, siempre ésta supera los 600 mm y las precipitaciones de verano suponen más de 50 mm de lluvias.

Es decir, con respecto al régimen termopluviométrico, es apta para la reforestación con *P. pinaster ssp atlantica* la vertiente sur de Gredos en cotas comprendidas entre 500 y 900 m, y es factible el empleo de *P. sylvestris* en las comarcas de la cuenca alta del Alberche y en las cotas superiores a los 750 m de la precitada vertiente sur.

Los principales parámetros de naturaleza edáfica definidores de los hábitats del *P. sylvestris* y del *P. pinaster ssp. atlantica* demuestran que el primero tiene un temperamento mucho más amplio. Empleando el lenguaje ecológico, puede afirmarse que el pino silvestre es mucho más eurioico que el segundo con respecto a las propiedades del suelo. El Cuadro nº 4 pone de manifiesto estas características.

Cuadro n° 4

PARAMETRO	Valores límites del hábitat del			
	<i>P. sylvestris</i>		<i>P. pinaster</i>	
	L. inferior	L. superior	L. inferior	L. superior
% T.F.	21,7	99,7	23,2	93,8
% Arena	3,0	90,8	20,1	79,5
% Limo	5,5	76,7	15,3	68,0
% Arcilla	0,9	53,7	4,7	22,4
pH (agua)	4,3	8,6	4,5	6,1

Normalmente, los suelos de estas comarcas están formados sobre granito o gneis y sus propiedades van a permitir la presencia de *P. pinaster*, salvo que ocurra alguna de estas circunstancias:

1º Depresiones en las que exista una acumulación de elementos finos o hidromorfía a escasa profundidad.

2º Material parental de rocas ígneas básicas o de esquistos poco cuarcíferos en cuyo caso es posible la aparición de suelos rojos policíclicos en los que el proceso de argillización *in situ* origine una falta de permeabilidad incompatible con la presencia de *P. pinaster*.

3º Presencia de roquedos o de navazos con granito no alterado a escasa profundidad.

Por el contrario, salvo en la última de las circunstancias apuntadas y en algún otro caso excepcional, el hábitat edáfico es totalmente adecuado para el *P. sylvestris*.

Las ecuaciones de pronóstico de calidad, siempre que el hábitat permita la existencia de las masas, se han deducido a través de análisis multivariable de regresión paso a paso y son las siguientes:

P. sylvestris

$$CAL = 0,5547 + 1,0358\sqrt{|OSC-16,5|} + 0,2046|TF-65|^3/10^4 + 0,9373\sqrt{|MO-4|} + 0,8859|PHA-5,5| + 0,0118|ETRM-550|$$

P. pinaster ssp. atlantica

$$CAL = 2,5799 - 0,1272|PND-15| + 6,6193\sqrt{|INS-0,95|} + 0,0306|ETP-800|$$

donde,

OSC = Diferencia entre la temperatura media del mes más cálido y la temperatura media del mes más frío (°C).

PND = Pendiente (%).

INS = Coeficiente de insolación en función de la pendiente y de la orientación.

ETP = Evapotranspiración potencial (mm).

TF = Tierra fina (%).

MO = Materia orgánica (%).

PHA = Acidez actual (1:2,5).

ETRM = Evapotranspiración real máxima (mm).

CAL = Clase de calidad. Valores inferiores a 1,5 implican Calidad I superior a la media de dicha calida; valores comprendidos entre 1,5 y 2,5, Calidad I inferior a la media de dicha clase, y así, sucesivamente, hasta valores inferiores a 9.5 que indican Calidad V e inferior a la curva media de dicha clase de calidad.

Puede observarse que la estenoicidad edáfica del pino pinaster implica que su calidad, siempre que el territorio esté dentro de su hábitat, es independiente de las características del suelo y que esta calidad será muy buena cuando la evapotranspiración potencial esté próxima a los 800 mm circunstancia que tiene lugar, en Gredos, a cotas próximas a los 500 m.

Las mejores calidades del pino silvestre se dan en suelos ácidos, con porcentaje húmico medio próximo a 4, no muy pedregosos y con evapotranspiración real máxima posible del orden de 500 mm. Esta última circunstancia, en nuestras comarcas, tiene lugar a unos 1.000 m de altitud con suelos de capacidad de retención de agua no muy elevada y a mayores cotas cuando esta capacidad de retención de agua es francamente alta.

4. La productividad potencial de hierba

Las investigaciones de numerosos especialistas (HEDIN, 1973; LEMÉE, 1978; LOISSANT, 1973; PRIETO, 1985; RIROU, 1978; SAN MIGUEL, 1985) tienden a admitir que en un ecosistema mixto silvopastoral, situado en una zona templado-húmeda, el 45 por ciento de la productividad primaria neta (cantidad de materia viva producida por los vegetales menos la parte de la misma degradada por los fenómenos respiratorios) es producción de pasto aprovechable, de leña y de madera, correspondiendo el resto a hojas y herbáceas no pastables, a inflorescencias, hipogeo, etc.). La proporción relativa de leña y de madera entre sí varía según el método de aprovechamiento: si es monte alto, la primera representa la mitad de la segunda y si el tratamiento es de monte bajo a turno muy corto llega a anularse la producción de madera.

Por otra parte, entre los múltiples modelos existentes para el cálculo de la productividad potencial primaria neta en función de los parámetros ambientales (ROSENZWIG, 1968; RYABCHIKOV, 1968; LIETH y BOX, 1972; LIETH, WOLAVER y BOX, 1973; READER, 1973), el primero de ellos es el que puede considerarse más adecuado para España al realizar un contraste de todos ellos con producciones reales (GANDULLO y MUÑOZ, 1986).

Este modelo de Rosenzweig es el siguiente:

$$\log_{10} \text{PPPN} = 1,66 \cdot \log_{10} \text{ETRMP} - 1,66$$

donde,

PPPN = Productividad potencial primaria neta (g materia seca/m²·año)

ETRMP = Evapotranspiración real máxima posible (mm)

Con objeto de realizar una transposición en unidades fácilmente manejables, es preciso

tener en cuenta:

1º Un kilogramo de hierba verde equivale a 210 g de hierba seca (DUVIGNEAUD, 1978) con lo que, si un p% de la PPPN es pasto aprovechable,

$$\frac{p}{100} \text{ PPPN g hierba seca /m}^2\cdot\text{año} = \frac{p}{100} \cdot \frac{1.000}{210} \text{ PPPN g hierba verde /m}^2\cdot\text{año} =$$

$$= 0,4762 \cdot p \cdot \text{PPPN Kg hierba verde/Ha}\cdot\text{año}$$

2º Si la densidad de la madera es ρ (g/cm³) y un m% de la PPPN es producción de madera o/y leña:

$$\frac{m}{100} \text{ PPPN g madera seca/m}^2\cdot\text{año} = \frac{m}{10^4} \text{ PPPN Tm madera seca/Ha}\cdot\text{año} =$$

$$= m \cdot \text{PPPN} / 10^4 \rho \text{ m}^3 \text{ madera Ha}\cdot\text{año}$$

En las comarcas que van a recorrerse en esta Reunión Nacional de Suelos, la ETRMP, supuesto un suelo con una capacidad de retención de agua media (150 mm), toma unos valores, de acuerdo con la metodología de Thornthwaite (1957), próximos a los 530 mm en cotas inferiores a los 800m, del orden de 500 mm entre 800 y 1.100 m, de unos 450 mm en las cotas variables entre 1.200 y 1.400 m y valores inferiores en las mayores altitudes. Estos valores representan, respectivamente, 725, 660 y 550 gramos de materia seca por metro cuadrado y año.

En el caso de una pradera, sin nada de arbolado ni otra vegetación leñosa, de acuerdo con las cifras dadas anteriormente, las previsiones de producción de pastos serían, respectivamente:

$$0,4762 \cdot 45 \cdot 725 = 15.536 \text{ Kg de hierba verde/Ha}\cdot\text{año}$$

$$0,4762 \cdot 45 \cdot 660 = 14.143 \text{ Kg de hierba verde/Ha}\cdot\text{año}$$

$$0,4762 \cdot 45 \cdot 550 = 11.786 \text{ Kg de hierba verde/Ha}\cdot\text{año}$$

En el supuesto de Unidades de Ganado Mayor (UGM), reses de 500 Kg de peso vivo con consumo diario de 50 Kg de hierba, las posibilidades serían, en los tres casos anteriores:

$$15.536 / 50 \cdot 365 = 0,85 \text{ UGM/Ha}\cdot\text{año}$$

$$14.143 / 50 \cdot 365 = 0,77 \text{ UGM/Ha}\cdot\text{año}$$

$$11.786 / 50 \cdot 365 = 0,65 \text{ UGM/Ha}\cdot\text{año}$$

Estos valores suponen, pues, la productividad ganadera potencial porque se ha supuesto ausencia total de vegetación leñosa. En el caso de una dehesa de *Quercus pyrenaica* (densidad de la madera 0,951 g/cm³) sin ningún tipo de matorral, podría jugarse con distintas posibilidades de producción de madera, leña y pasto de acuerdo con el siguiente razonamiento:

$$45 = \% \text{pasto} + \% \text{madera} + \% \text{leña} = p + m + m/2 \text{ (supuesto monte alto)}$$

$$45 = \frac{v \cdot 50 \cdot 365}{0,4762 \text{ PPPN}} - \frac{3}{2} \frac{10^4 \cdot 0,951 \cdot n}{\text{PPPN}}$$

siendo v la carga pastante (UGM/Ha·año) y n la posibilidad en madera ($\text{m}^3/\text{Ha} \cdot \text{año}$).

Es decir que para $\text{PPPN} = 725$, una carga pastante de $0,50 \text{ UGM}/\text{Ha} \cdot \text{año}$ sería compatible con una posibilidad de $0,94 \text{ m}^3$ de madera/ $\text{Ha} \cdot \text{año}$. Asimismo, una producción de $1,5 \text{ m}^3$ de madera/ $\text{Ha} \cdot \text{año}$ sólo sería compatible con una carga pastante de $0,29 \text{ UGM}$.

Estas cifras se ajustan bastante bien a la realidad en las praderas seminaturales de secano. Incluso muchas veces se supera la posibilidad potencial porque la abundancia de aguas de escorrentía procedentes de los regatos próximos permiten riegos eventuales al desviarlas hacia los prados. En estos casos la ETRMP se aproxima a la ETP, la PPPN alcanza los $1.300 \text{ g materia seca}/\text{m}^2 \cdot \text{año}$ y la carga pastante admisible llega a acercarse a $1,5 \text{ U.G.M.}/\text{Ha} \cdot \text{año}$.

Sin embargo la productividad decrece sensiblemente en aquellas depresiones en las que se presentan problemas de hidromorfía bastante superficial y continuada y empiezan a predominar las poblaciones de umbelíferas, ciperáceas y juncos junto con algunas especies pascícolas que, cuando abundan, pueden causar problemas al ganado (*Holcus lanatus*, p.ej.).

Por el contrario, en los pastizales la posibilidad real desciende por debajo de la potencial, sobre todo cuando aumenta la pedregosidad del terreno y la arenosidad: empiezan a predominar las gramíneas anuales, apenas se presentan leguminosas vivaces e, incluso, la vegetación leñosa hace su aparición ocupando hasta el treinta por ciento de la superficie. Es preciso tener en cuenta que estos pastizales son aprovechados por el ganado de manera extensiva y que no están sujetos a ningún tratamiento de mejora, control de matorral y de malas hierbas, etc.

El aprovechamiento pascícola de la formación matorral (ocupación de la vegetación leñosa en más de un 30 por ciento de la superficie) es prácticamente nula.

5. Comentarios finales y posible ordenación futura del territorio

Desde un punto de vista exclusivamente económico parece claro deducir de los apartados anteriores que la ordenación agraria de las comarcas que van a recorrerse en esta Reunión Nacional de Suelos debería apoyarse en los siguientes pilares:

1º Tratamiento selvícola adecuado y protección de los bosques de pinares existentes para que su producción real se aproxime a la potencial.

2º Conservación de las praderas y prados de siega potenciando la posibilidad de riegos eventuales en las zonas bien drenadas y realizando obras de avenamiento en aquellas que presentan problemas de hidromorfía superficial.

3º Mejora de los pastizales existentes, sobre todo los asentados sobre suelos no demasiado arenosos, suprimiendo la vegetación leñosa e, incluso, mejorando las propiedades químicas del suelo mediante enmiendas o abonados más o menos eventuales.

4º Reforestación con pinos aquellos terrenos ocupados por matorral siempre que la pedregosidad no sea excesiva y las condiciones climáticas lo permitan.

Sin embargo esta postura, que implicaría dedicar todo el territorio a pinares, praderas y pastizales, presenta una serie de inconvenientes ecológicos, fitosanitarios y culturales que obligan a matizar los párrafos anteriores con un conjunto de serias restricciones.

Así, la existencia de grandes extensiones ininterrumpidas con monocultivo son enormemente peligrosas desde el punto de vista fitosanitario y, en el caso de bosques, por el riesgo de incendios de muy difícil control.

Pero, además, es preciso recordar que una gran parte de todas estas comarcas tienen como vegetación potencial climática los melojares de *Quercus pyrenaica* y que, por lo tanto, es importante la conservación de las masas existentes aunque su rendimiento económico es muy bajo y también es aconsejable romper la uniformidad de las masas de pinares favoreciendo, sobre todo en las zonas de menor pendiente, la reintroducción de esta especie bajo el pino y, después de creada una masa mixta, ir poco a poco transformándola en un arbolado claro con aprovechamiento pascícola.

No hay que olvidar, tampoco, que en la tradición cultural de estas tierras existe, desde hace muchos siglos, el cultivo del castaño para producción de fruto o de madera. La ampliación de la superficie de estos castañares contribuiría a una mayor diversificación de la economía agraria.

Es preciso tener en cuenta, también, que, aunque las formaciones de matorral tienen un rendimiento productivo prácticamente nulo, algunas de ellas representan las asociaciones climáticas en las partes más altas de las montañas donde las condiciones térmicas o/y la fuerza del viento impiden la vegetación arbórea y muchas otras, aun cuando suponen diferentes etapas de regresión, contribuyen a dotar al bioma de una mayor diversidad que repercute en una notable estabilidad ecológica y en la aparición de numerosos nichos de indudable interés científico.

Por último no se debe menospreciar la utilización del medio agrario desde un punto de vista recreativo. Y es un hecho indudable que el montañero, el excursionista, el pescador o el simple caminante agradece un paisaje múltiple de formas y colores.

En definitiva, la ordenación agraria de estas comarcas, compaginando rendimiento económico, conservación de la naturaleza, protección contra la erosión, tradiciones culturales y uso recreativo y social, debería ir encaminada, a mi entender, hacia una estructura en mosaico con predominio de pinares, de pastizales, de praderas y prados de siega, pero, intercaladas entre estas formaciones, un conjunto de teselas de melojares, pastizales adeshados con roble o fresno, castañares para fruto o madera, matorrales de distintas características e, incluso, pequeñas superficies de huertas familiares u otros cultivos estrictamente agrícolas.

Bibliografía

- GANDULLO, J.M. y MUÑOZ, L.A. (1986).- "Mapa de productividad potencial primaria neta de los Ecosistemas españoles". *Bol. Estación Central de Ecología*. XV. nº 30 pp. 3-17.
- GANDULLO, J.M. y SANCHEZ PALOMARES, O. (1994).- *Estaciones ecológicas de los pinares españoles*.- I.C.O.N.A.- Madrid.
- GANDULLO, J.M. y SERRADA, R. (1977).- *Mapa de productividad potencial forestal de la España peninsular*.- I.N.I.A.- Madrid.
- HEDIN, L. (1973).- "Recherches sur la production primaire de la prairie de Borculo". *Fasc. PBI/Pin-au-Haras*. 1973.2. pp 33-48.
- LEMÉE, G. *et alt.* (1978).- "La hêtraie naturelle de Fontainebleau" *in: Ecosystèmes terrestres* (Lamotte y Bourlière eds.).- Masson.- París.
- LIETH, H. y BOX, E. (1972).- "Evapotranspiration and Primary Productivity: C.W. Thornthwaite Memorial Model" *in: Papers on Selected Topics in Climatology* (Mather J.R. ed.).- Elmer.- Nueva York.
- LOISSANT, P. (1973).- "Soil-vegetation relationships in mediterranean ecosystems of southern France" *in: Mediterranean type Ecosystems* (de Castri y Mooney eds.).- Springer-Verlag.- Berlín.
- M.A.P.A. (1965).- *Inventario Forestal Nacional*.- Avila.- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.- Madrid.
- M.A.P.A. (1983).- *Mapa de cultivos y aprovechamientos de la provincia de Avila. Escala 1:200.000*.- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.- Madrid.
- M.A.P.A. (1984).- *Anuario de Estadística Agraria*.- 1982.- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.- Madrid.
- M.A.P.A. (1994).- *Anuario de Estadística Agraria*.- 1992.- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.- Madrid.
- M.A.P.A. (en prensa).- *2º Inventario Forestal Nacional*.- Avila.- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.- Madrid.
- PATERSON, S.S. (1956).- *The Forest Area of the World and its Potential Productivity*.- Göteborg University.- Göteborg.
- PRIETO, A. (1985).- *Producción forrajera en tres prados de Ulzama*.- (Comunicación personal).
- READER, J.R. (1973).- *Phenological Investigation in Eastern North America*.- Univ. de Carolina del Norte.- Chapel Hill, N.C.

- RIROU, G. (1978).- "La pairie permanente du nord-ouest franÇais" in: *Ecosystèmes terrestres* (Lamotte y Bourlière eds.).- Masson.- París.
- ROSENZWEIG, M.L. (1968).- "Net Primary Productivity of Terrestrial Communities: Prediction from Climatological Data".- *The American Naturalist* Vol. 102, num 923. pp. 67-74.
- RYABCHIKOV, A.M. (1968).- "Condiciones hidrotérmicas y productividad de la vegetación en las principales zonas territoriales" (en ruso) *Vestnik MGV Geogr. Moscow*, 5, pp. 41-48. (Citado de Rodin *et alt*, 1972, *Productivity of the World's Main Ecosystems*.- National Academic of Science.- Washington D.C.).
- SAN MIGUEL, A. (1985).- *Ecología, tipología, valoración y alternativas silvopascícolas de los quejigares de Guadalajara*.- Universidad Politécnica de Madrid. (Tesis Doctoral).
- THORNTHWAITE, C.W. (1957).- "Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance".- *Drexel Inst. Technol. Pub. Climatol.* 10, pp. 181-311.

CAPITULO IX

LA EROSION DEL SUELO EN LA SIERRA DE GREDOS ESTIMACION DE LA ESCORRENTIA SUPERFICIAL

LA EROSION DEL SUELO EN LA SIERRA DE GREDOS

1. INTRODUCCION

Las condiciones naturales de la Sierra de Gredos determinan la existencia de un alto riesgo de erosión hídrica en los suelos existentes en la actualidad y en el pasado han sufrido sus efectos.

El suelo es un ente natural sometido a un delicado equilibrio dinámico, pues es el resultado temporal de la interferencia de la actividad de la atmósfera y de la biosfera sobre la litosfera, en el marco geomorfológico correspondiente.

Por ello una alteración, por causas naturales como puede ser una modificación climática, o por causas artificiales como puede ser una roturación, pueden provocar una transformación en la actividad de los agentes naturales, que los convierta de agentes formadores en agentes destructores del suelo.

Este puede ser el caso de una ladera de fuerte pendiente en la Sierra de Gredos, en la que una misma lluvia puede ser un factor formador favorable para el desarrollo del suelo, si está protegido por una vegetación densa del impacto directo de las gotas, por el bosque y el sotobosque, y de la posible escorrentía por los restos vegetales en superficie, o bien puede convertirse en un grave agente de erosión del suelo si la vegetación ha desaparecido a causa de un incendio o a causa de una roturación.

El acentuado crecimiento demográfico de la población española en los dos últimos siglos (que pasa de 9 millones en 1800 a 18 millones en 1900 y a 28 millones en 1950), determina que en la década 1941-50 el 50% de la población activa estuviese ocupado en la agricultura.

Esta "presión demográfica" sin apenas salida en los pueblos de la montaña, sin industrialización y sin destinos en los servicios, dirige su actividad a la utilización del suelo, destinándolo en muchos casos a una intensidad de uso incompatible con la permanencia de su integridad.

2. LA VULNERABILIDAD DEL SUELO

En el caso de la Sierra de Gredos, es preciso considerar con suficiente detenimiento, las causas generales de su extrema vulnerabilidad.

2.1. Fragilidad del suelo

El equilibrio dinámico que permite que se perpetúen los suelos situados sobre fuertes pendientes es sumamente delicado, pues una vez originada la escorrentía superficial, omnipresente en los periodos de grandes lluvias, el arrastre del suelo superficial, el más rico por su contenido en materia orgánica y en elementos nutritivos, es inevitable.

2.2. Progresividad del proceso

A diferencia de otros muchos entes naturales, el daño que la erosión produce al suelo es "progresivo", es decir, el efecto, el empobrecimiento del suelo, se convierte en una nueva causa, ya que el suelo empobrecido (y a veces casi destruido en breve plazo) no puede mantener una vegetación protectora tan eficaz como la original y el daño se incrementa de una manera continuada y por tanto progresiva.

2.3. Irreversibilidad de la degradación

Una vez degradado el suelo y disminuía su capacidad de mantener una vegetación eficazmente protectora, la recuperación es muy difícil, ya que en las condiciones naturales de la Sierra de Gredos, con rocas graníticas o con esquistos y cuarcitas, es laborioso para los factores formadores del suelo generar un perfil como el dañado, que requirió probablemente varios miles de años para alcanzar el estado de equilibrio que se ha destruido.

Por ello, en un contexto socioeconómico realista, los daños producidos por la erosión al suelo considerado como un recurso natural, son irreversibles, en función del plazo requerido para la recuperación.

3. INTERVENCIÓN HUMANA

Las necesidades de alimento, vestido, combustible y vivienda de las poblaciones asentadas en el territorio de Gredos datan de muy antiguo y hay datos protohistóricos, como los conocidos "verracos" labrados en el duro granito, con el excelente ejemplo de los "Toros de Guisando" entre otros muchos, que nos muestran la intensidad de la actividad ganadera,

predominante probablemente sobre la estrictamente agrícola, dadas las condiciones de pendiente, escaso espesor del suelo original, y balance hídrico bien dotado.

Otros datos de época histórica, como la presencia de una importante vía romana de acceso al Puerto del Pico indican la existencia de intereses económicos importantes, probablemente ligados a la trashumancia del ganado lanar.

3.1. La afección a la cubierta vegetal

Las necesidades de aprovechamiento agrícola y ganadero llevan a las poblaciones a la eliminación de la cubierta vegetal natural, aprovechando inicialmente y agotando el recurso arbóreo.

En este tema la vegetación del Piso criomediterráneo, situado en Gredos por encima de los 2.300 metros de altitud, se ha visto afectada a partir de las épocas de aprovechamiento de los recursos pascícolas de verano de mayor intensidad, auge de La Mesta, padeciendo un cierto agotamiento.

El Piso oromediterráneo, en Gredos entre 1.800 y 2.300 metros, presentaba un recurso arbóreo menos valioso que el de cotas inferiores, pero una posibilidad de sustitución por componentes herbáceos, por lo que debió padecer una extrema producción de leña y probablemente incendios sistemáticos destinados a sustituir de un modo aún más drástico un tipo de vegetación por otro, buscando siempre el incremento del recurso pascícola estival.

En cuanto al Piso supramediterráneo en el que se asienta ya una parte importante de la población con actividad agrícola exclusivamente (entre 850 y 1.800 metros de altitud) la utilización del suelo es mixta, pero tiene una gran importancia la roturación de los montes para la implantación de cultivos, y cuando la erosión empobrece estos suelos, dada su fuerte pendiente y escasa profundidad, quedan relegados a pastos de época invernal en sentido lato. El árbol dominante, el roble melojo (*Quercus pyrenaica*) no es muy valioso ni en cuanto a calidad de la madera, ni por la calidad de la bellota, por lo que el interés de su mantenimiento es menor y su papel, una vez cortado el fuste original, es el de productor de leña y de madera de poco diámetro.

Finalmente, el Piso mesomediterráneo, por debajo de los 850 metros de altitud, y su inmediata superior Serie Supra-mesomediterránea, con poblamiento típico de encinares (*Q. rotundifolia*), soportan ya la roturación absoluta para el cultivo continuado o bien para el establecimiento de la dehesa.

3.2. La afección al suelo

Teniendo en cuenta la prolijidad de las relaciones de causa a efecto en los procesos de degradación del suelo por erosión hídrica, y la inversión causa-efecto-nueva causa, y en gracia a la brevedad y a la claridad, el diagrama adjunto resume las relaciones principales entre los distintos agentes y sujetos pacientes en cuanto a los fenómenos de carácter edafológico directo o indirecto.

Es preciso destacar el papel primordial que tiene la degradación de la estructura del suelo, verdadero punto de convergencia de todos los procesos.

Para los suelos de la Sierra de Gredos, derivados en su mayor parte de rocas granitoideas, la tendencia a la textura arenosa (debida a la abundancia del cuarzo no meteorizable) y la escasez de arcilla, confieren a la materia orgánica del horizonte superior un papel primordial en el desarrollo y mantenimiento de la estructura del horizonte superior del perfil del suelo.

Por ello el mero decremento de la proporción de materia orgánica tras la roturación y el laboreo continuado, entraña un grave riesgo de erosión futura, ante la inevitable degradación de la estructura.

Aún tratándose de texturas arenosas, los recientes experimentos en campo con simuladores de lluvia realizados recientemente por la Cátedra de Edafología de la Facultad de Farmacia, muestran grandes diferencias en cuanto a la generación de materiales en suspensión en la escorrentía generada en los suelos mantenidos con vegetación y en aquellos en que ha desaparecido.

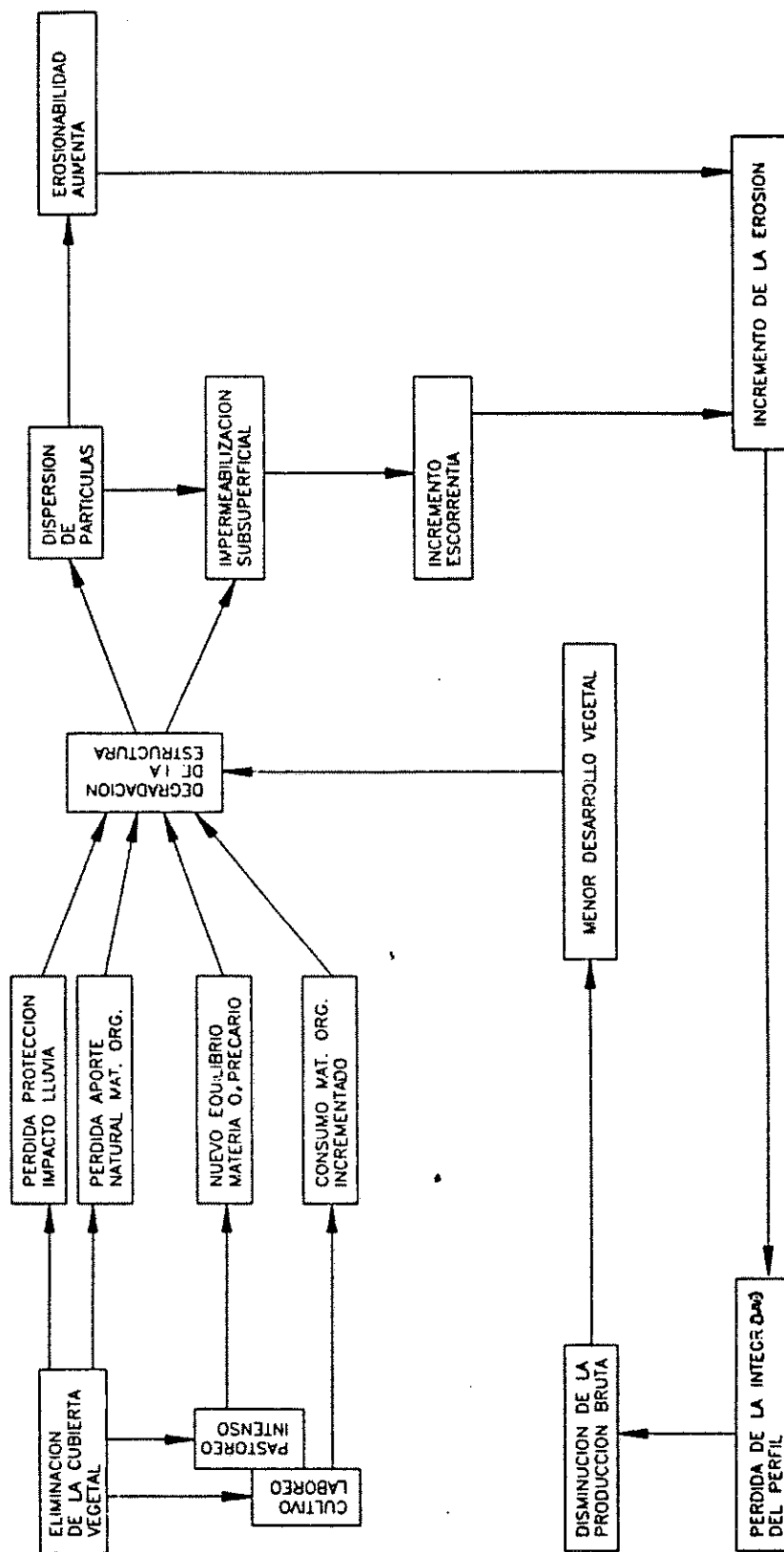
3.3. Las causas agrícolas de la erosión

Como en el tema anterior, la intervención de la actividad agrícola, y ganadera en su caso, es bastante compleja y nos obliga a la consideración de situaciones prolijas, por lo que para una mejor comprensión se ha preparado el diagrama adjunto que resume y relaciona las principales actividades capaces de modificar el equilibrio dinámico natural del suelo.

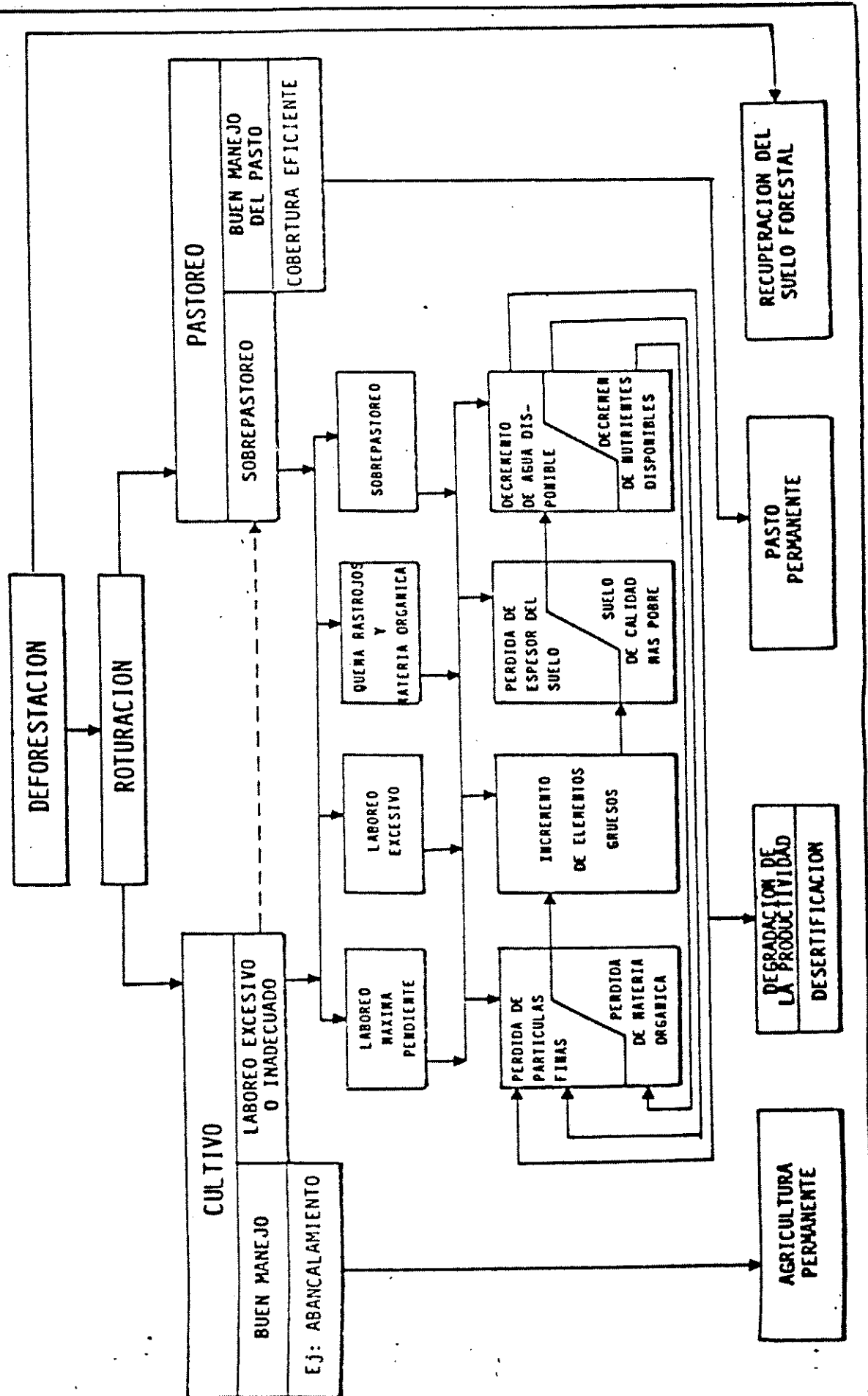
Tras la roturación se abren dos grandes vías para la utilización del suelo, la estrictamente agrícola y la estrictamente ganadera, y evidentemente un aprovechamiento mixto, casos todos que se han dado en la Sierra de Gredos.

La casuística siguiente es muy variada y compleja y aun dentro del territorio limitado que nos ocupa, los casos son muy variados en función de las características topográficas,

CICLO IRREVERSIBLE DE LA EROSION DEL SUELO



PRINCIPALES HECHOS SOBRE LA EROSION EN SUELOS MEDITERRANEOS



pendientes y parcelación, propiedades de los distintos suelos y sistemas tecnológicos de utilización del suelo.

Además a lo largo de los dos últimos siglos, al menos, ha habido grandes cambios en la explotación del suelo, como las roturaciones siguientes a las desamortizaciones de los bienes territoriales comunales, los incrementos de laboreo como resultado de mejores precios de los cereales (guerras europeas, posguerra civil), los decrementos de actividad agrícola por la emigración reciente de la población más joven y por la aparición de otras actividades como el empleo en las de tipo turístico.

4. LOS FACTORES DE LA EROSIÓN DEL SUELO

Los procesos de erosión hídrica del suelo son de estudio muy complejo, ya que son generados por un conjunto de causas o factores, unos activos, otros pasivos y otros modificadores de los anteriores.

La energía cinética aportada por el agua de lluvia y la correspondiente a la escorrentía que obran sobre la superficie del suelo deben ser considerados como factores activos, mientras que ciertas propiedades del suelo, como la estabilidad estructural o la permeabilidad, determinan su papel como factor pasivo.

Al mismo tiempo, otros condicionantes como el grado de pendiente del terreno, o la longitud sobre la que puede correr el agua de escorrentía, son factores modificadores de tales procesos, así como el carácter de la protección debida a la cubierta vegetal, o los aspectos tecnológicos de la intervención humana, como el laboreo o la disposición de los cultivos.

Ante esta complejidad es preciso establecer una metodología que nos permita, para el caso particular de los suelos de la Sierra de Gredos, abordar el estudio ordenado y suficientemente preciso de estos temas.

4.1. La Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo

En el año 1960, en el VII Congreso de la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo, W.H. WISCHMEIER y D.D. SMITH dieron a conocer una expresión bajo el título "Una Ecuación Universal de Pérdida del suelo, para guiar la Planificación de la Conservación de Fincas Agrícolas", que luego ha sido conocida como USLE (Universal Soil Loss Equation), lo que ha permitido una excesiva e indebida aplicación de sus principios a situaciones reales en que su aplicación no es posible como advierte WISCHMEIER (1978) posteriormente.

Aún cuando su aplicación directa sólo es posible en muy pocos casos, a pesar de la profusión con que se pretende emplearla en muchos otros injustificables, su planteamiento general sí nos permite seguir de modo ordenado la exposición de los principales factores implicados y sus interrelaciones.

El cuadro adjunto resume los principales datos de la citada Ecuación USLE:

EVALUACIÓN DE PÉRDIDAS DE SUELO POR EROSIÓN HÍDRICA
Ecuación USLE (Wischmeier & Smith, 1960)

$$A = R.K.S.L.C.P.$$

Simbología:

- A: pérdida de suelo unitaria anual
Peso de suelo por unidad de superficie: Tm/Ha (Tm/Acre año)
- R: Factor de erosividad de la lluvia: Kgm/m²
- K: Factor de erosionabilidad intrínseca del suelo
- S: Factor de pendiente del terreno (Base según autores)
- L: Factor de longitud de la ladera (Base según autores)
- C: Factor de cultivo (cobertura): (Base barbecho blanco continuo)
- P: Factor de prácticas de conservación

RANGO DE VARIACIÓN

A = Tm/Ha ⁻¹	
R = M J mm/Ha h = J.m ⁻² .cm.h ⁻¹	50-500; 1:10
K = Tm/Ha . Ha.h/M.J.mm	0,1-0,9; 1:9
L = adimensional patrón: 22,1 m	0-450
S = Adimensional patrón: 9%	0-100
C = Adimensional patrón barbecho limpio continuo Laboreo máxima pendiente	0-1
P = Adimensional	0-1

4.2. Factor "R" de erosividad de la lluvia

El factor debido a la erosividad de la lluvia es uno de los de carácter más "universal" al ser considerado como un fenómeno físico, si bien su dependencia numérica del valor de la lluvia en una fracción de tiempo de 30 minutos es resultado de la correlación de las experiencias en Las Grandes Llanuras de los Estados Unidos de Norteamérica, donde se hallaban situadas la mayor parte de las parcelas experimentales, y tal correlación pudiera ser algo diferente respecto a las lluvias en clima mediterráneo.

Los datos para la obtención del Factor "R" son los siguientes:

$$E = 210,2 + 89 \log I$$

$$E = J.m.^2.cm^{-1}$$

$$I = cm.h^{-1}$$

$$R = J.m.^2.cm.h^{-1}$$

$$T_j = h \text{ (homogéneo)}$$

$$I_{30} = \text{máximo 30 minutos}$$

$$j = \text{intervalo homogéneo}$$

$$n = \text{mínimo intervalo}$$

$$R = 1/100 J^{-1} (210,2 + 89 \log I) (I_1.T_1).I_{30}$$

Para conocer los datos relativos a la Sierra de Gredos disponemos de algunos datos calculados por correlación con otra expresión, el Índice de Fournier ($I = p^2/P$) en la obra editada por ICONA 1988, "Agresividad de la lluvia en España", a la que acompaña un mapa a escala 1/1.000.000 cuya zona relativa a Gredos reproducimos, contando además con otro mapa del ya indicado "Índice de Fournier".

Solamente la ciudad de Avila cuenta con un observatorio a partir de cuyos datos puede obtenerse el Índice "R", por lo que las isolíneas de los mapas obedecen más bien a la correlación con el otro índice, de más fácil aplicación, aunque no cuenta con la base física del obtenido por WISCHMEIER.

Tanto el Mapa como la Tabla muestran la gran influencia que la altitud tiene sobre los índices de erosividad, pues la intensidad de las precipitaciones crece claramente con el relieve.

Los valores de la propia Sierra de Gredos presentan cifras muy altas para el Índice "R" por lo que este factor natural debe ser considerado como desfavorable y explica en buena parte los fenómenos de erosión del suelo observable en muchos puntos.

Observatorio	Factor de FOURNIER CALCULADO	Factor "R" CORRE- LACIONADO
Villatoro	58	174
Muñogalindo	21	45
Sotalbo	47	145
Gemuño	25	61
Aldea del Rey Niño	33	97
Hoyos del Espino	62	169
Casas del Puerto	40	103
Horcajo Medianero	30	67
Arenas de San Pedro	123	411
Embalse de Rosarito	84	209
	Factor de FOURNIER CALCULADO	Factor "R" CALCULADO
Avila	19	73
Embalse de Santa Teresa	35	106
Matacán, Salamanca	20	47

En cuanto a los valores estrictos de la Intensidad de las precipitaciones máximas y la frecuencia con que se producen, los datos de la obra de ELIAS CASTILLO Y RUIZ BELTRAN 1979, proporcionan una valiosa información al respecto, tanto cartográfica, como numéricamente.

La reproducción parcial de las zonas de Gredos de dos de los principales mapas: (1) Precipitación máxima en 24 horas, periodo de retorno 10 años, y (2) Precipitación máxima en 1 hora, periodo de retorno 10 años, nos permite apreciar que las isolíneas de los valores representados siguen el relieve de la Sierra de Gredos con gran fidelidad, corroborando la información del Índice "R" anterior.

Los datos tabulados permiten sólo para el observatorio de Avila capital, un fraccionamiento de los datos hasta la intensidad de 6 horas, que para 10 años alcanza un valor probable a ser rebasado de 48,5 mm, siendo el de 24 horas casi el mismo, lo que nos muestra la tendencia de las lluvias muy intensas a concentrarse en periodos muy cortos, lo que acentúa la erosividad.

Para un total de 26 observatorios de la comarca de la Sierra de Gredos y áreas limítrofes, sólo se dispone en la citada obra de los datos respecto a las 24 horas (ya que son observatorios sólo con pluviómetros y no con pluviógrafos) y de lectura diaria.

Entre ellos destacan por sus altos valores Arenas de San Pedro, Casavieja (Forestal), Piedralaves, Puerto del Pico y sobre todo Serranillos y El Tiemblo (Las Juntas) que sobrepasan cada 10 años los valores probables de 159 y de 161 mm en 24 horas.

4.3. Factor "K" de erosionabilidad intrínseca del suelo

En este factor de la USLE se intenta compendiar el resultado de las intervenciones de multitud de propiedades del horizonte superior del suelo, para suelos de carácter agrícola, en virtud de cuya intervención varían las pérdidas de suelo a igualdad de las demás variables.

La universalidad del factor de erosionabilidad "K" no es admisible, sino para los suelos que presenten propiedades semejantes al entorno de los suelos de las estaciones experimentales de las que derivaron los datos objeto de las correlaciones establecidas por WISCHMEIER y SMITH en sus estudios originales.

Teniendo en cuenta el largo periodo de recopilación de datos no es de extrañar que algunos tipos de información que hoy consideraríamos necesarios no estuvieron disponibles en la década 1950-60 en que se elaboraron las correlaciones de datos obtenidos con mucha anterioridad. Así el tipo de arcilla no se pudo tener en cuenta, ni el de materia orgánica, así como la estimación de la estabilidad estructural.

Por ello es normal que algunos tipos de información más elaborados como los relativos a la composición granulométrica aparezcan sobrevalorados probablemente en su estimación como condicionadores de la erosionabilidad intrínseca del suelo.

De otro carácter es la falta de representatividad para ciertos suelos, teniendo en cuenta la pretendida "universalidad", derivada del escaso número de series de suelos implicadas en las experimentaciones. Un caso concreto que afecta mucho a la aplicabilidad de la USLE en toda la parte Central y Oriental de España es la infrecuente presencia del carbonato cálcico en tales suelos.

En cuanto a otros temas, como la ausencia de elementos gruesos en los buenos suelos objeto de la experimentación original, frente a la triste realidad de muchos suelos erosionables, han sido resueltos introduciendo modificaciones a la USLE.

FORMULACIÓN DEL ÍNDICE K

Erosionabilidad intrínseca del horizonte superficial

$$100K = (10^{-4} T^{1.14} (12 - M.O) + 4,2 (E-2) + 3,23 (P-3)$$

$$Ac < 0,002 \text{ mm}$$

$$T = (100 \cdot Ac) (L + Armf)$$

$$Armf + 1$$

E = 1 a 4 (Estructura)

0-15 cm

Espesor

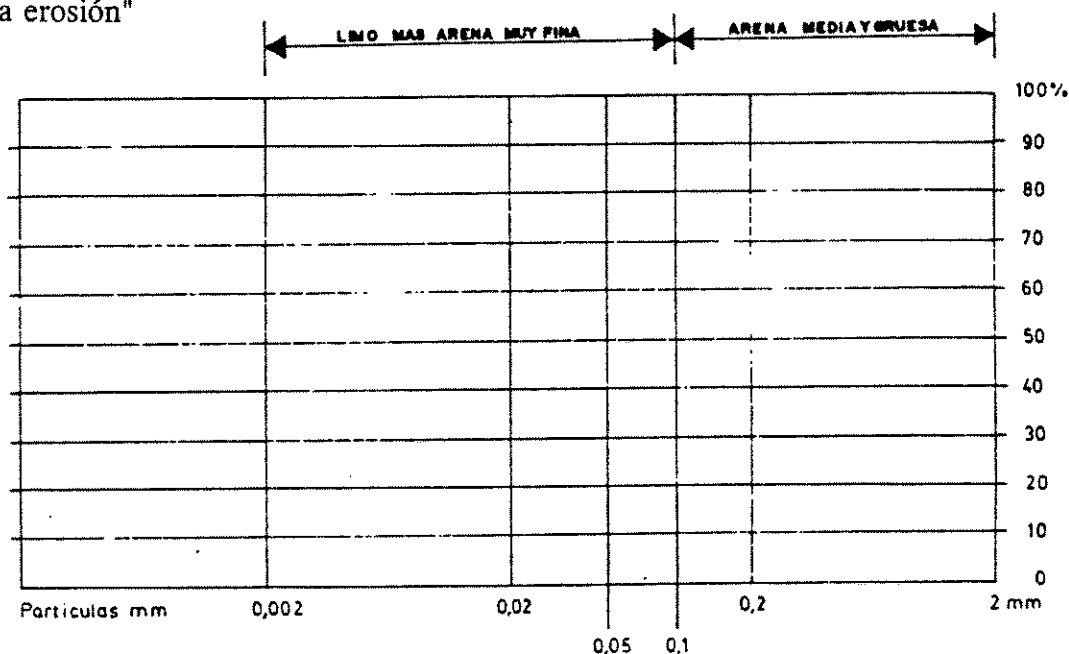
0-20 cm

P = 1 a 5 (Permeabilidad)

G %: variable

Algunos otros obstáculos de menor orden en la aplicabilidad pueden ser resueltos con cierta facilidad, como el conocimiento suficiente detallado de la composición granulométrica con arreglo a las estimaciones de WISCHMEIER y SMITH en cuyos cálculos del factor "K" hay que agrupar los porcentajes del "limo USDA" (fracción entre 0,002 mm y 0,05 mm) con la "arena muy fina USDA" (fracción entre 0,05 mm y 0,1 mm) lo que si bien física y naturalmente es acertado por su análogo comportamiento en cuanto al desarrollo de la estructura y en cuanto a la permeabilidad, requiere un cálculo adicional, que no siempre hemos visto realizar correctamente, si bien puede ser realizado, bien analíticamente, bien gráficamente, mediante el adjunto diagrama que reproducimos de ROQUERO y PORTA (1992).

Diagrama semilogarítmico para el cálculo de las granulometrías de la "Ecuación universal de la erosión"

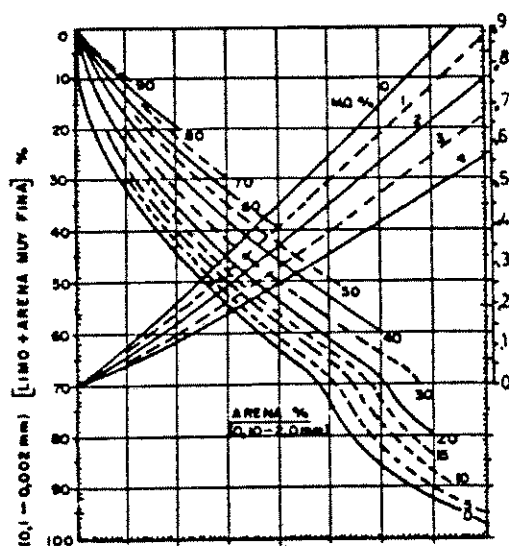


De este modo se dispone de las composiciones granulométricas para utilizar, bien la fórmula anterior que permite obtener el parámetro textural "T", bien directamente al diagrama desarrollado por WISCHMEIER y col, 1971, que adaptado al sistema métrico decimal reproducimos a continuación.

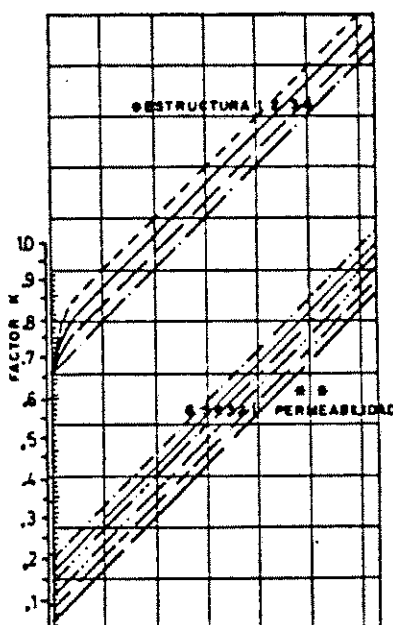
Es preciso reiterar que la posibilidad de utilización de todos estos criterios está limitada por la semejanza de las condiciones de los suelos en estudio, con las de los suelos originalmente objeto de la experimentación de los estudios de correlación por parte de los autores de la USLE. Por ejemplo no es aplicable en muchos suelos forestales de la Sierra de Gredos, ya que sus contenidos de materia orgánica bastante altos, por encima del 6%, supondrían un caso de extrapolación que pudiera no ser legítima.

NOMOGRAMA DE LA EROSIONABILIDAD DEL SUELO

NOMOGRAMA DE LA EROSIONABILIDAD DEL SUELO



W. H. WISCHMEIER AND S. W. C. PURDUE UNIV. 2-1-71



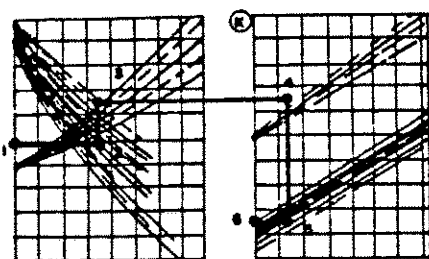
FACTOR "K"

ECUACION UNIVERSAL DE LA EROSION
W. H. WISCHMEIER, 1971

$$E = R \cdot L \cdot I \cdot K \cdot P \cdot M$$

FACTORES

- R - LLUVIA
- L - LONGITUD LADERA
- I - PENDIENTE
- K - EROSIONABILIDAD
- P - PRACTICAS CULTIVO
- M - MEDIDAS CONSERVACION



* ESTRUCTURA: Ø mm.

- 1 - GRANULAR MUY FINA: <1
- 2 - " FINA: 1-2
- 3 - " MEDIA Y GRUESA: 2-10
- 4 - CUBICA; LAMINAR; MACIZA.

** PERMEABILIDAD

- | | (cm/h) |
|-----------------------|----------|
| 1 - RAPIDA | 12.5-25 |
| 2 - RAPIDA A MODERADA | 6.2-12.5 |
| 3 - MODERADA | 2-6.2 |
| 4 - LENTA A MODERADA | 0.5-2 |
| 5 - LENTA | 0.12-0.5 |
| 6 - MUY LENTA | < 0.12 |

O'NEAL

4.4. Factores "S" Y "L" del terreno

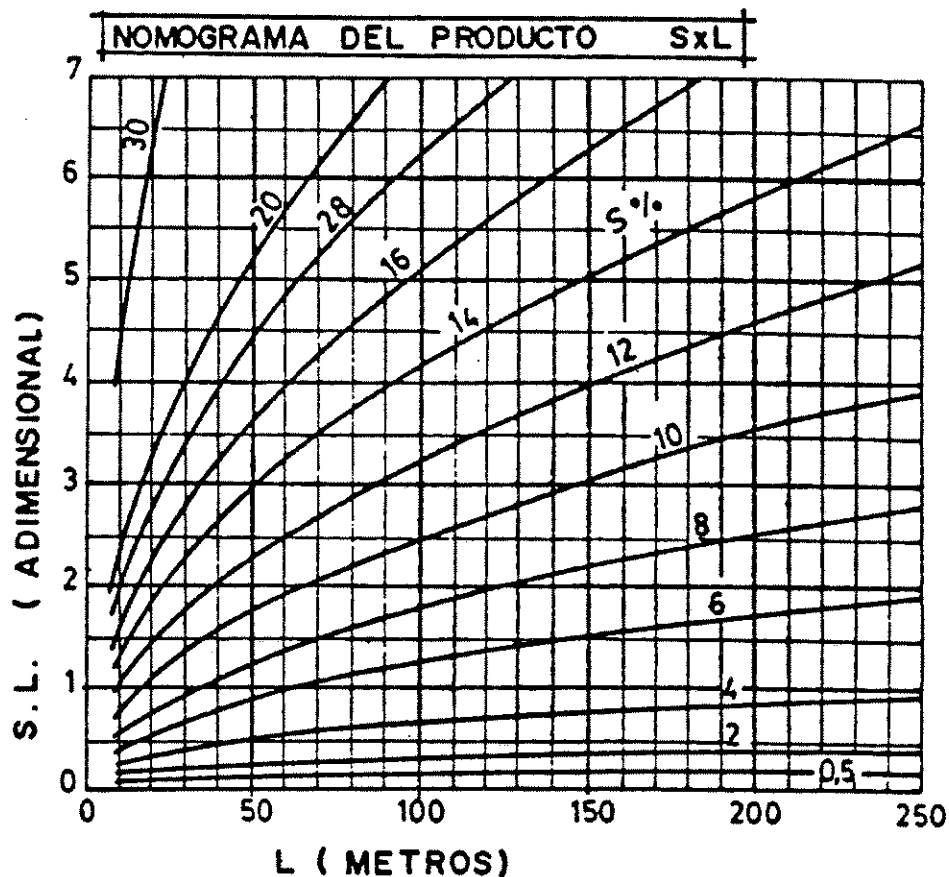
Los factores de intervención topográfica en la USLE se han separado como "S" función del grado de inclinación de la máxima pendiente del terreno y "L" función de la longitud de una pendiente uniforme sobre el terreno.

La intervención de una y otra variables sobre la aceleración de la escorrentía es evidente y de la mayor importancia en terrenos del tipo de los más frecuentes en la Sierra de Gredos.

También conviene advertir que el intento de aplicación a tales condiciones naturales de las normas de la USLE no siempre es fácil y a veces no es posible, dada la irregularidad de la superficie del terreno: no olvidemos que se ha tratado originalmente de una expresión aplicable sólo a terrenos cultivados (Farm Lands) y además del tipo de la avanzada tecnología de la Agricultura norteamericana.

Para los casos más abordables, se puede utilizar el nomograma que reproducimos, de muy frecuente uso, transformado en unidades métricas:

NOMOGRAMA DEL PRODUCTO $S \times L$



4.5. Factores "C" de cobertura vegetal y "P" de prácticas de conservación del suelo

Estos factores, que pueden llegar a anular los efectos sobre la erosión del suelo, gracias a una cobertura vegetal perfecta, un bosque muy tupido con una gran capa de hojarasca, o bien mediante un abancalamiento suficientemente perfecto, presentan una casuística cuya enumeración, aunque fuese de modo muy breve, sobrepasaría los límites de extensión atribuidos a este capítulo.

BIBLIOGRAFÍA

- ELIAS CASTILLO, F.; RUIZ BELTRAN, L. (1979). **Precipitaciones Máximas en España. Estimaciones basadas en métodos estadísticos.** ICONA. Madrid. Texto y Mapas.
- ROQUERO, C.; PORTA, J. (1992). **Agenda de Campo para el Estudio del Suelo.** Servicio de Publicaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Madrid.
- ICONA (1988). **Agresividad de la lluvia en España.** Texto y Mapas. Madrid.
- WISHCMEIER, W.H.; SMITH, D.D. (1960). A universal soil-loss equation to guide Conservation Farm Planning. **VII Int. Congr. Soil Science.** Madison. Vol 1, 418-425.
- WISCHMEIER, W.H.; JOHNSON, C.B.; CROSS, B.V. (1971). A Soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. **J. Soil and Water Conserv.** 26, 189-193.
- WISCHMEIER, W.H. (1978). Use and misuse of the Universal Soil Loss equation. **J. Soil and Water Conserv.** 31, 5-9.

ESTIMACION DE LA ESCORRENTIA SUPERFICIAL PRUEBAS DE SIMULACION DE LLUVIA

Se han realizado pruebas de simulación de lluvia con el fin de poner de manifiesto fenómenos de escorrentía y posibles pérdidas de suelo. Los experimentos se han realizado en campo, en condiciones naturales y en régimen de saturación en agua.

Las medidas se han efectuado con un simulador de lluvia experimental portátil cedido por el Departamento de Irrigación y Conservación de Suelos y Agua de la Universidad Agraria de Wageningen (Holanda).

Las principales características técnicas del simulador son las siguientes:

Nº de capilares	49
Intensidad de lluvia	390 ml min ⁻¹
Velocidad de impacto de la gota	3,89-4,52 ms ⁻¹
Nº de gotas	7.036 gotas min ⁻¹
Energía Cinética	2.227 J min ⁻¹

Los datos de sedimentos se obtuvieron desecando el volumen total de escorrentia en estufa a 105°C.

Las medidas se han efectuado en los siguientes puntos:

- NBI.- Situación próxima al perfil I. Nogal del Barranco.
- NBII.- Nogal del Barranco. A los tres meses de la tala del bosque.
- HCI.- Situación próxima al perfil VII. Hoyocasero.
- HCII.- Hoyo Casero. Sin cubierta vegetal.
- PG.- Situación próxima al perfil VIII. Plataforma de Gredos.
- UAM1.- Carretera Arenas-Guisando. Perfil II.
- UAM2.- Poyales. Perfil III.

Los resultados obtenidos vienen expresados en la tabla 1, gráficas 1, 2 y 3.

Los suelos con menor escorrentía corresponden a las localizaciones PG (Plataforma de Gredos), NBI (Nogal del Barranco) y HCI (Hoyocasero), donde se sitúan los perfiles VIII, I y VII respectivamente. La elevada cobertura vegetal de herbáceas en todos los casos, la acumulación de materia orgánica en superficie, y la posición topográfica (escasa pendiente), determinan los valores obtenidos (Tabla 1). No existiendo arrastre de sedimentos en ninguno de ellos. La localización con mayor escorrentía se presenta en Hoyocasero (HCII) donde no existe cubierta vegetal.

TABLA 1.- Datos de escorrentía y sedimentos

Perfil	Volumen (ml) escorrentía	Sedimentos (g/m ²)
NBI	66	IP
NBII	274	3.0
HCI	81	IP
HCII	622	36.4
PG	59	IP
UAM1	582	IP
UAM2	614	0.5

La elevada escorrentía en las localizaciones UAM1 (Arenas-Guisando) y UAM2 (Poyales, Gráfica 1) corrobora la erosión puesta de manifiesto en la descripción de perfiles correspondientes (II y III). La acusada pendiente influye en la escorrentía pero la existencia de una capa de foma y de pedregosidad superficial frena el arrastre de sedimentos.

Si se comparan los valores de escorrentía obtenidos en las localizaciones NBI y NBII (Gráfica 2) se observa una gran diferencia, siendo mayor en NBII; esto es debido a que el experimento se llevó a cabo a los tres meses de la tala de la cubierta arbórea con arrastre de pinos. Estos valores indican la influencia que las acciones antrópicas ejercen en la dinámica del agua, favoreciendo los procesos de escorrentía y limitando la infiltración. Los sedimentos obtenidos ponen de manifiesto una ligera pérdida de componentes, que si no es muy acusada se debe a la acumulación de materia orgánica en la superficie del suelo y a que no ha desaparecido en su totalidad con la tala, la vegetación que constituye el sotobosque.

Si como consecuencia de un incendio hecho muy frecuente en la zona se destruyese esta materia orgánica, las repercusiones sobre la escorrentía y arrastre de sedimentos serían graves.

Cuando ya es patente la erosión edáfica por falta de cubierta vegetal (HCII), los valores de escorrentía son muy altos (Gráfica 3) con lo que queda reducida la infiltración de agua en el suelo, siendo también elevados los valores de sedimentos que se arrastran y por consiguiente la pérdida de componentes inorgánicos.

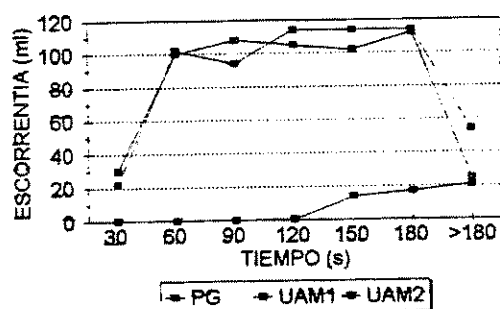
Con los resultados obtenidos no se trata de valorar de una forma absoluta el problema de erosión edáfica, sino evidenciar, las diferencias que existen en la escorrentía cuando se modifica la cubierta vegetal de los suelos, y deducir la importancia que ésta tiene frente a la erosión.

BIBLIOGRAFIA:

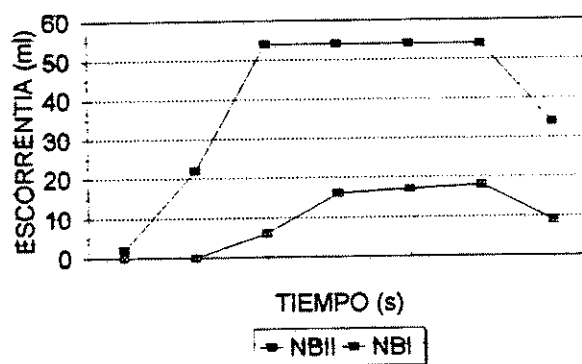
Kamphorst, A. 1987. A small rainfall simulator for the determination of soil erodibility. Netherlands Journal Agricultural Science 35:407-415.

GRAFICA 1

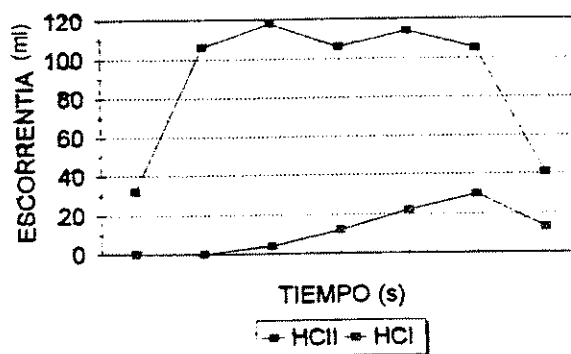
SIMULACION DE LLUVIA

**GRAFICA 2**

SIMULACION DE LLUVIA

**GRAFICA 3**

SIMULACION DE LLUVIA



APENDICE

TEMPERATURAS

CLAVE DE SIMBOLOS

- tm* temperatura media
T temperatura media de las máximas
t temperatura media de las mínimas
Ta temperatura máxima absoluta
ta temperatura mínima absoluta
t'a temperatura media de las mínimas absolutas
i estación de invierno (dic., ene., feb.)
p estación de primavera (mar., abr., may.)
r estación de verano (jun., jul., ago.)
o estación de otoño (sep., oct., nov.)

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
<i>tm</i>	2,4	3,2	5,7	8,1	12,1	16,2	19,8	19,8	15,9	10,5	5,8	3,2	10,2
<i>T</i>	6,3	7,5	10,4	13,3	17,7	22,4	26,9	26,9	21,8	15,4	9,9	6,8	15,4
<i>t</i>	-1,4	-1,1	1,1	2,9	6,6	10,0	12,7	12,8	9,9	5,6	1,6	-0,5	5,0
<i>Ta</i>	18,5	21,2	24,2	26,2	31,5	34,0	36,5	36,0	35,0	27,2	22,4	18,0	36,5
<i>ta</i>	-20,4	-15,0	-9,0	-5,0	-4,2	-0,2	4,0	4,8	0,6	-5,0	-10,0	-14,2	-20,4
<i>t'a</i>	-9,5	-6,6	-4,2	-2,0	0,6	4,5	7,3	7,4	3,9	0,7	-3,7	-6,3	—

BARCO DE AVILA

<i>tm</i>	3,7	5,0	7,9	10,2	13,0	17,9	20,7	20,1	16,5	12,1	7,0	4,6	11,6
<i>T</i>	8,0	9,8	13,2	15,6	18,6	25,0	28,8	25,2	23,8	18,3	12,0	8,7	17,5
<i>t</i>	-0,5	0,3	2,7	4,6	7,2	10,7	12,6	11,9	9,7	6,0	2,1	0,5	5,6
<i>Ta</i>	19,8	22,0	26,0	29,4	32,2	35,4	38,5	36,6	34,2	33,0	23,0	18,0	38,5
<i>ta</i>	-17,8	-13,0	-7,2	-4,2	-3,0	2,2	5,0	5,0	0,4	-4,8	-8,2	-8,4	-17,8
<i>t'a</i>	-7,3	-6,2	-2,1	-0,2	1,9	5,6	7,8	7,0	3,8	0,5	-2,1	-1,9	—

BOHOYO

<i>tm</i>	3,6	4,2	7,0	8,6	13,0	16,2	20,0	19,2	17,1	11,0	5,7	3,3	10,8
<i>T</i>	6,2	9,3	12,1	14,5	19,7	23,4	28,2	27,1	24,5	17,0	10,7	7,2	16,8
<i>t</i>	-1,1	-1,0	1,6	2,7	6,3	9,0	11,9	11,3	9,7	4,9	0,8	-1,2	4,7
<i>Ta</i>	18,0	21,5	23,5	24,0	29,0	34,2	36,0	35,0	33,0	26,0	19,6	17,0	36,0
<i>ta</i>	-12,0	-14,0	-9,0	-4,0	-3,0	0,0	4,0	0,5	0,3	-5,0	-6,0	-12,0	-14,0
<i>t'a</i>	8,0	-7,2	-3,7	-2,2	1,4	3,1	6,8	5,0	4,8	-1,1	-4,5	-7,9	—

CANDELEDA

<i>tm</i>	7,2	7,7	10,4	14,0	17,1	22,3	25,5	26,5	22,5	16,4	10,3	6,4	15,5
<i>T</i>	13,0	14,1	17,8	20,8	25,2	31,4	35,9	37,4	31,7	24,4	17,3	13,0	23,5
<i>t</i>	1,4	1,3	4,1	6,1	9,0	13,2	15,1	15,6	13,3	8,5	3,3	0,7	7,6
<i>Ta</i>	19,0	25,0	27,0	34,0	37,0	41,0	45,0	44,0	40,0	36,0	25,0	20,0	45,0
<i>ta</i>	-8,0	-8,0	-5,0	-2,0	4,0	5,0	8,0	9,0	9,0	-1,0	-5,0	-10,0	-10,0
<i>t'a</i>	-5,2	-3,4	-1,7	-1,1	4,7	7,7	10,0	10,5	9,2	2,0	-2,6	-4,4	—

Francisco Elías Castillo

ESTUDIO AGROCLIMATICO
 DE LA
 CUENCA DEL DUERO

MADRID - 1973

EL TIEMPO

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANO
mm	4,8	5,0	8,8	10,9	14,2	18,6	23,0	22,3	18,6	13,9	8,9	6,8	13,0
T	9,2	10,0	14,8	16,8	20,2	25,6	30,8	30,1	25,5	19,9	13,8	11,1	19,0
t	0,4	0,3	2,9	5,0	8,3	11,7	15,1	14,5	11,8	7,9	4,0	2,4	7,0
Ta	20,0	22,0	26,0	27,0	35,0	37,0	38,0	38,0	36,0	34,0	26,0	21,0	38,0
ta	-10,0	-10,0	-6,0	-2,0	1,0	4,0	8,0	7,0	3,0	0,0	-3,0	-5,0	-10,0
t'a	-5,2	-4,9	-2,0	0,2	3,0	5,8	10,2	9,6	5,5	1,5	-1,1	-2,3	—

GUTERREÑO

mm	2,6	3,2	6,2	7,9	11,1	15,8	19,1	18,3	15,7	10,5	6,2	3,0	10,0
T	7,3	8,2	10,7	13,4	17,1	23,3	27,5	26,9	22,6	16,2	11,2	7,3	16,0
t	-2,1	-1,8	1,7	2,4	5,1	8,3	10,7	9,7	8,8	4,8	1,2	-1,3	4,0
Ta	18,4	20,4	25,0	24,2	30,2	35,4	36,0	37,6	35,0	26,0	24,0	17,0	37,6
ta	-20,0	-12,4	-11,0	-7,2	-4,4	-1,4	1,2	2,4	-1,0	-5,0	-7,8	-11,0	-20,0
t'a	-10,6	-8,4	-4,7	-4,2	-0,7	1,7	4,9	3,0	2,1	-1,8	-4,6	-6,5	—

PEGUERINOS

mm	0,1	1,4	3,6	5,9	11,0	15,8	19,5	19,1	15,8	8,6	3,8	0,4	8,7
T	3,0	5,1	7,3	10,2	16,1	21,2	25,6	25,2	20,7	12,8	7,2	2,8	13,1
t	-2,9	-2,4	-0,2	1,5	6,0	10,3	13,3	13,1	10,9	4,5	0,3	-1,9	4,4
Ta	13,0	15,0	17,0	22,0	28,0	31,0	33,0	34,0	28,0	26,0	22,0	12,0	34,0
ta	-14,0	-14,0	-10,0	-6,0	-2,0	1,0	3,0	4,0	3,0	-5,0	-8,0	-19,0	-19,0
t'a	-9,1	-7,4	-5,0	-4,5	-0,4	3,0	6,5	6,5	5,5	-1,4	-5,2	-9,4	—

ESTUDIO AGROCLIMATICO
DE LA
CUENCA DEL DUERO

Francisco Elías Castillo

MADRID - 1973

FECHAS EXTREMAS DEL PERIODO LIBRE DE HELADAS DISPONIBLE, ESTIMADAS A PARTIR DE LAS TEMPERATURAS MEDIAS DE LAS MINIMAS ABSOLUTAS, Y SU DURACION EN DIAS

FECHAS EXTREMAS DE HELADAS REGISTRADAS DURANTE EL PERIODO 1950-65 Y NUMERO MEDIO DE DIAS DE HELADA

AVILA

Año	M E S												Año
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1954	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	15	—	—
55	—	—	—	17	—	—	—	—	—	28	15	—	—
56	—	—	—	30	—	—	—	—	—	19	8	—	—
57	—	—	—	26	—	—	—	—	—	16	9	—	—
58	—	—	—	18	—	—	—	—	—	—	5	—	—
59	—	—	—	29	2	—	—	—	—	—	6	—	—
60	—	—	—	—	15	—	—	—	—	25	30	—	—
61	—	—	28	—	—	—	—	—	—	—	10	—	—
62	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—
63	—	—	—	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—
64	—	—	—	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—
65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Dias de helada													
19	17	10	5	1	0	0	0	0	0	2	9	17	80

PROVINCIA DE AVILA

ESTACION	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Duración
AVILA	—	—	—	—	11	—	—	—	—	18	—	—	160
BARCO DE AVILA	—	—	—	—	2	—	—	—	—	17	—	—	168
BOHOYO	—	—	—	—	11	—	—	—	—	15	—	—	157
CANDELEDA	—	—	—	8	—	—	—	—	—	31	—	—	206
EL TIEMBLE	—	—	—	20	—	—	—	—	—	27	—	—	190
GUTERREÑO	—	—	—	—	—	3	—	—	—	1	—	—	120
PEGUERINOS	—	—	—	—	28	—	—	—	—	16	—	—	141

CARACTERISTICAS TERMICAS DE LA ESTACION DE VERANO

ESTACION	Temperatura media				Temperatura media de las máximas $\geq 35^\circ$	Oscilación media diaria de la temperatura en julio ($T-t$)
	$\geq 12^\circ$		$\geq 15^\circ$			
	Periodo	N.º de días	Periodo	N.º de días		
AVILA	17/V al 7/X	143	6/VI al 20/IX	106		14,2
BARCO DE AVILA	5/V al 16/X	164	29/V al 27/IX	121		16,2
BOHOYO	9/V al 11/X	155	3/VI al 26/IX	115		16,3
CANDELEDA	29/III al 6/XI	191	25/IV al 23/X	181		20,8
EL TIEMBLO	25/IV al 28/X	186	22/V al 24/IX	125		15,7
GUTERRENO	22/V al 7/X	138	11/VI al 19/IX	100		16,8
PEGUERINOS	22/V al 1/X	132	10/VI al 18/IX	100		12,3

CARACTERISTICAS TERMICAS DE LA ESTACION DE INVIERNO-PRIMAVERA

ESTACION	Temperatura media de las mínimas				Oscilación media diaria de la temperatura en enero (T - t)	Aumento medio mensual de la temperatura		Promedio de la suma de grados día sobre 4° C (nov.-mayo)
	≤ 0°		< 3°			15/I al 15/III	15/III al 15/IV	
	Periodo	N.º de días	Periodo	N.º de días				
AVILA	9/XII al 1/III	82	5/XI al 16/IV	162	6/X al 19/V	225	1,6 2,4	482
BARCO DE AVILA	31/XII al 4/II	35	8/XI al 20/III	132	8/X al 14/V	218	2,1 2,3	723
BOHOYO	28/XI al 25/II	89	30/X al 18/IV	170	2/X al 24/V	234	1,7 1,6	569
CANDELEDA			19/XI al 5/III	106	25/X al 25/IV	182	1,6 3,6	1.371
EL TIEMBLO			4/XI al 17/III	133	23/X al 4/V	193	2,0 3,8	959
GUTERRENO	30/XI al 2/III	92	31/X al 22/IV	173	29/IX al 2/V	246	1,6 1,7	471
PEGUERINOS	19/XI al 20/III	121	27/X al 25/IV	180	4/X al 23/V	231	1,7 2,3	181

ESTUDIO AGROCLIMATICO
DE LA
CUENCA DEL DUERO

Francisco Elías Castillo
MADRID - 1973

PRECIPITACION (mm.)
MENSUAL, ESTACIONAL Y ANUAL

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
ALDEA DEL REY NIRO	51,0 i=151,7	38,4	60,0	46,5 p=158,9	52,4	37,8	19,8 v=68,1	10,5	45,0	47,7 o=154,1	61,4	62,3	532,8
ARENAS DE SAN PEDRO	187,6 i=624,3	203,8	208,3	115,3 p=394,0	70,4	49,3	6,9 v=68,5	12,3	59,0	152,5 o=407,6	196,1	232,9	1494,4
AVILA	22,4 i=78,4	23,5	24,2	31,2 p=102,8	47,4	32,4	11,7 v=56,2	12,1	33,4	40,9 o=113,8	39,5	32,5	351,2
BARCO DE AVILA	81,1 i=223,3	63,0	84,5	61,7 p=205,2	59,0	32,8	12,7 v=56,8	11,3	42,1	61,3 o=185,4	82,0	79,2	670,7
BOHOYO	73,1 i=262,0	82,2	130,6	68,9 p=279,3	78,8	45,2	14,0 v=73,7	14,5	54,4	90,7 o=291,4	146,3	106,7	906,4
BURGOHONDO	56,2 i=170,4	52,3	63,7	38,3 p=139,2	37,2	21,2	10,3 v=41,0	9,5	43,5	62,4 o=168,2	62,3	61,9	518,8
BURGUILLO (Presa)	62,2 i=211,7	68,2	83,8	67,7 p=205,0	51,5	33,8	14,1 v=58,5	10,6	41,6	64,2 o=187,8	82,0	81,3	663,0
CANDELEDA	125,2 i=391,6	117,0	127,7	73,5 p=255,7	54,5	26,9	2,2 v=84,2	55,1	47,5	107,5 o=285,2	130,2	149,4	1016,7
EL TIEMBLO	66,1 i=235,1	67,9	82,0	51,0 p=174,9	41,9	30,2	4,8 v=44,9	9,9	48,2	79,1 o=210,7	83,4	101,1	665,6
GEMUNO	41,4 i=126,0	28,4	45,2	39,1 p=137,9	53,6	46,5	16,5 v=73,4	10,4	42,6	42,8 o=135,6	50,2	56,2	472,9
GREDO (Parador)	85,4 i=296,3	72,9	98,9	81,0 p=252,0	72,1	55,0	13,7 v=91,6	22,9	81,9	114,3 o=314,8	118,6	137,2	933,9
GUTERRERO	42,8 i=128,0	32,3	49,6	46,5 p=148,4	52,3	39,2	25,6 v=77,7	12,9	47,3	45,8 o=148,8	55,7	52,9	502,9
HOYOS DEL ESPINO	89,8 i=275,9	73,7	106,8	79,3 p=255,8	69,7	40,5	22,3 v=77,7	14,0	69,7	83,7 o=279,2	125,8	112,4	888,6
MUROGALINDO	39,0 i=120,8	31,0	39,5	42,2 p=127,6	45,9	44,0	17,7 v=75,0	13,3	38,9	40,1 o=122,4	43,4	50,8	445,8
NAVALPERAL DE PINARES	66,7 i=224,5	63,7	95,1	62,1 p=226,5	65,7	35,1	11,5 v=58,0	12,0	55,3	73,2 o=210,6	84,1	94,1	720,2
PEGUERINOS	72,9 i=252,8	70,3	90,6	66,9 p=209,8	52,3	58,3	10,0 v=88,8	20,5	70,2	107,2 o=258,4	81,0	109,6	809,8
PIEDRAHITA	66,0 i=178,2	45,6	62,2	54,1 p=175,7	59,4	34,6	15,7 v=61,2	10,9	42,0	59,1 o=167,6	66,5	66,6	582,7
PUERTO DE LA PARAMERA	51,6 i=169,8	43,8	74,6	74,4 p=216,4	67,4	39,5	19,5 v=75,5	16,5	47,5	69,5 o=187,2	70,2	74,4	648,9
PUERTO DEL PICO	110,1 i=361,5	105,3	185,8	129,3 p=434,7	119,6	60,8	28,8 v=114,9	25,3	79,8	138,9 o=394,3	175,6	146,1	1305,4
SERRANILLOS	157,5 i=438,5	114,5	235,3	133,4 p=490,4	121,7	51,8	23,7 v=92,8	17,3	78,0	128,7 o=401,6	194,9	166,5	1423,3
SOTALBO	53,2 i=156,8	39,5	63,9	58,8 p=184,7	62,0	45,8	25,6 v=86,0	14,6	50,0	50,1 o=175,4	75,3	64,1	602,9
VILLATORO	113,4 i=365,8	100,0	108,9	87,0 p=270,0	74,1	76,7	18,7 v=113,4	18,0	71,7	98,0 o=296,0	126,3	152,4	1045,2

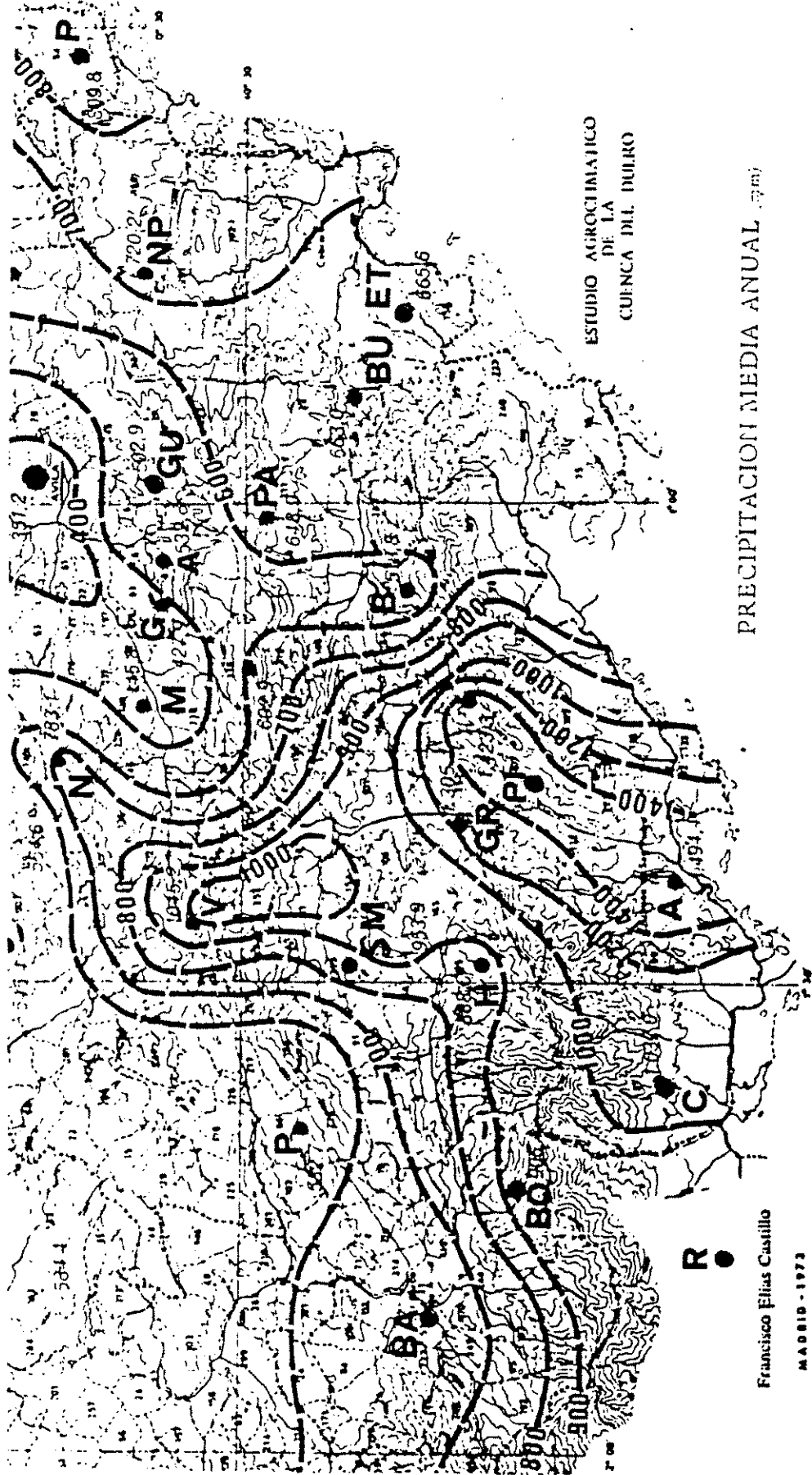
CLAVE DE SIMBOLOS

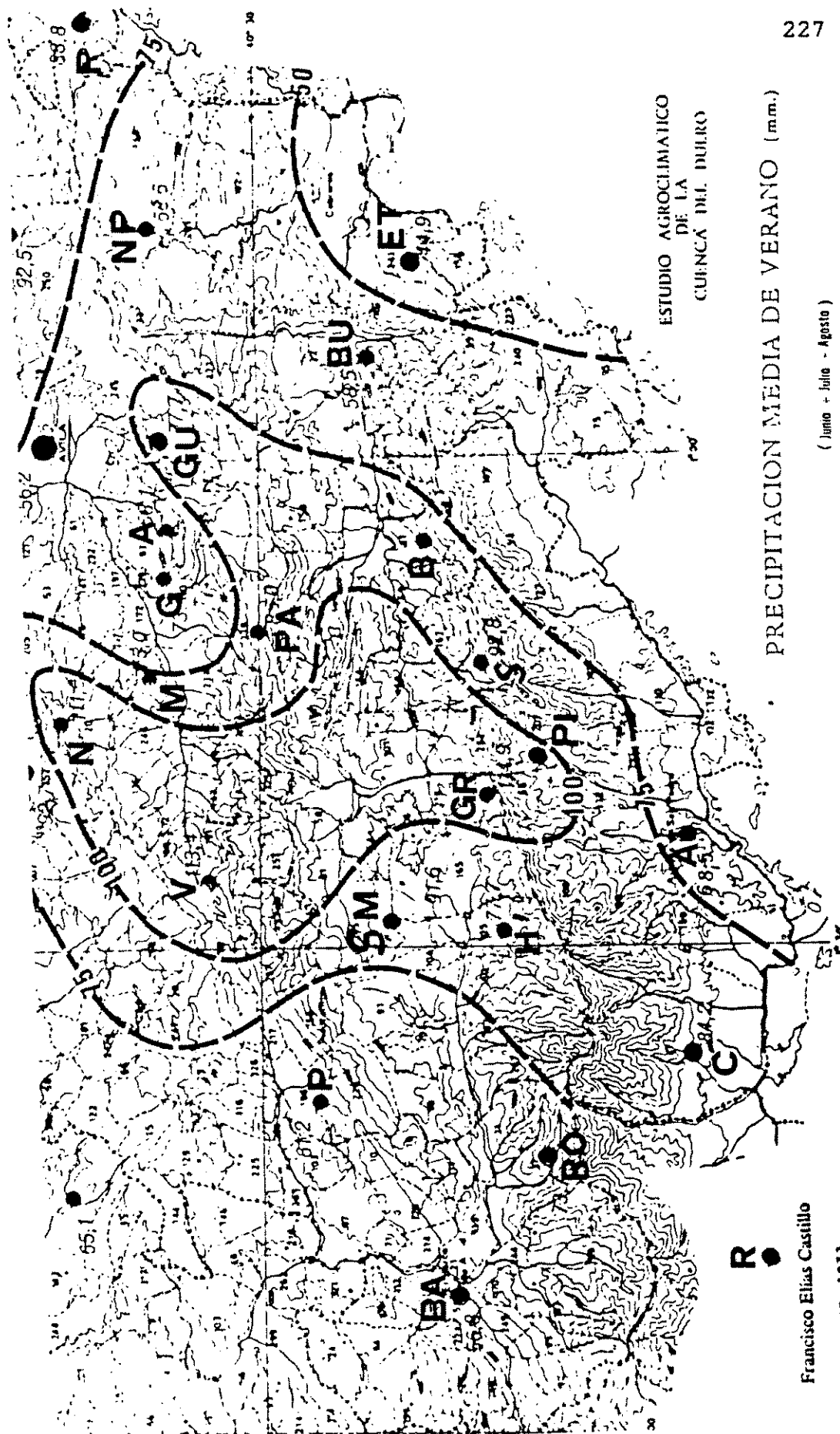
i = invierno (diciembre, enero, febrero)
p = primavera (marzo, abril, mayo)
v = verano (junio, julio, agosto)
o = otoño (septiembre, octubre, noviembre)

ESTUDIO AGROCLIMATICO
DE LA
CUENCA DEL DUERO

Francisco Elías Castillo

MADRID - 1973



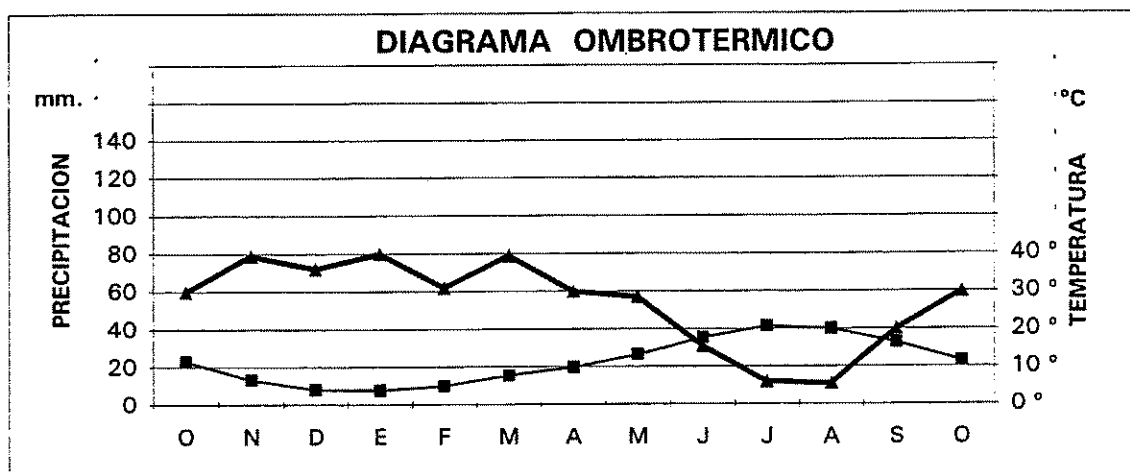


OBSERVATORIO DE : BARCO DE AVILA

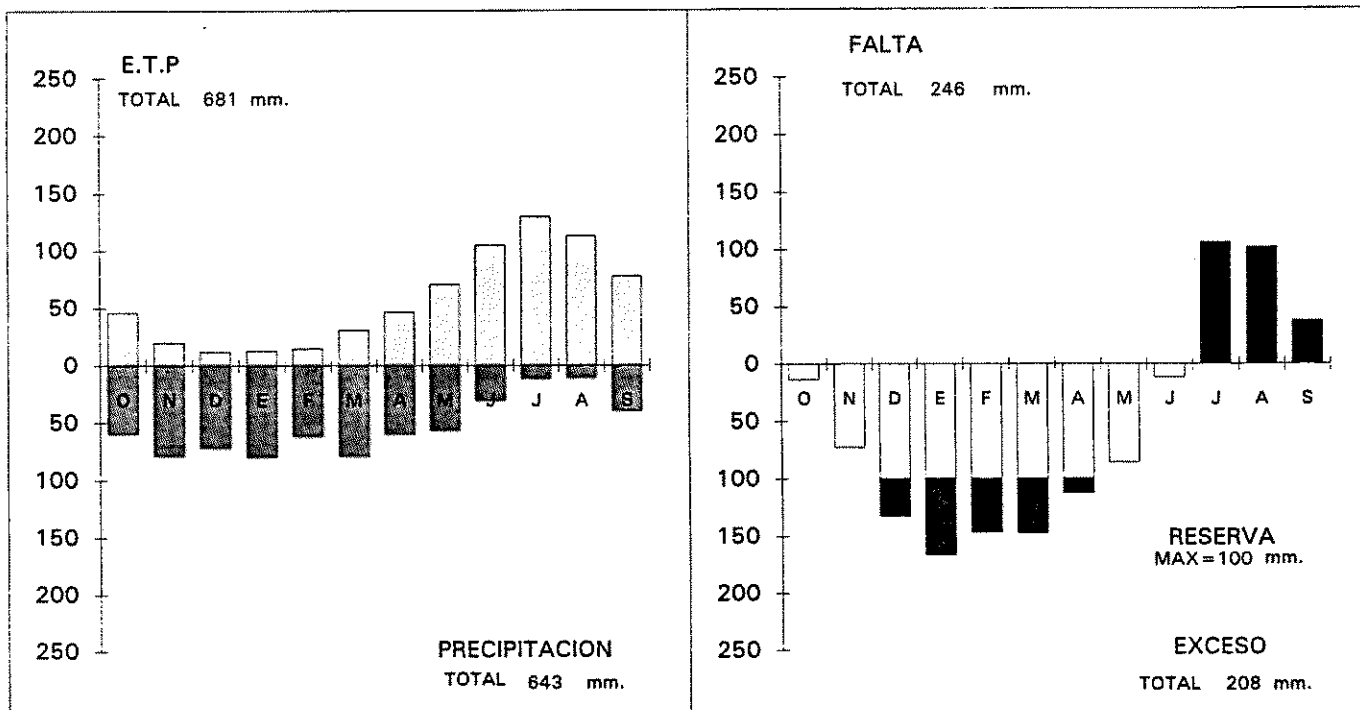
Periodo: 30 años ALT: 1007 m

	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	TOTAL
PRECIP	60,0	79,0	72,0	80,0	62,0	79,0	60,0	57,0	31,0	12,0	11,0	40,0	643
TEMP	11,6	6,7	4,1	3,9	5,0	7,8	9,9	13,2	17,7	20,8	20,1	16,4	11,4
ETP	46,0	20,0	12,0	13,0	15,0	31,0	47,0	71,0	105,0	130,0	113,0	78,0	681
PREC-EPT	14,0	59,0	60,0	67,0	47,0	48,0	13,0	-14,0	-74,0	-118,0	-102,0	-38,0	-38
FALTA										106,0	102,0	38,0	246
RESERVA	14,0	73,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	86,0	12,0				
EXCESO			33,0	67,0	47,0	48,0	13,0						208

RESERVA MAXIMA = 100 mm.



BALANCE DE HUMEDAD

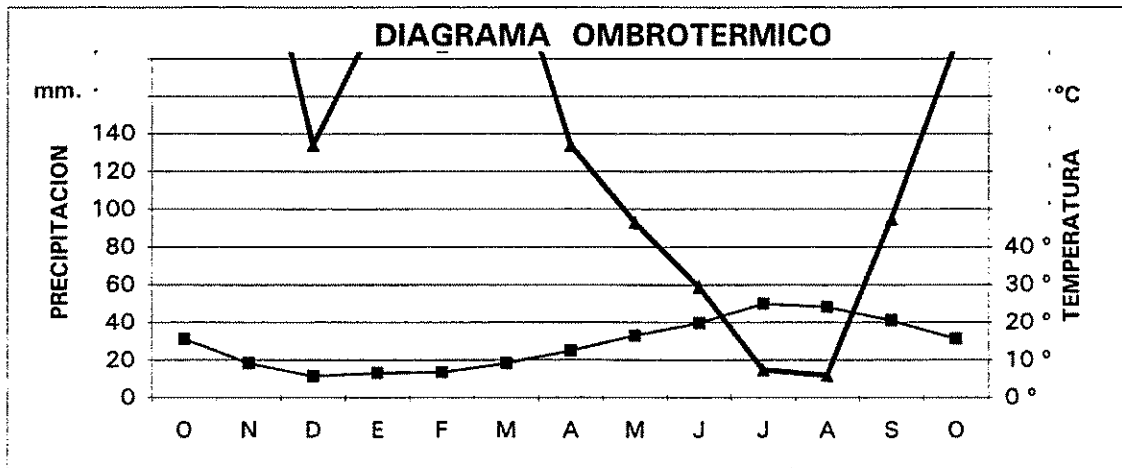


OBSERVATORIO DE : EL HORNILLO

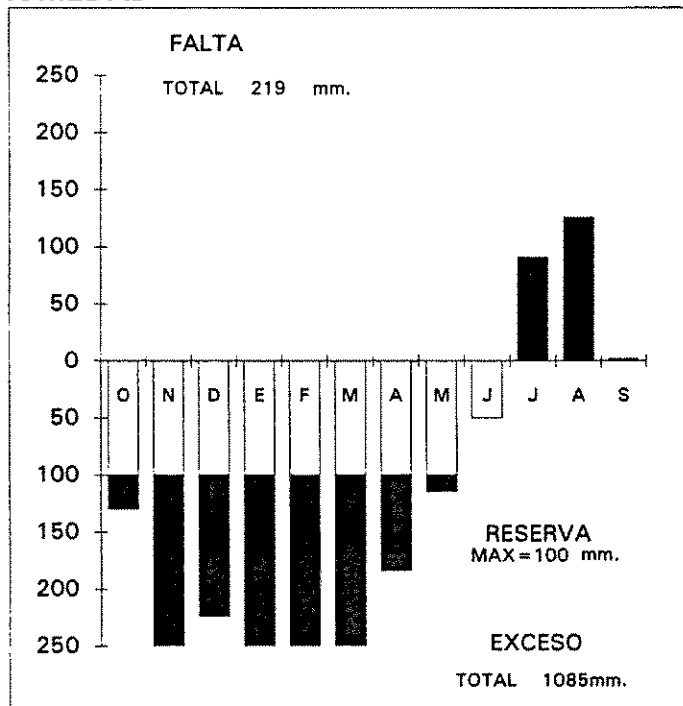
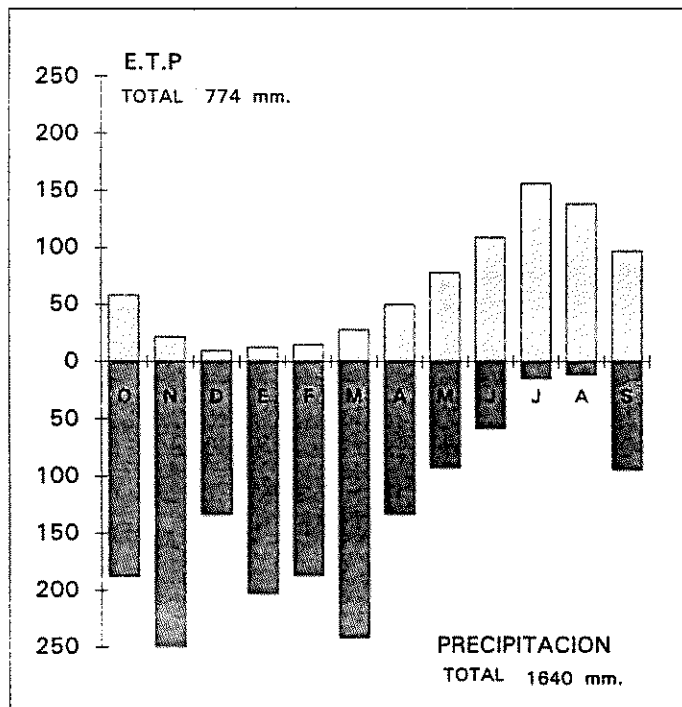
Periodo: 7 años ALT: 746 m

	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	TOTAL
PRECIP	188,0	278,0	134,0	203,0	187,0	242,0	134,0	93,0	59,0	15,0	12,0	95,0	1640
TEMP	15,7	9,2	5,8	6,6	6,8	9,2	12,5	16,5	19,8	25,0	24,2	20,5	14,3
ETP	58,0	22,0	10,0	13,0	15,0	28,0	50,0	78,0	109,0	156,0	138,0	97,0	774
PREC-EPT	130,0	256,0	124,0	190,0	172,0	214,0	84,0	15,0	-50,0	-141,0	-126,0	-2,0	866
FALTA										91,0	126,0	2,0	219
RESERVA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	50,0				
EXCESO	30,0	256,0	124,0	190,0	172,0	214,0	84,0	15,0					1085

RESERVA MAXIMA = 100 mm.



BALANCE DE HUMEDAD

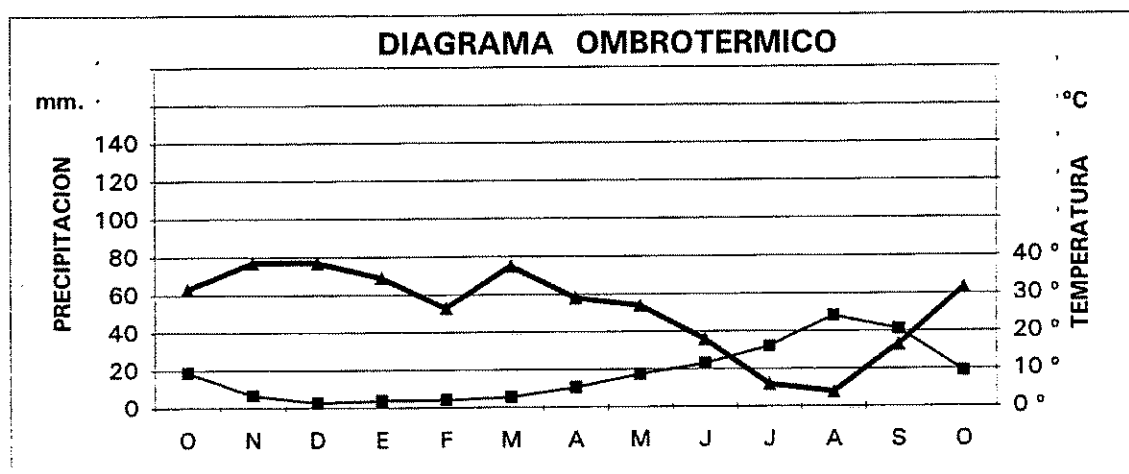


OBSERVATORIO DE : SAN MARTIN DE LA VEGA

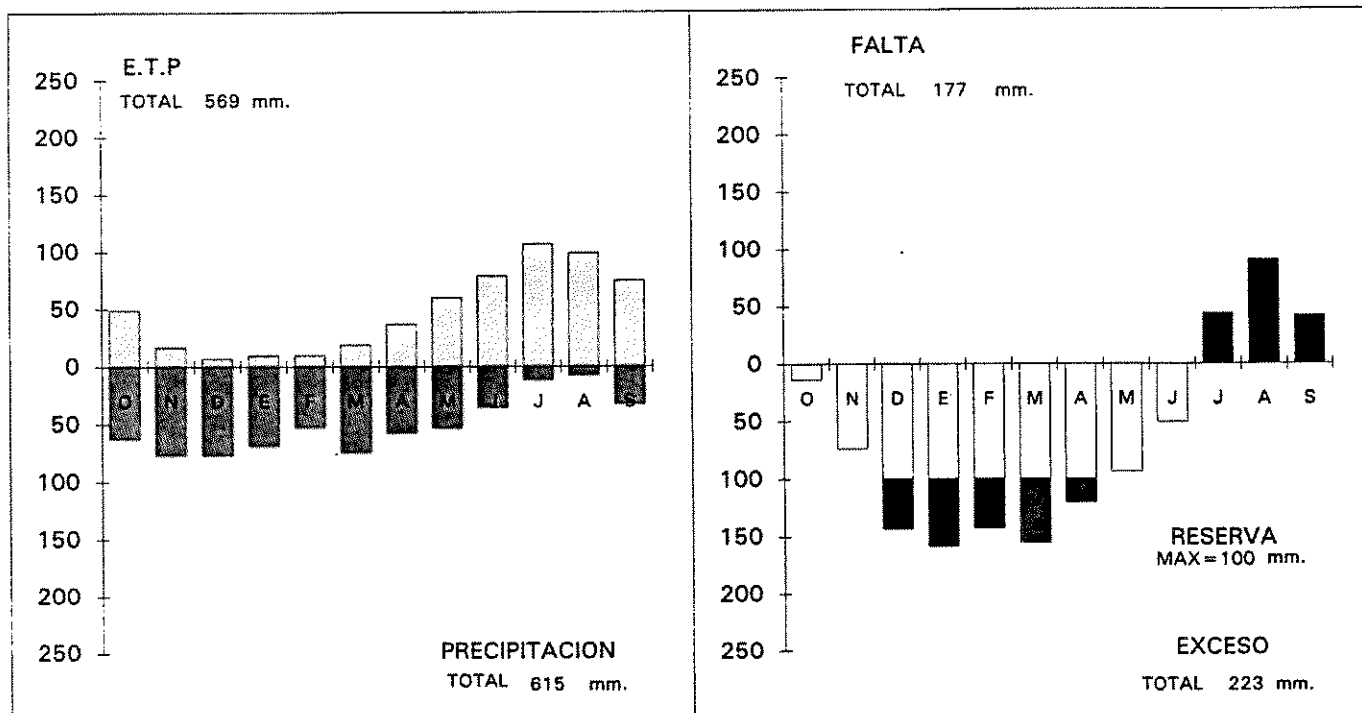
Periodo: 6 años ALT: 1518 m

	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	TOTAL
PRECIP	63,0	77,0	77,0	69,0	53,0	75,0	58,0	54,0	36,0	12,0	8,0	33,0	615
TEMP	9,5	3,4	1,4	1,9	2,1	2,8	5,4	8,8	11,6	16,1	24,2	20,6	9,0
ETP	49,0	17,0	7,0	10,0	10,0	19,0	37,0	60,0	79,0	107,0	99,0	75,0	569
PREC-EPT	14,0	60,0	70,0	59,0	43,0	56,0	21,0	-6,0	-43,0	-95,0	-91,0	-42,0	46
FALTA										44,0	91,0	42,0	177
RESERVA	14,0	74,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	94,0	51,0				
EXCESO			44,0	59,0	43,0	56,0	21,0						223

RESERVA MAXIMA = 100 mm.



BALANCE DE HUMEDAD

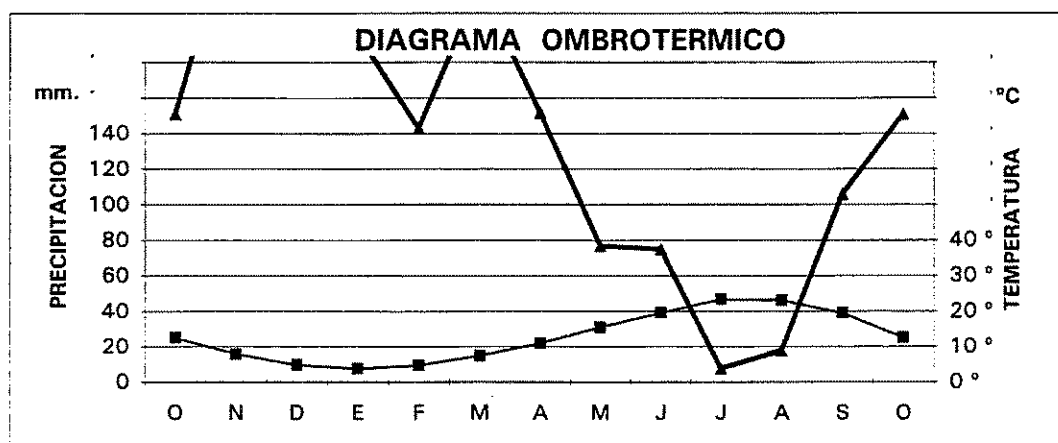


OBSERVATORIO DE : VILLAREJO DEL VALLE

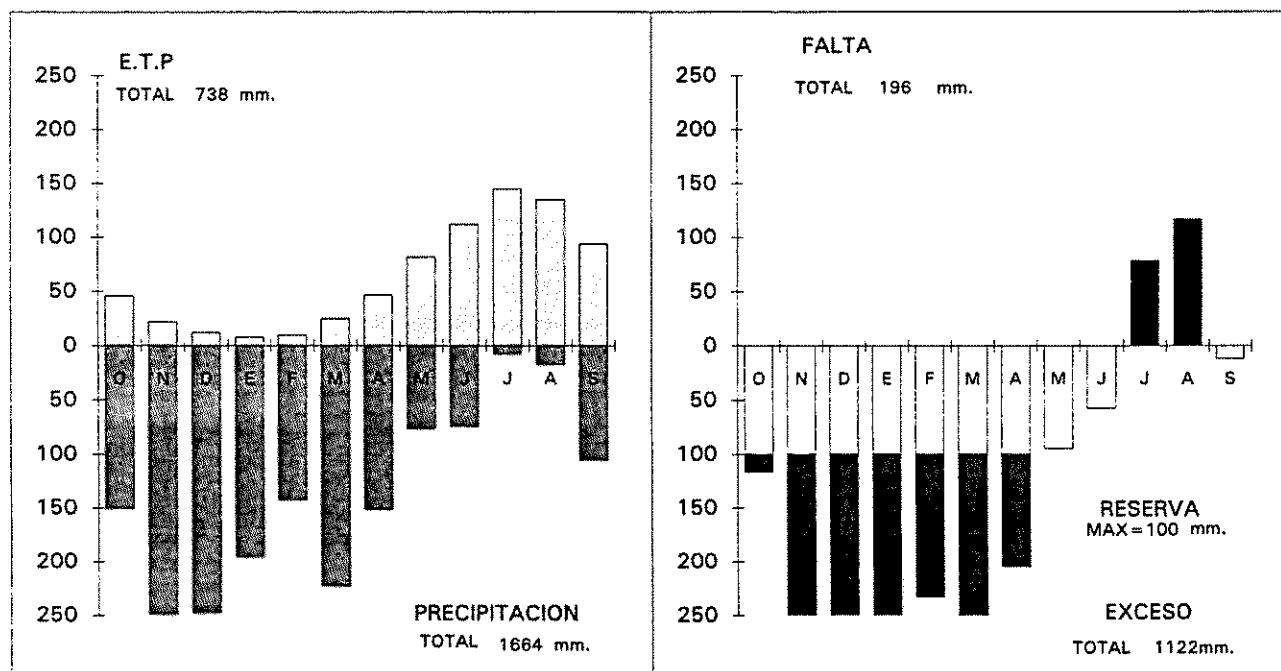
Periodo: 7 años ALT: 825 m

	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	TOTAL
PRECIP	151,0	267,0	248,0	196,0	143,0	223,0	152,0	77,0	75,0	8,0	18,0	106,0	1664
TEMP	12,6	8,0	4,9	3,8	4,8	7,5	11,0	15,6	19,6	23,4	23,2	19,6	12,8
ETP	46,0	22,0	12,0	8,0	10,0	25,0	47,0	82,0	112,0	145,0	135,0	94,0	738
PREC-EPT	105,0	245,0	236,0	188,0	133,0	198,0	105,0	-5,0	-37,0	-137,0	-117,0	12,0	926
FALTA										79,0	117,0		196
RESERVA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	95,0	58,0			12,0	
EXCESO	17,0	245,0	236,0	188,0	133,0	198,0	105,0						1122

RESERVA MAXIMA = 100 mm.



BALANCE DE HUMEDAD



BALANCE CLIMATOLOGICO DE HUMEDAD

PROVINCIA DE AVILA

AVILA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
P	22,4	23,5	24,2	31,2	47,1	32,4	11,7	12,7	33,4	40,9	39,5	32,5	351,2
ETP	7,6	10,0	11,7	39,9	67,2	97,8	121,9	113,6	81,2	46,1	19,8	9,7	646,5
P-ETP	14,8	13,5	-7,5	-8,7	-19,8	-65,4	-110,2	-101,5	-47,8	-5,2	19,7	22,8	70,8
Σ (P-ETP)	—	—	-7,5	-16,2	-36,0	-101,4	-211,6	-313,1	-360,9	-366,1	—	—	—

BARCO DE AVILA

P	81,1	83,0	84,5	61,7	59,0	32,8	12,7	11,3	42,1	61,3	82,0	79,2	370,7
ETP	10,0	14,9	30,9	46,6	71,0	105,3	125,8	113,8	78,0	48,9	22,3	12,1	679,6
P-ETP	71,1	68,1	53,6	15,1	-12,0	-72,5	-113,1	-102,5	-35,9	12,4	59,7	67,1	327,1
Σ (P-ETP)	—	—	—	—	-12,0	-84,5	-197,6	-300,1	-336,0	—	—	—	—

BOHOYO

P	73,1	82,2	130,6	68,9	79,8	45,2	14,0	14,5	54,4	90,7	146,3	106,7	906,4
ETP	12,5	14,9	30,9	40,0	74,6	94,0	121,9	110,4	84,2	46,1	19,8	9,7	659,0
P-ETP	60,6	67,3	99,7	28,9	5,2	-48,8	-107,9	-95,9	-29,8	44,6	126,5	97,0	329,8
Σ (P-ETP)	—	—	—	—	—	-48,8	-156,7	-252,6	-282,4	—	—	—	—

CANDELEDA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
P	125,2	117,0	127,7	73,5	54,5	26,9	2,2	55,1	47,5	107,5	130,2	149,4	1016,7
ETP	12,6	14,9	30,9	53,3	78,1	123,7	160,0	159,3	106,1	57,6	22,4	9,7	828,6
P-ETP	112,6	102,1	96,8	20,2	-23,6	-96,8	-157,8	-104,2	-58,6	49,9	107,8	139,7	629,1
Σ (P-ETP)	—	—	—	—	-23,6	-120,4	-278,2	-382,4	-441,0	—	—	—	—

EL TIEMBLO

P	66,1	67,9	82,0	51,0	41,9	30,2	4,8	9,9	48,2	79,1	83,4	101,1	665,6
ETP	10,0	12,4	30,9	46,6	74,7	105,3	141,0	128,0	87,4	54,7	24,8	16,9	732,7
P-ETP	56,1	55,5	51,5	4,4	-32,8	-75,1	-136,2	-118,1	-39,2	24,4	58,6	84,2	336,3
Σ (P-ETP)	—	—	—	—	-32,8	-107,9	-244,1	-362,2	-401,4	—	—	—	—

GUTERREÑO

P	42,8	32,3	49,6	46,5	52,3	39,2	25,6	12,9	47,3	45,8	55,7	52,9	502,9
ETP	7,5	12,4	27,8	40,0	63,5	97,8	118,2	106,7	81,2	48,7	22,3	9,7	636,0
P-ETP	35,3	19,9	21,8	6,5	-11,2	-58,6	-92,6	-93,8	-33,9	-3,1	33,4	43,2	160,1
Σ (P-ETP)	—	—	—	—	-11,2	-69,8	-162,4	-256,2	-290,1	-293,2	—	—	—

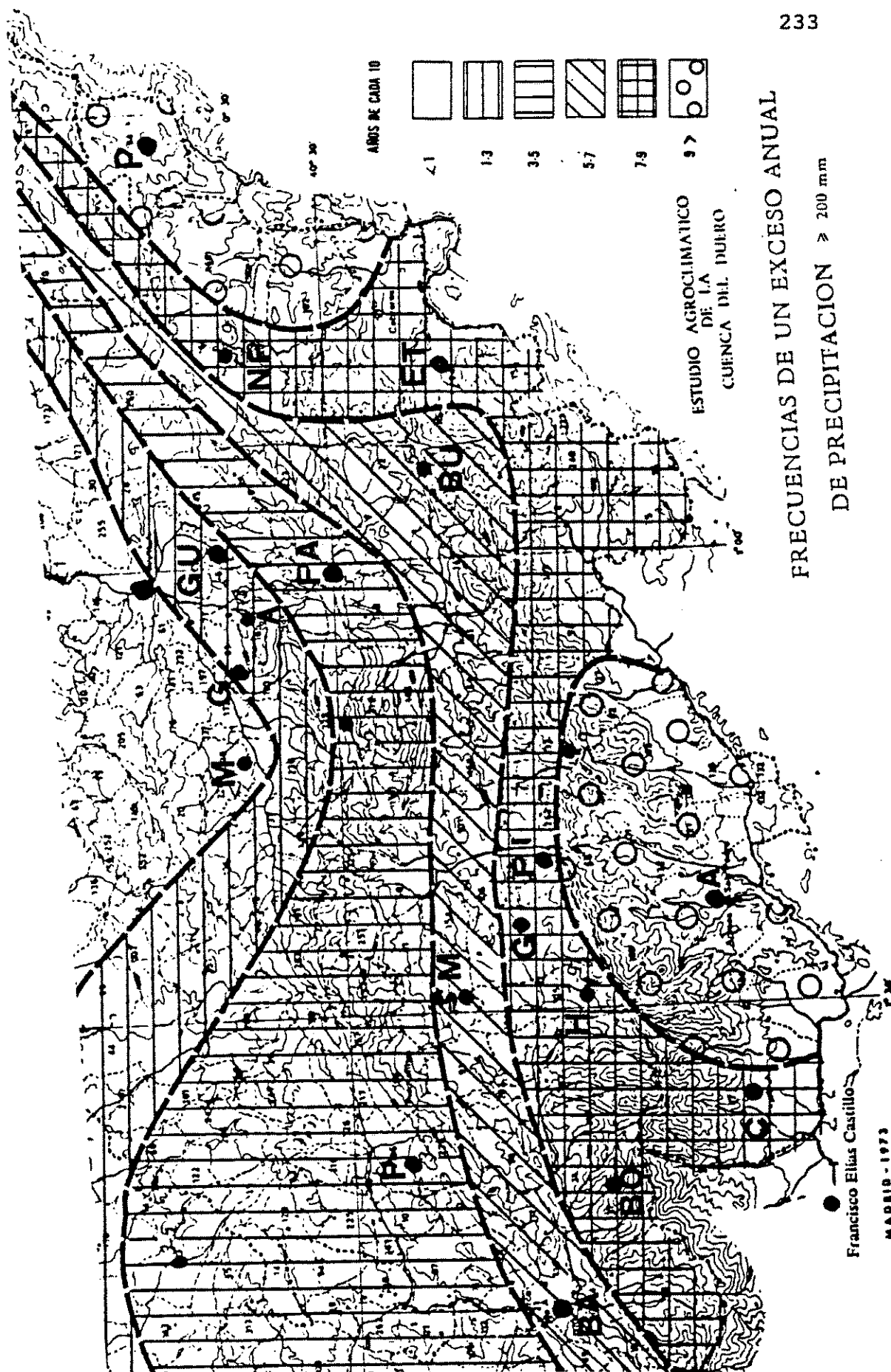
CLAVE DE SIMBOLOS

ETP = evapotranspiración potencial
P = precipitación

ESTUDIO AGROCLIMATICO
DE LA
CUENCA DEL DUERO

Francisco Elías Castil

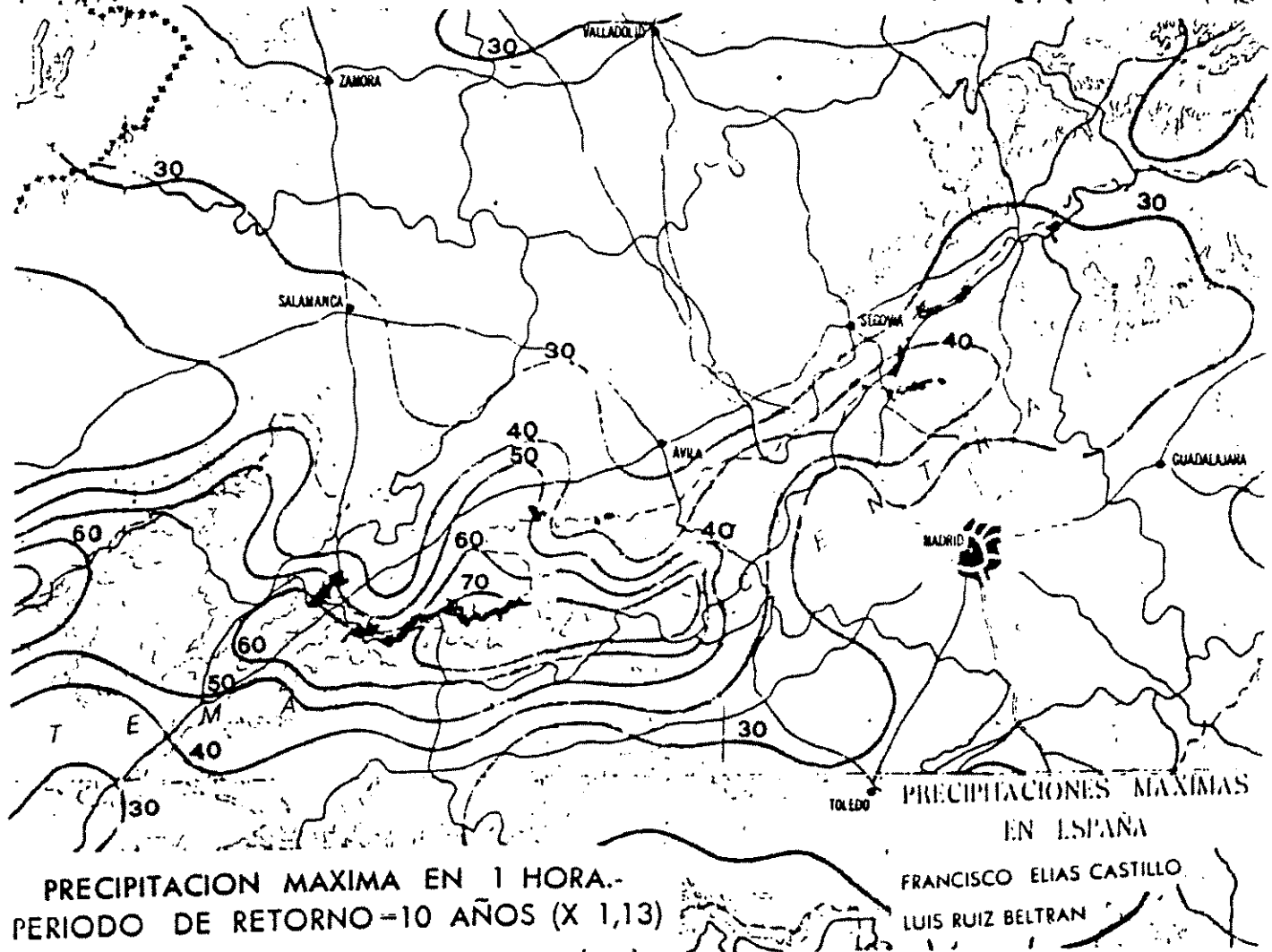
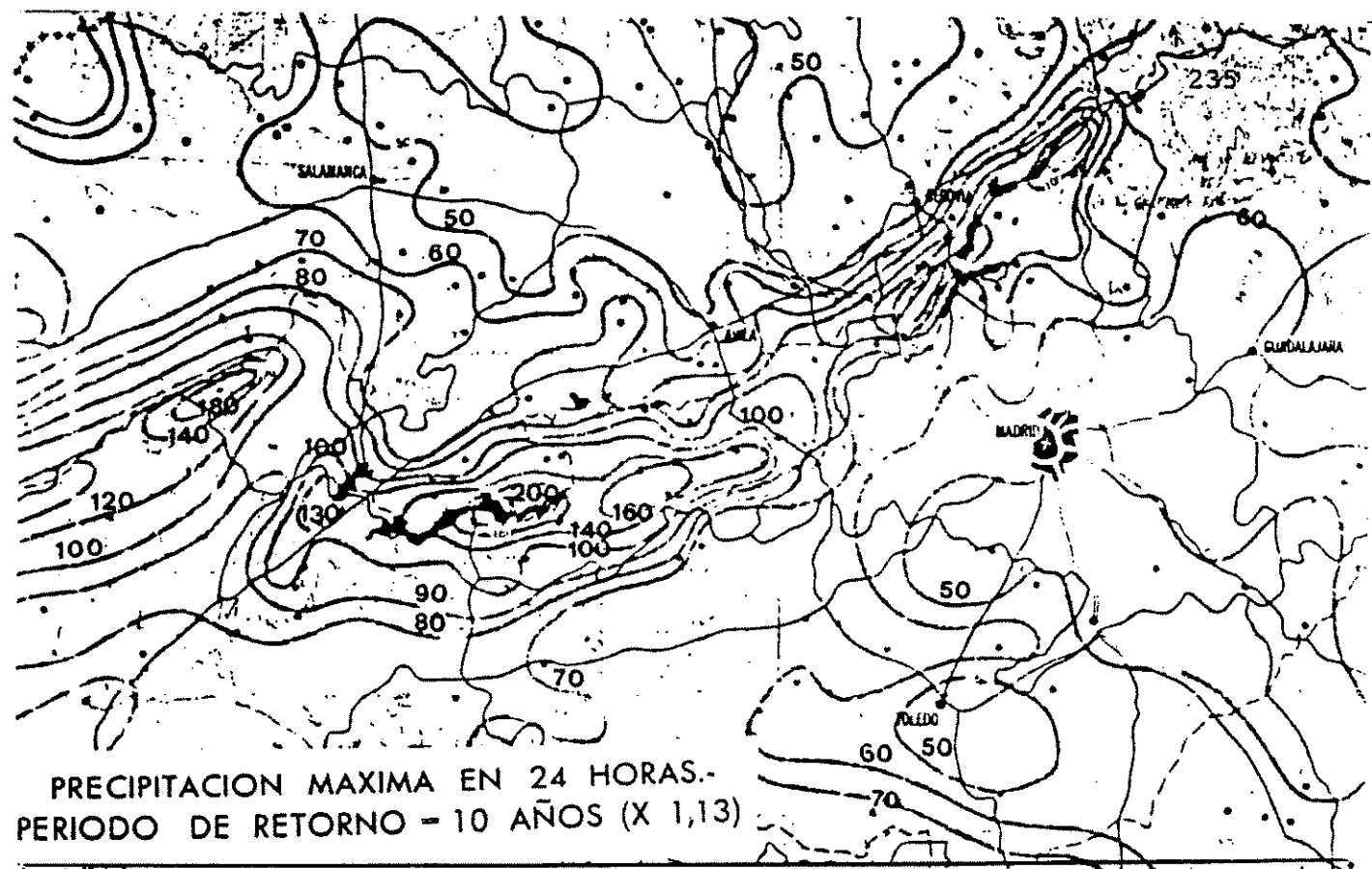
MADRID - 1973



Francisco Elías Castillo

MADRID - 1973





PRECIPITACIONES MAXIMAS EN ESPAÑA

FRANCISCO ELIAS CASTILLO, Dr. Ingeniero Agrónomo

LUIS RUIZ BELTRAN, Calculador de Meteorología

AVILA

AÑO	72 h	48 h	24 h	12 h	6 h
1941					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					
1951					
52					
53	52,4 M	45,6 M	30,9 M	18,5 M	18,3 M
54	46,1 N	40,2 My	26,1 My	17,1 J	13,1 J
55	24,1 J	24,1 J	21,8 J	16,1 J	15,1 J
56	27,4 My	27,4 My	22,0 S	21,8 S	19,4 S
57	23,1 O	18,5 O	14,3 A	14,3 A	9,6 A
58	29,9 Ag	29,9 Ag	29,9 Ag	23,7 Ag	20,6 Ag
59	72,7 Ag	63,0 Ag	63,0 Ag	62,7 Ag	61,3 Ag
60	30,8 O	29,5 O	22,2 O	13,9 O	12,0 O
1961	51,8 J	51,8 J	51,8 J	51,8 J	49,4 J
62	34,6 S	33,1 S	22,7 S	22,3 S	15,8 A
63	42,5 N	32,8 N	21,7 N	17,3 N	11,0 N
64	47,2 J	42,7 J	28,1 J	28,1 J	28,1 J
65	31,4 S	24,0 S	19,3 Ag	19,3 Ag	19,3 Ag
66	22,4 O	21,3 O	21,3 O	19,2 O	17,0 S
67	35,5 N	27,5 N	23,3 O	17,7 O	13,0 Ag
68	16,9 S	16,8 S	16,4 S	13,3 S	9,7 N
69	66,7 S	61,4 S	57,4 S	56,2 S	45,7 S
70	40,2 E	32,1 E	21,4 E	20,1 E	12,6 E
Vt	0,40	0,40	0,49	0,60	0,71
N	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
M	38,6	34,5	28,5	25,2	22,2
ES	15,3	13,7	14,0	15,2	15,9
X2	36,3	32,4	26,4	22,9	19,8
X5	52,9	47,2	41,6	39,3	37,0
X10	63,9	57,1	51,7	50,2	48,5
X15	70,2	62,7	57,4	56,4	55,0
X20	74,3	66,4	61,2	60,5	59,4
X25	77,9	69,5	64,5	64,0	63,0
X30	80,5	71,8	66,9	66,0	65,7
X50	88,0	78,6	73,7	73,0	73,5
X100	98,1	87,8	85,0	84,3	84,1

NOTACIONES

E Enero
 F Febrero
 M Marzo
 A Abril
 My Mayo
 J Junio
 Jl Julio
 Ag Agosto
 S Septiembre
 O Octubre
 N Noviembre
 D Diciembre

 N Número de años
 M Media
 SE Error típico
 XT Valor de la precipitación para un período de retorno de T años

AVILA

ESTACIONES

- 2-441 Aldea del Rey Niño
2-440 Aldea del Rey Niño
(Guterreño)
3-408 Arenas de San Pedro
2-828 Barco de Avila
2-820 Bohoyo
3-322 e Burghondo
3-326 Burguillo (Presa)
3-416 Candeleda
3-395 Casavieja (Forestal)
2-439 Gemuño
2-812 Hoyos del Espino
2-432 Muñogalindo

AÑO	2-441	2-440	3-408	2-828	2-820	3-322 e	3-326	3-416	3-395	2-439	2-812	2-432
1941	82.2 E			84.2 F			62.2 E					29.5 J
42	38.8 O			39.2 O			73.0 O					31.3 U
43	48.1 M			54.4 M			82.0 M				68.2 M	34.2 S
44	31.7 O			61.8 J			63.3 O				47.4 A	30.1 O
45	46.7 N	55.5 N		79.0 D			110.0 J				72.4 N	43.8 A9
46	36.2 A	44.5 A		44.0 A			45.0 A				65.6 Mv	39.9 A
47	42.2 J	87.2 M		60.0 S			88.2 M				71.6 M	37.7 J
48	49.8 D	49.0 D		48.5 D			70.5 D			26.7 JI	60.3 D	32.3 D
49	52.5 S	48.0 S		28.5 S			62.5 M			32.2 D	54.5 S	28.5 S
50	52.6 N	77.8 JI		47.0 N	58.3 N	37.8 N	59.5 O			33.1 S	60.5 N	36.5 N
1951										51.9 N		
52	53.1 N	62.0 N		49.5 N	73.7 N	48.7 N	129.0 F			46.1 N	90.8 N	32.2 N
53	43.7 JI	29.4 M		63.0 A	70.7 M	50.0 M	65.5 M			37.4 JI	61.2 M	28.2 JI
54	37.2 JI	44.0 D		43.0 O	73.0 N	44.5 D	86.5 A			27.1 O	80.6 N	43.2 J
55	28.4 Mv	37.2 Mv		60.0 N	72.5 N	49.5 N	53.0 N	52.0 D		43.4 Mv	79.4 N	29.2 Mv
56	23.6 J	30.0 J	90.4 N	50.0 D	54.2 N	43.7 F	50.2 N	45.0 M	65.0 N	30.6 A	38.4 S	29.5 Mv
57	45.0 Mv	34.2 Mv	84.5 M	30.0 M	55.0 F	68.3 F	51.0 E	57.0 M	123.2 N	48.9 Mv	51.7 E	30.1 Mv
58	24.3 O	30.0 D	84.0 N	50.0 D	35.4 D	32.2 D	45.5 D	50.0 D	82.1 N	26.4 J	22.5 J	24.0 O
59	53.1 D	59.0 D	154.0 D	40.0 D	65.0 D	55.6 F	93.5 D	88.0 D	138.5 D	62.0 D	77.5 D	48.1 J
60	37.5 S	40.0 S	124.0 M	41.0 S	65.0 S	50.3 S	42.5 N	85.0 M	100.0 M	49.2 S	70.3 N	48.5 J
	58.7 M	37.0 F	118.2 O	50.0 F	68.0 F	50.8 F	52.7 F	104.0 O	108.2 F	21.6 O	90.6 F	118.8 J
1961												
62	49.3 S	50.5 N	101.0 N	31.0 N	101.0 O	58.0 S	64.7 N	57.0 Mv	115.3 N	32.4 S	85.7 N	38.6 S
63	45.4 S	45.0 E	94.0 M	50.0 O	60.0 M	42.0 D	41.5 E	63.0 D	60.3 E	33.4 Mv	118.5 E	40.0 E
64	38.4 E	53.0 E	172.0 N	50.0 N	85.0 N	66.2 E	56.0 E	74.6 A	115.0 N	32.5 N	83.7 N	30.0 N
65	45.4 M	55.0 M	75.0 F	34.0 M	56.0 M	66.0 M	47.0 M	54.0 F	55.0 F	34.5 M	75.6 M	28.7 F
66	71.2 E	63.0 E	75.0 O	40.0 E	42.0 S	94.0 E	68.0 E	89.5 S	72.0 S	42.5 E	130.5 E	36.2 E
67		41.0 O	89.0 A	35.8 O	84.2 F	66.0 O	70.4 F	81.0 O	71.1 N	31.4 O	85.8 O	26.5 O
68		30.0 O	105.0 M	18.2 Mv	55.0 M	33.5 M	37.0 N	98.5 M	91.0 M	26.6 Mv	59.9 M	36.8 A9
69		28.0 N	78.0 F	32.6 O	59.0 O	44.4 N	32.0 N	74.0 M	48.0 O	18.2 O	65.7 O	19.3 M
70		40.0 F	95.5 N	62.5 N	46.0 Mv	62.5 F	64.0 F	65.5 N	76.7 F	34.9 F	54.6 F	19.0 M
		33.2 E	82.0 E	31.5 N	60.0 E	43.0 E	52.0 E	75.0 E	67.3 E	28.0 E	89.5 N	15.5 J
N	25.0	26.0	16.0	30.0	21.0	21.0	30.0	18.0	17.0	24.0	28.0	30.0
M	45.4	46.3	101.4	47.0	63.8	52.7	63.9	70.4	87.2	35.0	72.1	35.5
ES	13.2	14.9	28.1	14.7	15.1	14.3	21.5	17.7	26.2	10.4	22.6	17.6
X2	43.4	44.1	97.5	44.8	61.5	50.6	60.7	67.7	83.5	33.9	65.1	32.9
X5	67.0	69.8	128.0	59.6	77.5	65.7	82.4	86.9	111.9	44.8	91.8	50.7
X10	66.2		148.5	69.6	88.1	75.8	97.0	99.6	131.0	52.0	107.2	62.7
X15	71.3	75.4	160.2	75.1	94.1	81.5	105.2	106.9	141.5	56.0	116.0	69.4
X20	74.8	79.5	168.2	79.1	98.4	85.5	110.9	111.7	149.1	59.0	121.9	74.1
X25	77.6	82.6	174.4	82.0	101.5	88.5	115.3	115.7	154.8	61.1	126.7	77.6
X30	79.8	85.1	179.4	84.5	104.1	90.9	118.9	118.8	159.5	62.9	130.5	80.5
X50	86.2	92.2	193.4	91.4	111.5	97.9	129.0	127.5	172.4	67.8	141.2	88.9
X100	94.6	101.6	212.7	100.7	121.3	107.2	142.4	139.3	190.2	74.5	155.5	99.7

AÑO	3-337	2-811	3-334	2-837	3-394	3-402	3-316	3-319	2-435	3-328	3-330	3-324	2-428
1941				35,0 E		26,4 S			98,0 M				
42				26,0 O		68,7 M			55,0 Mv				
43				22,0 D		29,7 Mv			100,0 N				
44				42,0 N		38,0 D			71,0 A				
45				72,0 A		90,6 A			98,0 M				
46	49,0 D			38,0 Mv		40,8 M			85,0 D				
47	67,5 Mv			104,1 D		104,1 D			50,0 J				
48	41,5 M			55,7 S		55,7 S			30,0 D				
49	63,2 D			120,2 N		120,2 N							
50	62,5 M												
	39,3 N												
1951													
52	101,4 N			52,3 N		76,5 M			75,0 N				
53	52,6 M			54,3 J		78,8 N			60,0 M				
54	77,4 A			36,4 O		136,5 D			65,0 D				
55	87,5 N	87,0 D		26,6 N	60,0 N	96,3 M	40,4 D		63,0 N				
56	42,5 J	52,0 O	34,6 Ag	36,1 F	122,0 N	187,2 N	30,0 M		28,0 O				
57	34,0 F	54,0 E	49,6 M	28,6 M	82,2 M	120,0 E	40,1 M		30,0 M				
58	47,5 D	36,0 D	33,6 J	16,4 J	50,2 D	36,4 A	20,1 Mv		50,0 O				
59	56,1 D	116,0 D	34,8 D	48,0 D	142,2 D	81,4 A	20,0 F		57,0 E				
60	45,0 O	78,0 S	71,2 S	32,0 S	88,6 M	84,5 D	40,1 S		58,0 S				
	50,0 O	53,0 J	56,6 O	30,0 O	107,8 F	110,4 M	29,7 F		48,0 J				
1961													
62	70,0 N	122,0 N	59,5 N	45,0 J	111,8 N	89,5 M	30,0 N		57,0 N				
63	52,0 S	67,0 E	34,2 S	44,0 O	71,9 M	84,3 M	34,0 M		92,0 E				
64	76,5 E	92,0 E	62,1 J	52,0 N	130,5 N	84,3 A	30,0 N		68,2 E				
65	47,5 M	47,0 S	41,1 Mv	58,0 J	85,2 F	58,6 F	59,0 J		80,1 M				
66	85,0 E	72,0 S	42,5 S	42,0 S	110,5 S	45,4 M	33,0 O		46,0 S				
67	73,0 O	42,0 O	62,5 N	30,1 S	132,0 N	42,6 N	18,5 O		49,3 F				
68	36,5 M	33,0 Ag	45,1 M	15,3 M	120,8 M	50,2 O	20,0 Mv		37,4 M				
69	47,5 N	34,0 O	42,5 N	20,0 N	59,1 O	70,5 N	77,5 O		38,1 O				
70	74,3 N	54,0 N	52,1 N	40,1 J	123,2 F	80,0 F	34,5 N		60,0 F				
	45,2 E	72,0 N	46,3 E		100,5 E	90,0 N	47,0 N		73,3 E				
N	26,0	18,0	16,0	29,0	17,0	29,0	18,0	23,0	28,0	19,0	23,0	21,0	20,0
M	58,6	66,1	48,0	38,7	99,9	78,8	36,3	118,2	61,5	64,0	54,6	114,9	54,8
ES	17,6	26,2	11,7	13,9	28,2	35,3	15,1	25,9	20,7	20,0	22,7	29,0	21,9
X2	56,0	62,2	46,4	36,6	96,0	73,5	34,0	114,3	58,4	61,0	51,2	110,6	61,5
X5	74,1	90,5	59,1	50,7	126,4	109,6	50,3	141,5	79,6	82,4	75,0	141,3	84,9
X10	86,3	109,4	67,6	60,1	147,0	133,6	61,2	159,4	93,7	96,2	90,6	161,6	100,3
X15	93,0	120,1	72,4	65,3	158,2	147,0	67,3	169,5	101,8	104,8	99,5	173,2	109,1
X20	97,7	127,2	75,8	69,1	166,4	156,4	71,4	176,7	107,2	110,5	105,8	181,3	115,2
X25	101,4	133,3	78,4	71,9	172,6	163,6	74,9	182,1	111,5	114,9	110,6	187,4	120,0
X30	104,4	137,7	80,5	74,2	177,7	169,6	77,4	186,6	115,0	118,5	114,4	192,3	123,8
X50	112,7	150,6	86,3	80,7	191,5	186,2	84,8	199,0	124,8	128,1	125,3	206,5	134,5
X100	123,9	168,0	94,3	89,4	210,7	208,4	95,0	215,8	137,9	141,4	140,2	225,4	148,9

3-337 Navalperal de Pinares

2-811 Navarredonda

3-334 Peguerinos

2-837 Piedrahita de la Sierra

3-394 Piedralaves

3-402 Puerto del Pico

3-316 San Martín de la Vega

3-319 Serranillos

2-435 Sotalbo

3-328 Tiemblo (El) (Pueblo)

3-330 Tiemblo (El) (Pueblo Nuevo)

3-324 Tiemblo (El) (Las Juntas)

2-428 Villatoro

