

Programa multimedia interactivo para el aprendizaje en la realización de un Estudio de Impacto Ambiental

Profesor coordinador: Fernando Santos Francés

Departamento: Biología Animal, Parasitología, Ecología, Edafología y Química Agrícola

Facultad: Ciencias Agrarias y Ambientales

Objetivos del proyecto:

- 1) Introducir a los estudiantes de titulaciones relacionadas con el medio ambiente en la metodología para realizar un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, ante la perspectiva de que este tipo de Estudios constituyen una de las salidas profesionales más utilizadas por estos egresados.
- 2) Desarrollar un proyecto innovador de enseñanza-aprendizaje, dirigido a poner en práctica nuevas formas de realizar las clases prácticas de las asignaturas de Evaluación de Impacto Ambiental, Edafología y Edafología y Climatología con el fin de facilitar a los estudiantes el autoaprendizaje y un sistema de evaluación continua y de auto-evaluación.
- 3) Estudiar nuevas y mejores metodologías docentes susceptibles de ser implantadas en la Universidad de Salamanca, con la finalidad de involucrarse cada vez más en procesos de mejora de la calidad, sobre todo en el momento actual en el que se va a producir la adaptación de la mayoría de las titulaciones al Espacio Europeo de Enseñanza Superior (EEES).

Descripción del Proyecto:

Un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) se puede definir como el trabajo encaminado a predecir o prevenir los efectos o impactos que la ejecución de una obra o de un proyecto ingenieril puede producir sobre el medio ambiente, así como también las consecuencias que puede derivarse para la salud y el bienestar humano y, a su vez, a establecer las medidas correctoras.

Durante la primera etapa de un EIA, se trata de conocer el medio tal como está actualmente, antes de construir la obra de ingeniería; es decir, se trata de obtener información sobre las características del territorio, antes de la ejecución de la obra. En esta etapa hay que realizar un inventario ambiental y una cartografía geológica, de suelos, vegetación, hidrología, etc.

Es decir, en estos estudios es necesario realizar un inventario del medio físico de la zona objeto de estudio y, además, el paso siguiente consiste en la obtención de una expresión gráfica, sobre mapas o planos, de todos los datos recogidos, que permita tanto una visualización instantánea global, como una percepción que facilite el análisis de la información. El disponer de una cartografía adecuada en estos Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental, permite la realización de un análisis exhaustivo de los datos, su comparación y evaluación.

Estos mapas constituyen uno de los elementos básicos en los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental. Pues bien, en el programa multimedia se explica la forma de realizar un estudio climático, geológico, edafológico, botánico, etc., y se aportarán mapas topográficos, de suelos, geológicos, de vegetación, fotografías aéreas y del paisaje, etc., e inventarios de suelos, vegetación, fauna, etc., representativos de varias zonas geográficas de Castilla y León.

En la siguiente etapa de un EIA, se debe realizar un inventario del medio socio-económico de la zona objeto de estudio y se deben identificar y describir todos los posibles impactos que pueden generar sobre los distintos componentes del medio físico y socio-económico, diferentes tipos de proyectos como la construcción de una autovía, un parque de aerogeneradores, instalación de una industria química, una presa hidroeléctrica, una explotación minera, un campo de golf, una estación depuradora de aguas residuales, etc. A continuación se valoran los impactos mediante la elaboración de una matriz.

En la última etapa se relacionan las medidas preventivas y correctoras que es necesario establecer con objeto de reducir o eliminar los impactos negativos que se puedan producir sobre el medio físico y socioeconómico.

El proyecto de innovación docente que se ha realizado está estructurado sobre la base de la realización de numerosas preguntas referidas solamente a la primera etapa de la realización de un EIA (Estudio del medio físico), dejando para un posterior proyecto la realización de las otras dos etapas anteriormente señaladas (Identificación-valoración de impactos y establecimiento de medidas preventivas y correctoras). Por lo tanto, con la aplicación de este programa se tiene la posibilidad de autoevaluación de los alumnos, de forma que calificará automáticamente los ejercicios realizados. Las respuestas correctas suman puntos mientras que las respuestas equivocadas representan penalizaciones.

EL MEDIO FISICO EN LOS ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL

Introducción.-

Los Estudios del Medio Físico son útiles para la realización de:

- Inventarios* ambientales (suelos, vegetación, fauna, etc.)
- Evaluación de *riesgos* ambientales. Zonificación de áreas con peligro en caso de usos antrópicos (avenidas, terremotos, movimientos en masa, ...).
- Predicción y evaluación de *impactos ambientales*.
- Análisis y evaluación de *ecosistemas singulares* (zonas húmedas, hábitats únicos, ...).
- Planificación territorial y urbanística*.

En los estudios de impacto ambiental, el objeto del estudio del medio físico es el conocimiento y valoración de los efectos que en el medio producirán determinados planes, programas o proyectos de manera que puedan tomarse las medidas oportunas, en su caso, para disminuir o evitar los efectos negativos y fundamentalmente para que las consideraciones ambientales sean tenidas en cuenta en la toma de decisiones de desarrollo.

La superficie de este tipo de estudios puede ser extensa o reducida, dependiendo de la amplitud de la incidencia ambiental a evaluar.

Recopilación de la información disponible.-

Una etapa previa a la realización de un inventario ambiental es la revisión y búsqueda de documentación y cartografía disponibles, tanto de la zona de estudio como de los temas a considerar.

Esta tarea, a veces difícil y laboriosa por el grado de dispersión que suelen tener los datos, es indispensable, ya que permite descubrir las áreas más o menos oscuras y orientar la fase de investigación hacia los aspectos menos contrastados, evitando duplicar información cuando no sea necesario.

Departamentos de Documentación y Publicaciones de Organismos Oficiales, Departamentos Universitarios, Tesis Doctorales..., son fuentes imprescindibles para este objetivo.

En los estudios de impacto ambiental, esta primera fase incluye la recopilación de la información suministrada por las consultas previas que en su caso se hayan realizado. Estas consultas, realizadas por el órgano ambiental a personas, Instituciones y Administraciones previsiblemente afectadas por la ejecución del proyecto de que se trate, podrían indicar aquellos aspectos a considerar en el estudio de impacto ambiental que se estimen más convenientes.

Inventario del medio físico.-

La preparación y desarrollo del inventario constituye el primer eslabón técnico sobre el que se sustentarán las distintas fases del estudio.

La idea prioritaria que debe regir la realización del inventario es la representación de la realidad físico-biológica del territorio.

La realización del inventario debe tener presente que la última fase de esta etapa será **la cartografía de todos y cada uno de los elementos del medio analizados**, así como la **elaboración de listados o fichas** de aquellos aspectos que así lo requieran, localizando los datos recogidos siempre espacialmente.

Cuando el tratamiento de los datos no se realiza automáticamente, la información queda almacenada en mapas temáticos, si los datos son cartografiables, y en gráficos o tablas, si se refiere a valores o datos relacionados con puntos de inventario.

Representación gráfica de la información.-

Aunque se suelen diferenciar las técnicas para el tratamiento de este tipo de información en técnicas manuales y técnicas automáticas, en esencia el tratamiento que se hace de los datos es el mismo y la diferencia radica en el volumen y complejidad de los datos a tratar. Así, cuando se quiere conocer la calidad de un punto del territorio obtenida por conjunción de la calidad de todos los recursos que coinciden en él, podrá optarse por agrupar la información temática que se tenga de ese punto en un solo mapa mediante la simple técnica de superponer la cartografía de los distintos elementos, obteniendo así la información combinada para ese punto. Esto mismo es lo que puede hacerse automáticamente, mediante la utilización de los S.I.G., siendo la única diferencia entre una y otra técnica, que en el primer caso habrá fuertes limitaciones en cuanto a cantidad de datos a combinar, a analizar y a comparar, mientras en el segundo aquéllas serán mucho menores.

En los *estudios de impacto ambiental* el tratamiento de la información se dirige a predecir y valorar la posible respuesta del medio ante las diversas acciones que puedan incidir sobre él. Existen varias formas de abordar esta predicción:

- Análisis de casos similares cuando existan, con el fin de conocer las reacciones producidas en el medio ante la actuación, cuando tanto las características del medio como las de la actuación son semejantes al caso en estudio.
- Uso de modelos simbólicos, es decir, de formulaciones abstractas que representen la realidad. Por ejemplo los modelos de difusión, atmosférica de contaminantes, de la propagación del ruido, de cuantificación de la erosión potencial.

El producto final del inventario es una información tabulada, cartografía temática o cualquier otra forma que permita utilizar los datos y tratarlos de la forma más adecuada, para llegar al objetivo final de clasificación del medio físico.

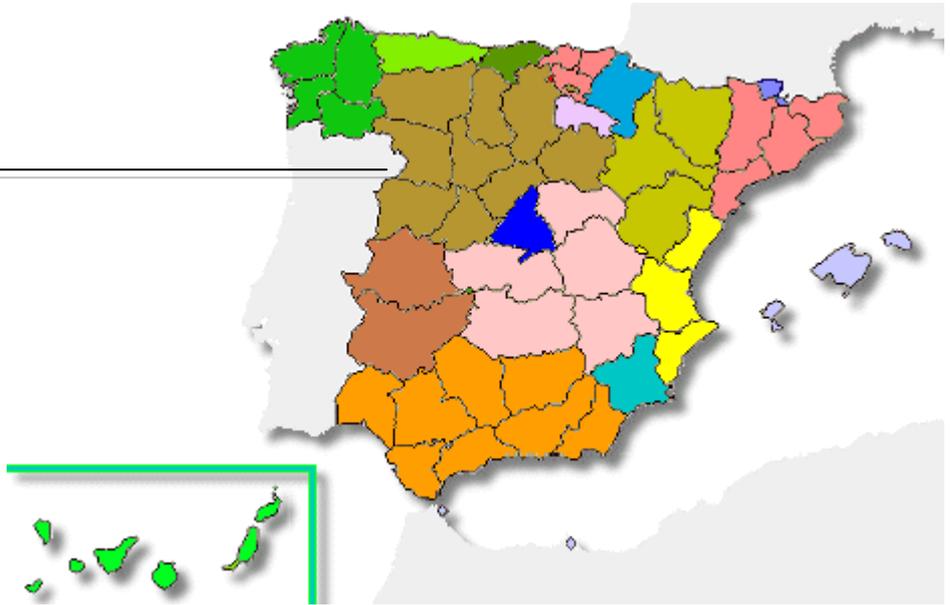
En general, la inventariación del medio debe conducir a una expresión gráfica de los datos que permitan una visualización instantánea global, así como una percepción más profunda que facilite el análisis de la información. El disponer de una representación gráfica adecuada permite el análisis de los datos y su comparación, así como la verificación de los criterios de base y la generalización de los resultados.

LOCALIZACIÓN GEOGRAFIA Y ESCALA DE TRABAJO

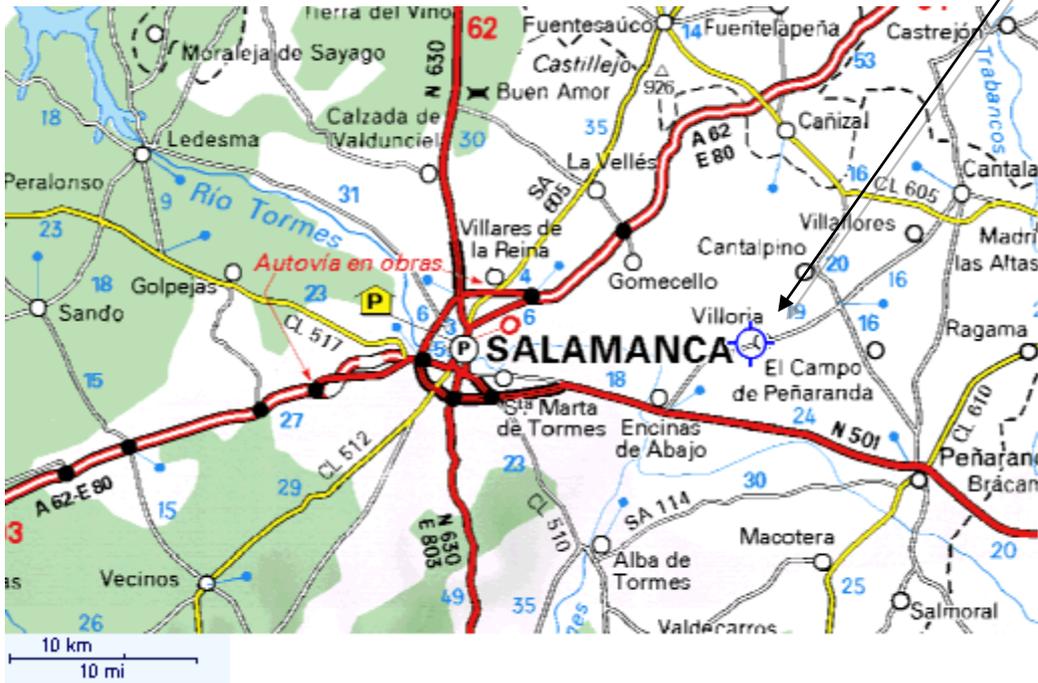
La localización de la zona estudiada se puede apreciar en el siguiente gráfico, en el cual, a partir del mapa de la península Ibérica con su división administrativa de las Comunidades Autónomas del estado Español se va haciendo un zoom progresivo a través del mapa de la provincia de Salamanca, hasta llegar al punto exacto donde se realizará el proyecto de Evaluación de Impacto Ambiental.

Para la cartografía del medio físico (Geología, Hidrología, Hidrogeología, Edafología, Capacidad Agrológica de los Suelos, Vegetación, etc.) se utiliza una escala de detalle 1:25.000.

CASTILLA Y LEÓN



PROVINCIA DE SALAMANCA



451	452	453
477	478	479
502	503	504

Hojas del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000

CLIMA

El **clima** de una localidad queda definido por el conjunto de condiciones atmosféricas que se presentan típicamente en una región, como la temperatura, viento, precipitación, etc., a lo largo de los años.

Siendo el “**tiempo**” el estado de la atmósfera en un lugar y momento determinados.

Variables relacionadas con la atmósfera

Para la determinación de la *climatología general* de una región, se debe realizar un inventario de aquellas características que describen el tiempo atmosférico de ese área, generalmente a través de las variaciones anuales de temperatura y precipitación, y aquellas otras cuyos valores extremos puedan influir en las relaciones de los elementos físicos y biológicos y en el desarrollo de las actividades humanas.

El conocimiento del movimiento del aire (viento) resulta particularmente crítico a medida que aumenta la contaminación y afecta a las condiciones de vida animal y vegetal, y así estos aspectos tendrán un importante papel en las decisiones de localización de industrias, áreas de recreo y otras actividades.

A continuación se enumeran algunas características, cualidades y sus parámetros de medida:

Temperatura:

- Máximas y mínimas absolutas anuales.
- Medias del mes más cálido y el más frío.
- Media anual.
- Intervalo anual de temperaturas.
- Estación media libre de heladas.
- Frecuencia de heladas.
- Número de días con heladas (media anual o mensual).

Precipitación:

- Media anual.
- Media mensual.
- Número medio anual y mensual de días de lluvia.
- Precipitación máxima en veinticuatro horas.

Evapotranspiración:

- Evapotranspiración potencial.

Insolación:

- Medias mensuales y anuales.
- Porcentaje de duración del día.

Humedad atmosférica:

- Humedad relativa.
- Frecuencia de rocío: número de días con rocío (medición anual o mensual).
- Frecuencia de nieblas: número de días con niebla (medición anual o mensual).

Viento:

- Frecuencia de las direcciones.
- Frecuencia de las velocidades.
- Viento dominante.
- Velocidad máxima y frecuencia.

Los valores estadísticos de estos parámetros se pueden obtener de mediciones realizadas en alguna estación meteorológica situada dentro del área de estudio, o cercana a ella, mediante estimaciones indirectas.

En el caso de elegir una estación cercana hay que tener en cuenta la “altitud”, puesto que influye especialmente sobre la temperatura y la precipitación. La altitud provoca una disminución de la temperatura media de cerca de 10º C por cada 180 metros.

CONSIDERACIONES GENERALES RESPECTO A LOS DATOS CLIMATOLOGICOS

Los datos son recogidos y registrados por las estaciones climatológicas. Estas se clasifican en tres órdenes en función del programa de observaciones que realizan y por la frecuencia de las mismas:

- Estaciones «**completas o de primer orden**», que efectúan toda clase de observaciones climatológicas ordinarias y están dotadas para ello de aparatos de precisión y registradores.
- Estaciones «**termopluviométricas o de segundo orden**», que se encargan de efectuar tres observaciones diarias (aunque muchas de ellas sólo hacen dos); en una de las observaciones se incluyen las temperaturas extremas; sólo poseen termómetro e higrómetro, o sicrómetro y pluviómetro.
- Estaciones «**pluviométricas o de tercer orden**», que se limitan a medir la precipitación cada veinticuatro horas, para lo cual disponen de un pluviómetro como único aparato.

El conjunto de estaciones climatológicas constituye la Red Climatológica. Una cuestión trascendental es el diseño de esa red, es decir, la elección del emplazamiento de las estaciones, ya que la toma de datos climatológicos en un punto plantea una serie de interrogantes de los cuales los dos más importantes son:

- El establecimiento del **periodo óptimo** de la muestra de datos a considerar, y
- La **representatividad de la estación** climatológica.

Período óptimo

En el Cuadro IV.2 se encuentran los períodos óptimos para distintas características y regiones, tomados de las publicaciones técnicas de la O.M.M. (Organización Meteorológica Mundial). La O.M.M. recomendó en 1935 un período uniforme de **treinta años**, que posteriormente fue actualizado, como se puede ver en el Cuadro.

CUADRO IV.2.—PERIODO OPTIMO DE AÑOS

Elemento	Islas	Costas	Llanuras	Montañas
Temperatura	10	15	15	25
Humedad	3	6	5	10
Nubosidad	4	4	8	12
Visibilidad	5	5	5	8
Precipitación	25	40	40	50

Representatividad de la estación

Este es un problema a solucionar localmente, estudiando las características topográficas y altitudinales de la zona, que son las que más afectan a la representatividad de una estación respecto de un área determinada. Además, conviene, si es posible, establecer comparaciones entre datos climáticos de localizaciones distintas dentro de la misma área.

Se considera, de forma general, que un punto de observación es representativo cuando, variando su emplazamiento y llevándolo a distancias del orden del centenar de metros, los resultados estadísticos no sufren variaciones sustanciales.

En el caso de realizar un estudio en una zona situada al sur de Salamanca (capital), se han elegido las siguientes estaciones meteorológicas

Tabla 1: Situación de las estaciones meteorológicas, periodo de estudio y distancia a la zona estudiada.

Estación	Provincia	Tipo ¹	Periodo	Longitud	Latitud	Altitud	Distancia zona de estudio (Km.)
Salamanca "Matacán"	Salamanca	C	1975-2005	5°29'46''O	40°56'44''	790m	15
Pantano Santa Teresa	Salamanca	TP	1975-2005	5°36'07''O	40°40'20''	840m	29
Pedrosillo de los Aires "Castillejo"	Salamanca	TP	1975-2005	5°36'07''O	40°40'25''	860m	25
Villagonzalo de Tormes "Azud"	Salamanca	TP	1975-2005	5°29'42''O	40°52'15''	800m	15.5

¹ C: completa. TP: termopluviométrica

A continuación, se solicitan los datos de precipitación y temperatura de la Estación de Salamanca (Matacán) a la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), con los cuales se calculan los valores medios mensuales y anuales.

TEMPERATURA

La temperatura del aire es, con la precipitación, el carácter climatológico más importante. Por su influencia en todas las actividades del hombre, en la vegetación, fauna, etc., entra a formar parte de las clasificaciones climáticas.

Los parámetros de la temperatura más comúnmente utilizados en las clasificaciones climáticas y en los estudios del régimen térmico de una localidad son las siguientes:

Valores absolutos

- Temperatura máxima diaria.
- Temperatura mínima diaria.
- Las temperaturas máxima y mínima anuales.
- Temperaturas máxima y mínima mensuales.

Medias

- Temperatura media diaria, que puede tomarse como el promedio de observaciones realizadas cada hora, como el promedio de lecturas realizadas a las 7,00, 14,00 y 21,00 horas (esta última contada dos veces), o simplemente como media aritmética de la máxima y mínima diarias.
- Temperatura media mensual. Media aritmética de las medias diarias del mes correspondiente.
- Temperatura media mensual de las máximas.
- Temperatura media mensual de las mínimas.

- Intervalo diario de temperatura o diferencia en grados centígrados entre la máxima y la mínima diaria.
- Intervalo anual de temperatura, diferencia entre la media del mes más cálido y del mes más frío.

Otros tipos de parámetros

- *Período libre de heladas*: número de días en que la temperatura es continuamente superior a cero grados centígrados.
- *Estación media libre de heladas*: número de días desde la fecha media de la última helada de primavera hasta la fecha media de la primera helada de otoño.

TABLA 6: Temperatura media mensual (°C)

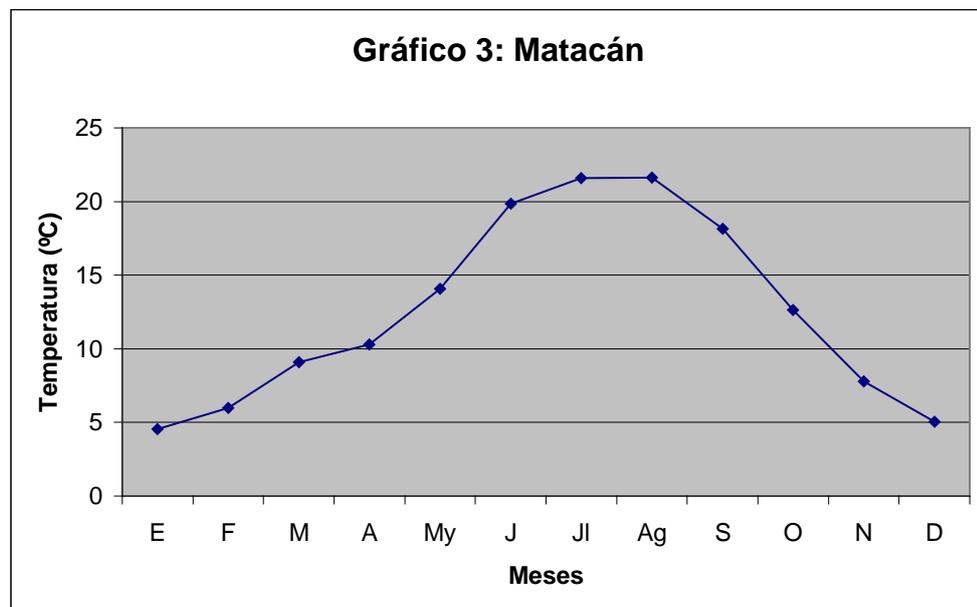
Estación Meteorológica	E	F	M	A	My	J	Jl	Ag	S	O	N	D	Año
Matacán	4,6	5,9	9,1	10,3	14,1	19,9	21,6	21,6	18,1	12,6	7,8	5,1	12,6

Representación gráfica de datos termométricos

La representación de los datos de temperatura se puede realizar de numerosas formas. A continuación se exponen algunas de las más usadas:

- *Diagramas simples.*

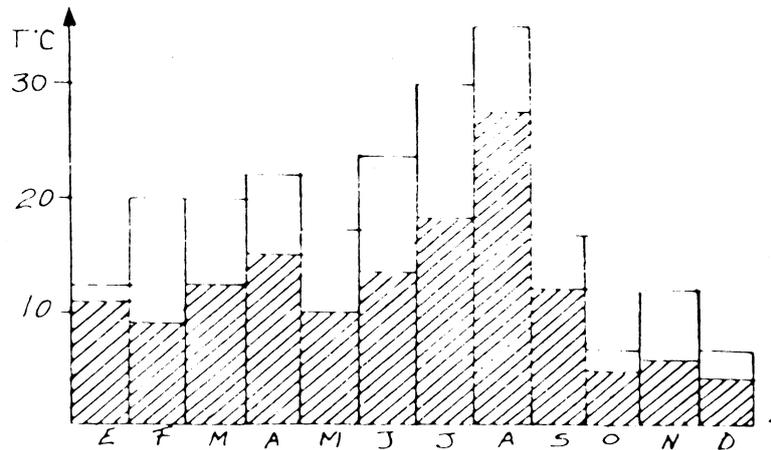
Se utilizan para representar valores absolutos en períodos de tiempo determinados.



- *Diagramas superpuestos.*

Se utilizan para comparar directamente diagramas de distintas estaciones climatológicas o distintos elementos superpuestos en el mismo diagrama (Figura IV.4.2).

FIGURA IV. 4.2.—VARIACIONES DE TEMPERATURA



En el diagrama se representan las temperaturas medias mensuales en un año determinado para dos estaciones climatológicas distintas.

TABLA 7: Temperatura media mensual de las mínimas

Estación Meteorológica	E	F	M	A	My	J	Jl	Ag	S	O	N	D	Año
Matacán	0,5	0,3	2,8	4,2	7,7	11,9	13,3	13,6	10,7	6,9	2,4	0,5	6,2

TABLA 8: Temperatura media mensual de las máximas

Estación Meteorológica	E	F	M	A	My	J	Jl	Ag	S	O	N	D	Año
Matacán	9,5	11,8	15,4	16,4	20,4	27,7	29,8	29,6	25,5	18,4	13,2	9,5	18,9

TEMPERATURA MÍNIMA ABSOLUTA

Estación Meteorológica	E	F	M	A	My	J	Jl	Ag	S	O	N	D
Matacán	-6,2	-5,7	-3,6	-1,8	1,25	5,7	8,1	7,9	4,9	0,18	-3,8	-5,5

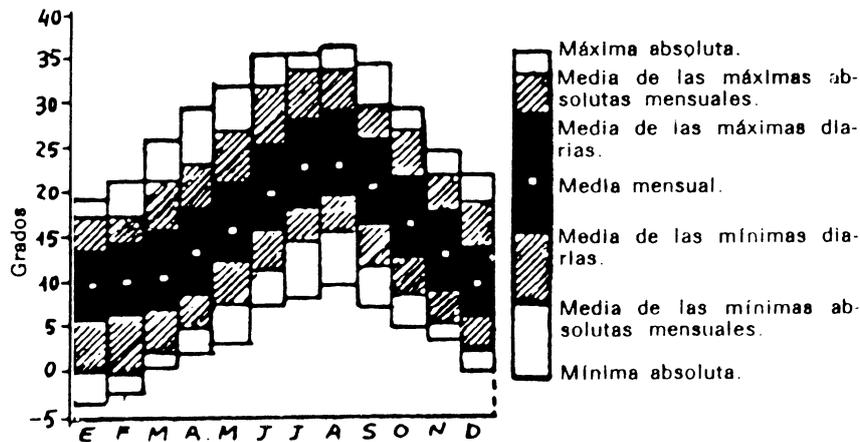
Nº medio de días de helada

Estación Meteorológica	E	F	M	A	My	J	Jl	A	S	O	N	D	Año
Matacán	19	14	11	4	1	0	0	0	0	1	11	15	77

- *Diagramas compuestos.*

Muestran las variaciones en las condiciones mensuales de temperatura para un período de cierto número de años (Figura IV.4.3).

FIGURA IV. 4.3.—VARIACIONES DE TEMPERATURA



PRECIPITACION

La precipitación se define como el agua, tanto en forma líquida como sólida, que cae sobre la superficie de la tierra.

La precipitación es uno de los caracteres del clima más definitorios. Es también factor controlante principal del ciclo hidrológico en una región, así como la ecología, paisaje y usos del suelo.

Modos de expresar la precipitación

Hay una serie de datos de precipitación que se observan y registran en las estaciones climatológicas, y otros que se pueden deducir como variables a partir de los primeros.

En los registros climatológicos suelen anotarse los siguientes datos:

- Número de días y cantidad de lluvia, nieve y granizo, por separado.
- Número de días de precipitación.
- Datos de duración y forma de la precipitación. .
- Valores extremos (máximos o mínimos) de precipitación (mensuales o anuales).
- Precipitación máxima registrada en veinticuatro horas.
- Totales anuales, mensuales y diarios.

A partir de los datos observados y registrados se obtienen otros parámetros que se utilizan para caracterizar el régimen de precipitaciones de un determinado lugar o para aspectos concretos en relación con el medio físico.

Promedios

- Media mensual.
- Media anual.
- Media de las máximas y mínimas anual o mensual.

- Número medio mensual de días de lluvia.
- Número medio anual de días de lluvia.
- Precipitación anual media o módulo pluviométrico medio: viene definido por la media aritmética de los valores de precipitación anuales de una serie de años, que la Organización Meteorológica Mundial (O.M.M.) ha fijado en treinta años.
- Los valores extremos de los módulos pluviométricos.

TABLA 2: Precipitación media mensual (mm ó l/m²)

Estación Meteorológica	E	F	M	A	My	J	Jl	Ag	S	O	N	D	Año
Matacán	26,8	18,7	25,9	38,5	48,3	19,6	10,6	11,9	36,2	49,2	31,5	41,5	358,7

Representación gráfica de datos pluviométricos

Diagramas

Son de fácil construcción y muy útiles, como se vio en el caso del análisis y representación de valores de temperatura. Existen también varios tipos:

Diagramas de bloques

- Diagramas simples. Utilizan los «valores totales» de precipitación, ya sea de forma mensual, veinticuatro horas o anual.

Se utilizan para observar la distribución de las precipitaciones.

- Diagramas de porcentajes. Por ejemplo, en ordenadas la precipitación (milímetros) y en abcisas el porcentaje de la precipitación anual correspondiente a cada mes.

- Hietograma. Expresa las cantidades de lluvia caídas por unidad de tiempo. En abcisas se lleva el tiempo en horas o intervalos más pequeños, si interesa, y en ordenadas la lluvia caída en la unidad de tiempo.

- Diagramas compuestos. Se utilizan para mostrar el carácter o modo de un promedio. Proporcionan información de la dispersión de precipitaciones y de las desviaciones de la media.

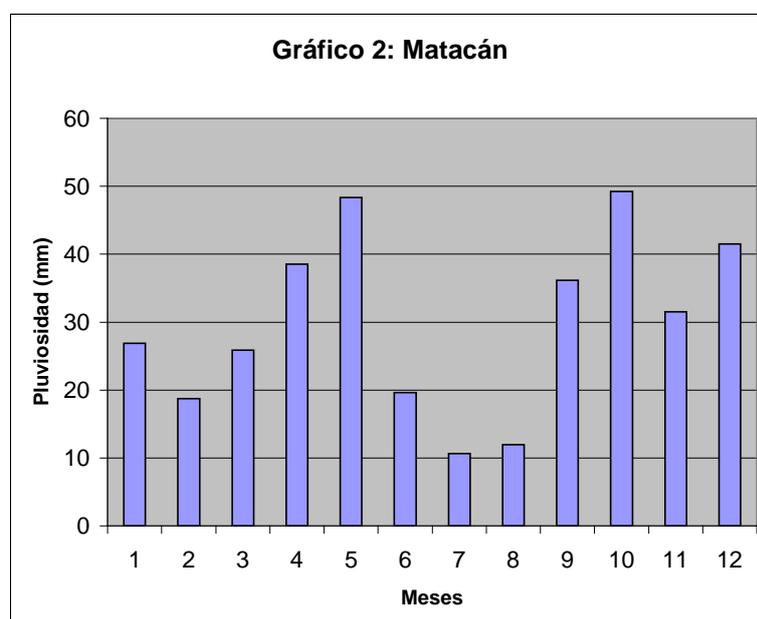
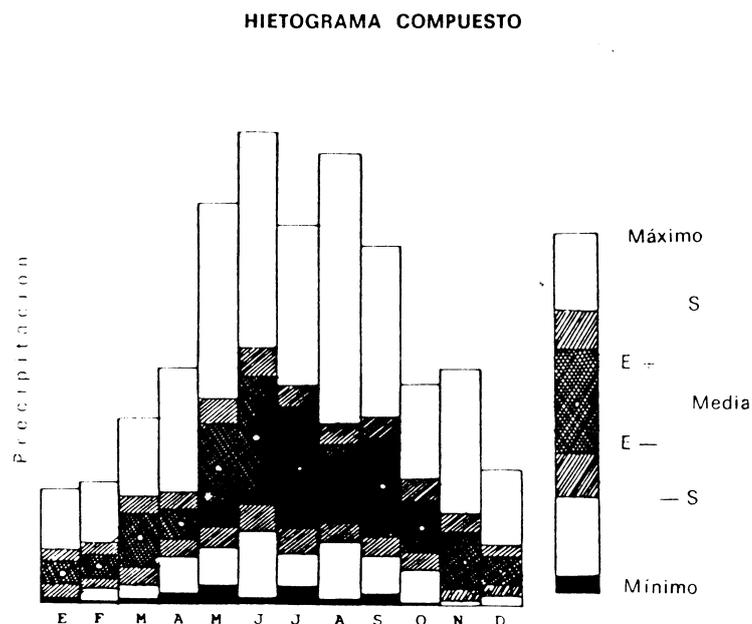


FIGURA IV.11.—PRECIPITACION MAXIMA Y MINIMA EN UN PERIODO DE AÑOS PARA CADA MES, JUNTO CON LA DESVIACION ESTANDAR (S) Y EL ERROR PROBABLE E



EVAPORACION Y EVAPOTRANSPIRACION

El término evaporación se refiere al agua transferida a la atmósfera a partir de las superficies libres de agua, hielo y nieve; la transferencia de vapor de agua a la atmósfera a través de los estomas de las plantas se denomina transpiración (mecanismo biológico-físico).

Cuando se quiere determinar la pérdida de agua de una superficie cubierta de vegetación resulta prácticamente imposible separar la transpiración de la evaporación propiamente dicha, pues ambos procesos se influyen mutuamente.

Por ello, se utiliza el concepto de evapotranspiración para expresar el conjunto de pérdidas de agua en forma de vapor de la vegetación y de la superficie del suelo hacia la atmósfera.

Este concepto resulta de gran interés práctico y es uno de los que más frecuentemente se utilizan en los estudios del medio físico relacionados con la agricultura y las actividades forestales.

Las unidades en que se expresan tanto la evaporación como la evapotranspiración suelen ser:

- metros cúbicos por hectárea,
- milímetros de altura de agua o
- litros por metro cuadrado.

Evaporación

La evaporación está influida por diversos factores, entre los que se pueden citar el tipo de suelo (composición, color, estructura...) y otros factores climáticos (radiación, humedad del aire, viento...).

Esta dependencia de los factores edáficos y climáticos exige una cierta estandarización a la hora de tomar medidas que se puedan comparar. Por ello, resulta conveniente la introducción del concepto de evaporación potencial (E_0), que se define como: «La cantidad de agua evaporada por unidad de tiempo y de superficie libre del líquido».

La determinación de la evaporación potencial puede realizarse por medida directa, mediante el empleo de evaporímetro y bandejas de evaporación, o por cálculo.

Cálculo de la evaporación

Los métodos de cálculo principales son los siguientes:

- *Método de LANGBEIN*, basado en la temperatura media anual (TURC, 1954; MALDE, 1956), que propone la fórmula:

$$E_0 = 325 + 21 t + 0,9 t^2$$

siendo E_0 la evaporación (milímetros/año) y t la temperatura media anual en grados centígrados. Este método resulta útil para obtener una información rápida.

- Método de THORNTHWAITE (1948, 1955), basado en las temperaturas medias mensuales.

- *Método de BLANEY y CRIDDLE* (1950, 1955), basado en las temperaturas medias mensuales.

- *Método de PENMAN* (1948), basado en las temperaturas medias mensuales, período de insolación, cantidad de radiación incidente, humedad relativa y velocidad del viento. Este método es el que mejores resultados proporciona, siendo el preferido cuando se dispone de datos suficientes (RIJKOORT, 1956).

Los tres últimos métodos se utilizan también para el cálculo de la evapotranspiración y vienen descritos más adelante.

Evapotranspiración potencial

Dado el numeroso conjunto de factores que influyen en la evapotranspiración, su medida en condiciones suficientemente representativas resulta difícil y su estimación a partir de los datos climatológicos es un problema aún no resuelto plenamente.

Por ello, con vistas a facilitar su cálculo, resulta de gran utilidad el concepto de «evapotranspiración potencial», que se define como el agua devuelta a la atmósfera en estado de vapor por un suelo que tenga la superficie completamente cubierta de vegetación y en el supuesto de no existir limitación en el suministro de agua (por lluvia o riego) para obtener un crecimiento vegetal óptimo.

Cálculo de la evapotranspiración potencial

Existen varios métodos para determinar la evapotranspiración, unos de carácter experimental, en los que se miden las velocidades de evapotranspiración (potencial o real) con determinados aparatos, y otros de carácter teórico o semiempírico, en los que la evapotranspiración se calcula mediante ecuaciones más o menos rigurosas.

Método de THORNTHWAITE (1948, 1955)

Este método se basa exclusivamente en datos de temperatura expresados en la fórmula:

$$ETP = 1,6 (10t/I)^a$$

En donde:

ETP = Evapotranspiración potencial (cm/mes).

t = Temperatura media mensual en grados centígrados.

I = Índice de calor anual (suma de los doce índices mensuales del año).

a = constante

$$a = 0,49239 + 0,01792 * I - 0,0000771 * I^2 + 0,000000675 * I^3$$

El índice de calor anual I se calcula a partir de las temperaturas medias de los doce meses:

$$I = \sum (t_i/5)^{1.514}$$

EJERCICIO PARA QUE LO HAGAN LOS ALUMNOS: CALCULAR LA ETP CON LOS DATOS DE TEMPERATURAS MEDIAS DE UNA ESTACION CUALQUIERA DE SALAMANCA, USANDO UNA HOJA EXCEL (VER EJEMPLO EN ETP.xls)

TABLA 4 : Evapotranspiración media mensual (mm./mes)

Estación	E	F	M	A	My	J	Jl	Ag	S	O	N	D	Año
Matacán	13,9	19,6	32,1	43,5	59,5	85,3	105,9	100,7	82,2	56,8	28,8	14,3	642,6

CLIMODIAGRAMAS

Los climodiagramas constituyen una forma clásica de representar el clima de una región, que facilita la comparación de localidades distintas, poniendo en evidencia rápidamente las diferencias y similitudes climáticas.

Climodiagrama de WALTER-GAUSSSEN (Diagrama ombrotérmico)

Consiste en una representación gráfica en la que se comparan la evapotranspiración potencial con la temperatura y precipitación, generalmente mensual. Esta comparación proporciona información sobre la cantidad en exceso o el déficit de agua disponible en el suelo durante las diferentes estaciones.

Se elige, para la representación gráfica, una escala de precipitaciones en mm, doble que la de temperaturas en grados centígrados, según la hipótesis de GAUSSEN (1954-1955), de equivalencia entre 2 mm de precipitación y 1° C de temperatura.

GAUSSEN toma como índice xerotérmico el número de días biológicamente secos.

Cuando la precipitación supera a la evapotranspiración potencial (meses de noviembre a mayo) hay exceso de agua, que inicialmente se acumula en el suelo (de noviembre a enero es el agua acumulada AA) y acaba por sobrar, circulando por el terreno hasta unirse a otras corrientes de la zona (de enero a marzo, AS, agua superflua). En los meses de abril a julio, aunque la precipitación es inferior a la evapotranspiración real, no se produce déficit de agua en el suelo, pues la vegetación utiliza la que todavía está acumulada (UA). A partir de julio, el suelo no tiene agua suficiente y se produce el déficit, que dura de julio a noviembre. De octubre a noviembre el suelo se recarga de humedad y la evapotranspiración real vuelve a igualarse a la potencial, momento en que vuelve a haber exceso de agua.

TABLA 9: Datos para la realización del diagrama ombrotérmico

Estación de Matacán	E	F	Mz	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	Año
Temperatura media (°C)	4,6	5,9	9,1	10,3	14,1	19,9	21,6	21,63	18,1	12,6	7,8	5,1	12,6
Precipitación media (mm.)	26,8	18,7	25,9	38,5	48,3	19,6	10,6	11,9	36,2	49,2	31,5	41,5	358,7
ETP(mm)	13,9	19,6	32,1	43,5	59,5	85,2	105,9	100,7	82,2	56,8	28,8	14,3	642,5

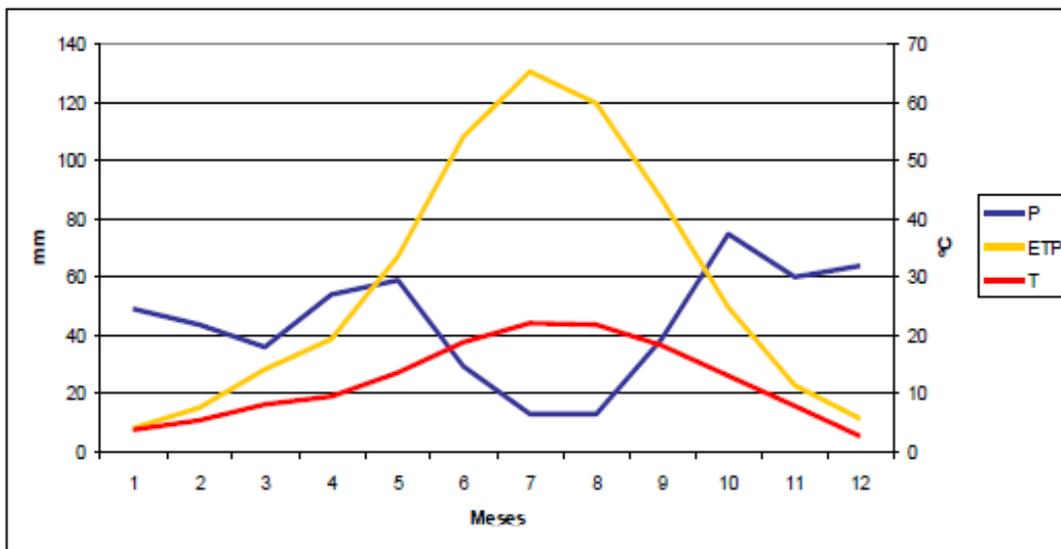


FIGURA IV.25.—DIAGRAMA OMBROTERMICO («EL ENCIN»)

(DPTO. ECOLOGIA, INIA. 1977)

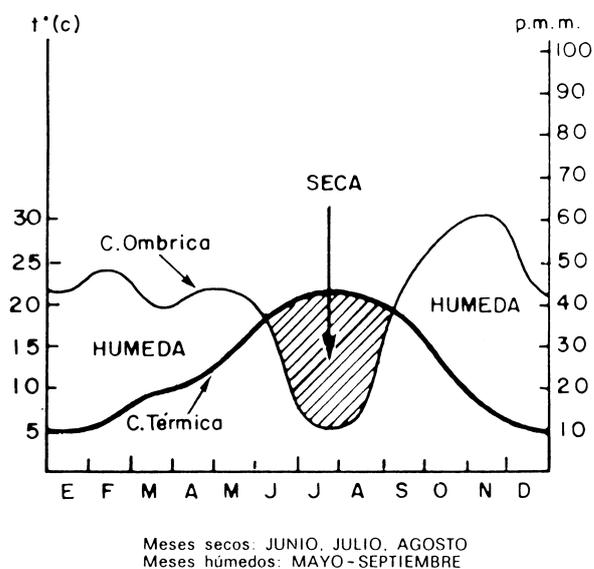
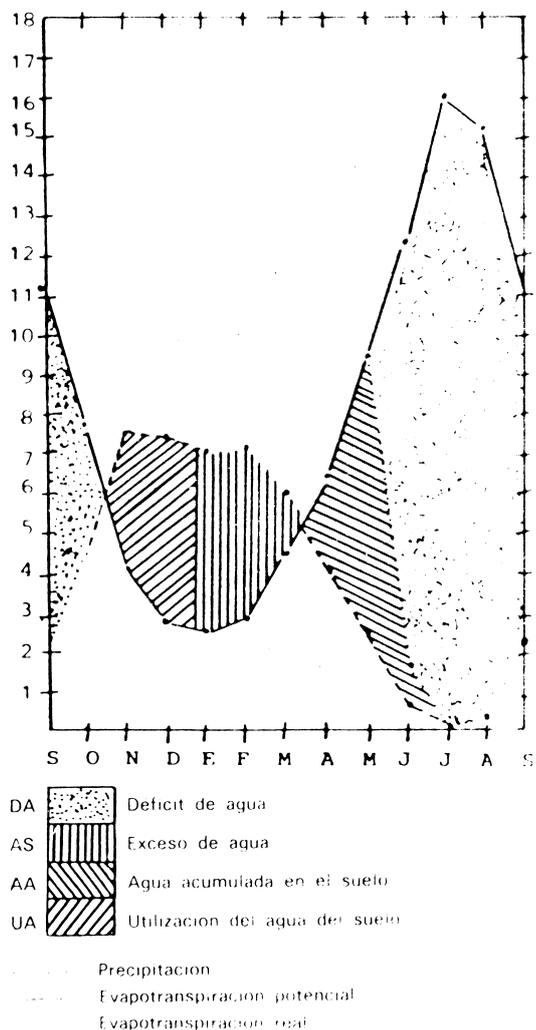


FIGURA IV.18.—DIAGRAMA DE BALANCE HIDRICO
(CEREZUELA, 1977)



Viento

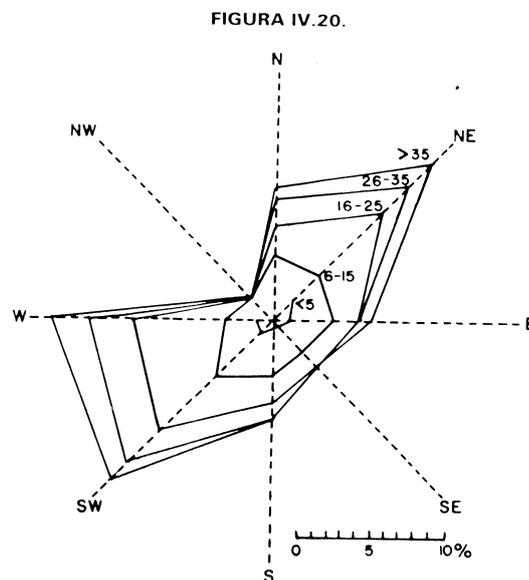
El conocimiento de las variaciones que experimenta el viento tanto en velocidad como en dirección, es importante en los estudios del medio físico a cierta escala, ya que gran número de actividades están condicionadas por él: contaminación atmosférica de determinadas industrias, cultivos, etc. En concreto conviene conocer:

- El viento dominante.
- Las frecuencias de las direcciones.
- Las frecuencias de las velocidades.

Estos datos suelen representarse mediante una «rosa de los vientos», como puede apreciarse en la Figura siguiente (JANSA, 1969). En ella, las observaciones se reducen a ocho direcciones, indicadas por las líneas que parten radialmente del punto central de observación (donde se indica el porcentaje de calmas). El porcentaje de tiempo total durante el cual el viento sopla de estas direcciones, se indica por la longitud de los respectivos segmentos.

También se puede dibujar un polígono octogonal alrededor del punto de observación para indicar las frecuencias con que ha soplado el viento en cada dirección en un determinado período de tiempo; estas pueden ser frecuencias mensuales o anuales (Figura IV.20),

También se indica en este tipo de representación gráfica la distribución de las velocidades o intensidades del viento en cada dirección siendo esta distribución muy importante, ya que los efectos del viento, tanto beneficiosos como perjudiciales, están en función de la fuerza o velocidad de aire.



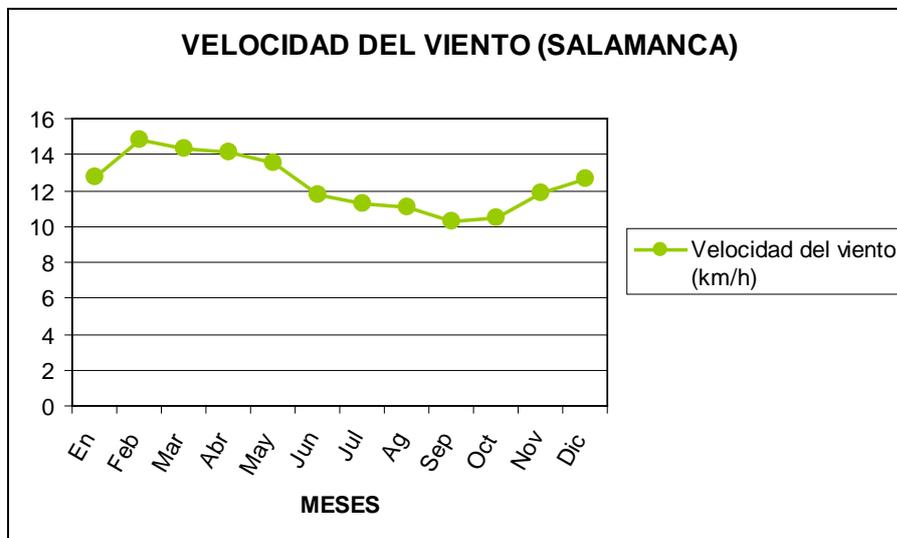
Rosa de frecuencias parciales por direcciones, según la intensidad del viento, en el aeropuerto de Madrid/Barajas, correspondiente al mes de abril (período 1945-62). Las frecuencias (en %) están representadas por los segmentos de radio limitados entre dos polígonos consecutivos, de modo que los segmentos determinados por el polígono exterior, a contar desde el centro, representan frecuencias totales por direcciones (JANSA, 1969).

Se suele analizar la velocidad del viento, la frecuencia con la que se producen y la dirección dominante del viento. Estos conocimientos ayudarán a predecir los niveles de partículas sólidas y de contaminantes que llegarán a la zona estudiada, así como a evaluar el efecto sobre el nivel sonoro que soportará el medio.

Velocidad del viento

La velocidad media diaria del viento es de 12,4 km/h, siendo para cada mes el valor medio siguiente:

	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	Nov	Dic
Velocidad del viento (Km/h)	12,7	14,8	14,3	14,1	13,5	11,8	11,3	11,1	10,3	10,5	11,9	12,6



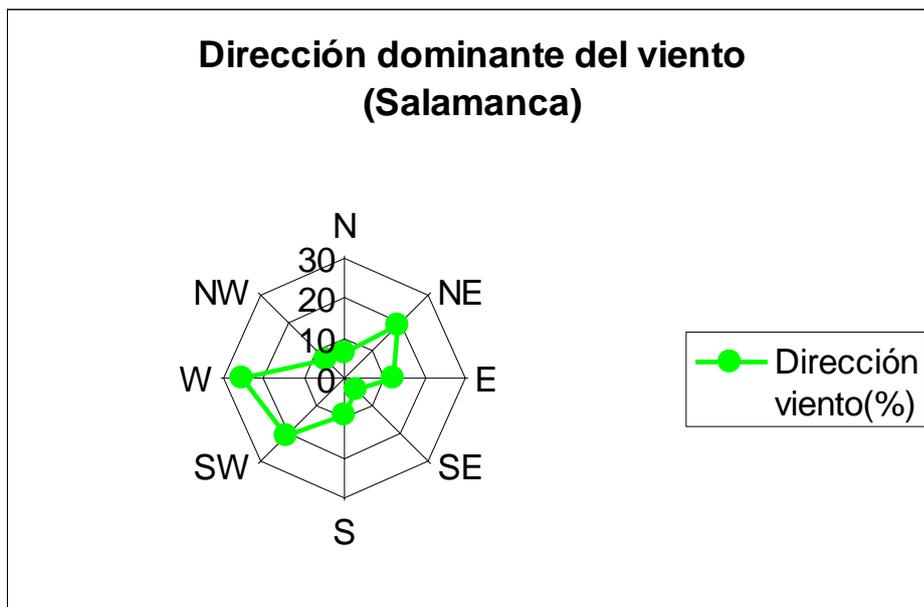
Dirección predominante de los vientos

La componente horizontal del aire define la dirección del viento, que se designa e identifica mediante el correspondiente rumbo de la Rosa de los Vientos, considerándose ocho rumbos principales que se expresan en grados sexagesimales.

En el observatorio de Salamanca (el más cercano a nuestra zona de estudio que contiene este tipo de datos) la dirección dominante del viento por su mayor frecuencia es la W, seguida de la SW. Entre estas dos direcciones alcanzan el 45 % del viento en el observatorio.

TABLA 11: Porcentaje de la dirección del viento

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Dirección del viento (%)	6	18	12	4	9	20	25	6

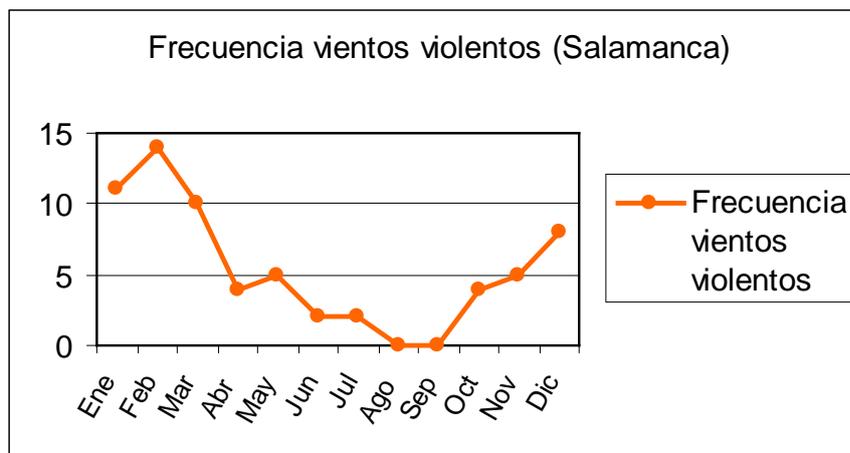


Frecuencia del viento

Para estudiar la frecuencia del viento, vamos a analizar los vientos violentos. Se consideran vientos violentos aquellos que alcanzan velocidades superiores a 30 m/s. En el período estudiado se observan 65 casos en los que la velocidad del viento sobrepasa los 30 m/s. Este es un dato bastante bajo, debido a que Salamanca presenta un clima poco ventoso y la tendencia indica un descenso en el número de veces en las que se rebasan los 30 m/s.

Cabe destacar como curiosidad que la mayor racha de vientos corresponde a febrero, siendo los meses de verano los que presentan menor frecuencia de vientos.

	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	Nov	Dic
Frecuencia vientos violentos	11	14	10	4	5	2	2	0	0	4	5	8



CLASIFICACIONES CLIMATICAS

Clasificación de PAPADAKIS (1966)

PAPADAKIS distingue diez grupos fundamentales de climas. Cada grupo se caracteriza por regímenes específicos de temperatura y humedad y se subdivide en una serie de tipos climáticos más precisos y detallados, normalmente 8 ó 9.

Estos tipos climáticos están caracterizados tanto por el tipo posible de cultivo como por las localidades y tipo de paisaje en el que aparece el tipo climático.

Este sistema de clasificación es bastante laborioso, pero tiene la ventaja de que los datos que se precisan son sencillos y de fácil obtención.

La clasificación de PAPADAKIS utiliza, fundamentalmente, parámetros basados en valores extremos de las variables climatológicas, que son más representativos y limitantes para estimar las respuestas y condiciones óptimas de los distintos cultivos que los empleados en las clasificaciones basadas solamente en valores medios. Por lo tanto se considera una clasificación de tipo **agroclimático**.

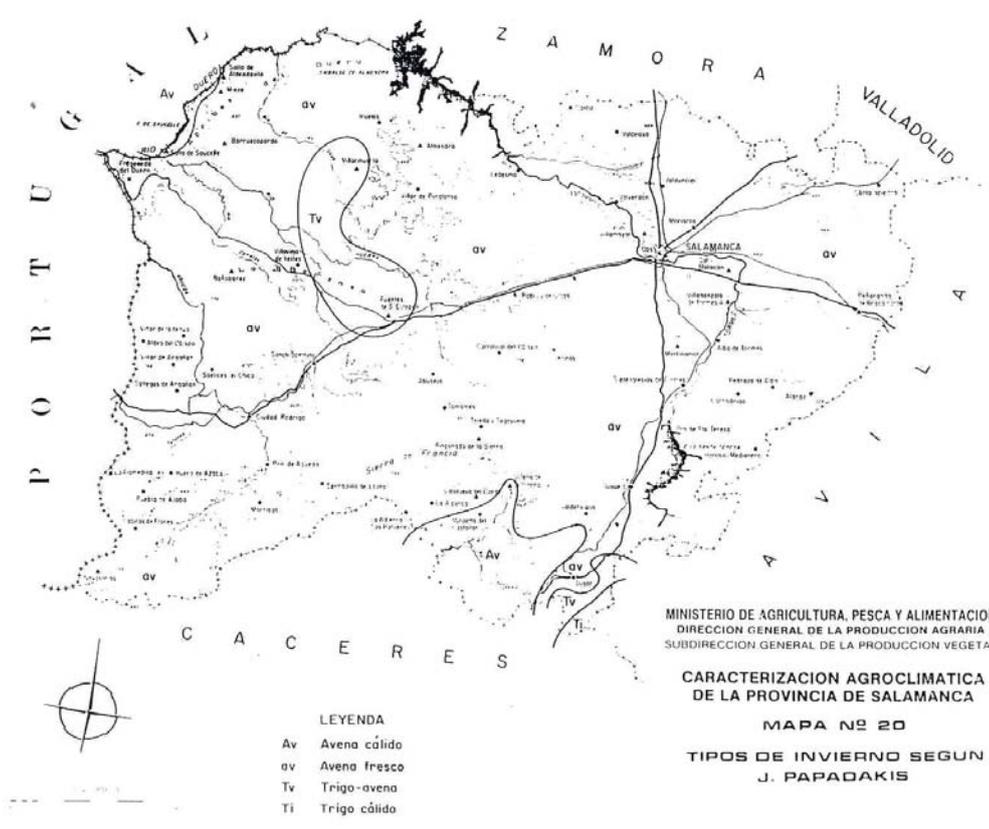
Los umbrales que se fijan para caracterizar los tipos climáticos no son arbitrarios, sino que corresponden a los límites naturales de determinados cultivos. A este respecto resultan relevantes:

- Frío invernal (*tipo de invierno*).
- Calor estival (*tipo de verano*).
- Aridez y su variación estacional.

Con estos parámetros se definen los *tipos de invierno* y de *verano* y los *regímenes térmico* y de *humedad*, así como, finalmente, los *grupos climáticos* fundamentales (ver Cuadros siguientes). A cada una de las tres características anteriores se le asigna una sigla representativa y, con las tres, se compone la fórmula climática de Papadakis.

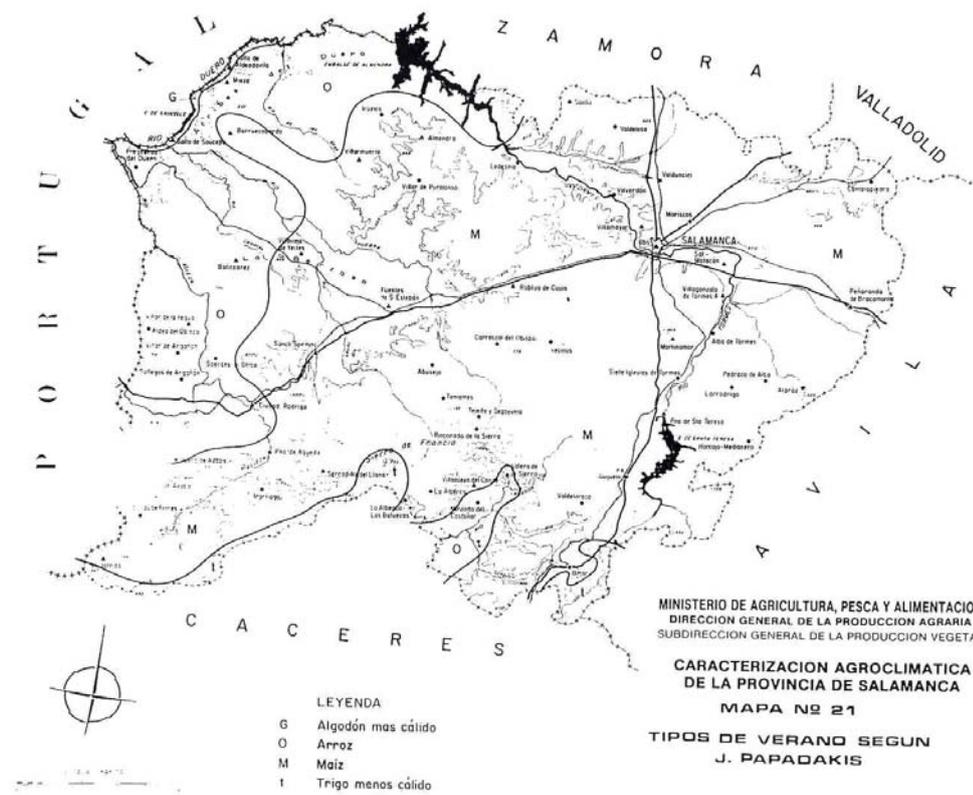
TIPOS DE INVIERNO Y SUS LIMITES EN TERMINOS DE TEMPERATURA
(PAPADAKIS, 1966)

Tipo	Temperatura media de las mínimas absolutas del mes más frío	Temperatura media de las mínimas del mes más frío	Temperatura media de las máximas del mes más frío
Ecuatorial:			
Ec	Mayor de 7°	Mayor de 18°	
Tropical:			
Tp (cálido)	Mayor de 7°	13 a 18°	Mayor de 21°
tP (medio)	Mayor de 7°	8 a 13°	Mayor de 21°
tp (fresco)	Mayor de 7°		Menor de 21°
Citrus:			
Ct (tropical)	7 a — 2,5°	Mayor de 8°	Mayor de 21°
Ci	7 a — 2,5°		10 a 21°
Avena:			
Av (cálido)	— 2,5 a — 10°	Mayor de — 4°	Mayor de 10°
av (fresco)	Mayor de — 10°		5 a 10°
Triticum:			
Tv (trigo - avena)	— 10° a — 29°		Mayor de 5°
Ti (cálido)	Mayor de — 29°		0 a 5°
ti (fresco)	Mayor de — 29°		Menor de 0°
Primavera:			
Pr (más cálido)	Menor de — 29°		Mayor de — 17,8°
pr (más fresco)	Menor de — 29°		Menor de — 17,8°



TIPOS DE VERANO Y SUS LÍMITES EN TERMINOS DE TEMPERATURAS
(PAPADAKIS, 1966)

Tipo	Duración de la estación libre de heladas (mínima, disponible o media), en meses	Media de la media de las máximas de los n meses más cálidos	Media de las máximas del mes más cálido	Media de las mínimas del mes más cálido	Media de las medias de las mínimas de los dos meses más cálidos
Gossypium (algodón):					
G (más cálido)	Mínima > 4,5	> 25°, n = 6	> 33,5°		
g (menos cálido)	Mínima > 4,5	> 25°, n = 6	< 33,5°	> 20°	
Cafeto c.	Mínima 12	> 21°, n = 6	< 33,5°	< 20°	
Oryza (arroz):					
O	Mínima > 4	21° a 25°, n = 6			
Maiz:					
M	Disponible > 4,5	> 21°, n = 6			
Triticum:					
T (más cálido)	Disponible > 4,5	< 21°, n = 2			
t (menos cálido)	Disponible 2,5 a 4,5	> 17°, n = 4			
Polar cálido (taiga):					
P	Disponible < 2,5	> 10°, n = 4			5°
Polar frío (tundra):					
p	Disponible < 2,5	> 6°, n = 2			
Frigido:					
F (desértico subglacial).		< 6°, n = 2	> 0°		
f (helada permanente).			< 0°		
Andino - alpino:					
A (alpino bajo)	Disponible < 2,5	> 10°, n = 4			
a (alpino alto)	Media > 1				
	Media < 1	> 10°, n = 4			

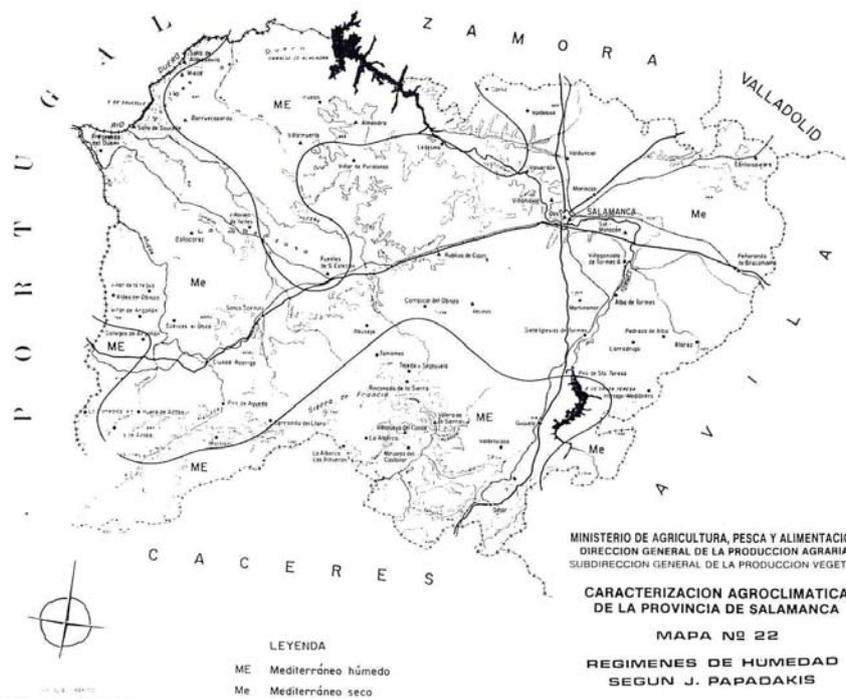


REGIMENES DE HUMEDAD Y SU DEFINICION
(PAPADAKIS, 1966)

Regimenes fundamentales:	
HU. Hu (húmedo)	No hay ningún mes seco. Índice de humedad anual mayor de 1. L_n (agua de lavado) mayor del 20 por 100 de la ETP anual.
ME, Me, me (mediterráneo)	Ni húmedo ni desértico; P invernal mayor que P estival. Si el verano es G, julio deberá ser seco. Latitud mayor que 20°; en caso contrario, monzónico.
MO, Mo, mo (monzónico)	Ni húmedo ni desértico. Índices de humedad julio-agosto mayor que abril-mayo. Julio o agosto deberán ser húmedos si lo son dos meses de invierno. En caso contrario, el régimen es de estepa o isohigro-semiárido.
St (estepario)	Ni mediterráneo ni monzónico, ni húmedo. Primavera no seca. (La precipitación combinada de los tres meses de primavera cubre más de la ETP correspondiente.) Latitud mayor de 20°; en caso contrario, el régimen es monzónico.
da, de, di, do (desértico)	Todos los meses con temperaturas medias de las máximas mayores de 15° son secos. Índice anual de humedad menor de 0,22.
si (isohigro-semiárido)	Demasiado seco para estepario; demasiado húmedo para desértico. Ni mediterráneo ni monzónico.

SUBDIVISION DE LOS REGIMENES HUMEDO Y MEDITERRANEO

Húmedos:	
HU (siempre húmedo)	Todos los meses son húmedos.
Hu (húmedo)	Uno o más meses son intermedios.
Mediterráneos:	
ME (húmedo)	L_n mayor que el 20 por 100 de la ETP anual y/o índice anual de humedad mayor de 0,88.
Me (seco)	L_n menor del 20 por 100 de la ETP anual; índice anual de humedad entre 0,22 y 0,88; en uno o más meses con la media de las máximas > 15° al agua disponible cubre completamente la ETP
me (semiárido)	Demasiado seco para Me.



1	2	3	4
---	---	---	---

Casilla 1: Corresponde a la Zona Climática

Casilla 2: Corresponde al régimen hídrico

Casilla 3: Características térmicas

Casilla 4: Características misceláneas

Ejemplo: C s b n

La clasificación de Koppen está constituida por un grupo de letras mayúsculas para designar a los **GRUPOS CLIMATICOS PRINCIPALES**.

Una segunda letra (minúscula o mayúscula) para designar a los **SUBGRUPOS**.

Combinando los grupos y subgrupos (los dos tipos de letras) se obtienen **11 climas distintos**.

Además, Koppen añadió una tercera letra minúscula (que indica **variaciones de temperatura**) a los tipos de climas anteriores (p. ej: **Bwk** sería un clima desértico frío y seco).

CLASIFICACION DE KOPPEN

Grupos climaticos principales (Primera letra)	A.- Climas tropicales.
	B.- Climas secos.
	C.- Climas templados y húmedos (mesotérmicos).
	D.- Climas boreales o de nieve y bosque (microtérmicos).
	E.- Climas polares o de nieve.
	F.- Climas de hielos perpetuos

Los **grupos climáticos** se establecen en función de la temperatura mensual media. Se escriben con mayúscula y se distinguen:

A	Climas lluviosos tropicales	El mes más frío tiene una temperatura superior a los 18 °C
B	Climas secos	La evaporación excede las precipitaciones. Siempre hay déficit hídrico
C	Climas templados y húmedos	Temperatura media del mes más frío es menor de 18 °C y superior a -3 °C y al menos un mes la temperatura media es superior a 10 °C
D	Climas boreales o de nieve y bosque	La temperatura media del mes más frío es inferior a -3 °C y la del mes más cálido superior a 10 °C
E	Climas polares o de nieve	La temperatura media del mes más cálido es inferior a 10 °C y superior a 0 °C
F	Clima de hielos perpetuos	La temperatura media del mes más cálido es inferior a 0 °C

Subgrupos (Segunda letra)	S.- Clima de Estepa.
	W.- Clima Desértico (clima árido).
	f.- Húmedo.
	w.- Estación seca en invierno.
	s.- Estación seca en verano.
	m.- Clima de Bosques lluviosos (plurisilva).

Los **subgrupos** dependen de la humedad. Los dos primeros se escriben con mayúscula y el resto con minúscula.

S	Semiárido (estepa)	Sólo para climas de tipo B
W	Árido (desértico)	Sólo para climas de tipo B
f	Húmedo sin estación seca	Sólo para climas de tipo A, C y D
m	Húmedo con una corta estación seca (Bosque lluvioso)	Sólo para climas de tipo A
w	Estación seca en invierno	Sol en posición baja
s	Estación seca en verano	Sol en posición alta

**11 Climas
(Combinación de
Grupos y Subgrupos)**

- At y Am.- Selva Tropical.
- Aw.- Sabana Tropical.
- Bs.- Clima de Estepa.
- BW.- Clima Desértico.
- Cw.- Clima Lluvioso Templado con Invierno Seco.
- Cf.- Clima Lluvioso Templado Húmedo en todas las Estaciones.
- Cs.- Clima Lluvioso Templado con Verano Seco.
- Df.- Clima de Bosque, Frio y con Nieve, Húmedo todas las Estaciones
- Dw.- Clima de Bosque, Frio y con Nieve, con Invierno Seco.
- ET.- Clima de Tundra.
- EF.- Clima de Hielo perpétuo (casquetes de hielo).

**Variaciones de
10°C) temperatura
(Tercera letra)**

- a.- Con Verano Caluroso (el mes más cálido por encima de 22°C).
- b.- Con Verano Cálido (el mes más cálido por debajo de 22°C).
- c.- Con Verano Corto y Fresco (menos de 4 meses por encima de los
- d.- Con Invierno muy Frío (el mes más frío por debajo de -
- h.- Caluroso y Seco (temperatura anual media superior a 18°C).
- k.- Frio y Seco (temperatura media anual por debajo de 18°C).

Las **subdivisiones** dependen de características adicionales. Se expresan en minúscula.

a	La temperatura media del mes más cálido supera los 22 °C	Se aplica a los climas tipo C y D
b	La temperatura media del mes más cálido es inferior a 22 °C	Se aplica a los climas tipo C y D
c	La temperatura media del mes más frío es inferior a -38 °C	Se aplica a los climas tipo D
h	La temperatura media anual es superior a 18 °C	Se aplica a los climas tipo B
k	La temperatura media anual es inferior a 18 °C	Se aplica a los climas tipo B

Según esta clasificación podemos clasificar nuestra zona de estudio:

Clima zona C: Mesotérmico

C	s	b
----------	----------	----------

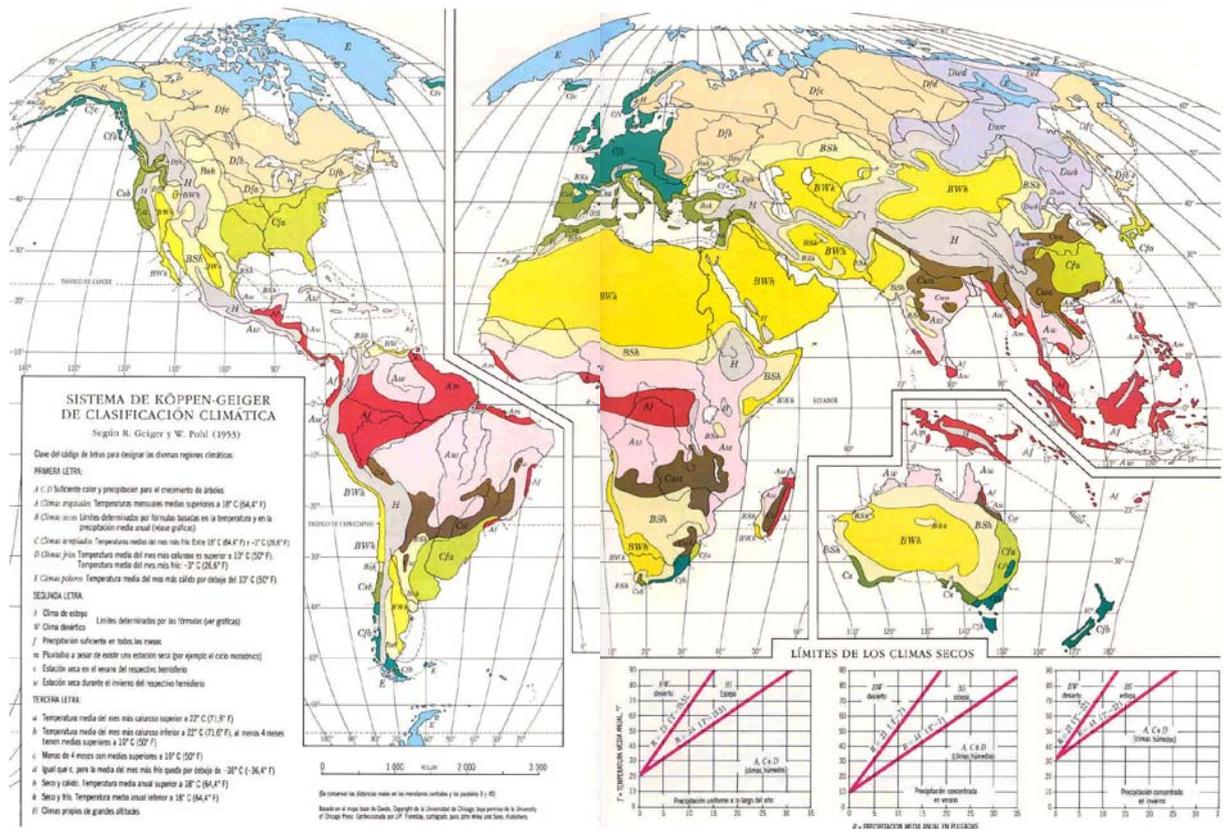
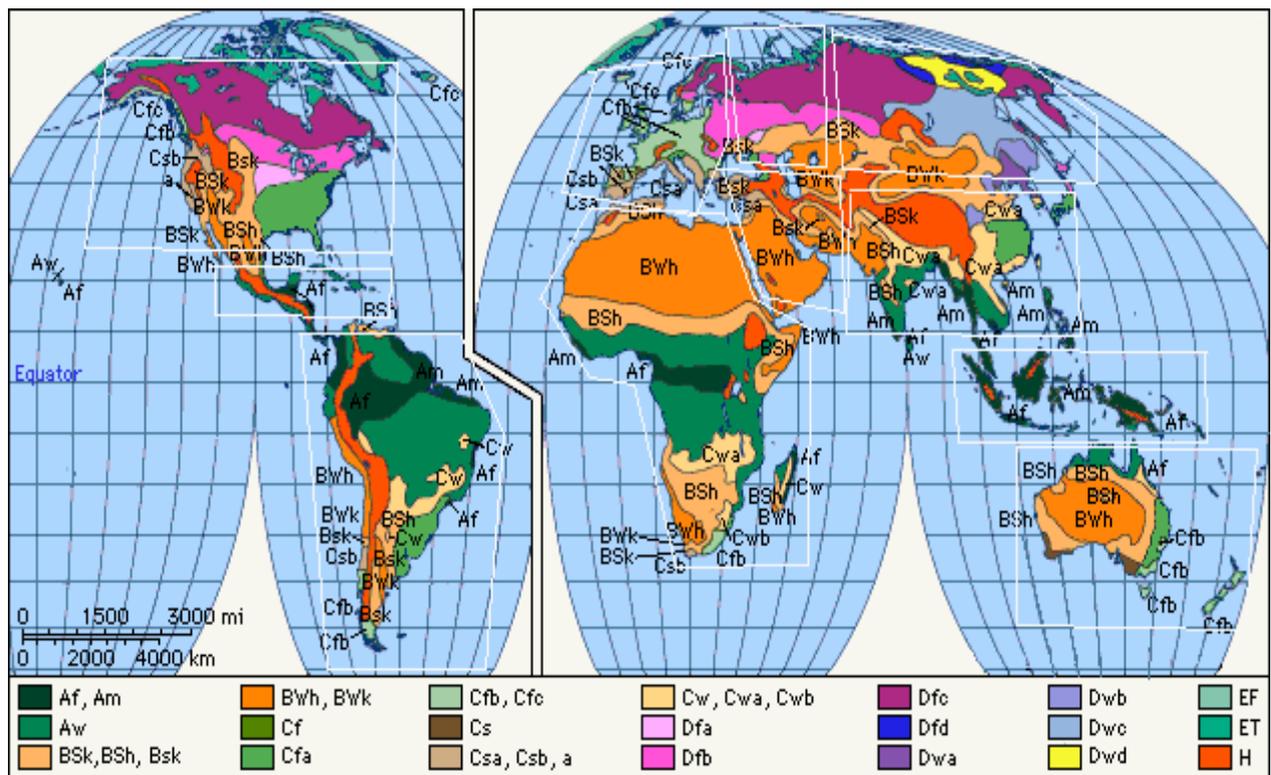


Gráfico 4.1.6.3.1- 11: Distribución climática según Köppen:



Mapa pluviométrico, evapotranspiración potencial y termométrico de la Provincia de Salamanca.

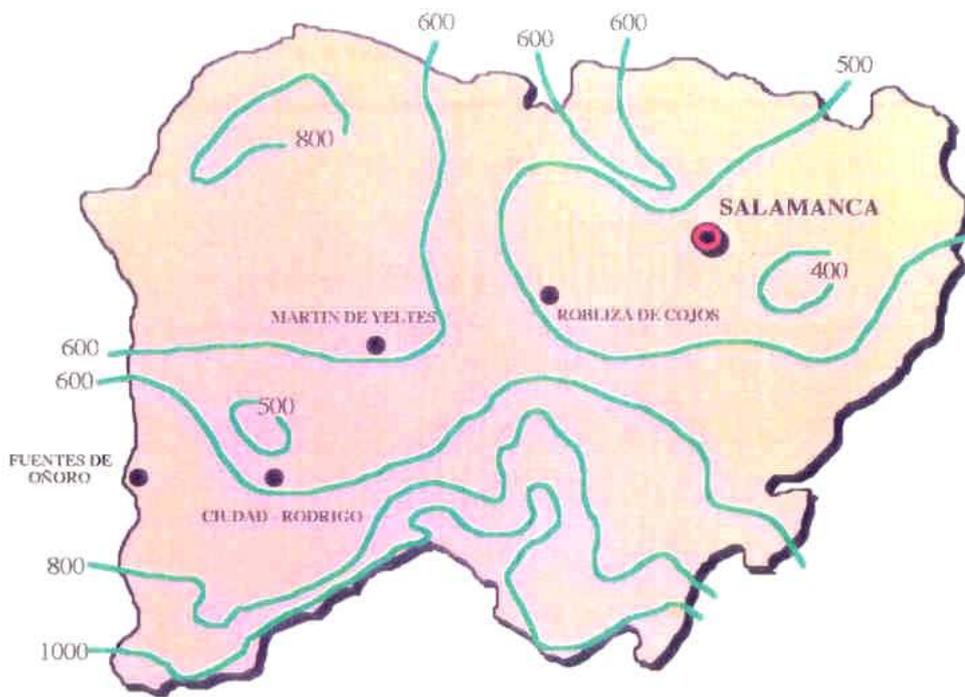


Fig. 4.1.1.2.- Mapa pluviométrico de la provincia de Salamanca (según Garmendia, 1964)

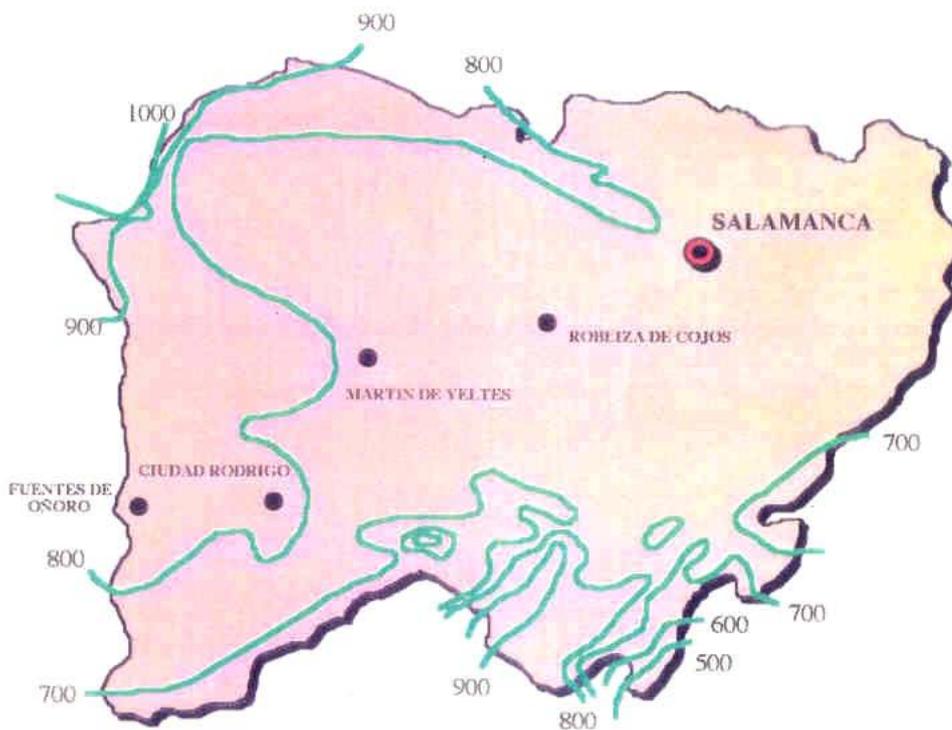
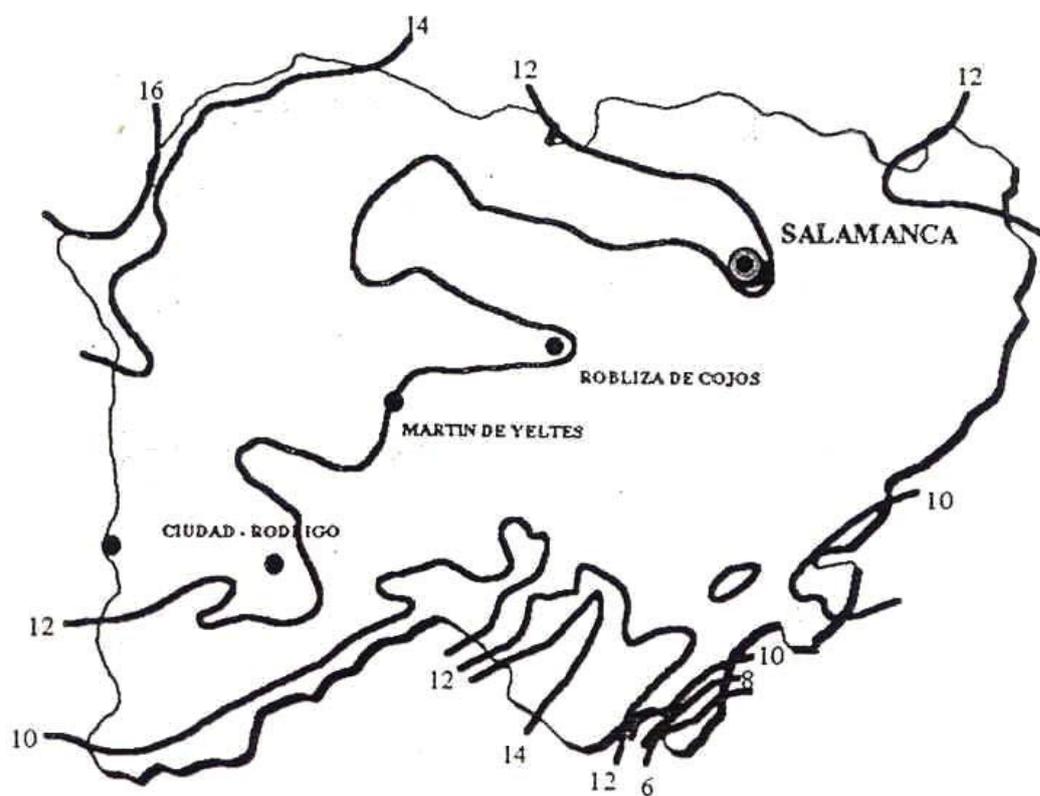


Fig. 4.1.1.3.- Evapotranspiración potencial (ETP) en la provincia de Salamanca (según Forteza del Rey, 1985)



**Fig. 4.1.2.- Temperatura anual en la provincia de Salamanca
(según Forteza del Rey, 1985)**

Preguntas tipo test relacionadas con el CLIMA

1.- Para la determinación de la *climatología general* de una región, se debe realizar un inventario de las dos características climatológicas más importantes que describen el tiempo atmosférico de esa área, que son: 1= Humedad, 2= Temperatura, 4= Evapotranspiración, 8= Precipitación.

SOLUCIÓN: a) 3, b) 5, c) 6, d) 9, e) 10.

2.- El conocimiento del movimiento del aire (viento) resulta particularmente crítico a medida que aumenta la contaminación y afecta a las condiciones de vida animal y vegetal, y así este aspecto del clima tendrá un importante papel en los Estudios de Impacto Ambiental relacionados con: a) Embalse hidroeléctrico, b) **Industria Petroquímica**, c) Campo de Golf, d) Camping, e) Plan Parcial.

3.- Para la determinación del clima de una región es necesario calcular unos valores estadísticos de unos parámetros que se pueden obtener de mediciones realizadas en alguna estación meteorológica situada dentro del área de estudio, o cercana a ella, mediante estimaciones indirectas. En el caso de elegir una estación cercana hay que tener en cuenta la "altitud", puesto que influye especialmente sobre la temperatura y la precipitación. La altitud provoca una disminución de la temperatura media de cerca de 10º C por cada: a) **180 metros**, b) 220 metros, c) 240 metros, d) 260 metros, e) 280 metros.

4.- Los parámetros climatológicos que generalmente se utilizan para clasificar el clima de una región de la provincia de Salamanca, se suelen obtener de las Estaciones climatológicas denominadas: a) Estaciones **completas o de primer orden**, b) **Estaciones termopluviométricas**, c) Estaciones **pluviométricas**, d) Estaciones **termométricas**, e) Ninguna de las anteriores.

5.- Para un conocimiento completo del clima de una zona, la Organización Meteorológica Mundial ha establecido un **periodo óptimo** de la muestra de datos a considerar de: a) 20 años, b) 25 años, c) **30 años**, d) 35 años, e) 40 años.

6.- Mediante el evaporímetro se calcula, de forma directa, la: a) **Evaporación potencial**, b) Transpiración, c) Evapotranspiración, d) Evapotranspiración potencial, e) Transpiración potencial.

7.- Entre los diversos métodos indirectos de cálculo de la Evapotranspiración, el más utilizado es: a) *Método de LANGBEIN*, b) **Método de THORNTHWAITE**, c) *Método de BLANEY y CRIDDLE*, d) *Método de PENMAN*, e) *Método de TURC*.

8.- Al estudiar el clima de una región se suele utilizar una representación gráfica en la que se comparan la evapotranspiración potencial con la temperatura y precipitación. Comparación que proporciona información sobre la cantidad en exceso o el déficit de agua disponible en el suelo durante las diferentes estaciones. Dicha representación se denomina: a) Diagramas simples, b) Diagramas compuestos, c) **Diagramas ombrotérmicos**, d) Diagramas superpuestos, e) Diagramas de bloques.

9.- Se consideran vientos violentos aquellos que alcanzan velocidades superiores a: a) **30 m/s**, b) 40 m/s, c) 50 m/s, d) 60 m/s, e) 70 m/s.

10.- En el observatorio de Salamanca (Matacán) las dos direcciones dominantes del viento, por su mayor frecuencia, es: 1= W, 2= NW, 4= SW, 8= S.

SOLUCIÓN: a) 3, b) **5**, c) 9, d) 10, e) 12.

GEOLOGIA

La “Geología” aparece como *soporte* de actividades, con una serie de *características geotécnicas* más o menos idóneas para dicho fin. Además, estamos ante un *sustrato* que aporta *recursos* primarios o básicos para el desarrollo de otras actividades.

CLASIFICACION DE LAS ROCAS.-

Las diferentes variedades de rocas derivan de los procesos formadores y de las correspondientes composiciones químicas y mineralógicas resultantes.

La clasificación más utilizada es la que sigue criterios genéticos, composicionales y texturales, y puede desglosarse como aparece en los cuadros siguientes, diferenciando:

- Rocas *ígneas*: resultantes de la consolidación de un magma.
- Rocas *sedimentarias*: procedentes de la alteración, transporte y sedimentación de otras rocas.
- Rocas *metamórficas*: formadas por transformación de otras rocas a altas presiones y/o temperaturas.

A su vez las rocas ígneas se clasifican en:

- Rocas *plutónicas*: resultantes de la cristalización del magma en profundidad
- Rocas *volcánicas*: resultantes de la cristalización del magma en la superficie de la Tierra
- Rocas *filonianas*: resultantes de la cristalización del magma en grietas o fracturas, durante su ascensión hacia la superficie

ROCAS PLUTÓNICAS Y FILONIANAS

Minerales constituyentes	Ortosa, como feldespatos dominantes	Ortosa y plagioclasa en proporciones iguales	Plagioclasa, como feldespatos dominantes	Sin feldespatos o muy escasos
Con cuarzo	GRANITO <i>APLITA (F)</i> <i>PORFIDO (F)</i> <i>PEGMATITA (F)</i>	GRANODIORITA	CUARZODIORITA	
Cuarzo escaso o ausente	SIENITA	MONZONITA	DIORITA (con hornblenda o biotita o ambos) GABRO (con piroxenos u olivino o ambos)	PERIDOTITA

(F) Rocas Filonianas

Las PERIDOTITAS están formadas solamente por minerales melanocratos (olivino, piroxenos, anfíboles, etc.)

ROCAS VOLCÁNICAS

Minerales constituyentes	Ortosa, como feldespatos dominantes	Ortosa y plagioclasa en proporciones iguales	Plagioclasa, como feldespatos dominantes
Con cuarzo	RIOLITA	RIODACITA	DACITA
Cuarzo escaso o ausente	TRAQUITA	LATITA TRAQUIANDESITA	ANDESITA (con hornblenda o biotita o ambos) BASALTO (con piroxenos u olivino o ambos) DOLERITA (DIABASA)

OBSIDIANA: Vidrio volcánico

PIEDRA POMEZ O PUMITA: Roca de color claro con numerosos huecos

ROCAS METAMÓRFICAS

Textura foliada (laminada)	ANFIBOLITA (A) PIZARRA (B) FILITAS (B) ESQUISTO (C) GNEIS (D)
Textura no foliada (cristalina)	MARMOL (E) CUARCITA (F) SERPENTINITA (G)

- (A): Roca compuesta esencialmente por anfíboles (en general hornblenda) y plagioclasa. La foliación o esquistosidad no suele estar muy desarrollada. Proceden en su mayoría de rocas ígneas básicas.
- (B): Formadas por metamorfismo de arcillas. Se presentan en lajas o finas láminas de color gris, negro, verde, etc. Rocas de grano muy fino a fino. Está compuestas esencialmente de filosilicatos (micas blancas, clorita,...) y cuarzo (si es muy abundante puede denominarse entonces cuarzofilita). Este tipo de roca presentan *foliación* por orientación preferente de los minerales planares (filosilicatos).
- (C): Minerales laminares con abundancia de micas y, además, hornblenda, clorita, etc., intercalados con cuarzo y feldespatos. Roca de grano medio a grueso y con foliación marcada (en este caso se denomina *esquistosidad*). Los granos minerales pueden distinguirse a simple vista (en contra de las filitas y pizarras). Los componentes más abundantes son moscovita, biotita, plagioclasas sódicas, clorita, granates, etc.
- (D): Los mismos minerales que el granito (cuarzo, feldespato y mica) pero con orientación en bandas, con capas alternantes de minerales claros y oscuros. Roca de grano grueso a medio, con foliación menos marcada que en los esquistos debido a la menor proporción de filosilicatos (esencialmente moscovita y/o biotita). Para definir una roca como gneis debe contener más de un 20 % de feldespatos. Su origen es diverso, pudiendo derivar tanto de rocas ígneas (ortogneisses) como sedimentarias (paragneisses).
- (E) Formada por metamorfismo de las calizas o dolomías. Su color es muy variado, desde blanco, gris, rosa a verde.
- (F): Formada por metamorfismo de areniscas ricas en cuarzo. Están constituida esencialmente por cuarzo (más del 80 %) y algo de micas y/o feldespatos.

(G): Formada esencialmente por minerales del grupo de la serpentina (antigorita, crisotilo, lizardita...), con proporciones variadas de clorita, talco, y carbonatos (calcita, magnesita). Son rocas generalmente masivas, aunque pueden presentar cierto bandeo composicional. Proceden de rocas ultrabásicas, constituidas esencialmente por olivino y piroxenos. Estas rocas son conocidas comercialmente como mármoles verdes, aunque en sentido estricto no son mármoles.

ROCAS SEDIMENTARIAS

Las rocas sedimentarias se clasifican en:

- Rocas *detríticas*
- Rocas *carbonatadas*
- *Evaporitas*
- Rocas *organógenas*

Rocas detríticas

Nombre	Sin compactar ni cementar	Compactada o cementada	Tamaño de cantos o partículas
Rudita	Grava	Conglomerado (cantos redondeados) Brecha (cantos angulosos)	Cantos de tamaño medio > 2 mm
Arenita	Arena	Arenisca	Tamaño de grano entre 2 y 1/16 mm
	Limo	Limolita	Tamaño entre 1/16 y 1/256 mm
Lutita	Arcilla	Arcillita	Tamaño < 1/256 mm

Rocas carbonatadas

CALIZAS: Con un contenido mayor del 95% de calcita (CO_3Ca)
CALIZAS MAGNESIANAS: Con un contenido entre el 90- 95% de calcita (CO_3Ca) y 5-10% de dolomita ($\text{CO}_3)_2\text{Ca,Mg}$
CALIZAS DOLOMÍTICAS: Con un contenido entre el 50- 90% de calcita (CO_3Ca) y 10-50% de dolomita ($\text{CO}_3)_2\text{Ca,Mg}$
DOLOMÍAS CALCÁREAS: Con un contenido entre el 50- 90% de dolomita ($\text{CO}_3)_2\text{Ca,Mg}$ y 10-50% de calcita (CO_3Ca)
DOLOMÍAS: Con un contenido mayor del 90% de dolomita ($\text{CO}_3)_2\text{Ca,Mg}$

Rocas intermedia entre las detríticas y carbonatadas

MARGA: Con un contenido entre el 35-65% de calcita (CO_3Ca) y 35-65% de arcilla

Evaporitas

- YESO ($\text{CaSO}_4+2\text{H}_2\text{O}$)
- ANHIDRITA (CaSO_4)
- HALITA o SAL GEMA (NaCl)

Rocas organógenas

- CARBÓN
- PETRÓLEO



© geology.com

Andesita



© geology.com

Anfibolita



© geology.com

Basalto



0 3 cm

Esquisto



© geology.com

Gabro



© geology.com

Gneis



© geology.com

Granito



© geology.com

Marmol



© geology.com

Obsidiana



© geology.com

Pegmatita



© geology.com

Peridotita



Pizarra



Filita



Pórfido granítico



Pumita



Diorita



Riolita



Yeso



Anhidrita



Carbón (Antracita)



Arenisca



© geology.com

Brecha



© geology.com

Conglomerado



Calizas



Halita



Petróleo



Limolita

Recursos minerales y energéticos

Se contempla aquí al sustrato geológico como portador de recursos minerales y energéticos potencialmente explotables. Es la explotabilidad, en este caso, un concepto complejo que depende de diversos factores, algunos referentes a las características del yacimiento (riqueza de la mena, estructura, accesibilidad, etc.) y otros ajenos al mismo, de tipo económico (evolución del mercado) social o político.

La inventariación de estos recursos está facilitada por su interés económico, que supone la existencia de una cartografía temática para metales y recursos energéticos (mapa metalogenético de España, I.G.M.E., 1972) y otra de rocas industriales (I.G.M.E., 1973).

Recursos minerales no energéticos

Tienen su primera división entre metálicos y no metálicos. Entre los primeros cabe diferenciar los metales básicos para la industria siderúrgica (óxidos de hierro, carbón coquizable y fundentes), los utilizados en aleaciones con el hierro (manganeso, wolframio, cromo y vanadio), los llamados «clásicos» o «no férricos» (cobre, plomo, cinc y estaño), y los ligeros (aluminio, magnesio y titanio).

El otro grupo, definido por negación, incluye los materiales de construcción (áridos, cemento y rocas ornamentales), los fertilizantes (fosfatos, sales potásicas y nitratos) y las materias primas de la industria química, de diversa naturaleza (fluorita, sales sódicas, boro, hidrocarburos, carbones, etc.).

Recursos culturales

En estos casos interesa evaluar los *recursos culturales*, sea para fines didácticos, de investigación, de ocio educativo o contemplativo, etc.

Aquí, sin duda, se tiene en cuenta el grado de singularidad *relativa*, ya que los elementos de la gea forman parte de espacios naturales, a nivel de *ecosistemas, regiones, geosistemas*, etc., y también *absoluta*, ya que en algunas formaciones geológicas interesa destacar su aptitud *per se*, independientemente del resto de los componentes del medio natural.

El patrimonio geológico

Está constituido por el conjunto de recursos naturales de valor científico, cultural, educativo y/o de interés paisajístico o recreativo; ya sean formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno, minerales, rocas, fósiles, suelos y otras manifestaciones geológicas que permiten conocer, estudiar e interpretar la historia geológica de la Tierra, los procesos que la han modelado, los climas y paisajes del pasado y presente y el origen y evolución de la vida sobre este planeta.

Los puntos de interés geológico (PIG)

Un PIG es un área que muestra una o varias características consideradas de importancia dentro de la historia geológica de una región natural.

Forman parte fundamental del patrimonio cultural, dado que proporcionan una información básica para conocer la historia de la Tierra y la vida que en ella se ha desarrollado.

Según la naturaleza de un PIG se le tipifica como:

- Parque
- Monumentos Naturales
- Elementos del Patrimonio Histórico

En la Declaración de Girona sobre el Patrimonio Geológico de 1997 se dice:

"La conservación de los Puntos de Interés Geológico es absolutamente necesaria e indisoluble con la del Patrimonio Natural y Cultural en general, es un rasgo de sociedades culturalmente avanzadas.

Cualquier política ambiental y de conservación de la Naturaleza que no contemple adecuadamente la gestión del Patrimonio Geológico, nunca será una política ambiental correcta.

Es necesario que los responsables de las diferentes administraciones públicas y centros de investigación, técnicos, científicos, investigadores, ambientólogos, naturalistas, ecologistas, periodistas y educadores, se movilicen activamente en una campaña de sensibilización del conjunto de la población a fin de lograr que el Patrimonio Geológico, indudable cenicienta del Patrimonio, deje de serlo, en beneficio de todos".

Hoy en día, las legislaciones nacionales son aún algo dispares respecto a la conservación del patrimonio geológico o, en muchos casos, son inexistentes.

Al igual que ya existen legislaciones específicas para otras materias de la naturaleza, como las ZEPA para la protección de aves, las reservas de la Biosfera, el Convenio de Ramsar para los humedales, etc., es necesario que los países promulguen leyes u otros instrumentos jurídicos que garanticen específicamente la protección del Patrimonio Geológico.

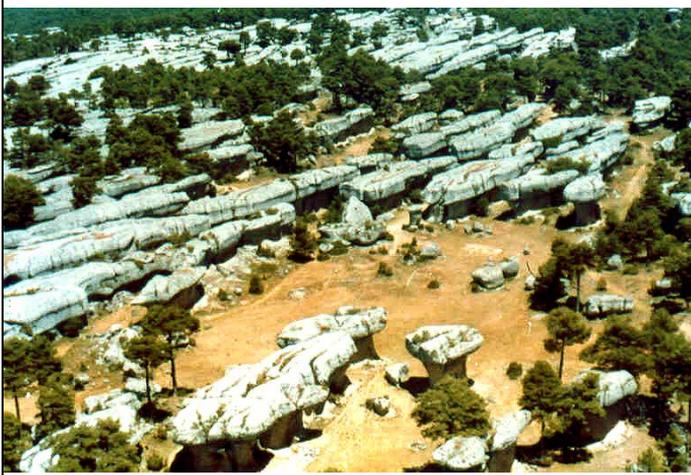
En esta línea de actuación, la UNESCO ha propuesto en 1999 a sus países miembros la participación en el proyecto de los GEOPARKS, para buscar la protección y el reconocimiento internacional del patrimonio geológico por medio del estudio de la historia de la Tierra, de la vulcanología y del registro paleontológico.



Torcal de Antequera (Málaga)



Hoces del río Duratón (Segovia)



Ciudad Encantada (Cuenca)



Ciudad Encantada (Cuenca)

Como ejemplos de “Elementos del Patrimonio Histórico” se pueden considerar los PIG constituidos por yacimientos paleontológicos, que son restos fósiles, huellas o rastros de animales o vegetales que existieron en épocas pasadas.

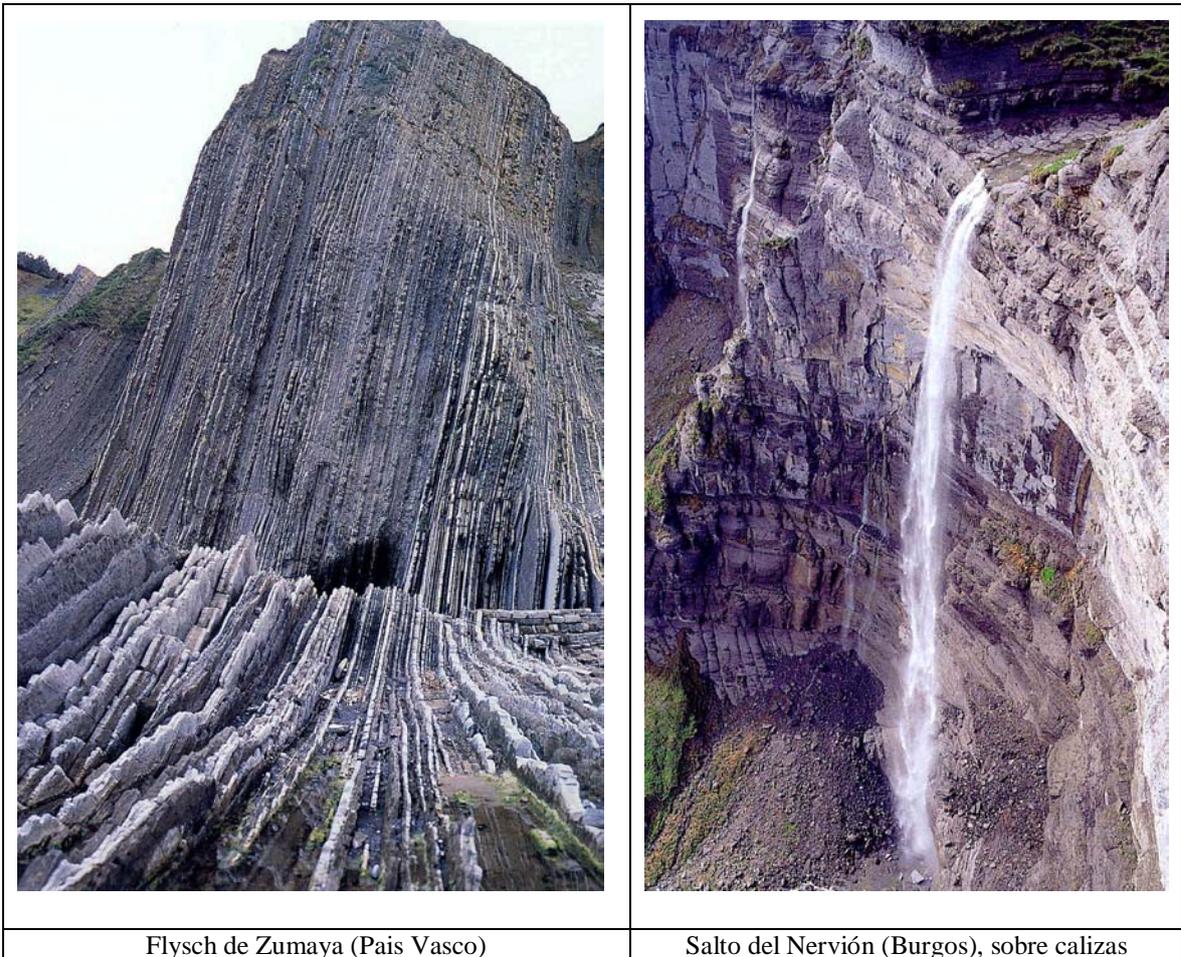


Huella en forma de contramolde de un dinosaurio terópodo



Icnitas de Enciso (La Rioja)

La ley de Parques Nacionales de diciembre de 1916, constaba sólo de tres artículos. En el artículo 2º ya se reconocían los valores geológicos de los parques nacionales cuando se decían que son “*sitios de respetar y hacer que se respete la belleza natural de sus paisajes, la riqueza de su fauna y de su flora y las particularidades geológicas e hidrogeológicas que encierran*”.



En España el inventario de los Puntos de Interés Geológico (PIG) fue iniciado en 1978 por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME).

Los objetivos de este proyecto eran los siguientes:

- 1) elaborar el inventario, clasificar y catalogar los Puntos de Interés Geológico Singular (PIGS) y
- 2) la conservación de este Patrimonio, con la finalidad de:
 - a) ayudar a un mejor conocimiento de la Naturaleza y el respeto a la misma,
 - b) preparar un material didáctico útil para las enseñanzas media y superior y
 - c) elevar el nivel de investigación sobre la conservación de la Naturaleza, equiparándolo al de los países más avanzados en este campo.



Morrena glaciar (Sierra de Candelario)



Circo glaciar (Sierra de Candelario)



Las Arribes del Duero (Aldeadavila)



Puerto de Tarna (León) Pliegues en calizas del carbonífero

A los efectos de los estudios del medio físico resulta de gran interés determinar los llamados *riesgos geológicos o naturales*.

El ESTUDIO DEL MEDIO FISICO debe entenderse como elemento esencial en los documentos de ordenación del territorio con objeto de evitar o reducir los efectos de los riesgos naturales.

Y a pesar de que la legislación sobre ordenación de territorio recoge este extremo, resulta descorazonador y poco frecuente encontrar análisis detallados del medio físico en la documentación exigida en los procesos de planificación territorial.

Entre los documentos necesarios para realizar un Plan de Ordenación Territorial debería considerarse como imprescindible: “Disponer de la máxima información (cartografías temáticas) sobre las limitaciones y potencialidades de los recursos naturales, como base fundamental para realizar una gestión racional de los usos del suelo”.

CUADRO 65.1. *Cuestiones a incluir en el análisis del medio físico como espacio geográfico de riesgo en los documentos de ordenación territorial*

<i>Elemento</i>	<i>Cuestiones de análisis</i>	<i>Peligro natural</i>
<i>Geología y morfología</i>	Composición de materiales geológicos. Morfoestructuras. Sismicidad y vulcanismo. Pendientes. Exposición y orientación.	Sismicidad. Vulcanismo. Avalanchas y movimientos de ladera Riesgos en terrenos kársticos. Subsidencia. Gases naturales explosivos, tóxicos y nocivos. Riesgos radiológicos naturales. Riesgos geoquímicos.
<i>Atmósfera y clima</i>	Análisis histórico de episodios extraordinarios. Registros extremos de los elementos climáticos. Parámetros extremos de composición química del aire.	Lluvias intensas y torrenciales. Olas de frío y calor. Temporales de nieve. Aludes. Tormentas de granizo. Temporales relacionados con viento fuerte. Nieblas. Contaminación atmosférica.
<i>Aguas continentales y marinas</i>	Datos históricos de aforo (estiajes y avenidas). Coeficientes de escorrentía. Delimitación de áreas inundables. Análisis de secuencias secas. Disponibilidad de recursos y garantía de suministro. Sistemas de gestión de la demanda. Oleaje, mareas y corrientes. Calidad de las aguas.	Inundaciones. Sequía. Temporales marítimos. Aguas agresivas para la construcción.
<i>Vegetación</i>	Nivel de cobertura vegetal. Grado de ocupación por especies climáticas.	Erosión. Incendios forestales. Sequías.
<i>Suelos</i>	Textura y perfil. Grado de salinización.	Erosión. Contaminación. Licuefacción de suelos. Expansividad y colapso.

FUENTE: Elaboración propia.

El riesgo natural que ha merecido mayor número de actuaciones de ordenación territorial han sido las inundaciones.

“Habría que poner límites más estrictos a las construcciones residenciales y comerciales en las zona de peligro, como llanuras de inundación, laderas propensas a los deslizamientos o zonas de fallas geológicas”



Inundación en Praga (Agosto de 2002)



Inundación en Praga (Agosto de 2002)

Otro riesgo natural a considerar son los terremotos.-



Terremoto en Mexico (1985)



Terremoto en Niigata (Japón), en 1964

Riesgo volcánico.-



Lahar del volcán Santa Helena (Washington)



Volcán Galera y la ciudad de Pasto (Colombia)



Riesgo volcánico en una población de Mexico.



Poblado en las laderas de un cono volcánico en Guatemala

Deslizamiento de arcillas.-



Deslizamiento del terreno en La Conchita (California), en 1995



Deslizamientos del terreno en Northridge (California), en 1994

Desprendimiento de rocas.-



Montejaque-Ronda (Málaga)



Caída de piedras provocadas por un terremoto en Palm Springs (California)

Hundimientos kársticos.-



CARTOGRAFIA

Aun cuando haya algunas publicaciones dispersas sobre geología en otros organismos (C.S.I.C., Universidades, Administraciones Autonómicas y Central, etc.), es el I.T.G.E. (Instituto Geológico y Minero de España, I.G.M.E.) el que se encarga en nuestro país de este tipo de cartografía. La segunda serie del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 y los mapas geológicos de síntesis a 1:200.000 son sus publicaciones más utilizadas, pero en su catálogo aparecen otras muchas de interés (mapas litológico, geotécnico, metalogenético, tectónico, sismoestructural, de rocas industriales, etc.) que es imposible enumerar aquí.

Se han de destacar aquí, sin embargo, de entre estas publicaciones, los Mapas y Atlas Geocientíficos, por su gran utilidad en los estudios del medio físico. Esta cartografía se encuentra publicada para las provincias de Almería, La Coruña, Madrid y Valencia.

En un Estudio Geológico lo primero que conviene realizar es la Localización Geológica de la zona, mediante el Mapa Tectónico de la península Ibérica:

La Meseta Norte Española se encuentra situada geológicamente sobre tres unidades estructurales:

- El Macizo Hespérico (Zona Centro-Ibérica)
- La Cuenca del Duero

EL MACIZO HESPERICO.

Macizo Hespérico (Hernández Pacheco, 1938) y, también, Macizo Ibérico y Meseta Ibérica, son términos con los que se designa usualmente al basamento o zócalo de la Península Ibérica, debiendo entenderse por tal el constituido por el conjunto de rocas ígneas y metamórficas antiguas (precámbricas y paleozoicas), cuyos afloramientos ocupan más de la mitad occidental de la misma.

Estructuralmente es un fragmento de la cordillera hercínica europea, originada a finales del Paleozoico (Devónico y Carbonífero) por plegamiento de rocas precámbricas y paleozoicas. Dicho fragmento se presenta aquí como una cadena de doble vergencia, con una zona central caracterizada por pliegues de plano axial subvertical a la que se adosan zonas cuyas estructuras tienen vergencia hacia las partes externas de la cordillera. A estas diferencias estructurales se unen otras de metamorfismo, magmatismo y metalogénia, mostrando dichas diferencias una gradación aproximadamente paralela a la dirección noroeste-sureste que llevan las principales estructuras. En estos hechos se basan las divisiones del macizo efectuadas por varios autores (Lotze, 1945; Julivert et al. 1974).

La zona Centro-Ibérica, en la que se encuentran los afloramientos hercínicos de la región investigada, se caracteriza litológicamente por la gran extensión que tienen en ella las rocas graníticas y neísicas. Dichas rocas se encajan en una potente serie metamórfica en la que se distinguen dos conjuntos. El primero está constituido por una monótona serie, pizarrosa fundamentalmente, en el que se agrupan todos los sedimentos precámbricos y cámbricos no datados paleontológicamente, y que se conoce con el nombre de "Complejo esquistograuváquico anteordovícico" (Carrington da Costa, 1951). Sobre este conjunto reposa el segundo, constituido por materiales del Cámbrico datado (concordantes con los anteriores), ordovícicos y silúricos, principalmente, y sólo ocasionalmente devónicos y carboníferos, todos ellos discordantes sobre el conjunto Precámbrico-Cámbrico.

En el extremo noroeste de la Zona Centro-Ibérica (Galicia y Portugal) se encuentran macizos anulares, constituidos por rocas ígneas y metamórficas básicas y ultrabásicas, de edad precámbrica y emplazados tectónicamente.

El rasgo más notable de esta zona, desde el punto de vista estructural, es la disposición de la serie metamórfica en una sucesión de antiformal y sinformal que alargadas en dirección noroeste-sureste la recorren longitudinalmente en toda su extensión. Frecuentemente estas estructuras desaparecen lateralmente al ser cortadas por intrusiones graníticas.

Durante el Mesozoico gran parte del macizo debió estar emergido, pues faltan en él sedimentos de esta edad, actuando como continente y sometido a una intensa denudación que dió origen a una gran penillanura de génesis policíclica, denominada Penillanura Poligénica (Biro y Sole Sabaris, 1954).

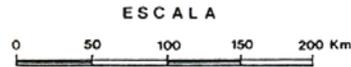
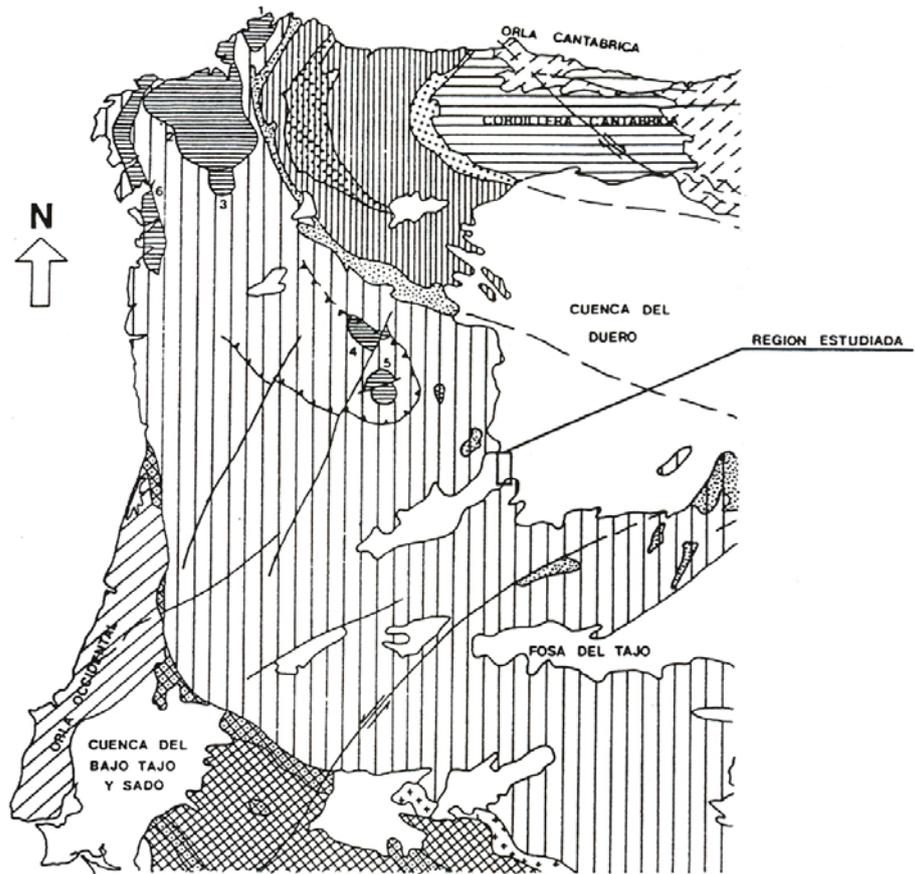
LA CUENCA DEL DUERO.

La Cuenca del Duero es una gran depresión cenozoica formada por el hundimiento del zócalo hercínico y colmatada durante todo el Terciario por sedimentos de origen continental. Aunque en gran parte de la misma son dominantes los afloramientos de rocas de edad neógena, de naturaleza pelítica y calcárea y disposición tabular/horizontal, en el borde suroccidental, en el que nos movemos, es también patente la existencia de un Paleógeno detrítico, claramente basculado y tectonizado.

LA FOSA DE CIUDAD RODRIGO.

La Fosa de Ciudad Rodrigo, que es considerada generalmente como una apófisis de la Cuenca del Duero, se suele definir como una depresión tectónica alargada que con dirección nordeste-suroeste se extiende desde Salamanca capital hasta la frontera portuguesa, encajándose en la penillanura poligénica, a la que divide en dos: la Penillanura Salmantino-Zamorana, situada al oeste de la fosa y de naturaleza esencialmente granítica, y la Penillanura del Sur de Salamanca, al este, labrada sobre pizarras y cuarcitas.

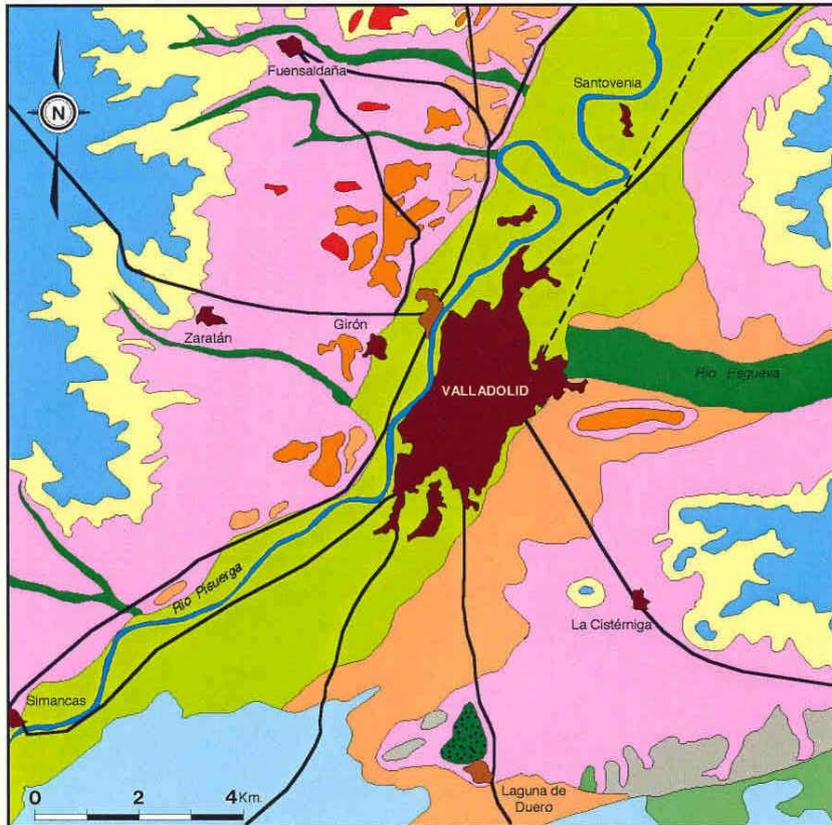
La Fosa de Ciudad Rodrigo fue colmatada, al menos en parte, a la par que la Cuenca del Duero, si bien no afloran en ella los sedimentos paleocenos que se sitúan en la base de la anterior.



- | | | | |
|--|--|---|--|
| ZONAS DEL MACIZO IBÉRICO | | Batolito de los Pedroches | |
| Zona Cantábrica | Núcleo precámbrico del Antiforme de Narcea | Zona de Ossa Morena (A, núcleos precámbricos) | |
| Zona Asturoccidental Leonesa (A, núcleo precámbrico del pliegue tumbado de Mondoñedo) | Núcleo precámbrico del Antiforme del "Olo de Sapo" | ORLA MESOZOICA (Y PALEOGENA) DEL MACIZO IBÉRICO | |
| Zona Centroibérica. A, afloramientos de "Olo de Sapo". B, Macizos de Cabo Otegal (1), Ordenses (2), Lalin (3), Braganza (4), Morais (5) y fosa blastomilonítica (6). | Orla Atlántica | Orla Oriental (A, deformada, dando lugar a una cordillera de tipo intermedio. B, poco o no deformada) | |
| | CUENCAS TERCIARIAS | | |
| | Cobertera terciaria | | |

Fuente: Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares (Julivert et al; 1972)

MAPA GEOLOGICO



LEYENDA

- Limos y arcillas con sales en fondos de charcas (HOLOCENO)
- Limos en fondos de valle (HOLOCENO)
- Arenas eólicas (HOLOCENO)
- Gravas, arenas y limos, en la llanura de inundación del Rio Pisuerga (PLEISTOCENO SUPERIOR-HOLOCENO)
- Gravas y arenas, en las terrazas bajas del interfluvio Duero-Pisuerga (PLEISTOCENO SUPERIOR)
- Gravas y arenas, en las terrazas altas del interfluvio Duero-Pisuerga (PLEISTOCENO MEDIO)
- Gravas y arenas, en las terrazas bajas del rio Pisuerga (PLEISTOCENO MEDIO)
- Gravas y arenas, en las terrazas intermedias del rio Pisuerga (PLEISTOCENO MEDIO - INFERIOR)
- Gravas y arenas, en las terrazas altas del rio Pisuerga (PLEISTOCENO INFERIOR)
- Calizas con gasterópodos (MIOCENO SUPERIOR - PLIOCENO)
- Arcillas y margas con yesos (MIOCENO SUPERIOR)
- Fangos o limos ocreos, con intercalaciones de arcillas grises, arenas y gravas (MIOCENO INFERIOR - MEDIO)

CARACTERISTICAS GEOTECNICAS PARA LA CONSTRUCCION DE EDIFICIOS

LEYENDA

CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

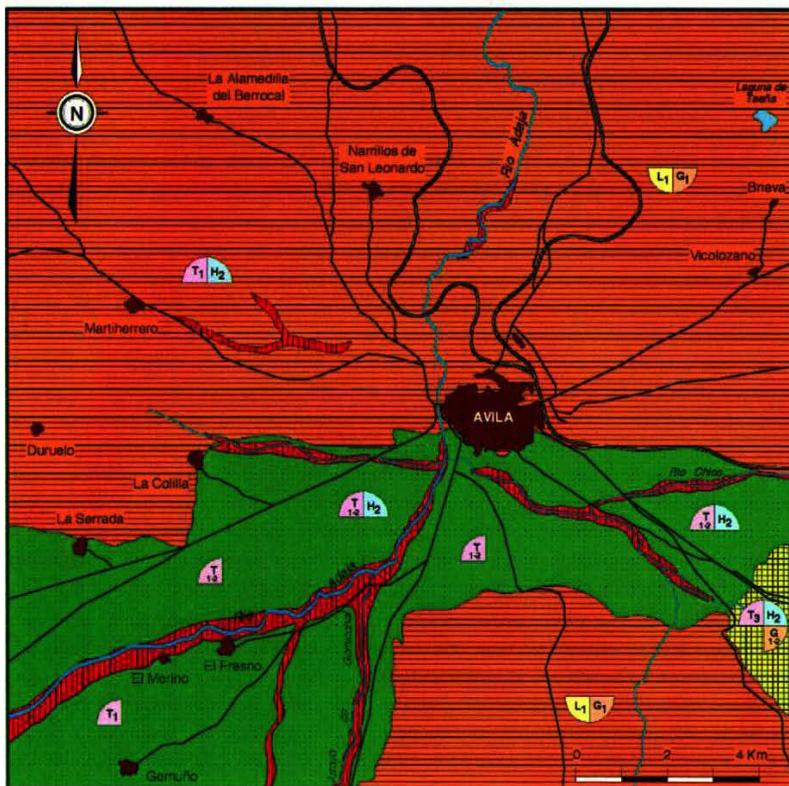
- FAVORABLES
- ACEPTABLES
- DESFAVORABLES
- MUY DESFAVORABLES

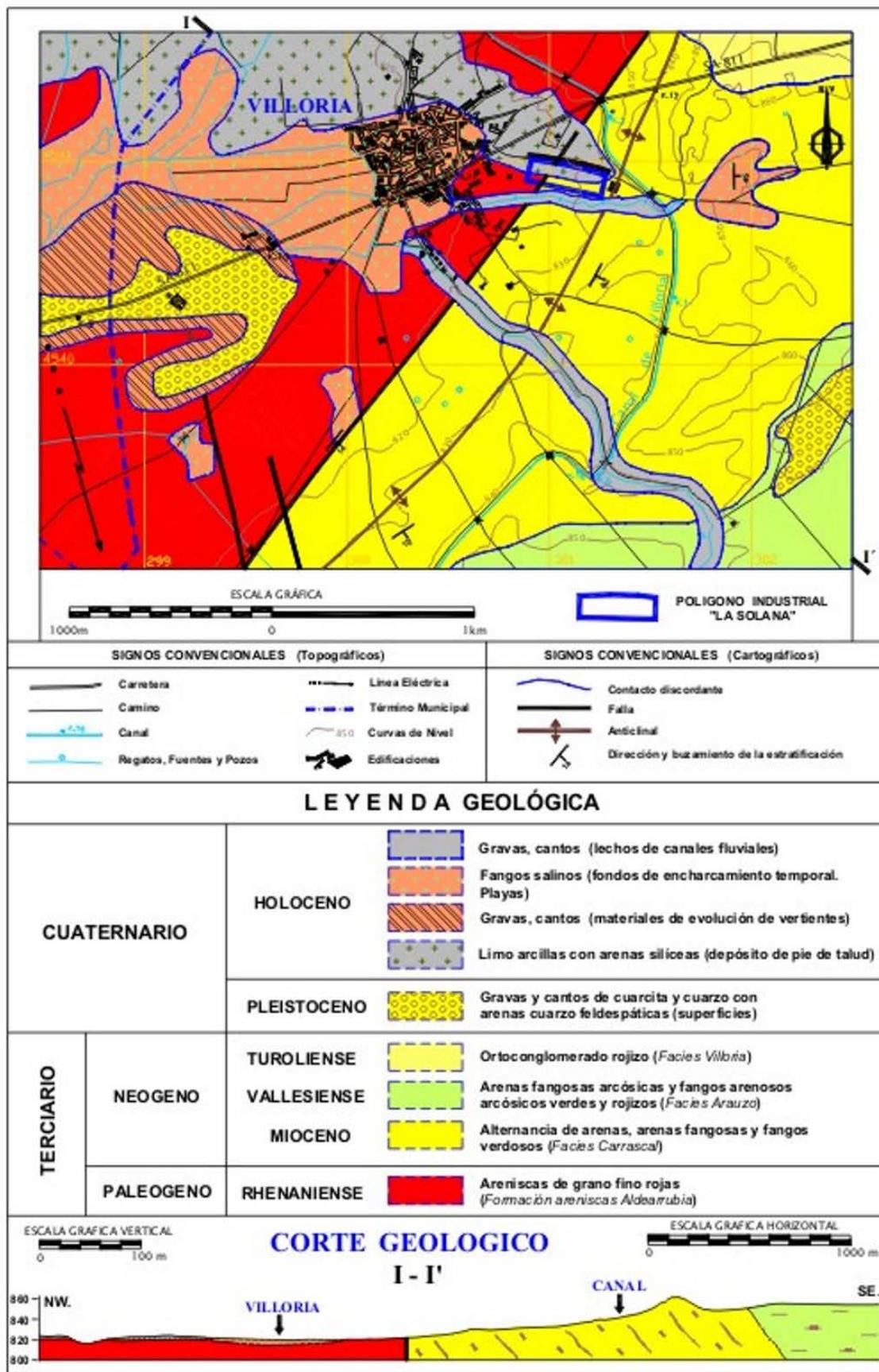
PROBLEMAS EXISTENTES

- De tipo GEOTECNICO
- De tipo LITOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO
- De tipo GEOMORFOLÓGICO E HIDROLÓGICO
- De tipo GEOTECNICO, HIDROLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO

Descripción de los principales problemas

- PROBLEMAS DE TIPO GEOMORFOLÓGICO
 - Pendientes comprendidas entre el 7 y el 30%.
 - Disgregación y/o tectonización de materiales.
- PROBLEMAS DE TIPO HIDROLÓGICO
 - Drenaje deficiente.
 - Nivel freático a escasa profundidad.
- PROBLEMAS DE TIPO GEOTECNICO
 - Capacidad de carga baja o media.
 - Posibilidad de aparición de asentamientos diferenciales.
 - Problemas puntuales de deslizamientos.
- PROBLEMAS DE TIPO LITOLÓGICO
 - Necesidad de utilizar explosivos para efectuar su excavación.







Filones de cuarzo



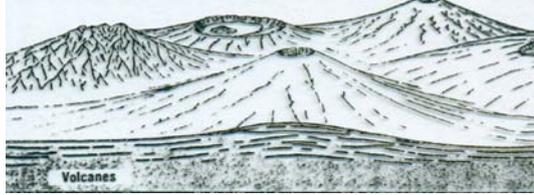
Arenisca de Arapiles (Paleoceno)

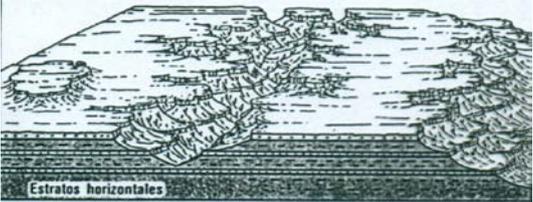
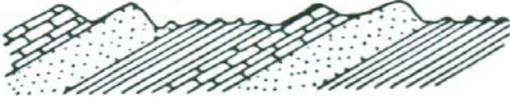
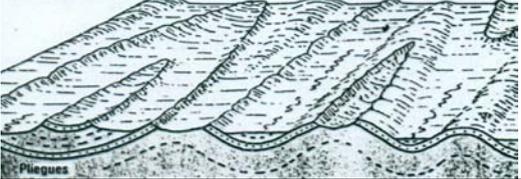
GEOMORFOLOGIA

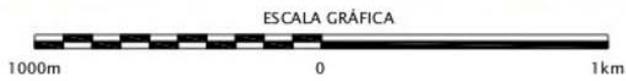
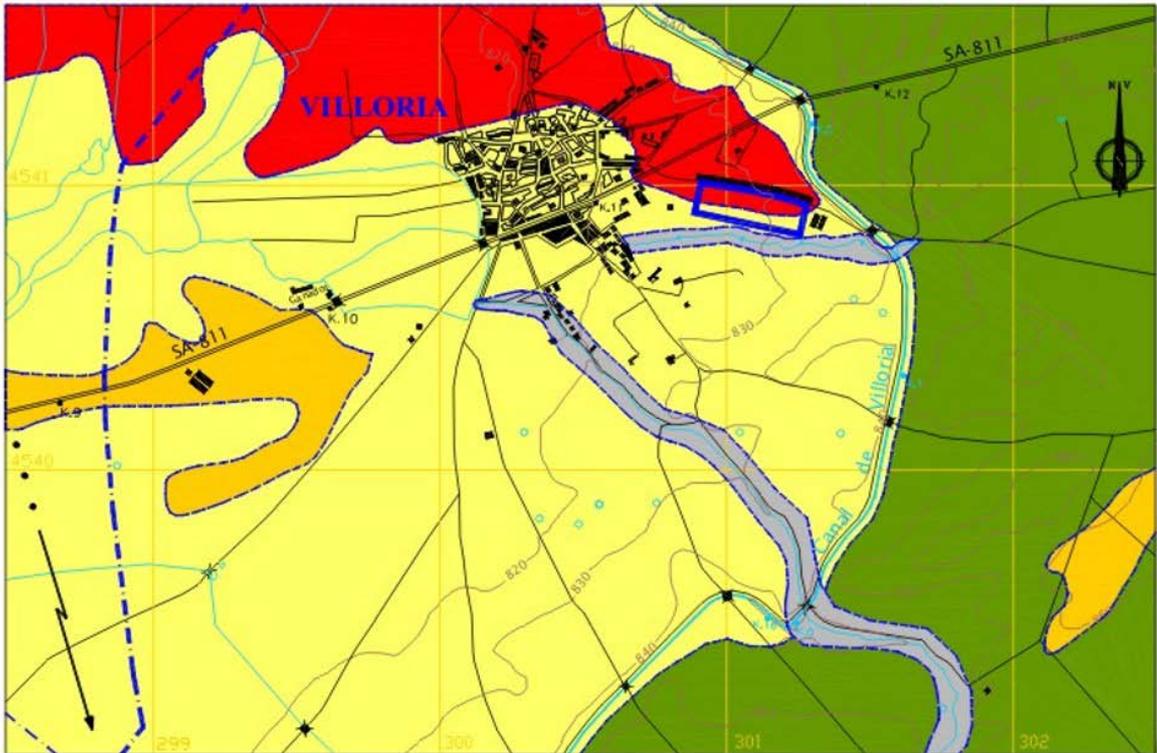
Con relación al sustrato rocoso

En el siguiente Cuadro se esquematizan las formas topográficas más comunes a que dan lugar los distintos tipos de sustratos rocosos.

FORMAS DEL RELIEVE

Tipo de roca o material	Relieve a que da lugar	
Plutónicas	Paisaje escarpado, con fuertes laderas (por ejemplo: Sierra de Gredos)	
Plutónicas	Paisaje berrocal	
Volcánicas	Conos de cenizas	
Cuarcitas y Gneis	Paisaje escarpado, con fuertes laderas (por ejemplo: Sierras de la Peña de Francia y Guadarrama)	
Pizarras y esquistos	Paisaje ondulado o fuertemente ondulado	

Calizas	Paisaje karstico	
Areniscas	Mesas llanas	
Arcillas o margas	Colinas suaves	
Rocas sedimentarias intercaladas en capas horizontales	Macizos o colinas aterrazadas	
Rocas sedimentarias intercaladas en capas inclinadas	Cerros dentados	
Rocas sedimentarias formando pliegues	Paisaje escarpado con crestas onduladas y moderadas pendientes	

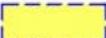


 POLIGONO INDUSTRIAL "LA SOLANA"

SIGNOS CONVENCIONALES (Topográficos)

	Carretera		Línea Eléctrica
	Camino		Término Municipal
	Canal		Curvas de Nivel
	Regatos, Fuentes y Pozos		Edificaciones

LEYENDA GEOMORFOLÓGICA

	Lechos de canales fluviales		Planicie
	Depósito de pie de talud		Superficies alomadas
	Superficies aterrazadas erosionadas		

Preguntas tipo test relacionadas con la GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGIA

1.- Las rocas resultantes de la cristalización del magma en profundidad se denominan: a) Filonianas, b) Metamórficas, **c) Plutónicas**, d) Sedimentarias.

2.- Una granodiorita es una roca: a) Volcánica, **b) Plutónica**, c) Detrítica, d) Carbonatada, e) Metamórfica.

3.- Una riolita es una roca: **a) Volcánica**, b) Plutónica, c) Detrítica, d) Carbonatada, e) Metamórfica.

4.- Una dolomía es una roca: a) Volcánica, b) Plutónica, c) Detrítica, **d) Carbonatada**, e) Metamórfica.

5.- ¿Cómo se denomina a la roca formada por metamorfismo de areniscas ricas en cuarzo?: a) Filita, b) Marmol, c) Peridotita, **d) Cuarcita**, e) Esquisto.

6.- Los recursos minerales cobre, plomo, cinc y estaño se suelen denominar: **a) clásicos**, b) básicos para la industria siderúrgica, c) utilizados en aleaciones con el hierro, d) ligeros, e) materiales de construcción.

7.- Las huellas de un dinosaurio, dentro de concepto de Patrimonio Geológico, se deben considerar con la denominación de: a) Parque, b) Monumentos Naturales, **c) Elementos del Patrimonio Histórico**, d) Geoparks, e) Ninguno de los anteriores.

8.- ¿Cuál debe ser la forma del relieve que originan las pizarras en una región?: **a) Paisaje ondulado o moderadamente ondulado**, b) Paisaje escarpado con fuertes laderas, c) Cerros dentados, d) Colinas suaves, e) Paisaje kárstico.

9.- ¿Cuál debe ser la forma del relieve que originan las cuarcitas en una región?: a) Paisaje ondulado o moderadamente ondulado, **b) Paisaje escarpado con fuertes laderas**, c) Cerros dentados, d) Colinas suaves, e) Paisaje kárstico.

10.- ¿Cuál debe ser la forma del relieve que originan las rocas sedimentarias intercaladas en capas inclinadas en una región?: a) Paisaje ondulado o moderadamente ondulado, b) Paisaje escarpado con fuertes laderas, **c) Cerros dentados**, d) Colinas suaves, e) Paisaje kárstico.

HIDROLOGIA-HIDROGEOLOGIA

Clasificación de las formas del agua

Los estudios hidrológicos buscan las distintas formas que tiene el agua de presentarse. Se estudian los grandes tipos (lagunas, ríos, arroyos, torrentes, ramblas, canales, cascadas, embalse, estuario, lago, laguna,...), muy fácilmente localizables, para, a continuación, ir introduciendo otros tipos o formas más complejas (manantiales, pozos, zonas húmedas...).

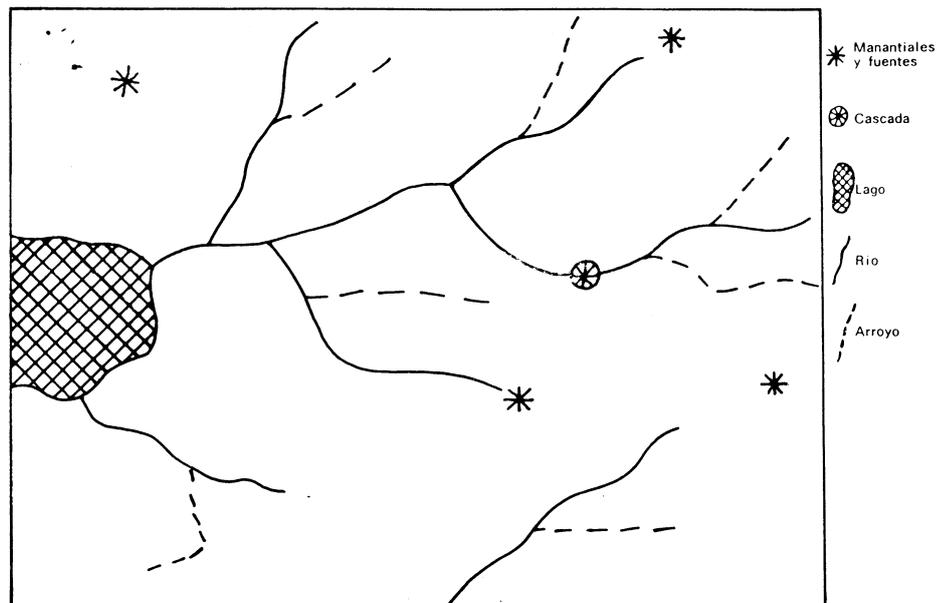
Respecto al inventario y cartografía de los tipos definidos conviene hacer una diferenciación entre las formas de agua superficial y las de agua subterránea. Las primeras son fácilmente identificables mediante fotografías aéreas (red de drenaje), con los recorridos de campo y con el análisis de la documentación gráfica disponible. Sin embargo las aguas subterráneas necesitan recorridos de campo, junto a estudios y análisis de la información disponible, más detallados.

Aguas superficiales

Como se ha señalado, la localización cartográfica de los distintos tipos de aguas superficiales que se presentan en un territorio no requiere ningún estudio complicado de la zona. Bastaría una revisión de las fuentes cartográficas, una interpretación de la fotografía aérea y un recorrido de campo, para localizar las formas de agua de carácter puntual que no estén recogidas en el momento de hacer el inventario.

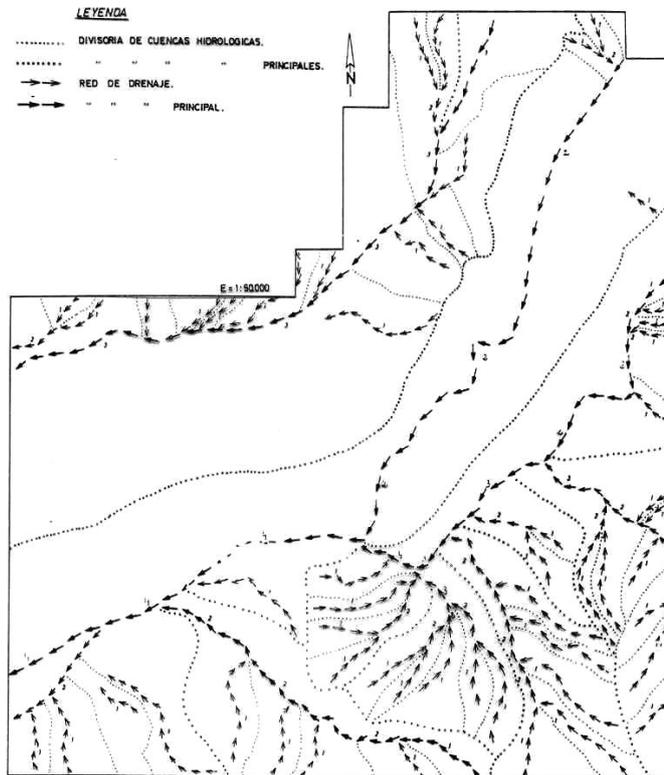
La información obtenida en esta primera fase se cartografía fácilmente, pero hay que tener en cuenta que la mayoría de los tipos o formas de agua son de carácter lineal (ríos, arroyos,...) o puntual (fuentes, manantiales...) y no de carácter superficial, quedando gran cantidad de terreno sin clasificar en cuanto a la existencia de agua, como se aprecia en la Figura VII.1 en la que se localizan algunas de las formas de agua definidas anteriormente.

FIGURA VII.1.—LOCALIZACION DE FORMAS SUPERFICIALES DE AGUA

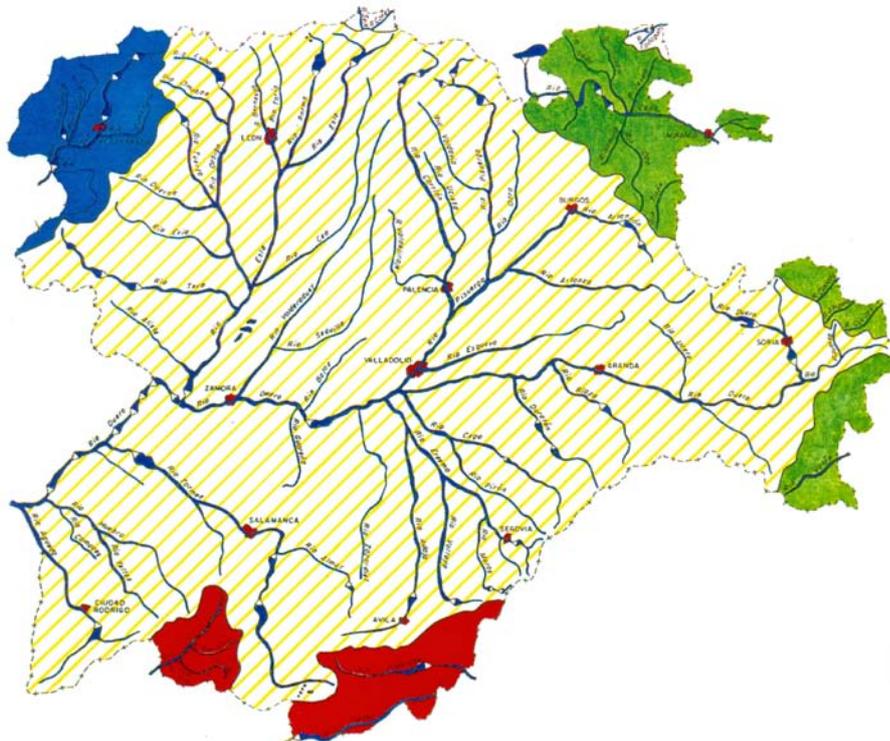


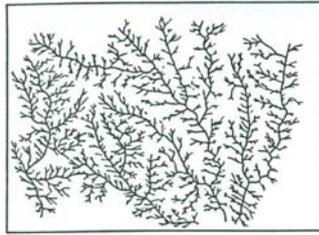
Escala 1:20.000

Mapa de la cuenca hidrográfica.

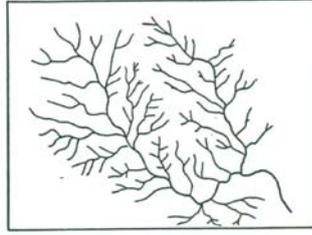


PLAN REGIONAL DE SANEAMIENTO RED HIDROGRÁFICA DE CASTILLA Y LEÓN

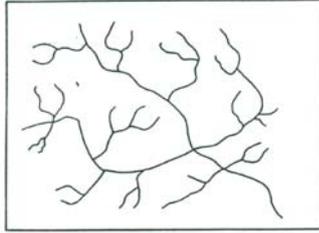




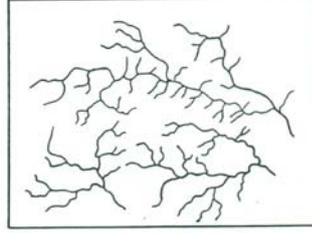
ARCILLAS



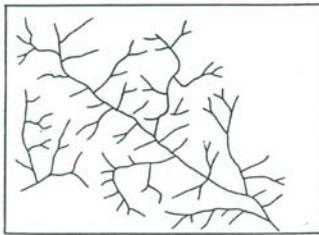
ARENAS



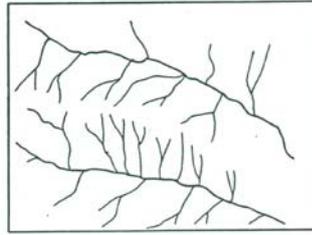
GRANITOS



PIZARRAS

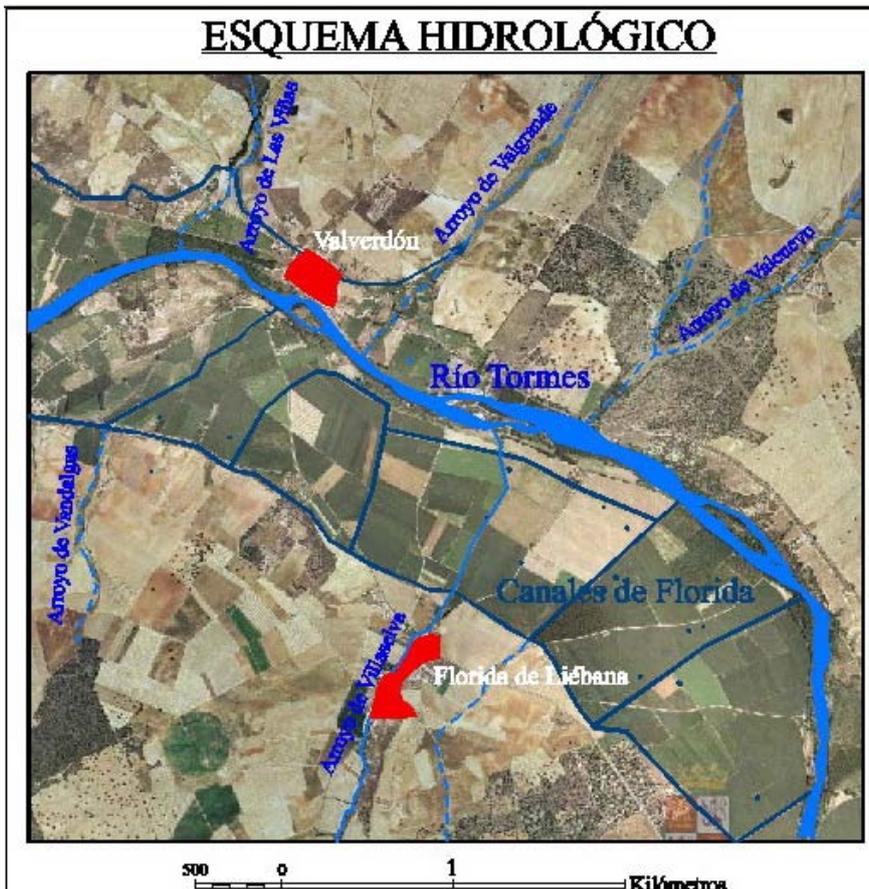


ESQUISTOS



CUARCITAS

Diferentes tipos de redes de drenaje





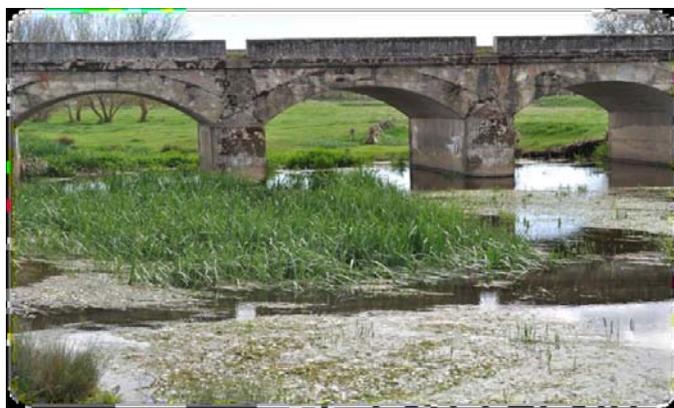
Mapa hidrográfico de la provincia de Salamanca



Charca en San Muñoz



Arroyo de la Vega (Forfoleda)



Río Huebra (San Muñoz)

Aguas subterráneas

Cuando el terreno almacena agua en cierta cantidad y con cierta regularidad, la roca que la contiene se denomina acuífero. Los acuíferos requieren especial atención para evitar la contaminación en las zonas de recarga y para regular su utilización.

Sin embargo, la presencia de acuíferos está íntimamente ligada a la geología de la zona de estudio. Un acuífero puede estar en capas de arena o grava, arenisca, una zona de grietas o con cavernas calizas. Su localización y cartografía se encuentra suficientemente contrastada en estudios geológicos.

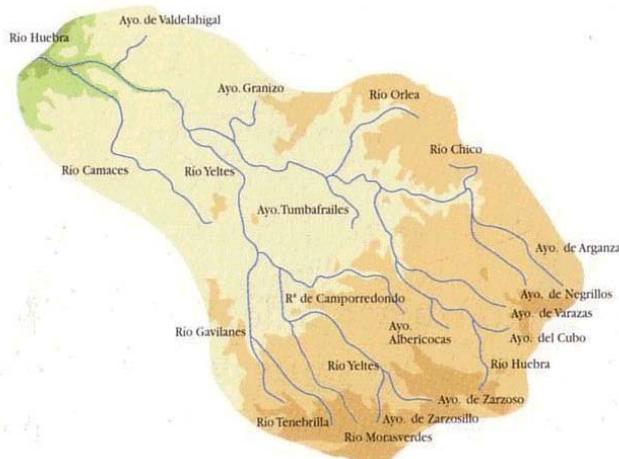
Reserva de agua (potencial acuífero)

En estos casos el sustrato se evalúa teniendo en cuenta su capacidad de almacenamiento de agua. Por ello, la *permeabilidad*, sea por *porosidad* o *fisuración*, unida a la disposición de las capas acuíferas (estructura *tectónica* y *estratigráfica*, son los factores básicos a tener en cuenta, partiendo de cada una de las litologías presentes.

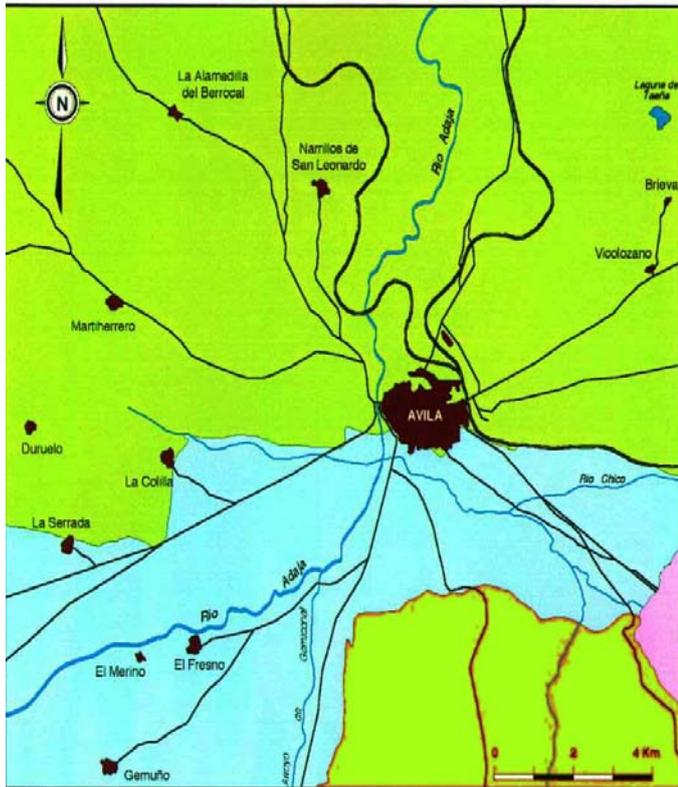
Litología	Permeabilidad por porosidad intergranular	Permeabilidad por fisuración	Vulnerabilidad	Observaciones
Rocas volcánicas (Basaltos)	Impermeable	Alta	Media	Contaminación variable en función de la fisuración
Rocas plutónicas (Granitos)	Impermeable	Baja	Baja	Contaminación variable en función de la fisuración
Rocas metamórficas (Gneís)	Impermeable	Baja	Baja	Contaminación variable en función de la fisuración
Rocas metamórficas (Cuarцитas)	Impermeable	Alta	Muy alta	Zona de especial protección
Rocas metamórficas (Pizarras y esquistos)	Impermeable	Muy baja	Muy baja	La contaminación afecta exclusivamente a las aguas superficiales
Rocas sedimentarias (Calizas y dolomías)	Impermeable	Alta	Muy alta	Zona de especial protección
Rocas sedimentarias (Gravas y areniscas)	Alta a media	Muy baja	Alta - media	Zonas dignas de atención por la vulnerabilidad existente
Rocas sedimentarias (Conglomerados)	Media a baja según el grado de cementación de los cantos	Muy baja	Media a baja	Contaminación variable en función del grado de cementación
Rocas sedimentarias (Arcillas, margas y limos)	Impermeable	Muy baja	Muy baja	La contaminación afecta exclusivamente a las aguas superficiales
Rocas sedimentarias (Margocalizas y arenas arcillosas)	Baja	Muy baja	Baja	La contaminación sólo afecta a las aguas superficiales y muy localmente a los acuíferos

Cartografía

Todas las clasificaciones descritas presentan una cartografía común, basada en la cuenca hidrográfica, considerada como unidad de trabajo.



Cuenca del Río Huebra



MAPA DE HIDROGEOLOGIA Y ORIENTACION AL VERTIDO DE RESIDUOS URBANOS

LEYENDA

HIDROGEOLOGIA - PERMEABILIDAD DE LOS TERRENOS	ORIENTACION AL VERTIDO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS
Formaciones detríticas permeables por porosidad intergranular	ZONAS DESFAVORABLES: Son zonas muy vulnerables. Los vertidos pueden contaminar las aguas subterráneas
Formaciones impermeables con cierta permeabilidad ligada a su grado de tectonización. Posibilidad de encontrar acuíferos aislados conectados a sistemas de fracturas	ZONAS DESFAVORABLES EN PRINCIPIO REQUIERE ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS: El peligro de contaminación está ligado únicamente a los acuíferos conectados con fracturas. Será necesario realizar estudios locales detallados para localizar los sistemas de fracturas.
Formaciones impermeables	ZONAS FAVORABLES: Después de tomar precauciones para controlar la exoneración superficial, las aguas subterráneas no correrán riesgo de contaminación directa por infiltración de lixiviados

Caudales ecológicos

Al volumen de agua por unidad de tiempo necesario en un curso fluvial para garantizar la conservación de los ecosistemas fluviales actuales se le denomina *caudal ecológico*.

Existen dos líneas metodológicas para su determinación, las que fijan los caudales mínimos a través de fórmulas o relaciones porcentuales (TEUNAT, 1976) y los métodos basados en el estudio de las características del cauce.

Dentro de este segundo grupo se pueden citar los métodos del perímetro mojado (ROSSE, 1976), de BOREE (1978) y FLECKINGER (1980).

El método de BOREE (PHABSIN, Physical Habitat Simulation) se fundamenta en la caracterización del hábitat a través de unas curvas que representan el comportamiento de la fauna acuática. FLECKINGER estudia los caudales y las velocidades en cada tramo; fijando el caudal mínimo como aquel que permite una adecuada repartición en cada tramo de las distintas zonas de remanso y corriente.

La legislación de la Comunidad Autónoma del Principado de Asturias establece tres niveles de protección en función del valor; Q347 que es el caudal medio que anualmente es alcanzado o superado 347 días:

1. Nivel de protección base I: el caudal a mantener es el mayor de los resultantes al aplicar las siguientes fórmulas:

$$Q_{ec} = 0.35 Q(347)$$

$$Q_{ec} = 15 Q(347) / (\ln(Q(347)))^2$$

$$Q_{ec} = 0.25 Q(347) + 75$$

2. Nivel de protección medio II: es el caudal correspondiente al nivel base I incrementado en 2 l/s/km² de cuenca aprovechada.

3. Nivel de protección máximo III: es el caudal correspondiente al nivel base I incrementado en 4 l/s/km² de cuenca aprovechada.

La legislación suiza establece el caudal residual mínimo basándose en el Q347:

- Caudal Q347 menor o igual a 60 l/s	50 l/s
y por cada 10 l/s suplementarios	8 l/s
- Caudal Q347 hasta 160 l/s	130 l/s
y por cada 10 l/s suplementarios	4,4 l/s
- Caudal Q347 hasta 500 l/s	280 l/s
y por cada 100 l/s suplementarios	31 l/s
- Caudal Q347 hasta 2.400 l/s	900 l/s
y por cada 100 l/s suplementarios	21,3 l/s
- Caudal Q347 hasta 10.000 l/s	2.500 l/s
y por cada 1.000 l/s suplementarios	150 l/s
- Caudal Q347 hasta 60.000 l/s	10.000 l/s

Esta legislación establece también una serie de considerandos por los que hay que incrementar los caudales de acuerdo con la tabla anterior.

CAUDALES ECOLÓGICOS

Las minicentrales hidroeléctricas necesitan derivar caudal del río para soltarlo aguas abajo aprovechando el desnivel topográfico para la producción eléctrica. El tramo de río desde el azud de derivación hasta la suelta de las turbinas se ve afectado por una disminución de las aguas que por él circulan y por un régimen de caudales diferente del natural. El objetivo es evaluar cuál es el caudal mínimo que debe circular.

Un método sencillo de estimar caudales ecológicos mínimos consiste en estudiar los regímenes de caudales naturales.

- Una primera aproximación para señalar unos caudales mínimos circulantes por los tramos regulados, que es utilizada frecuentemente por las autoridades gestoras de aguas (Comisaría de aguas) debido a su sencillez, es el criterio de fijar el 10% de las aportaciones naturales (o caudal medio anual). En nuestro caso, el caudal ecológico así calculado sería:

$$10\% \times Q \text{ (m}^3\text{/s)} = 29,6 \text{ m}^3\text{/s} \times 0,1 = \mathbf{2,96 \text{ m}^3\text{/s}}$$

Este criterio no está sostenido por ninguna base científica, ya que cada río tiene un régimen de caudales y unas características geomorfológicas peculiares que exigen unos porcentajes de caudal diferentes para mantener sus comunidades biológicas.

- Un método basado en criterios históricos con sentido biológico contempla la variación estacional que caracteriza al régimen natural de caudales. Esta fluctuación se analiza mediante los valores de los

caudales mensuales medios de una serie foronómica de 10 o más años. Estos valores son los calculados en la Tabla 30 para cada mes y corresponden a la siguiente figura:

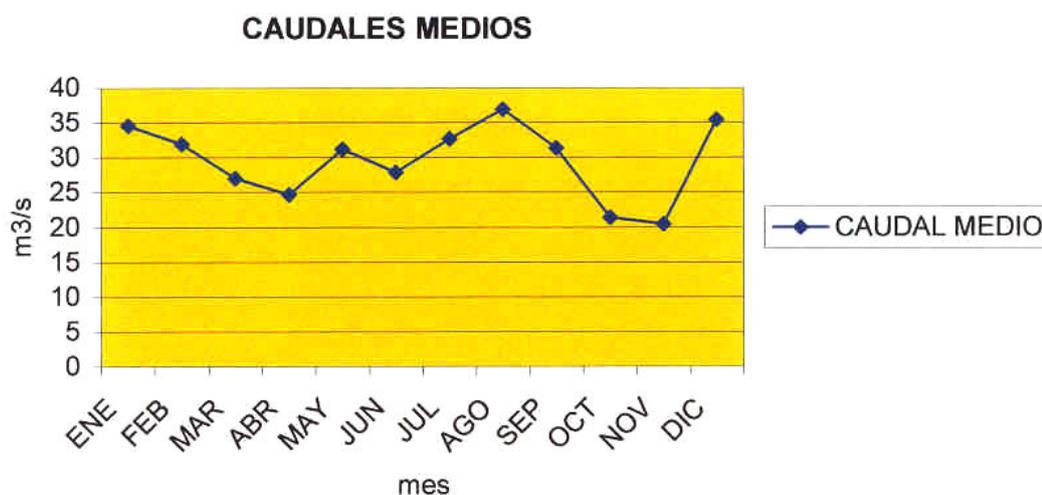


Figura 40: Caudales medios del río Tormes

- Otro método propuesto por la Comisaría de Aguas es considerar el 20 % del caudal medio del río en ese mes en una serie foronómica de 10 años o más (más recomendado que el criterio de 10 % fijo).

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
CAUDAL MEDIO (m³/s)	34,56	31,92	26,97	24,7	31,11	27,9	32,64	36,88	31,32	21,32	20,41	35,4
CAUDAL ECOLÓGICO	6,912	6,384	5,394	4,94	6,222	5,58	6,528	7,376	6,264	4,264	4,082	7,08

Tabla 32: Caudales medios mensuales para el periodo 1969-2002

- También se propone como régimen de caudales mínimos ecológicos el comprendido por los caudales mínimos mensuales para esa misma serie de años.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
CAUDAL MÍNIMO (m ³ /s)	8,18	6,47	7,25	8,5	9,97	12,91	17,29	14,06	7,69	7,88	6,57	8,11

Tabla 33: Caudales mínimos mensuales para el periodo 1969-2002

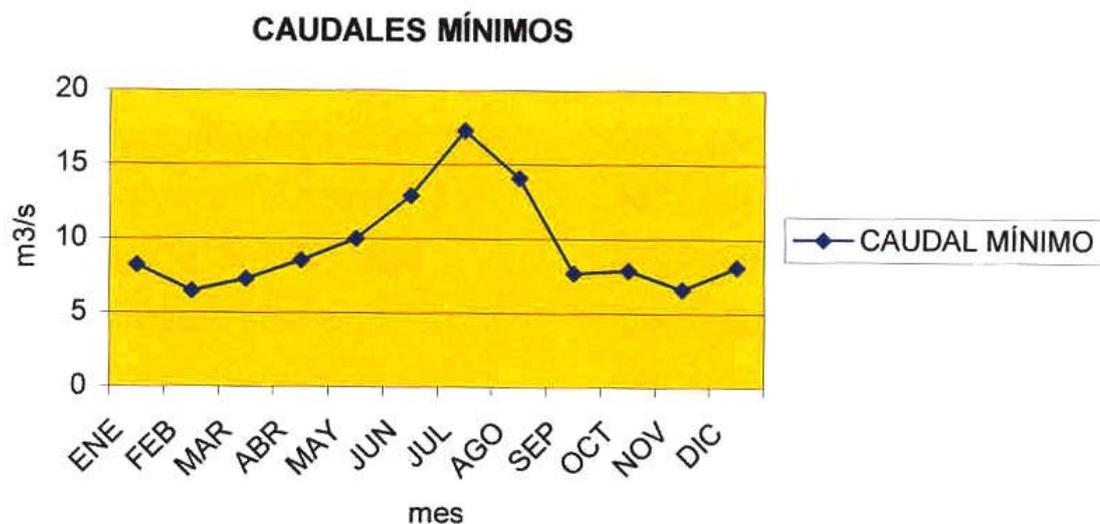


Figura 41: Caudales mínimos del río Tormes.

Sin embargo, todos estos criterios necesitan del complemento de la estimación del caudal hidrobiológico (ver Medidas Correctoras), dado que la finalidad principal de su cálculo es la conservación de las comunidades biológicas del río.

Preguntas tipo test relacionadas con la **HIDROLOGÍA-HIDROGEOLOGÍA**:

1.- La cartografía de las aguas superficiales o de la red de drenaje se realiza mediante el estudio de: a) **Fotografías aéreas y estereoscopio**, b) Ortofotos (SIGPAC), c) Mapa topográfico a escala 1:25.000, d) Teledetección (Imágenes de satélite), e) Campaña de campo.

2.- La red de drenaje que presenta una mayor densidad se localiza sobre una litología constituida por: a) Cuarzitas, b) Granitos, c) **Arcillas**, d) Pizarras, e) Arenas.

3.- Un acuífero puede estar localizado en capas de: 1=arenas y/o gravas, 2=areniscas, 4=margas, 8=una zona de grietas o con cavernas calizas.

SOLUCIÓN: a) 3, b) 5, c) 7, d) 9, e) **11**.

4.- ¿Cual es la roca que es impermeable por porosidad intergranular, que posee una permeabilidad alta por fisuración o fracturación y, por lo tanto, una vulnerabilidad muy alta ante la contaminación por un vertido?: a) Pizarras, b) Areniscas, c) **Cuarzitas**, d) Granitos, e) Margocalizas.

5.- ¿Cual es la roca que es impermeable por porosidad intergranular, que posee una permeabilidad alta por fisuración o fracturación y una vulnerabilidad media ante la contaminación por un vertido?: a) Pizarras, b) Areniscas, c) Cuarzitas, d) Granitos, e) **Basaltos**.

6.- ¿Cual es la roca que es impermeable por porosidad intergranular, que posee una permeabilidad baja por fisuración o fracturación y una vulnerabilidad baja ante la contaminación por un vertido?: a) Pizarras, b) Areniscas, c) Cuarzitas, d) **Granitos**, e) Margocalizas.

7.- ¿Cual es la roca que es permeable (Alta a media) por porosidad intergranular, que posee una permeabilidad muy baja por fisuración o fracturación y, por lo tanto, una vulnerabilidad alta-media ante la contaminación por un vertido?: a) Pizarras, b) **Areniscas**, c) Cuarzitas, d) Granitos, e) Margocalizas.

8.- ¿Cual es la roca que es impermeable por porosidad intergranular, que posee una permeabilidad muy baja por fisuración o fracturación y, por lo tanto, una vulnerabilidad muy baja ante la contaminación por un vertido?: a) **Arcillas**, b) Areniscas, c) Cuarzitas, d) Granitos, e) Gneis.

9.- ¿Cual es la roca que posee una permeabilidad baja por porosidad intergranular, que posee una permeabilidad muy baja por fisuración o fracturación y, por lo tanto, una vulnerabilidad baja ante la contaminación por un vertido?: a) Pizarras, b) Areniscas, c) Cuarzitas, d) Granitos, e) **Margocalizas**.

10.- Existen varias metodologías para la determinación del caudal ecológico de un río cuando se construye un embalse para la producción hidroeléctrica. ¿Cuál consideras como más conveniente para la fauna acuática?: a) Fijar el 10% del caudal medio anual del río, b) Aplicar un método basado en el estudio de las características del cauce, c) Fijar el 20% del caudal medio de cada mes, considerando una serie foronómica de 10 o más años, d) **Fijar el caudal mínimo de cada mes, considerando una serie foronómica de 10 o más años**, e) Ninguno de los anteriores métodos.

SUELOS

Entre las funciones básicas de los suelos hay que destacar que *“El suelo constituye el medio físico para el desarrollo de los asentamientos humanos: la construcción de viviendas, industrias, carreteras, instalaciones recreativas y vertederos”*.

A escala mundial, la necesidad de garantizar una seguridad alimentaria a una población en aumento exigirá más tierras destinadas a la agricultura o, más probablemente, una intensificación de la agricultura en los terrenos que se cultivan hoy. Por otra parte, ese mismo aumento de la población global exigirá más actividades industriales y expansión de las zonas urbanas, junto con la necesidad de aumentar la movilidad (carreteras), es decir exigirá también más suelo para usos irreversibles.

Estas demandas en conflicto, si no se gestionan de manera sostenible, acentuarán la degradación, que en última instancia conducirá a una mayor reducción de los recursos, en un círculo vicioso de deterioro.

La cuestión consiste en definir cómo se pueden llevar a cabo estos usos de forma sostenible, sin dañar ni agotar el suelo para las generaciones futuras.

Con toda seguridad, la pérdida de suelo aumentará en Europa durante el próximo siglo, es por ello, por lo que algunos países ya han decidido no destinar sus mejores suelos agrícolas a la construcción o al desarrollo de infraestructuras y existen algunos ejemplos de carreteras que han sido desviadas para evitar su paso por suelos fértiles.

Además, hay que tener en cuenta que *“El suelo es un recurso limitado y no renovable, y a diferencia de lo que ocurre con el aire y con el agua, el suelo no se recupera con facilidad de los daños que se le inflijan (erosión, contaminación, etc.)”*.

CARTOGRAFÍA DE SUELOS.-

El empleo de mapas de suelos para la planificación es una técnica perfectamente establecida en numerosos países, tanto para permitir conservar las áreas de alto valor agrícola y forestal, como para la conservación de una elevada calidad paisajística o para la ordenación del territorio y en los Estudios de Impacto Ambiental.

En España los trabajos cartográficos no han tenido el desarrollo que era de desear. No existe una cartografía completa, a una escala suficientemente detallada, que sea útil en cualquier estudio aplicado de suelos (planes de ordenación del territorio, planificación agrícola o forestal, evaluación de impactos ambientales, etc.). Hasta el momento, y de entre los miembros de la Unión Europea, España es el Estado con menor información cartográfica de suelos (Boixadera y Porta, 1991).

Teniendo en cuenta la litología, la geomorfología y la edad de las superficies, se procede mediante fotointerpretación a la separación de zonas homogéneas desde un punto de vista fisiográfico y litológico, puesto que a cada una de estas unidades le suele corresponder una determinada unidad cartográfica de suelo.

La elaboración de una cartografía de suelos es un proceso lento, en el que es preciso realizar:

- **Un trabajo de campo** (es decir, la elaboración de un inventario morfológico y clasificación de los suelos, la determinación de la superficie que ocupan y la relación entre los tipos de suelos con los factores formadores o componentes del medio).

- **Un trabajo de gabinete** (elaboración del documento cartográfico, la correspondiente memoria y la base de datos de suelos) y

- **Un trabajo de laboratorio** (análisis de las propiedades físicas y químicas de los suelos).

TIPOS DE MAPAS DE SUELOS

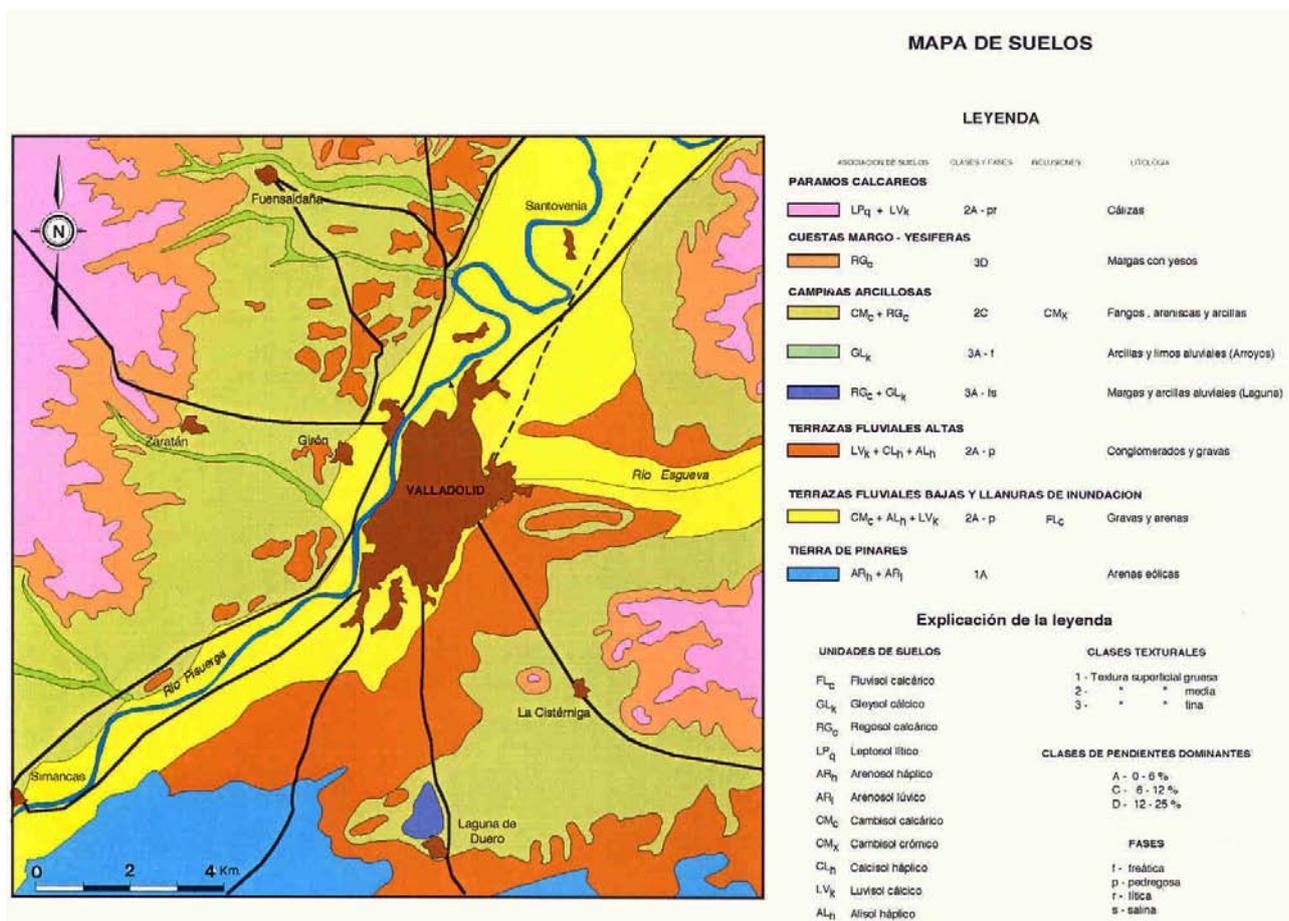
Un cartógrafo de suelos debe ser capaz de realizar tres tipos diferentes de mapas:

- MAPA BASICO
- MAPA INTERPRETATIVO
- MAPA DE PROPIEDADES

1) MAPA BASICO.-

Las unidades cartográficas de suelos que se utilizan en este mapa son las unidades taxonómicas de una clasificación básica o científica (*).

(*).- *Clasificación básica o científica es aquella que tiene en cuenta todas las propiedades y características importantes del suelo, e incluso aquellas que ponen de manifiesto, de algún modo, la génesis del suelo, es decir, los factores formadores (roca, topografía, clima, organismos y edad de las superficies). En la elección de estas características no se da ningún peso a un determinado tipo de utilización.*



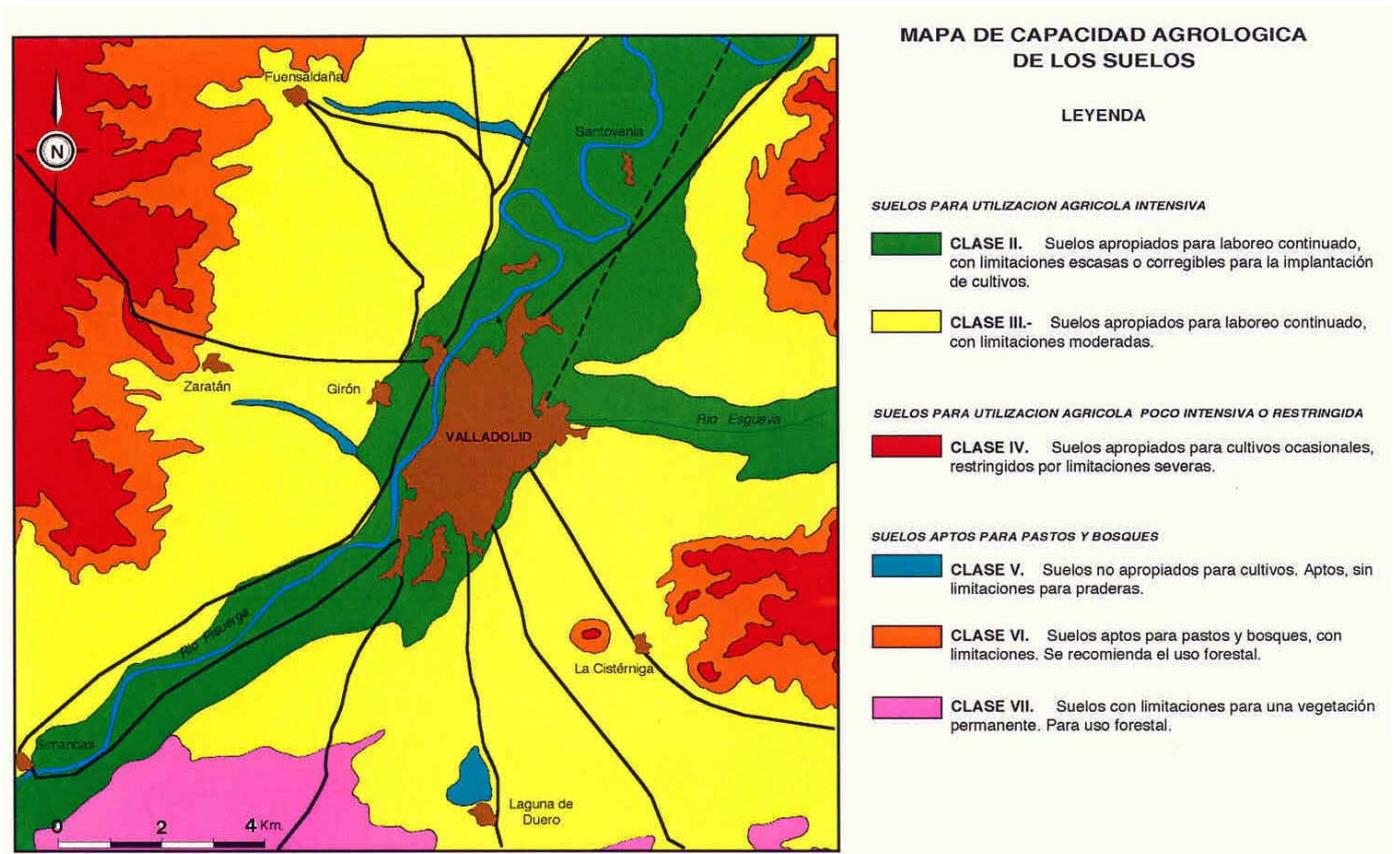
2) MAPA INTERPRETATIVO.-

Se trata de un mapa utilitario derivado de un mapa básico de suelos.

Como ya se ha dicho, el mapa básico tiene en cuenta todas las propiedades importantes. Pues bien, de ellas se seleccionan las que son relevantes para una determinada finalidad o tipo de aplicación (agrícola o ingenieril). Se hace una valoración de cada unidad cartográfica del mapa básico, de acuerdo con los valores que muestran las características seleccionadas (por ejemplo: Mapa de Clases Agrológicas).

Un mismo mapa básico puede reconvertirse en varios mapas interpretativos.

Los mapas interpretativos de suelos constituyen uno de los elementos básicos en los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental y de Ordenación del Territorio.



CLASES AGROLÓGICAS

Desarrolladas por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (Klingebiel y Montgomery, 1961) y adaptadas por Gallardo y colaboradores (2001) a las condiciones de la Península Ibérica.

De uso universal, aunque muy modificado (adaptaciones a cada país). En principio se trató de un sistema cualitativo, aunque debido a la dificultad de interpretación de sus términos (moderada, alta, buena, favorable, ideal, etc.) ha ido evolucionando a criterios cuantitativos.

Se trata de un sistema de evaluación de capacidad de uso (land capability); es decir, evaluación de la vocación general de los suelos: cultivos, pastos, bosques, sin explotación.

Clasifica los suelos en base a las limitaciones.

1) Factores que restringen la capacidad productiva (intrínsecos: profundidad del suelo, textura, pedregosidad, rocosidad, salinidad, manejo del suelo, etc; extrínsecos: temperatura, pluviometría, etc).

2) Factores que valoran la pérdida de productividad (como pendiente y grado de erosión).

La filosofía de este esquema es valorar la producción máxima con mínimas pérdidas de potencialidad.

La tierra se distribuye en ocho clases, de las cuales las cuatro primeras son aptas para el cultivo y las otras cuatro inadecuadas.

Clase I: Laboreo permanente intenso (Regadio o secano con alternativa cereal-leguminosa (trigo)).

Sin o con ligeras limitaciones permanentes.

Sin riesgos de erosión.

Suelos excelentes. Profundos. Fértiles. Relieve casi plano. Sin riesgos de encharcamiento.

De fácil laboreo, abonado, rotación, aplicación de caliza, etc. Admiten casi cualquier tipo de cultivo.

Clase II: Laboreo permanente moderado (Regadio o secano con alternativa cereal-leguminosa-barbecho blanco (trigo)).

.Con limitaciones moderadas.

Riesgos de erosión moderados. Inundación temporal.

Suelos buenos. Prof. media. Fertilidad media. Relieve suave.

Laboreo cuidadoso, medidas de control de fácil aplicación (cultivo a nivel, fajas, rotaciones, drenaje, etc).

Admite la mayoría de los cultivos, pero no para todos, debido a causas climáticas, erosivas, de exceso de agua, edáficos, etc.

Clase III: Laboreo permanente limitado (Regadio o secano con rotación cereal-leguminosa-barbecho blanco (cebada-avena)).

.Con limitaciones importantes.

Serios riesgos de erosión.

Suelos aceptables. Profundidad media. Fertilidad media/baja. Pendientes moderadas.

Laboreo específico para evitar erosión (fajas, terrazas, bancales). Restricciones en la elección de cultivos. Las

tierras de esta clase no soportan ya una importante gama de cultivos.

Clase IV: Laboreo permanente ocasional (Secano con limitaciones de uso).

Con limitaciones muy importantes.

Intensa erosión.

Suelos malos. Someros. Fertilidad baja. Fuertes pendientes.

Sólo laboreo extremadamente cuidadoso. Limitados y esporádicos cultivos. Para pasto o heno.

Clase V: No laboreo. (Uso ganadero (prados)).

Con limitaciones permanentes por: encharcamientos y pedregosidad, fundamentalmente.

Relieve plano. Ligeros riesgos de erosión. Siempre deben mantener una vegetación permanente.

Clase VI: No laboreo. (Pastos o bosques).

Con limitaciones permanentes moderadas.

Muy someros o con fuertes pendientes.

Riesgos de erosión importantes.

Clase VII: No laboreo. (Uso forestal).

Con limitaciones permanentes importantes.

Muy someros, o áridos, o inundados.

Fuertes pendientes.

Severa erosión.

Clase VIII: No laboreo. No pastoreo. No silvicultura. (Sin posibilidad de explotación).

Sólo para uso de la fauna silvestre, para esparcimiento (reservas naturales).

3) MAPA DE PROPIEDADES.-

En estos mapas se delimitan áreas en las que una determinada propiedad de los suelos (textura, profundidad del solum, salinidad, etc) caen dentro de un margen convencional. Cada propiedad exige un mapa distinto y los intervalos elegidos lo son de acuerdo con una determinada finalidad.

Estos mapas tienen una aplicabilidad muy limitada y cuando haya que hacer un estudio de otra propiedad, entonces hay que empezar de cero y volver a hacer nuevos inventarios y una cartografía completa, con el consiguiente gasto de tiempo y dinero.

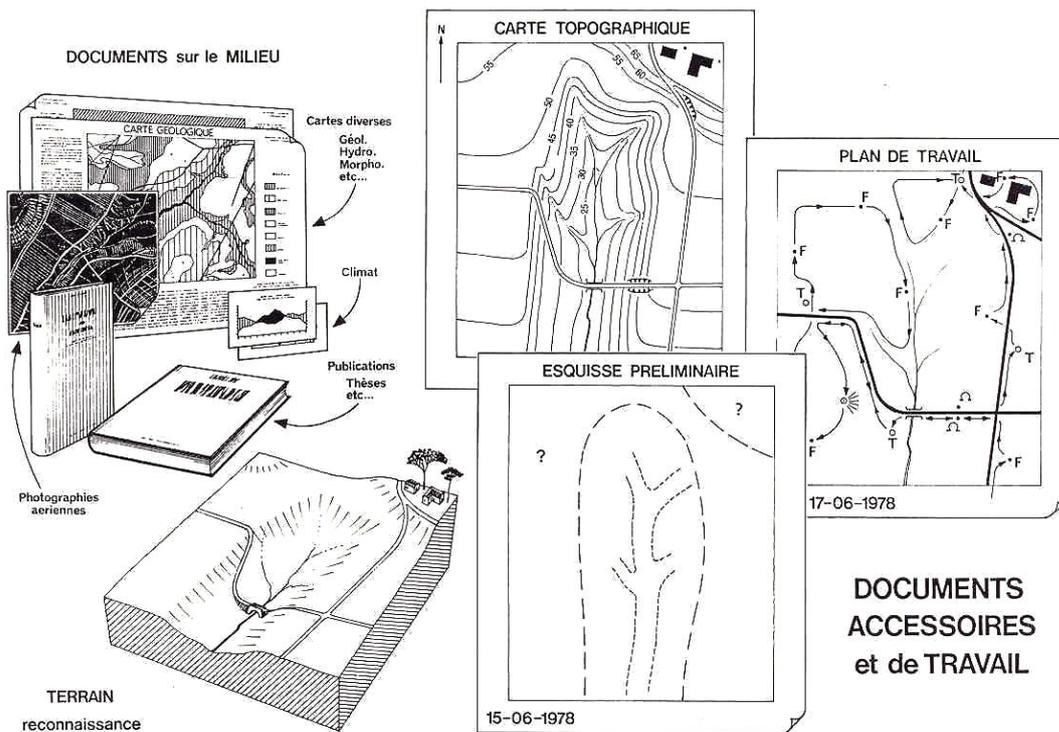
ETAPAS EN LA REALIZACION DE UN MAPA DE SUELOS

La elaboración del mapa de suelos se suele realizar en cuatro fases o etapas, claramente diferenciadas entre sí, y que a continuación describimos:

- 1) Fase preparatoria o preliminar
- 2) Fotointerpretación y definición de unidades homogéneas del paisaje.
- 3) Prospección sobre el terreno (campana de campo) y análisis de muestras en el laboratorio.
- 4) Elaboración final del documento cartográfico, memoria y base de datos de suelos.

1ª Etapa: ESTUDIO PRELIMINAR

Durante esta etapa se realiza un inventario de todos los datos existentes en la bibliografía relacionados con el clima, la vegetación, la geología, etc.



En cuanto a la geología se debe efectuar una revisión del material publicado y con la ayuda de las fotografías aéreas y con un reconocimiento sobre el terreno se confecciona seguidamente un mapa “litológico” detallado de la región, cartografiando incluso las llamadas “formaciones superficiales”

(derrubios de ladera, conos de deyección, terrazas fluviales, etc.) que frecuentemente no están delimitados en los mapas geológicos y que tienen gran importancia en Edafología.

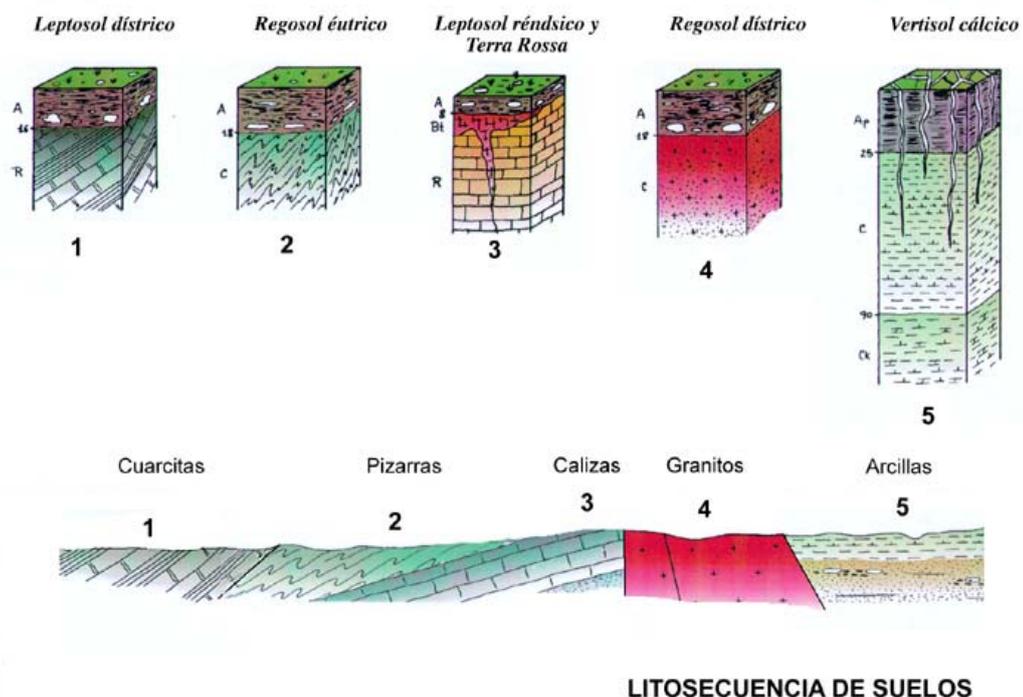
Este documento cartográfico que incluye la litología y las formaciones superficiales, es de la mayor importancia, por lo que se debe realizar con el mayor detalle posible, puesto que las líneas que delimitan las diferentes unidades litológicas o formaciones superficiales suelen ser líneas de separación entre diferentes unidades cartográficas de suelos.

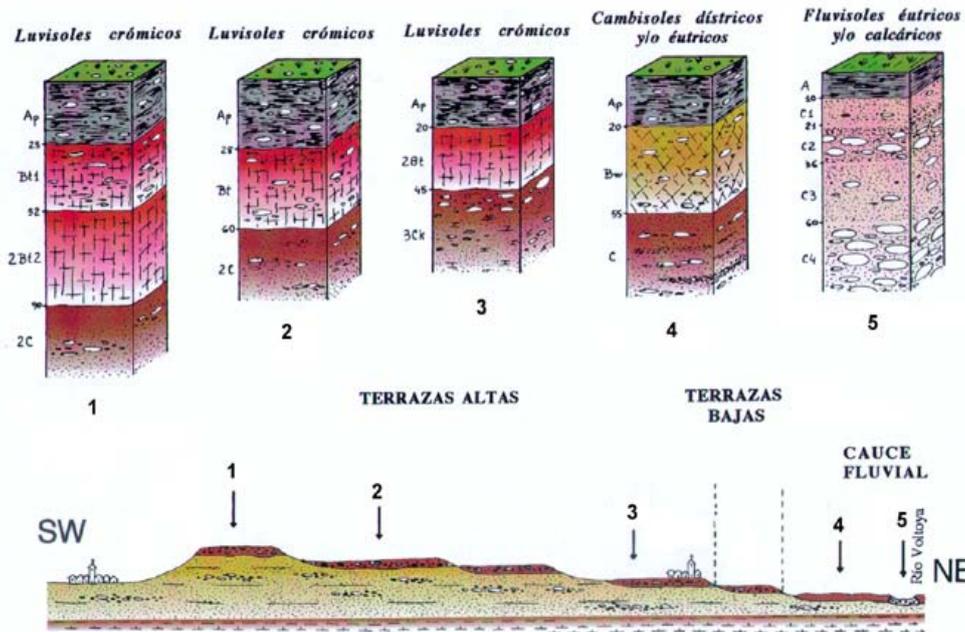
2ª Etapa: FOTOINTERPRETACIÓN Y DEFINICIÓN DE UNIDADES HOMOGÉNEAS DEL PAISAJE.-

La realización de una cartografía básica de suelos no puede ser una labor ciega, efectuada mediante la mera repetición de observaciones regulares a intervalos frecuentes. De ser así, las observaciones tendrían que ser extraordinariamente próximas, y por lo tanto muy numerosas, para conferir un grado aceptable de fiabilidad al mapa, lo cual exigiría un enorme presupuesto de tiempo y de dinero.

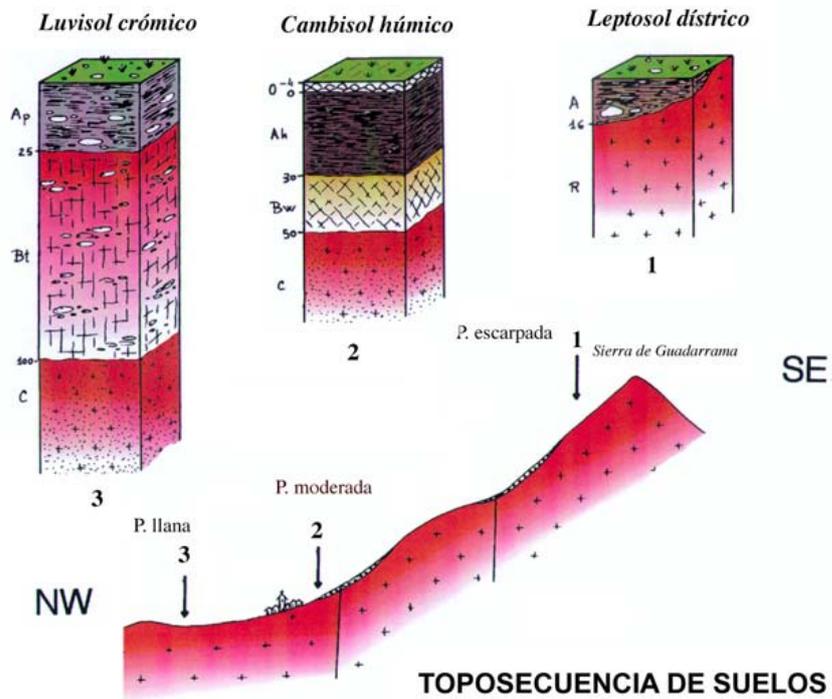
Teniendo en cuenta la litología, la geomorfología y la edad de las superficies, se procede mediante fotointerpretación a la separación de zonas homogéneas desde un punto de vista fisiográfico y litológico (UNIDADES GEO-EDAFICAS O FISIOGRAFICAS HOMOGENEAS).

Por fortuna, los límites de separación entre los diferentes suelos tienden a coincidir con los límites geográficos impuestos por cambios, a veces sutiles, de uno de los factores formadores o de una combinación de los mismos, por lo que nos hemos de esforzar en descubrir las relaciones que existen entre el suelo y el paisaje, con objeto de mejorar la precisión de las delineaciones, puesto que a cada unidad litológico-fisiográfica le suele corresponder una determinada unidad cartográfica de suelo.



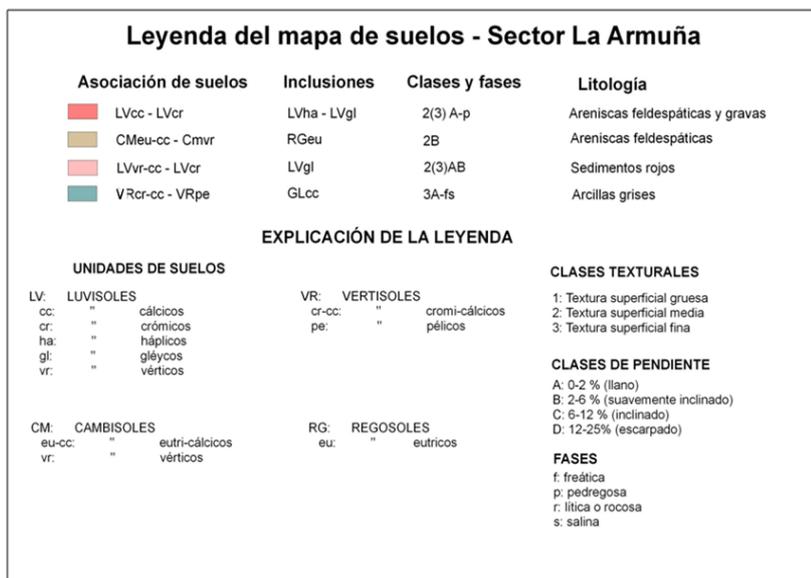
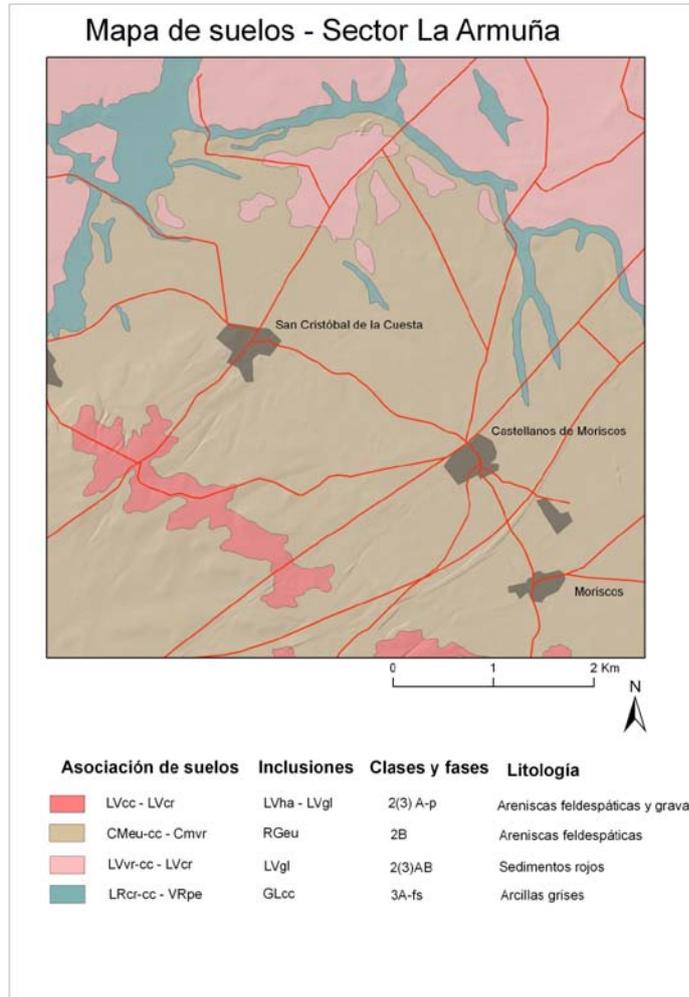


CRONOSECUENCIA DE SUELOS



TOPOSECUENCIA DE SUELOS

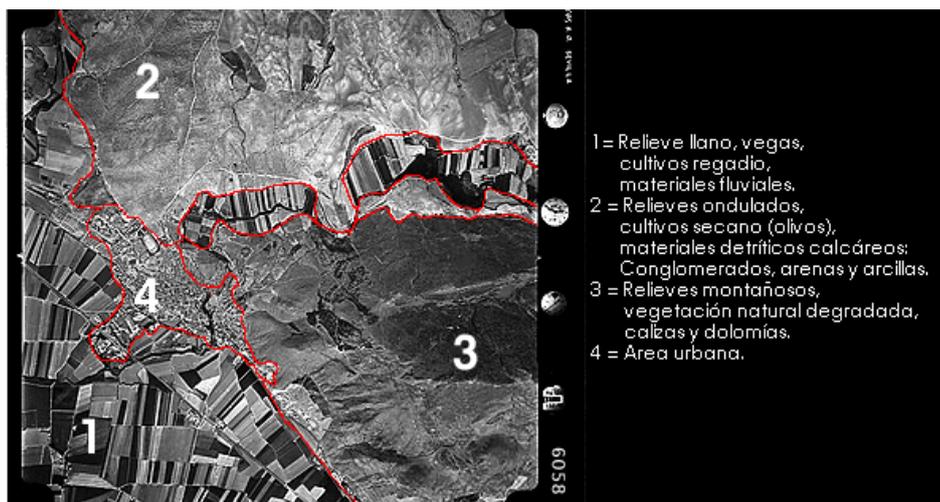
Para la definición definitiva de las unidades fisiográficas homogéneas del paisaje de una región, además de la fotointerpretación, se deben utilizar otras herramientas complementarias como son: las imágenes de satélite (Teledetección), el MDT (Modelo Digital del Terreno), el mapa de pendientes y una serie de capas temáticas significativas como la geología, mapa de ocupación del suelo.



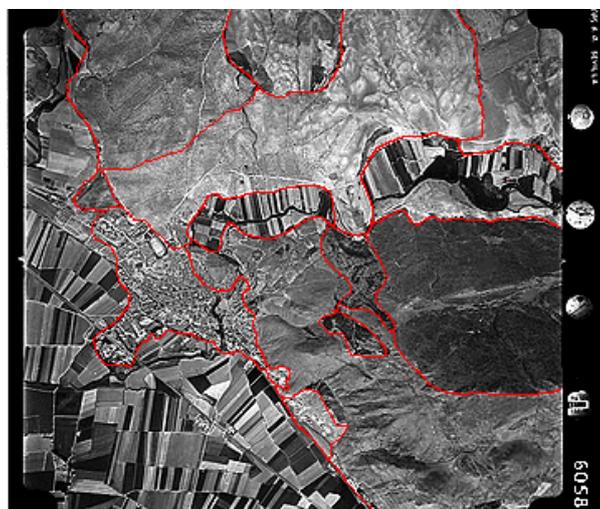
De las tres metodologías más conocidas de fotointerpretación de suelos ("análisis de patrones" de Frost (1960), "análisis de elementos" de Buhning (1960) y "análisis fisiográfico" de Gossem (1967)) se ha utilizado esta última para deducir a partir de los diferentes elementos de un paisaje cuales son los suelos que constituyen la unidad cartográfica. Creemos que debe insistirse en que a partir de la foto aérea no se separan unidades de suelos, sino unidades homogéneas de paisaje.

En un primer momento se trazan límites "temporales" sobre la fotografía, entre las diferentes unidades cartográficas de suelos, los cuales son comprobados sobre el terreno y, a veces, se hace necesario modificar en mayor o menor medida estos límites fotointerpretados después del estudio sobre el campo o se necesita a menudo borrar o modificar límites que parecen netos sobre el fotograma o, incluso, ajustar otros que no aparecen en ellos, hasta hacerlos "definitivos".

Delimitación de grandes unidades geo-edáficas

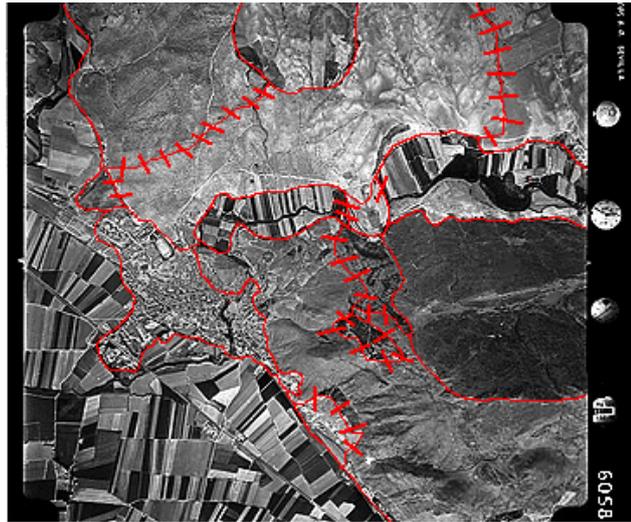


Dentro de cada unidad, es posible delimitar algunas subunidades



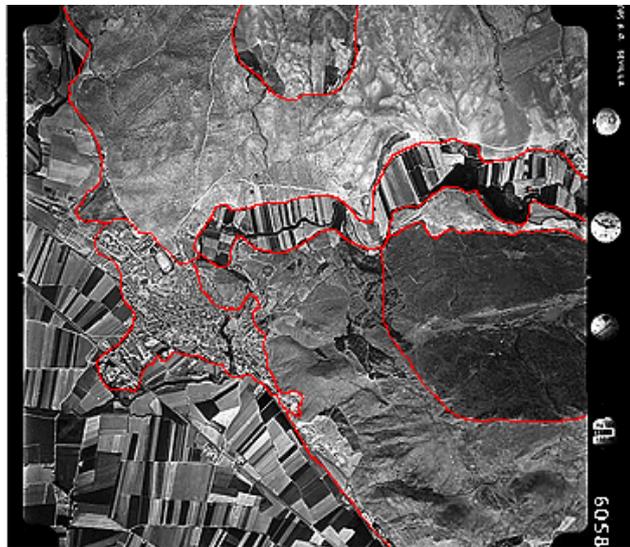
Delimitación de unidades vege-lito-fisiográficas
Primera aproximación

Reagrupamiento de varias subunidades, debido a la similitud de los suelos, durante el proceso de clasificación definitiva de los perfiles.



Reelaboración de la cartografía inicial

Sobre las fotos aéreas, se completan y precisan, definitivamente, los límites de las unidades cartográficas de suelos.



3ª Etapa: PROSPECCIÓN DE LOS SUELOS SOBRE EL TERRENO (CAMPAÑA DE CAMPO) Y ANÁLISIS DE MUESTRAS EN EL LABORATORIO.-

Una vez terminada la separación de las zonas homogéneas desde el punto de vista fisiográfico y litológico, se debe proceder, en cada una de ellas, a efectuar observaciones puntuales de campo, en los lugares previamente seleccionados por fotointerpretación. La realización de este "inventario morfológico de suelos" tiene como objeto determinar las unidades de suelos diferentes existentes en esa área.

Estas observaciones se realizan, generalmente, utilizando cortes naturales o taludes de carreteras y caminos, pero en las zonas de topografía llana fue necesario hacer numerosos sondeos con barrenas de los tipos Domhoff y Riverside.



Suelo muestreado con barrena: Cambisol eútrico

A partir de ahora ya se puede establecer, mediante fotointerpretación, la localización y densidad de las observaciones de suelos.

La densidad de las observaciones está dirigida por la escala del mapa (grado de precisión deseado) y por la complejidad de la litología (heterogeneidad de la zona).

En cada punto muestral se efectuará un registro de las principales características del suelo, siguiendo las normas establecidas en el "Soil Survey Manual" del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (1993).

Todas las descripciones de las citadas observaciones de suelos entrarán a formar parte de la Base de Datos y, además, se reunirán en un Anexo de la Memoria que acompaña a la cartografía, en forma de fichas estructuradas.

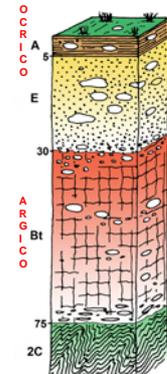
Para la realización de cada descripción de las Observaciones de suelos se suele utilizar una ficha de campo.

OBSERVACION Nº 73

CLASIFICACION: **Luvisol crómlco**
 PROVINCIA: Salamanca.
 FOTOGRAFIA AEREA: 4368, Rollo 57.
 PEDREGOSIDAD: Pedregoso.
 AFLORAMIENTOS ROCOSOS: Ninguno.
 MATERIAL SUBYACENTE: Gravas de cuarcitas -Glacis- (Cuaternario), sobre pizarras.
 SITUACION: Camino de Aldeatejada al Montalvo (2 km al oeste del pueblo).
 POSICION FIOGRAFICA:
 HOJA TOPOGRAFICA: 478.
 COORDENADAS UTM: 714340.
 ALTITUD: 860m.
 PENDIENTE: Inclinado.



DESCRIPCION:



A (0-5 cm)
 Pardo. Abundantes fragmentos rocosos, tamaños grava y piedra, de cuarcitas y pizarras. No calcáreo.

E (5-30 cm)
 Amarillento-rojizo (5 YR 6/6) en seco y entre rojo y rojo-amarillento (3,75 YR 4/8) en húmedo. Franco-arenoso. Estructura masiva. Abundantes fragmentos de roca, tamaños grava y piedra, de pizarra y de cuarcita. No calcáreo.

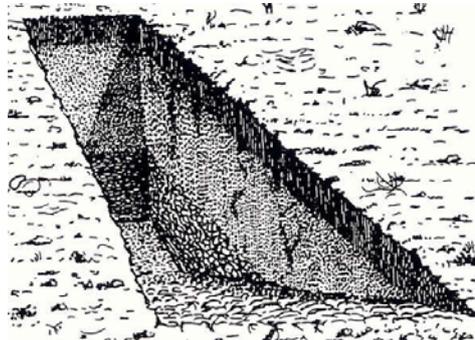
Bt (30-75 cm)
 Rojo (2,5 YR 4/8) en seco y en húmedo. Arcillo-arenoso. Estructura en bloques angulares y subangulares, débil. Frecuentes cutanes de iluviación, muy finos, rodeando a los fragmentos rocosos. Abundantes fragmentos de roca, de tamaño grava y piedra, de cuarcita y pizarra. No calcáreo.

2C (+75 cm)
 Pizarras grises alteradas.

NOT AS:
 En los 70 cm superiores del perfil predominan los fragmentos rocosos de cuarcita que, además, son los de mayor tamaño. Por el contrario, a los 70 cm de profundidad son más abundantes los fragmentos rocosos de pizarras, de tamaño grava.

Una vez establecidos los suelos dominantes de cada zona, se procederá a la excavación de los “perfiles “ de los suelos más representativos de cada una de las unidades fisiográficas homogéneas. Para muestrear los perfiles de suelos se excavan hoyos o calicatas de 1’5 a 2 m de profundidad, de 2 a 3 m de longitud y 0’75 a 1 m de anchura.

Los perfiles deben ser minuciosamente descritos y se realiza una toma de muestras, para su posterior estudio en el laboratorio.



PERFIL Nº 5

CLASIFICACION: **Cambisol dístrico**

PROVINCIA: Salamanca.

COORDENADAS UTM: 698351.

ALTITUD: 937 metros.

FORMA DEL TERRENO: Fuertemente ondulado (14 %).

AFLORAMIENTOS ROCOSOS: Extremadamente rocoso.

PEDREGOSIDAD: De muy pedregoso (3,3 %) a extremadamente pedregoso (23.3 %).

USOS DEL SUELO: Pastos.

VEGETACION: Encinar aclarado de Quercion brotero-suberis con elementos gramínoideos de Tuberarietalia guttatae. MATERIAL SUBYACENTE: Cuarcitas armoricanas (Ordovícico Inferior).

SITUACION: En el vértice geodésico de Los Montalvos.

POSICION FISIOGRAFICA

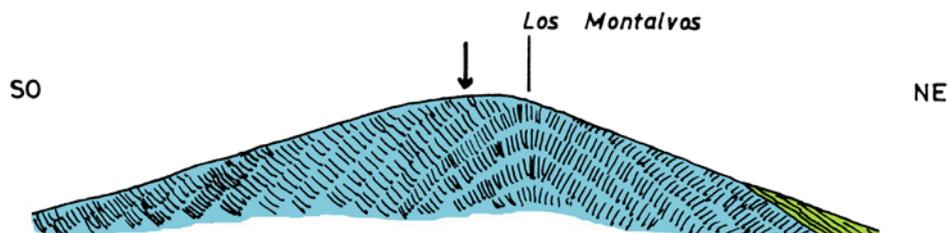
HOJA TOPOGRAFICA: 478.

FOTOGRAFIA AEREA: 4368.

PENDIENTE: Suavemente inclinado (3 %).

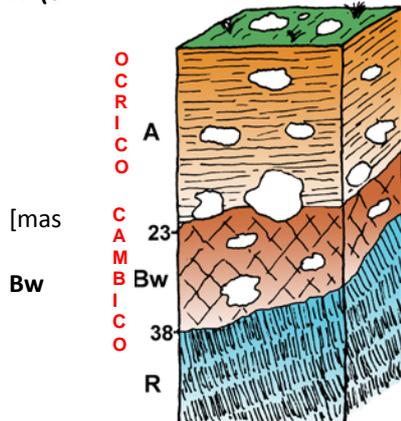
DRENAJE: Excesivamente drenado.

C. DE HUMEDAD: Seco todo el perfil.



DESCRIPCION:

A (0-



23 cm)

Pardo claro (7,5 YR 6/4) en seco y pardo fuerte (7,5 YR 4/6) en húmedo. Franco. Estructura migajosa, moderada, en los 3 cm superiores y en bloques subangulares, débil, en los restantes. No adherente, ligeramente plástico, muy friable y blando. Frecuentes fragmentos rocosos, de tamaños grava y piedra, de cuarcita, angulosos y no alterados. No calcáreo. Frecuentes raíces finas y muy pocas gruesas. Límite inferior neto y plano.

(23-38 cm)

Amarillo-rojizo (7,5 YR 6/6) en seco y pardo fuerte (7,5 YR 5/8) en húmedo. Franco. Estructura en bloques subangulares, débil. Ligeramente adherente, plástico, muy friable y blando. Frecuentes fragmentos rocosos de tamaños grava y piedra, de cuarcita, anguloso y no alterados. No calcáreo. Frecuentes raíces finas y muy pocas gruesas. Límite inferior brusco y plano.

finas; pocas gruesas. Límite inferior brusco y plano.

R (+ 38 cm)

Cuarcitas de colores claros, muy duras y compactas, sin alterar.

suelos. En la elaboración de la leyenda se señala, en cada asociación, por orden relativo a su extensión las diferentes unidades taxonómicas de suelos.

Para la realización de un mapa de suelos a escala 1:50.000 utilizando el sistema de clasificación WRB-FAO resulta conveniente que en la leyenda de cada unidad cartográfica queden reflejadas las unidades taxonómicas en su nivel más bajo (subunidades) y, además, reflejar las denominadas “clases y fases” (este nivel debe servir como un análogo del nivel de “familias” de la clasificación norteamericana de suelos).

Una vez elaborada la leyenda del mapa se resume toda la información obtenida y se realiza la correspondiente memoria, donde se describen las características generales de la zona y los factores formadores de los suelos. De los perfiles representativos se describen sus características morfológicas, físicas y químicas, los lugares y condiciones bajo los que se presentan, etc.

En la memoria explicativa que debe acompañar a todo mapa de suelos, es conveniente incluir unos esquemas gráficos en los que se incluyan cortes geológicos o “bloques diagrama” con los perfiles de suelos más representativos de cada unidad, con el fin de indicar gráficamente y de una forma clara las relaciones existentes entre los suelos, el paisaje y la litología.

El almacenamiento, tratamiento y gestión de los numerosos datos que se recogen durante la realización de una cartografía de suelos, lleva necesariamente al desarrollo e implementación de Bases de Datos o Sistemas de Información de Suelos computerizados.

La Base de Datos, asociada al Mapa de Suelos, estará formada por los Puntos de Información de Suelos (PINS) constituidos tanto por los perfiles más representativos de estas unidades, con los correspondientes datos por horizontes presentes en los mismos, como por los puntos muestreados en las observaciones de suelos.





Leptosol dístico (Areniscas silíceas)



Fluvisol dístico



Arenosol háplico



Leptosol eútrico



Clase II (Cultivos de regadío)



Clase III (Cultivos de secano)



Clase V (Pastizales húmedos)



Clase VI (Pastizales secos)



Clase VIII (Afloramiento rocoso de pizarras)

Preguntas tipo test relacionadas con los SUELOS.-

1.-Un mapa de suelos en el que se han definido varias unidades cartográficas atendiendo a la textura superficial del suelo, se denomina: a) Mapa interpretativo, b) Mapa básico, c) Mapa exploratorio, **d) Mapa de propiedades**, e) Mapa temático.

2.- Un mapa de suelos con una leyenda en la que se han definido varias unidades cartográficas atendiendo a las limitaciones para la construcción de un aeropuerto, se denomina: **a/ mapa interpretativo**, b/ mapa de propiedades, c/ mapa básico, d/ mapa detallado, e/ mapa de reconocimiento.

3.- Un mapa de suelos en el que se han definido varias clases de unidades cartográficas atendiendo a la profundidad del solum, se denomina: a) Mapa interpretativo, b) Mapa básico, c) Mapa exploratorio, **d) Mapa de propiedades**, e) Mapa temático.

4.- Un mapa de suelos en el que se utilizan como unidades cartográficas las unidades taxonómicas de una clasificación científica y, además se tiene en cuenta la génesis y las propiedades más importantes de los suelos, se denomina: a) Mapa aplicado, b) Mapa interpretativo, **c) Mapa básico**, d) Mapa temático, e) Mapa de propiedades.

5.- Mediante el proceso de evaluación de la calidad agrícola de las tierras, a través de la Clasificación de la Capacidad Agrológica de los suelos (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos), los suelos que presentan limitaciones importantes para el laboreo y cuya mejor aptitud es para pastos o explotación forestal, se deben encuadrar dentro de las clases agrológicas: a)Clases I,II y III b)Clases III y IV c)Clases IV y V **d)Clases V, VI y VII** e)Clases VII y VIII

6.- Sabiendo que los suelos más apropiados de la Cuenca del Duero para un uso agrícola intensivo (Clase agrológica II) están situados en una zona llana, tienen gran espesor, están bien drenados, tienen buena capacidad de retención de agua, están provistos de nutrientes, etc. De la siguiente relación de suelos ¿Cual crees que puede pertenecer a esta clase acrológica?: a)Regosol calcárico, sobre margas con yesos b)Arenosol álbico, sobre arenas eólicas **c)Cambisol éutrico, sobre depósitos de la llanura de inundación del río Duero** d)Regosol éutrico, sobre pizarras e)Alisol háplico, sobre gravas y arenas

7.- Sabiendo que los suelos situados en una zona escarpada, con un espesor del orden de pocos centímetros, con elevada pedregosidad, con abundantes fragmentos rocosos en el perfil, con una capacidad de retención de agua baja, no son apropiados para el cultivo y las limitaciones que poseen restringen su uso para una explotación forestal (Clase agrológica VII). De la siguiente relación de suelos ¿Cual crece que puede pertenecer a esta clase?: a)Luvisol cálcico, sobre areniscas **b)Leptosol lítico-úmbrico, sobre granitos** c)Cambisol cálcico, sobre arcillas d)Luvisol crómico, sobre arcillitas e)Cambisol éutrico, sobre arenisca feldespática

8.- La evaluación de suelos mediante el método de las clases agrológicas pretende clasificar el territorio en: 1=Suelos con aptitud para un laboreo continuado u ocasional. 2=Suelos con aptitud para pastos. 4=Suelos con aptitud para el riego. 8=Suelos con aptitud para una explotación forestal.
SOLUCION: a)3 b)6 c)7 **d)11** e)15

9.- Mediante el proceso de evaluación de la calidad agrícola de las tierras, a través de la Clasificación de la Capacidad Agrológica de los suelos (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos), los suelos que presentan limitaciones importantes para el laboreo permanente, debido a que se trata de suelos someros, con posibilidades de que se produzca una intensa erosión, con baja fertilidad, se deben encuadrar dentro de la clase agrológica: a)Clase III, **b)Clase IV**, c)Clase V, d)Clase VI, e)Clase VII.

10.- Las principales diferencias entre una fotografía aérea y una imagen de satélite, son las siguientes: 1= La fotografía aérea tiene menor poder resolutivo y definición 2= Las imágenes de satélite tienen carácter temporal (se pueden obtener de varias épocas del año) 4= Las fotografías aéreas tienen información digital 8= Las imágenes de satélite recogen áreas de mayor amplitud (180 x 180 km).
SOLUCION: a)3 b)5 c)6 **d)10** e)11

VEGETACION

Es importante hacer notar que hablar de la vegetación no es lo mismo que hablar de la *flora*. Son dos conceptos que conviene definir, porque a menudo su utilización por los no especialistas es equívoca.

- *Flora* es el conjunto de las especies y variedades de plantas de un territorio dado.

- *Vegetación* es el conjunto que resulta de la disposición en el espacio de los diferentes tipos de vegetales presentes en una porción cualquiera del territorio geográfico.

De una forma simple se puede decir que el estudio de la flora se refiere a la lista de las especies presentes sin incluir ninguna otra información sobre ellas, fuera de la taxonómica, geográfica y de su uso e interés cultural. Por su parte, el estudio de la vegetación se refiere al estudio de las *comunidades vegetales*: a las relaciones de unas especies con otras y de todas ellas con el medio.

ESTUDIO DE LA FLORA

En el estudio de la flora, el taxónomo clasifica las diferentes especies según caracteres morfológicos o genéticos. Al estudiar y anotar todas las especies diferentes presentes en una zona se obtiene la composición florística de dicha zona. La *composición florística* o *cortejo florístico*, expresión esta última que a menudo se utiliza en los trabajos fitosociológicos, permite juzgar acerca de la riqueza florística de un lugar y compararlo, en estos términos, con otros.

A partir del análisis florístico se llega también a la localización concreta de taxones raros o endémicos, o de especies en vías de desaparición, y a conocer el área de distribución de las diferentes especies. El análisis de las áreas de distribución no interesa solamente a botánicos: la opinión pública, sensibilizada con los problemas de la conservación y de la protección de la Naturaleza, presta creciente atención a este punto.

ESTUDIO DE LA VEGETACION

En el estudio de la vegetación, es decir, en el estudio de las comunidades vegetales, el fitosociólogo se ha de fijar en la composición florística, en su estructura y en su distribución y disposición espacial.

La descripción de la vegetación, entendida en este sentido, puede hacerse de forma muy simple delimitando los conjuntos estructurales que la caracterizan. Para el ecólogo, esta etapa sólo constituye una fase preliminar del estudio de la vegetación, pero para los no especialistas, planificadores, urbanistas, arquitectos y paisajistas, puede ser suficiente esta clasificación preliminar para sus estudios del medio físico.

Los conjuntos estructurales se pueden distribuir horizontalmente en *elementos de la vegetación* o bien verticalmente en *estratos de vegetación* (expresión que designa los niveles sucesivos de altura en que se encuentran las masas vegetales).

No siempre será necesario anotar todas las especies presentes en dichos conjuntos, pues en la mayoría de los casos será suficiente enumerar las especies más frecuentes, es decir, aquellas que se repitan más a menudo en el paisaje considerado; por ejemplo, en algunos estudios puede interesar sólo la caracterización de las principales relaciones entre la vegetación y el medio, y para atender a este objetivo basta inventariar solamente las especies cuya participación sea más importante, por su biomasa, por ejemplo, en la organización, el funcionamiento y el desarrollo del ecosistema.

ENFOQUES GENERALES

En suma, de manera amplia pueden adoptarse tres enfoques básicos en el estudio de la cubierta vegetal, con el fin de integrarlo en los estudios del medio físico:

- *Enfoque botánico*: es el estudio de la flora. Su valor en el estudio del medio se deriva, por una parte, de la necesidad de contar con este tipo de información cuando se habla de conservación, y, por otra parte, de las relaciones probadas entre ciertas especies y algunas características del medio. Las especies que sólo pueden vivir en lugares que reúnen ciertas cualidades ambientales se convierten en *especies indicadoras* de tales características.

- *Enfoque ecológico*: clasifica la vegetación en grupos o comunidades que tienen en común un mismo hábitat. Se ponen de manifiesto así las relaciones de unas especies con otras y con el medio (por ejemplo, *xerófitas*, plantas que toleran la sequedad del medio).

- *Enfoque estructural o fisionómico*: clasificación basada en la apariencia externa de las plantas y comunidades (por ejemplo, bosque cerrado, pradera). No hace referencia al medio, pero puede relacionarse con él. Los datos necesarios para esta clasificación son más fácilmente cuantificables que los de los enfoques anteriores. Su mayor aplicación deriva "del hecho de su posible utilización no sólo por los especialistas en Botánica, sino también por personas menos cualificadas en este campo.

Estratificación vertical

El examen de un bosque de la zona templada revela una estratificación que se compone de siete niveles:

1. Estrato arbóreo.
2. Estrato arbustivo.
3. Estrato subarbustivo.
4. Estrato herbáceo.
5. Estrato muscinal.
6. Estrato escandente (de lianas).
7. Estrato epifítico.

Esta estructura, una de las más complejas, es constante para casi todos los tipos de bosque o zonas arboladas.

Estratificación horizontal

Es la distribución horizontal de las poblaciones de especies que, de modo general, depende de la morfología del tipo de vegetación existente.

Cuando los diferentes individuos tienen contacto unos con otros se dice de este tipo de vegetación que es una *vegetación cerrada*. Cuando existe espacio entre los individuos, la vegetación se denomina *vegetación abierta*. En el caso de que haya gran cantidad de terreno sin vegetación entre los individuos de la comunidad, se habla de *vegetación dispersa*.

Clasificación de las formaciones ecológico-estructurales de la UNESCO

Esta clasificación ha sido preparada por el Comité Permanente de la UNESCO para Clasificación y Cartografía de la Vegetación con Base Mundial. Fue publicada por este mismo Comité en 1969 y 1973.

Su objetivo fue cartografiar la vegetación mundial a escala 1: 1.000.000, mediante unidades que indicaran hábitats o conjuntos de condiciones ambientales homogéneas en diferentes partes del mundo. Las unidades se definen fisionómicamente, no florísticamente, incluyendo, en algunos casos, términos que hacen referencia al clima, al suelo o a las formas del terreno.

En la clasificación se diferencian seis rangos de unidades, siendo el primero de ellos el más amplio, y llegando hasta el sexto por divisiones sucesivas:

- Primer rango: I, II, etc. = Clases de formaciones.
- Segundo rango: A, B, etc. = Subclases de formaciones.
- Tercer rango: 1, 2, etc. = Grupos de formaciones .
- Cuarto rango: a, b, etc. = Formaciones.
- Quinto rango: (1), (2), etc. = Subformaciones.
- Sexto rango: (a), (b), etc. = Otras subdivisiones.

La descripción resumida de la clasificación es la siguiente:

I. BOSQUE DENSO

Formado por árboles de más de 5 metros de altura, con tangencia de copas.

I.A. BOSQUE PRINCIPALMENTE PERENNIFOLIO.

I.A.1. Bosque ombrófilo tropical.

I.A.1a. Bosque ombrófilo tropical en altitudes bajas.

I.A.1b. Bosque ombrófilo tropical submontano.

- I.A.1c. Bosque ombrófilo tropical montano.
 - I.A.1c (1). En su mayoría, especies latifoliadas.
 - I.A.1c (2). Aciculifoliadas.
 - I.A.1c (3). Microfoliadas.
 - I.A.1c (4). Bambúes, rico en gramínoideas arborescentes.
 - I.A.1d. Bosque ombrófilo tropical subalpino (esta formación está aún sin definir por completo).
 - I.A.1e. Bosque ombrófilo tropical de niebla.
 - I.A.1e (1). En su mayoría, especies latifoliadas.
 - I.A.1e (2). Aciculifoliadas.
 - I.A.1e (3). Microfoliadas.
 - I.A.1f. Bosque ombrófilo tropical aluvial.
 - I.A.1f (1). Ripícolas o de galería (en bancos bajos, frecuentemente inundados, de los cursos de agua).
 - I.A.1f (2). Ocasionalmente inundado sobre terrazas relativamente secas.
 - I.A.1f (3). Estacionalmente anegados (a lo largo de cursos en los cuales el agua se acumula en grandes áreas planas durante varios meses).
 - I.A.1g. Bosque ombrófilo tropical pantanoso. (No a lo largo de los cursos de agua, sino en hábitats más húmedos edáficamente, que pueden ser de aguas dulces o salobres).
 - I.A.1g (1). Especies latifoliadas en su mayoría dicotiledóneas.
 - I.A.1g (2). Dominados por palmeras, pero con árboles latifoliados en el sotobosque.
 - I.A.1h. Bosque perennifolio tropical turboso. (Con depósitos orgánicos en superficie).
- I.A.2. Bosque perennifolio estacional tropical y subtropical.
 - I.A.2a. Bosque perennifolio estacional tropical (o subtropical) en altitudes bajas.
 - I.A.2b. Bosque perennifolio estacional tropical (o subtropical) submontano.
 - I.A.2b (1). Latifoliadas.
 - I.A.2b (2). Aciculifoliadas.
 - I.A.2c. Bosque perennifolio estacional tropical (o subtropical) montano.
 - I.A.2d. Bosque perennifolio seco tropical (o subtropical) subalpino.
 - I.A.3. Bosque semicaducifolio tropical y subtropical.
 - I.A.3a. Bosque semicaducifolio tropical o subtropical en altitudes bajas.
 - I.A.3b. Bosque semicaducifolio tropical (o subtropical) montano o de niebla.
 - I.A.4. Bosque ombrófilo subtropical.

(Las subdivisiones se ajustan, más o menos, a las del bosque ombrófilo tropical, I.A.1a. hasta h.)
 - I.A.5. Bosque de manglares.
 - I.A.6. Bosque perennifolio ombrófilo templado y subpolar.
 - I.A.6a. Bosque perennifolio ombrófilo templado latifoliado.
 - I.A.6a (1). Especies latifoliadas principalmente.
 - I.A.6a (2). Con árboles aciculifoliados entremezclados.
 - I.A.6a (3). Principalmente, aciculifoliados o escuamifoliados.
 - I.A.6b. Bosque perennifolio ombrófilo templado aluvial.
 - I.A.6c. Bosque perennifolio ombrófilo templado pantanoso.
 - I.A.6c (1). Aciculifoliadas o escuamifoliadas.
 - I.A.6c (2). Latifoliadas.
 - I.A.6d. Bosque perennifolio ombrófilo subpolar.
 - I.A.7. Bosque perennifolio estacional templado latifoliado (con lluvias en verano).

(Las subdivisiones son similares a las de los bosques tropicales y subtropicales, I.A.2a hasta d.)
 - I.A.8. Bosque perennifolio latifoliado esclerófilo con lluvias en invierno.
 - I.A.8a. Bosque perennifolio latifoliado esclerófilo con lluvias en invierno en altitudes bajas (incluyendo el bosque submontano).
 - I.A.8b. Como I.A.8., pero con árboles de menos de 50 metros de altura.
 - I.A.8c. Bosque perennifolio latifoliado esclerófilo con lluvias de invierno en zonas aluviales y pantanosas.
 - I.A.9. Bosque perennifolio tropical y subtropical de coníferas.
 - I.A.9a. Bosque perennifolio tropical de coníferas, submontanos y de altitudes bajas.
 - I.A.9b. Bosque perennifolio tropical y subtropical montano y subalpino.
 - I.A.10. Bosque perennifolio templado y subpolar de coníferas.
 - I.A.10a. Bosque perennifolio de coníferas gigantes. Dominado por árboles de más de 50 metros de altura.
 - I.A.10b. Bosque perennifolio de coníferas con copas redondeadas.
 - I.A.10b (1). Con estratos intermedios perennifolios esclerófilos (mediterráneos). I.A.10b (2). Sin estratos-intermedios perennifolios esclerófilos.
 - I.A.10c. Bosque perennifolio de coníferas con copas cónicas.
 - I.A.10d. Bosque perennifolio de coníferas (no gigantes) con copas cilíndricas (boreal).

I.B. BOSQUE PRINCIPALMENTE CADUCIFOLIO.

- I.B.1. Bosque caducifolio por la sequía (tropical y subtropical).
 - I.B.1a. Bosque caducifolio por sequía, de altitudes bajas (y submontano).
 - I.B.1b. Bosque caducifolio por sequía, montano (y de niebla).
- I.B.2. Bosque caducifolio por el frío con árboles (o arbustos) perennifolios entremezclados.
 - I.B.2a. Bosque caducifolio por el frío con árboles 'trepadoras latifoliados perennifolios.
 - I.B.2b. Bosque caducifolio por el frío con árboles aciculifoliados perennifolios.
- I.B.3. Bosque caducifolio por el frío sin árboles perennifolios.
 - I.B.3a. Bosque templado caducifolio por el frío, submontano y de altitudes bajas.
 - I.B.3b. Bosque caducifolio por el frío, montano o boreal (incluyen bosques de altitudes bajas o submontanos en situaciones topográficas con alta humedad atmosférica).
 - I.B.3b (1). Principalmente, latifoliados caducifolios.
 - I.B.3b (2). Principalmente, aciculifoliados caducifolios.
 - I.B.3b (3). Latifoliados y aciculifoliados mezclados.
 - I.B.3c. Bosque caducifolio por el frío, subalpino o polar. A menudo cambian hacia bosques claros (véase clase 11).
 - I.B.3c (1). Con soto bosque, principalmente de hemicriptófitas.
 - I.B.3c (2). Con sotobosque, principalmente de caméfitas. Su identidad puede confundirse con bosques entremezclados de coníferas.
 - I.B.3d. Bosque caducifolio por el frío, aluvial.
 - I.B.3d (1). Inundado ocasionalmente, fisionómicamente similar a la formación I.B.3a.
 - I.B.3d (2). Periódicamente inundados.
 - I.B.3e. Bosque caducifolio por el frío, pantanoso o turboso.
 - I.B.3e (1). (Subdivisiones semejantes a las de I.B.3b.)
 - I.B.3e (2).
 - I.B.3e (3).

I.C. BOSQUES EXTREMADAMENTE XEROMORFICOS.

- I.C.1. Bosque extremadamente xeromórfico dominado por esclerófilas.
- I.C.2. Bosque espinoso.
 - I.C.2a. Bosque espinoso caducifolio-perennifolio (mixto).
 - I.C.2b. Bosque espinoso enteramente caducifolio.
- I.C.3. Bosque principalmente de suculentas.

II. BOSQUE CLARO (Comunidad de árboles abierta)

Formado por árboles de por lo menos 5 metros de altura, la mayoría de las copas no se tocan entre ellas, pero cubren por lo menos el 40 por 100 de la superficie.

II.A. BOSQUE CLARO, PRINCIPALMENTE PERENNIFOLIO.

- II.A.1. Bosque claro perennifolio latifoliado.
- II.A.2. Bosque claro perennifolio aciculifoliado.
 - II.A.2a. Bosque claro perennifolio aciculifoliado (de coníferas) con copas redondeadas.
 - II.A.2a (1). Con estratos intermedios esclerófilos, perennifolios.
 - II.A.2a (2). Sin estratos intermedios esclerófilos, perennifolios.
 - II.A.2b. Bosque claro perennifolio aciculifoliado dominando las copas cilíndricas, generalmente subalpino.
 - II.A.2c. Bosque claro perennifolio de coníferas con copas cilindro-cónicas muy estrechas.

II.B. BOSQUE CLARO, PRINCIPALMENTE CADUCIFOLIO (Véase I. B.).

- II.B.1. Bosque claro caducifolio por la sequía.
 - II.B.1a. (Subdivisiones más o menos semejantes a las de los bosques densos, I.B.1.).
 - II.B.1b.
- II.B.2. Bosque claro caducifolio por el frío, con árboles perennifolios.
 - II.B.2a. (Subdivisiones semejantes a las de I.B.2.)
 - II.B.2b.
- II.B.3. Bosque claro caducifolio por el frío, sin árboles perennifolios. (Véase I.B.3.)
 - II.B.3a. Bosque claro latifoliado caducifolio.
 - II.B.3b. Bosque claro aciculifoliado caducifolio.
 - II.B.3c. Bosque claro mixto caducifolio (latifoliado y aciculifoliado).

II.C. BOSQUE CLARO EXTREMADAMENTE XEROMORFICO.

- II.C.1. (Subdivisiones como en I.C.)
- II.C.2.
 - II.C.2a.
 - II.C.2b.
 - II.C.3.

III. MATORRAL (Matorral denso o claro)

Principalmente constituido por fanerófitas leñosas encespedantes de 0,5 a 5 m de altura. Cada una de las siguientes subdivisiones puede ser aplicada a:

Matorral claro. Los arbustos no se tocan entre sí; frecuentemente, con un estrato graminoide.

Matorral denso. Arbustos individuales entrelazados.

III.A. MATORRAL PRINCIPALMENTE PERENNIFOLIO.

111.A.1. Matorral claro latifoliado perennifolio (o matorral denso).

111.A.1a. Matorral bajo de bambú denso (o menos frecuentemente, matorral claro).

111.A.1b. Matorral claro con árboles estipitados perennifolios (o matorral denso).

111.A.1c. Matorral claro perennifolio latifoliado esclerófilo (o matorral claro).

111.A.1d. Matorral claro perennifolio latifoliado esclerófilo (o matorral denso).

111.A.1e. Matorral denso latifoliado sufruticoso (o matorral claro).

111.A.2. Matorral claro.

111.A.2a. Matorral denso perennifolio aciculifoliado (o matorral claro).

111.A.2b. Matorral claro perennifolio (o matorral denso).

III.B. MATORRAL PRINCIPALMENTE CADUCIFOLIO.

111.B.1. Matorral caducifolio por la sequía, con plantas leñosas perennifolias entremezcladas.

111.B.2. Matorral caducifolio por-ra sequía, sin plantas leñosas perennifolias entremezcladas.

111.B.3. Matorral caducifolio por el frío.

111.B.3a. Matorral denso caducifolio templado (o matorral claro).

111.B.3b. Matorral denso subalpino o subpolar caducifolio (o matorral claro).

111.B.3b (1). Principalmente con sotobosque de hemicriptófitas, más frecuentemente latifoliadas herbáceas.

111.B.3b (2). Principalmente con sotobosque de caméfitos, más frecuentemente arbustos enanos y líquenes fruticosos.

111.B.3c. Matorral claro caducifolio aluvial (o matorral denso).

111.B.3c (1). Con hojas lanceoladas.

111.B.3c (2). Micrófilos.

111.B.3d. Matorral claro caducifolio turboso (o matorral denso).

III.C. MATORRAL CLARO EXTREMADAMENTE XEROMORFICO(SUBDESIERTO).

III.C.1. Matorral claro subdesértico, principalmente perennifolio.

111.C.1a. Matorral claro perennifolio subdesértico.

111.C.1a (1). Latifoliados dominados por nanofanerófitas esclerófilas, incluyendo algunos arbustos con filocladios.

111.C.1a (2). Micrófilos o áfilos, pero con tallos verdes.

111.C.1a (3). Dominado por plantas suculentas con hojas y tallos diversamente ramificados.

111.C.1b. Matorral claro subdesértico semi-caducifolio.

111.C.1b (1). Facultativamente caducifolios.

111.C.1b (2). Mixtos caducifolios y perennifolios, es transición hacia 111.C.2.

111.C.2. Matorrales claros subdesérticos caducifolios.

111.C.2a. Matorral claro subdesértico caducifolio sin suculentas.

111.C.2b. Matorral claro subdesértico caducifolio con suculentas.

IV. MATORRAL ENANO Y COMUNIDADES ANALOGAS

Rara vez sobrepasan los 50 cm de altura. Según el grado de cobertura de los arbustos enanos se pueden distinguir:

Matorral enano denso: ramas entrelazadas.

Matorral enano claro: arbustos enanos más o menos aislados o en grupos.

Formaciones criptogámicas con arbustos enanos: la superficie del suelo está densamente cubierta de musgos o líquenes (talo-caméfitas); se presentan arbustos enanos individualmente o en grupos pequeños; en el caso de ciénagas pueden incluirse comunidades gramínoideas dominantes.

IV.A. MATORRAL ENANO, PRINCIPALMENTE PERENNIFOLIO.

IV.A.1. Matorral enano denso perennifolio.

IV.A.1a. Matorral denso enano perennifolio encespedante.

IV.A.1b. Matorral enano denso perennifolio reptante o enmarañado.

IV.A.2. Matorral claro enano perennifolio.

IV.A.2a. Matorral claro de arbustos almohadillados perennifolios.

IV.A.3. Matorral de arbustos enanos perennifolios y herbáceas.

IV.A.3a. Matorral de arbustos enanos perennifolios y formación mixta de herbáceas.

IV.A.3b. Matorral de arbustos enanos parcialmente perennifolios y formación mixta de herbáceas.

IV.B. MATORRAL ENANO, PRINCIPALMENTE CADUCIFOLIO.

IV.B.1. Matorral enano denso o matorral enano claro caducifolio ocasionalmente por la sequía.

- IV.B.2. Matorral enano denso o matorral enano claro obligatoriamente caducifolio por la sequía.
 - IV.B.2a. Matorral enano denso encespedante caducifolio por la sequía.
 - IV.B.2b. Matorral enano denso caducifolio por la sequía, reptante o enmarañado.
 - IV.B.2c. Matorral enano claro caducifolio por la sequía con arbustos almohadillados.
 - IV.B.2d. Matorral enano claro caducifolio por la sequía en mosaico (mixto).
- IV.B.3. Matorral enano denso o matorral enano claro caducifolio por el frío. (Subdivisiones similares a IV.B.2; son posibles transiciones hacia IV.D. y IV.E.)

IV.C. MATORRAL ENANO CLARO EXTREMADAMENTE XEROMORFICO. (Subdivisiones semejantes a III.C.)

IV.D. TUNDRAS DE ARBUSTOS ENANOS, LIQUENES Y MUSGOS.

- IV.D.1. Tundra, principalmente de briófitas.
 - IV.D.1a. Tundra de musgos y arbustos enanos encespedantes.
 - IV.D.1b. Tundra de musgos y arbustos enanos reptantes o enmarañados.
- IV.D.2. Tundra, principalmente de líquenes.

IV.E. FORMACION DE TURBERAS DE MUSGOS CON ARBUSTOS ENANOS.

- IV.E.1. Turberas elevadas.
 - IV.E.1a. Turberas elevadas (suboceánicas, de altitudes bajas y submontanas).
 - IV.E.1b. Turberas elevadas montanas (o subalpinas).
 - IV.E.1c. Turberas de bosque claro subcontinental.
- IV.E.2. Turberas no elevadas.
 - IV.E.2a. Turberas tapizantes oceánicas, de altitudes bajas, submontanas o montanas.
 - IV.E.2b. Turberas almohadilladas.

V. VEGETACION HERBACEA

V.A. VEGETACION GRAMINOIDE ALTA.

- V.A.1. Vegetación graminoide alta con una sinusia arbórea que cubre del 10 al 40 por 100.
 - V.A.1a. Sinusia leñosa perennifolia latifoliada.
 - V.A.1b. Sinusia leñosa semiperennifolia latifoliada.
 - V.A.1c. Sinusia leñosa latifoliada caducifolia.
 - V.A.1c (1). Similar a la anterior, pero inundada estacionalmente.
- V.A.2. Vegetación graminoide alta con una sinusia leñosa que cubre más del 40 por 100, con o sin arbustos. (Subdivisiones como en V.A.1.)
 - V.A.2d. Formación graminoide alta, tropical o subtropical con árboles o arbustos que crecen en haces sobre las termiteras.
- V.A.3. Vegetación graminoide alta con una sinusia de arbustos. (Subdivisiones como en V.A.2.)
- V.A.4. Vegetación graminoide alta con una sinusia leñosa compuesta principalmente de plantas empenachadas (por lo general, palmeras).
 - V.A.4a. Formación graminoide tropical con palmeras.
 - V.A.4a (1). Similares a las anteriores, estacionalmente inundadas.
- V.A.5. Vegetación graminoide alta, prácticamente sin sinusia leñosa.
 - V.A.5a. Formación graminoide tropical.
 - V.A.5a (1). Similares a las anteriores, estacionalmente inundadas.
 - V.A.5a (2). Similares a las anteriores, húmedas o inundadas la mayor parte del año.

V.B. VEGETACION GRAMINOIDE DE ALTURA INTERMEDIA.

(Divisiones y subdivisiones como V.A.1. a V.A.3d.)

- V.B.3e. Sinusia leñosa compuesta principalmente de arbustos espinosos caducifolios.
- V.B.4. Vegetación graminoide de altura intermedia con una sinusia abierta de plantas empenachadas, por lo general, palmeras.
 - V.B.4a. Formación graminoide subtropical de altura intermedia con grupos claros de palmeras.
 - V.B.4a (1). Similares a las anteriores, estacionalmente inundadas.
- V.B.5. Vegetación graminoide de altura intermedia, prácticamente sin sinusia leñosa.
 - V.B.5a. Formación graminoide de altura intermedia, compuesta principalmente de gramíneas encespedantes.
 - V.B.5a (1). Húmeda o inundada la mayor parte del año (por ejemplo, las formaciones pantanosas de *Thypha*).
 - V.B.5a (2). Sobre suelo arenoso o dunas.
 - V.B.5b. Formación herbácea de altura intermedia, compuesta principalmente de gramíneas dispuestas en macollas.

V.C. VEGETACION GRAMINOIDE BAJA.

(Divisiones y subdivisiones como V.B.1. a V.B.4.)

- V.C.5a. Comunidades alpinas tropicales abiertas de gramíneas dispuestas en macollas con una sinusia leñosa de matas.
- V.C.5b. Similares a V.C.5a., pero muy claras y sin plantas leñosas.

- V.C.5c. Vegetación alpina tropical o subtropical de gramíneas.
 - V.C.5c (1). Con numerosas formas suculentas.
- V.C.5d. Vegetación de gramíneas en haces de cobertura variable con matas enanas.
- V.C.6. Vegetación graminoide baja sin sinusia leñosa.
 - V.C.6a. Comunidades de gramíneas bajas.
 - V.C.6b. Comunidades de gramíneas dispuestas en macollas.
- V.C.7. Vegetación graminoide mesofítica intermedia o baja (prado).
 - V.C.7a. Comunidad graminoide encespedante. .
 - V.C.7b. Prado alpino y subalpino de las latitudes superiores.
 - V.C.7b (1). Rica en forbias.
 - V.C.7b (2). Rica en matas enanas.
 - V.C.7b (3). Comunidad nival.
 - V.C.7b (4). Prado de alud, que aparece como estrechas bandas de vegetación graminoide entre los bosques en laderas muy empinadas de altas montañas donde los aludes, que descienden anualmente en la primavera, impiden el crecimiento del bosque.
- V.C.8. Tundra graminoide.
 - V.C.8a. Tundra graminoide dispuesta en macollas.
 - V.C.8a (1). Estacionalmente inundada.
 - V.C.8b. Tundra graminoide encespedante.
 - V.C.8b (1). Estacionalmente inundada.

V.D. VEGETACION DE FORBIAS.

- V.D.1. Comunidad de forbias altas.
 - V.D.1a. Principalmente, forbias perennes con flores y helechos.
 - V.D.1a (1). Sustrato salino o húmedo gran parte del año.
 - V.D.1b. Matorral denso de helechos.
 - V.D.1c. Principalmente, forbias anuales.
- V.D.2. Comunidad de forbias bajas.
 - V.D.2a. Principalmente, forbias perennes con flores y helechos.
 - V.D.2b. Principalmente, forbias anuales.
 - V.D.2b (1). Comunidad de forbias efímeras en las regiones tropicales y subtropicales con precipitaciones muy escasas donde, desde el otoño a la primavera, las nubes humedecen la vegetación y el suelo.
 - V.D.2b (2). Comunidad de forbias efímera o episódica de regiones áridas: «el desierto florido».
 - V.D.2b (3). Comunidad episódica de forbias.

V.E. VEGETACION HIDROMORFICA DE AGUA DULCE (Vegetación acuática).

- V.E.1. Comunidad de agua dulce arraigada.
 - V.E.1a. Formación tropical y subtropical de forbias sin contrastes estacionales apreciables.
 - V.E.1b. Formación de forbias de las latitudes medias y altas con contrastes estacionales importantes.
- V.E.2. Comunidad de agua dulce que flota libremente.
 - V.E.2a. Formación tropical y subtropical de plantas que flotan libremente.
 - V.E.2b. Formación de las latitudes medias y altas que flotan libremente y que desaparecen durante el invierno.

VI. AREAS DESERTICAS (Las zonas subdesérticas se incluyen en las clases de formación III a V)

El aspecto es, generalmente, de suelo mineral desnudo. Las plantas se presentan aisladas o pueden no existir.

VI.A. ROCAS Y CONOS DE DERRUBIOS CON ESCASA VEGETACION.

- VI.A.1. Rocas con escasa vegetación.
 - VI.A.1a. Vegetación casmófita (con subdivisiones de acuerdo con los biotipos de diferentes altitudes y latitudes).
 - VI.A.1b. Bromeliáceas adheridas a la roca (sólo en los neotrópicos).
 - VI.A.1c. Matas de criptógamas sobre rocas.
 - VI.A.1c (1). Líquenes y musgos.
 - VI.A.1c (2). Líquenes en costra.
 - VI.A.1c (3). Algas azules (Cianofíceas).
- VI.A.2. Conos de derrubios con escasa vegetación (pendientes pedregosas fuertes, más o menos inestables, producidas por la alteración de la roca por acción atmosférica).
 - VI.A.2a. De altitudes bajas y piso submontano.
 - VI.A.2b. De piso montano.
 - VI.A.2c. De piso alpino.

VI.B. VEGETACION ESCASA SOBRE ARENA.

- VI.B.1. Dunas con vegetación escasa.
 - VI.B.1a. Dunas con hierba alta (costras).
 - VI.B.1a (1). En zona tropical y subtropical.
 - VI.B.1a (2). En zona templada.
 - VI.B.1b. Dunas con hierba baja (la mayoría, continentales).
- VI.B.2. Dunas desnudas (con plantas aisladas, excepcionalmente).
 - VI.B.2a. Dunas móviles en clima desértico.
 - VI.B.2b. Dunas móviles en clima forestal.

VI.C. DESIERTOS VERDADEROS.

VII. FORMACIONES DE PLANTAS ACUATICAS (excepto formaciones marinas)

Compuestas de plantas flotantes o enraizadas que necesitan que el suelo esté cubierto de agua constantemente o al menos durante la mayor parte del año.

VII.A. PLANTAS FLOTANTES.

- VII.A.1. Principalmente, herbáceas flotantes.
 - VII.A.1a. En zona tropical y subtropical.
 - VII.A.1b. En zona templada y subpolar.
- VII.A.2. Principalmente, musgos flotantes.
 - VII.A.2a. En zona templada.

VII.B. PANTANOS.

- VII.B.1. Pantanos de lagos de agua dulce.
 - VII.B.1a. En zona tropical y subtropical.
 - VII.B.1 b. En zona templada y subpolar.
- VII.B.2. Pantanos de lagos salados.
 - VII.B.2a. En zona tropical y subtropical.
 - VII.B.2b. En zona templada.
- VII.B.3. Pantanos de agua corriente.
 - VII.B.3a. En zona tropical y subtropical, en las márgenes de los ríos.
 - VII.B.3b. En zona templada, en las márgenes de los ríos.

VII.C. COMUNIDADES ENRAIZADAS CON HOJAS FLOTANTES (Subdivisiones similares a VII. B.).

VII.D. COMUNIDADES ENRAIZADAS SUMERGIDAS.

VII.E. COMUNIDADES FLOTANTES LIBRES DE AGUA DULCE.

- VII.E.1. De hoja ancha.
 - VII.E.1a. En zona tropical y subtropical.
 - VII.E.1b. En zona templada.
- VII.E.2. Comunidades flotantes libres del tipo lemna (subdivisiones como V.E.1.).
- VII.E.3. Comunidades de algas macroscópicas flotantes.

En la clasificación de la UNESCO se excluye la vegetación cultivada en sentido estricto, pero dado que los cultivos ocupan un lugar considerable en la superficie de la Tierra, con el fin de tenerlos en cuenta se cartografiarían atendiendo también a sus características fisionómicas: por ejemplo, los cereales estarían en el grupo de graminoideas, la remolacha y la patata serían forbias y las viñas y frutales serían matorrales.

Sistema de clasificación florística de BRAUN-BLANQUET (Escuela Fitosociológica de Montpellier)

La asociación es la unidad básica de este sistema de clasificación, pero no es la unidad de mayor detalle que contempla. Para que una población concreta se considere representante de una asociación debe presentar una combinación característica de especies. La combinación característica es el conjunto de especies características de esta asociación junto con las especies constantes. Es decir, se admite que una cierta población pertenece a una asociación determinada cuando presenta un número mínimo de las especies características y diferenciales de esa asociación, así como de las especies acompañantes más importantes. El número total de especies no debe ser inferior al mínimo definido para cada asociación.

Existen unidades de rango superior y de rango inferior a la asociación, designadas cada una de ellas por una terminación específica, añadida al nombre de la especie o género predominante o

sociológicamente importante para su caracterización. Estas unidades de clasificación son las siguientes:

Rango	Términos
Clase	Género más –etea .
Orden	El nombre de una de las asociaciones más –etalia .
Alianza	Género más –ión .
Asociación	Género más –etum .
Subasociación	Género o especie de una de las especies diferenciales más –etosum .
Variante	
Facies	-osum .

La aplicación de este método en España ha conducido a la descripción de un gran número de unidades de clasificación. El problema, pues, queda reducido, en la mayor parte de los casos, no a la definición de nuevas asociaciones u otros rangos de la clasificación, sino a la determinación de en cuáles de las unidades ya definidas se inscribe la vegetación del lugar específico que se estudia.

Aplicaciones del sistema florístico de BRAUN-BLANQUET

Una de las ventajas más importantes del método BRAUN-BLANQUET es que posibilita una clasificación jerárquica de la vegetación. Las comunidades relacionadas florística y ecológicamente se agrupan sucesivamente en unidades de orden superior, de mayor amplitud y, en algunos casos, más prácticas.

Por otra parte, el método pone de manifiesto tanto las especies o grupos de especies que están restringidas a ciertas condiciones ambientales, como la composición florística total de las comunidades. Por ello esta clasificación puede ser más significativa ecológicamente que otras clasificaciones en las que sólo se recogen las especies dominantes. En la lista florística total a veces se encuentran especies que normalmente no son dominantes, pero sí son indicadoras de ciertos factores ambientales.

A la descripción florística de las comunidades se añaden consideraciones sobre su estructura, es decir, la fisionomía de las especies que las componen, su distribución, su densidad, etc., y todo el conocimiento sobre caracteres del medio que se considere necesario.

Fitosociología integrada

Las asociaciones se ubican en un ámbito ecológico preciso y sólo pueden cambiar en el tiempo debido al proceso de sucesión ya descrito. En tal sentido cada asociación representará a uno de los estadios iniciales, intermedios, maduros o desviantes de la sucesión vegetal.

Hoy, se puede distinguir, además de la Fitosociología clásica o braunblanquetista, es decir, la que se dedica al estudio de las asociaciones, la Fitosociología integrada, sucesional, o Fitotopografía, que se especializa en el estudio de los complejos de comunidades vegetales que constituyen las series de vegetación y que no trata sino de sistematizar el fenómeno de la sucesión (Rivas Martínez, 1987).

La serie de vegetación se puede definir como la unidad geobotánica sucesionista y paisajista que trata de expresar todo el conjunto de comunidades vegetales que pueden hallarse en unos espacios afines como resultado del proceso de sucesión. Esta incluye tanto los tipos de vegetación representativos de la etapa madura del ecosistema vegetal como las comunidades iniciales o subseriales que las reemplazan.

Para la correcta denominación de una serie se construye una frase en la que se indica ordenadamente, además de los factores ecológicos y geográficos más significativos, la especie dominante o asociación que constituye la cabeza de serie.

Dentro de las series se pueden distinguir las climácicas o climatófilas, aquellas que se inician y ubican en suelos que sólo reciben agua de lluvia y las edafófilas, que prosperan en suelos o medios excepcionales.

CARTOGRAFIA DE LA VEGETACION

En los apartados anteriores se ha abordado el estudio de la vegetación, su caracterización y la definición de unidades de vegetación. Se trata ahora de representar gráficamente estas unidades. En efecto, la tipificación y la cartografía de la vegetación se imponen por necesidades prácticas, ya que se requiere contar con mapas como base de cualquier programa de evaluación de recursos y de planificación de su uso.

Al enfocar el problema de la realización práctica de la cartografía de la vegetación, es importante partir de una definición exacta de las unidades a representar: la elección de un sistema de clasificación que sea válido para la zona de estudio y los objetivos previstos.

El sistema elegido podrá ser uno de los apuntados en los apartados anteriores o alguna modificación de cualquiera de ellos, adecuada a la vegetación del área de estudio y a los objetivos del trabajo.

Las unidades han de definirse de forma que no haya duda al clasificar la vegetación en el campo o por medio de fotointerpretación. En cualquier caso, esta definición de unidades debe mantenerse abierta durante todo el proceso de cartografía a correcciones o modificaciones originadas por nuevas observaciones. Cuando a lo largo del trabajo de campo se encuentren ciertas combinaciones de especies o ciertas variaciones estructurales que no puedan incluirse en el esquema establecido inicialmente, es preferible modificarlo antes que forzar las unidades iniciales para que puedan acoger a las nuevas.

A pesar de que las escalas grandes y detalladas permiten una representación real de los límites actuales de la vegetación, en general en todos los mapas de vegetación se deforma algo la realidad, ya que hay siempre pequeños enclaves, incluidos dentro de unidades mayores, que no aparecen en el mapa por ocupar sólo unos pocos metros cuadrados.

La precisión, en este sentido, depende de la escala a la que se realiza el mapa.

Contenido de los mapas

Mapas generales de la vegetación o del tapiz vegetal: estos mapas se ajustan a pequeñas y medias escalas. Las unidades representadas en ellos hacen referencia al medio de algún modo.

Se distinguen los tres tipos de mapas siguientes:

- *Mapas de tipo de vegetación*: basados en la fisionomía, la estructura y las especies dominantes.
- *Mapas fitodinámicos*: basados en las series de vegetación (por ejemplo, los numerosos trabajos de la Escuela de Toulouse y de su filial de Grenoble), sobre las diferentes etapas de la vegetación, sobre los estados clímax o sobre las unidades de vegetación potencial.
- *Mapas fitosociológicos*: generalmente a escalas que varían desde 1:5.000 a 1:50.000, y en algunos casos excepcionales hasta 1:250.000. Las unidades son las que provienen de la clasificación fitosociológica de la escuela de BRAUN-BLANQUET, es decir, las asociaciones vegetales, sus unidades subordinadas: subasociaciones; variantes, facies, y sus unidades superiores: alianzas, órdenes, clases.

Para una persona no experta, los mapas fitosociológicos ofrecen una imagen abstracta de la vegetación, lo que es un inconveniente en cierto tipo de estudios.

Trabajos de campo

Identificación de unidades sobre el terreno

La fotointerpretación de la vegetación es una ayuda y una información preliminar que debe ser completada con el trabajo de campo, a fin de comprobar y señalar claramente los límites de las unidades definidas y de caracterizar estas unidades. En algunos casos, la frontera entre una y otra unidad es brusca y fácilmente identificable. Tal es el caso de los cultivos, por ejemplo. Pero en otras ocasiones la transición de una unidad a otra es paulatina, existe una zona intermedia (ecotono) y la vegetación forma un todo continuo con ligeros cambios en donde es difícil establecer un límite.

Un sistema práctico es organizar rutas que recorran toda la zona buscando puntos prominentes, para contrastar la interpretación hecha en el fotograma con la realidad actual y corregir aquella si fuera necesario. Esta fotointerpretación corregida puede servir de base para la realización de muestreos o chequeos en las distintas unidades definidas.

La ventaja del uso de las fotografías aéreas, también en el trabajo de campo es clara, ya que sobre ellas se dibujan mejor los límites (mediante la utilización de lápices adecuados, de punta blanda y en color rojo o azul, preferiblemente), que luego se pasarán sobre la base topográfica para la obtención del mapa final.

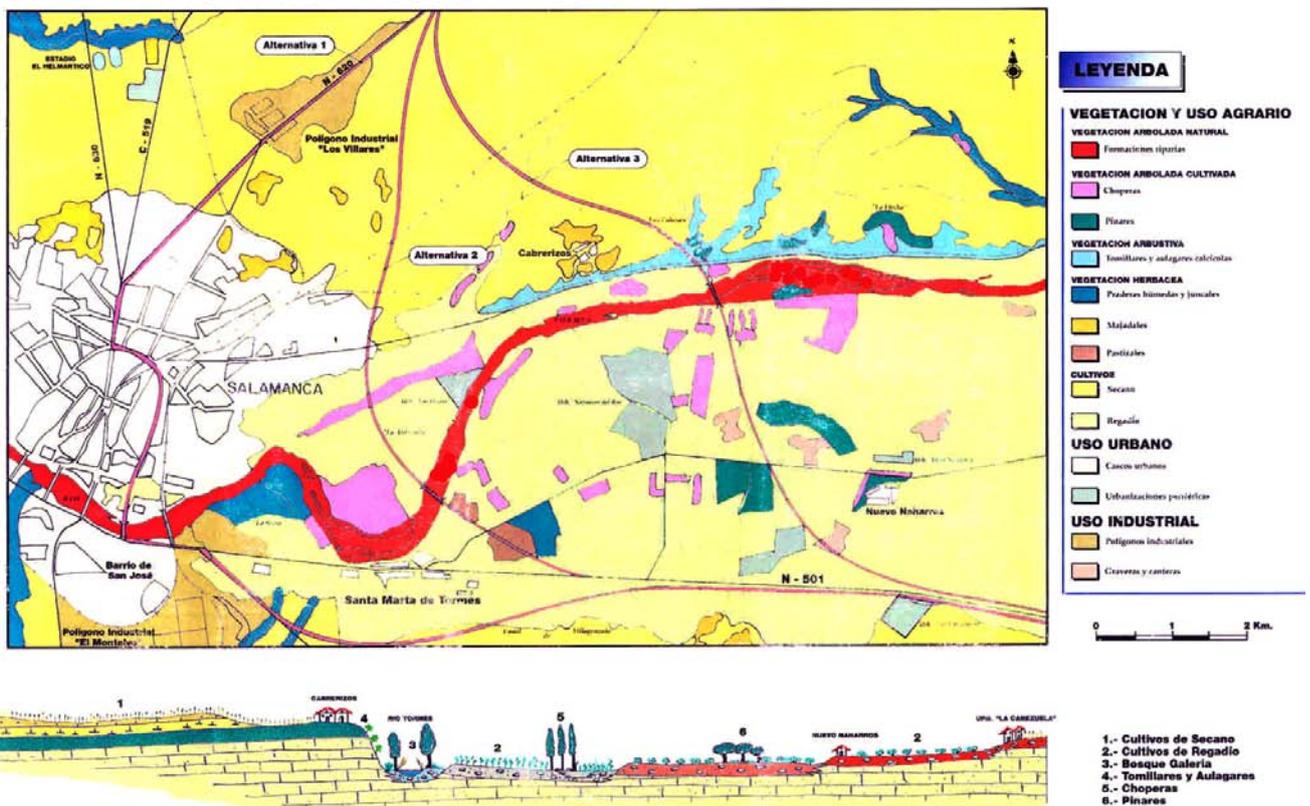
La duración de los recorridos de campo dependerá de la diversidad de la vegetación, de la topografía del terreno, de la fácil o difícil accesibilidad y del nivel de detalle requerido (por ejemplo, no es lo mismo delimitar una unidad definiéndola como bosque de caducifolias que diferenciar la distribución de sus distintos componentes).

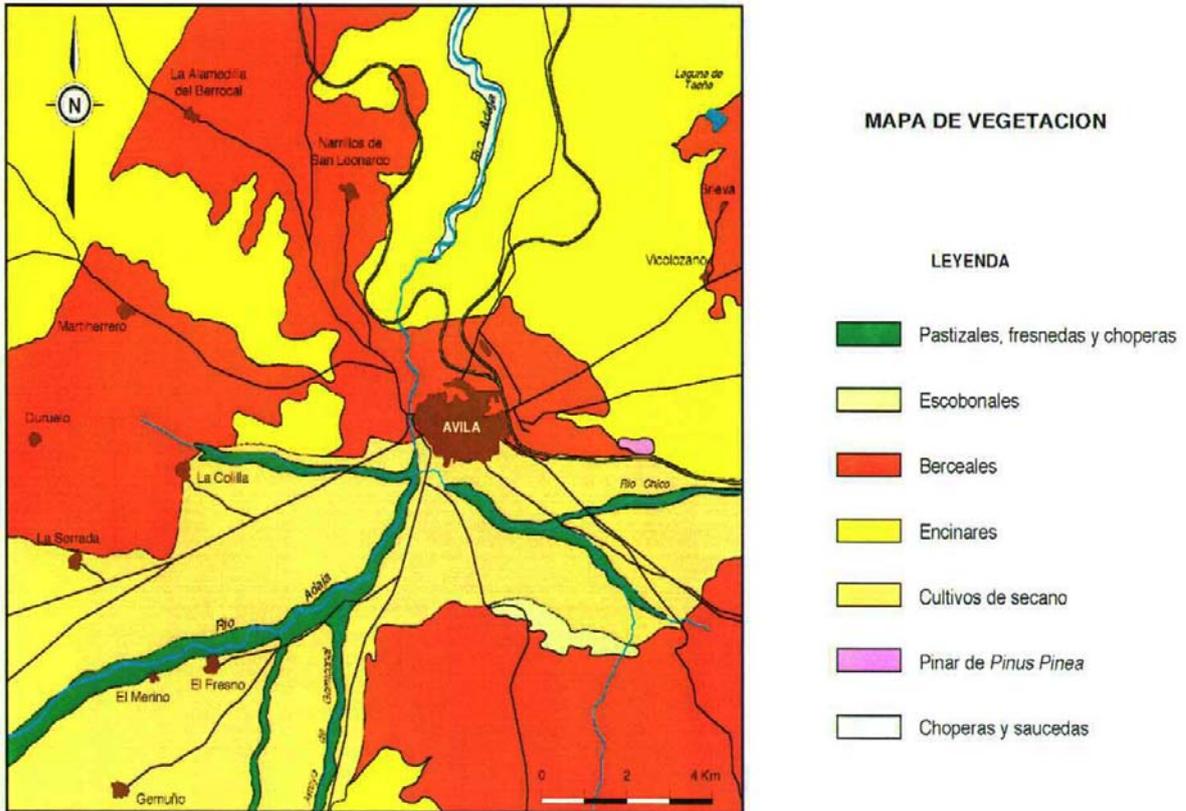
Muestreo

El grado de detalle deseado en el mapa de vegetación puede condicionar el que de la etapa anterior se pase directamente a la realización del mapa, o bien que se precise diseñar y llevar a la práctica un procedimiento de muestreo como etapa previa a la cartografía.

Efectivamente, la delimitación de cierto tipo de unidades de vegetación, fisionómicas por ejemplo, no precisarán más que de su fotointerpretación y su visualización con el campo, mientras que la diferenciación de unidades fitosociológicas o fisionómicas muy detalladas, puede exigir una toma de muestras con el fin de describir e investigar las comunidades vegetales genéricas reconocidas a través de la fotointerpretación y los recorridos de campos.

MAPA DE VEGETACION Y USOS DEL SUELO





Catálogo florístico

En el siguiente apartado se expone un listado de especies vegetales basado en obras sobre la flora de la zona de Arapiles (*Flora del término municipal de Arapiles (Salamanca)* Fernández Horcajo, J., Universidad de Salamanca, 1984).

El catálogo se presenta como una relación de taxones ordenados alfabéticamente (tal y como aparece en el texto original) por géneros y especies, seguido por la inicial del autor que la identificó por primera vez, la familia y en los casos en los que se cumpla, su endemismo.

ESPECIE	AUTOR	FAMILIA	ENDEMISMO
<i>Lamarckia aurea</i>	(L.) Moench.	Gramineae	
<i>Lamium amplexicaule</i>	L.	Labietae	
<i>Lamium purpureum</i>	L.	Labietae	
<i>Lathyrus angulatus</i>	L.	Leguminoseae	
<i>Lathyrus cicera</i>	L.	Leguminoseae	
<i>Lavandula stoechas</i>	L.	Labiataeae	
<i>Legousia falcata</i>	(Ten.) Fritsch.	Campanulaceae	
<i>Lemna minor</i>	L.	Lemnaceae	
<i>Leontodon taraxacoides</i>	(Vill.) Méray	Compositae	
<i>Lepidium heterophyllum</i>	Bentham.	Crucifera	
<i>Lepidium perfoliatum</i>	L.	Crucifera	
<i>Leucanthemopsis pulverulenta</i>	(Lag.) Heywood	Compositae	Endemismo ibérico
<i>Linaria amethystea</i>	(Lam.) Hoffmans & Link	Scrophulariaceae	Endemismo ibérico
<i>Linaria arvensis</i>	(L.) Desf.	Scrophulariaceae	
<i>Linaria incarnata</i>	(Vent.) Sprengel	Scrophulariaceae	Endemismo ibérico
<i>Linaria saxatilis</i>	(L.) Chaz. Dict. Jard.	Scrophulariaceae	Endemismo ibérico
<i>Linaria simplex</i>	(Willd.) DC. In Lam. & DC.	Scrophulariaceae	
<i>Linaria sparteae</i>	(L.) Willd.	Scrophulariaceae	Endemismo del suroeste europeo
<i>Linum biene</i>	Miller	Linaceae	
<i>Linum narbonense</i>	L.	Linaceae	
<i>Logfia gallica</i>	(L.) Cosson & Germ.	Compositae	
<i>Logfia minima</i>	(Sm.) Dumort.	Compositae	
<i>Lolium perenne</i>	L.	Gramineae	
<i>Lolium rigidum</i>	Gaudin	Gramineae	
<i>Lophochloa cristata</i>	(L.) Hyl.	Gramineae	
<i>Lotus conimbricensis</i>	Brot.	Leguminoseae	

FAUNA

CATEGORIAS DE ESTADO DE CONSERVACION

(Según la lista roja de los vertebrados de España;1986)

(EX) *Extinguida*

Especie no localizada con certeza en estado silvestre en los últimos cincuenta años.

(E) *En peligro*

Taxones en peligro de extinción y cuya supervivencia sería improbable si los factores causales continuaran actuando.

Se incluyen aquellos taxones que se juzgan en peligro inminente de extinción, porque sus efectivos han disminuido hasta un nivel crítico o sus hábitats han sido drásticamente reducidos. Asimismo, se incluyen los taxones que posiblemente están ya extinguidos, pero que han sido vistos con certeza en estado silvestre en los últimos cincuenta años.

(V) *Vulnerable*

Taxones que entrarían en la categoría «En peligro» en un futuro próximo si los factores causales continuaran actuando.

Se incluyen aquellos taxones en los que todas o la mayor parte de sus poblaciones sufren regresión debido a sobreexplotación, a amplia destrucción del hábitat o a cualquier otra perturbación ambiental; aquellos con poblaciones que han sido gravemente reducidas y cuya supervivencia no está garantizada, y los de poblaciones aún abundantes, pero que están amenazadas por factores adversos de importancia en toda su área de distribución.

(R) *Rara*

Taxones con poblaciones (españolas) pequeñas, que sin pertenecer en la actualidad a las categorías «En peligro» o «Vulnerable», corren riesgo. Normalmente estos taxones se localizan en áreas geográficas o hábitats restringidos, o bien presentan una distribución rala en un área más extensa.

(I) *Indeterminada*

Taxones que se sabe pertenecen a una de las categorías «En peligro», «Vulnerable» o «Rara», pero de los que no existe información suficiente para decidir cuál es la apropiada.

(K) *Insuficientemente conocida*

Taxones que se sospecha pertenecen a alguna de las categorías precedentes, aunque no se tiene certeza debido a la falta de información.

(NA) *No amenazada.*

RECOGIDA DE LA INFORMACION

Resulta imprescindible la elaboración del catálogo faunístico del territorio en cuestión. Aunque parece lógico suponer que la confección de este catálogo se realice, como norma general, en función del nivel de detalle a que se quiera llegar y de los objetivos para los que se pretenda reunir tal información, hay algunas razones que pueden justificar la separación de la norma, razones que giran en torno a la movilidad de los animales.

En efecto, los animales no permanecen inmóviles en un lugar determinado; su presencia, en un momento dado, puede deberse a causas naturales, pero también al azar; pueden habitar una zona de forma continuada o de modo circunstancial, como área de sesteo, cazadero, área de cría, etc.; unas especies tienen exigencias espaciales pequeñas y el número de individuos puede llegar a ser tan alto que su presencia se hace muy patente, mientras que otras especies, con exigencias mayores, resultan difíciles de advertir en la misma superficie; las especies sedentarias pueden ocultarse durante ciertas épocas del año mientras persistan condiciones climáticas adversas, etc.

Quiere decirse, en suma, que la división en unidades territoriales no puede hacerse a partir de la fauna con la misma nitidez y precisión que a partir de la vegetación. Para estudios del medio físico

resulta, muchas veces, más operativo establecer unidades generales -formaciones vegetales, por ejemplo- y calificarlas después faunísticamente; y es esta calificación la que exige que el inventario de la fauna sea lo más completo posible, con independencia de la escala de trabajo.

Así, pues, dos son los puntos relevantes al comenzar a recoger la información necesaria para el estudio del medio físico: el catálogo faunístico y el área de distribución de las especies.

TOMA DE DATOS

La realización del catálogo faunístico se basa fundamentalmente en las fuentes bibliográficas, los expertos en fauna de la región y en los trabajos de campo. Las fuentes bibliográficas proporcionan información sobre las especies que pueblan el territorio y los conocimientos teóricos de las necesidades ecológicas de las especies.

Los trabajos de campo tienen tres fines fundamentales en este tipo de estudios:

- Constatar la información recogida por los métodos anteriores.
- Completar los datos de las características ecológicas de las especies.
- Conocimiento de la zona, en la medida que el nivel de detalle del estudio lo requiera.

Aunque la fauna vertebrada está ampliamente estudiada, hay que tener en cuenta que siempre hay lagunas científicas en algunas especies. Por otra parte, las modificaciones ocasionadas por el hombre en el medio han influido en el hábitat de las especies, teniendo éstas que adaptarse a nuevos territorios o acomodarse a los antiguos.

Es necesario, independientemente del nivel de detalle que se pretenda alcanzar, considerar la distribución de los vertebrados en el espacio y el tiempo (ritmos y distribución espacial, probabilidad de detección).

La información debe venir reflejada en mapas, preferiblemente con datos procedentes de campo (el tamaño de las parcelas, por ejemplo, varía con el nivel de detalle, igual que la forma de trabajar)

Nivel detallado

INVENTARIO: debe ser prolijo. No se puede limitar a una lista de especies presentes en la zona; debe contener densidades, importancia de las especies por separado, y deben existir referencias a parámetros ecológicos como: diversidad, estabilidad, rareza, distribución por edades, fluctuaciones de población.

AREA DE DISTRIBUCION DE LAS ESPECIES. Es manifiesta la dificultad de señalar con precisión los límites de las áreas de distribución, que sólo podrán determinarse con exactitud cuando existan barreras que los fijen: formaciones acuáticas, montañas, especies competidoras.

Es necesario precisar además las «migraciones», que son variaciones cíclicas de los patrones de distribución espacial de las poblaciones.

TOMA DE DATOS DEL CAMPO: Es imprescindible dedicar mucho tiempo a esta toma, variar de itinerarios, poner al día los datos de muestreos anteriores, etc.

La toma de datos de campo, si el área de estudio es pequeña, puede extenderse a toda la superficie, pero si es grande, como ocurre con frecuencia, esto resulta prácticamente imposible y ha de recurrirse a un muestreo en el que queden suficientemente representados los diferentes biotopos de la zona. Este muestreo puede hacerse por parcelas elegidas de forma aleatoria o por itinerarios que atraviesan distintos biotopos.

A lo largo de los itinerarios se van rellenando las fichas de campo. Para las especies en que estos métodos no resulten suficientes, hay que utilizar la captura.

Esto sucede con los micromamíferos (ratones, musarañas, etc) y con los peces; para los primeros, la captura se hará mediante trapeo con ceños, y para los segundos, con su pesca por los medios disponibles (redes, nasas, caña, pesca eléctrica, etc.).

Los itinerarios, como ya se ha dicho deben atravesar la totalidad de los posibles biotopos y ser elegidos lo más cuidadosamente posible; subir una ladera por la solana y descenderla por la umbría;

desplazarse por las orillas de los ríos a zonas más secas: atravesar diferentes agrupaciones vegetales, etc.

Otra manera de tomar datos de fauna es la dirigida hacia la confección de «índices de abundancia», que es un parámetro relacionado con la densidad y que refleja los datos de la misma. Su utilidad radica en la posibilidad de comparar sus resultados con otros índices obtenidos por idénticos procedimientos en otra zona; su nivel de detalle varía con el esfuerzo empleado. Se puede basar en observación y capturas o en huellas y frecuencias, rastros, etc.

Otras técnicas

a) *Mediante rastros*

- *Huellas:*

Las huellas deben ser fácilmente fijadas e identificadas. Las condiciones ideales son con el terreno cubierto de nieve fresca de 5-10 cm, que no interfiere el movimiento de los animales y permite seguir su pista. Es un método bueno para la estima numérica de las poblaciones de ungulados y carnívoros, incluso para animales de menores dimensiones.

- *Egagrópilas:*

Utilizadas, generalmente, para detectar presencia de rapaces. Requiere mucho tiempo de análisis y resultan muy variables para estimar densidades de población basándose en biomásas.

- *Excrementos:*

- *Desplumaderos, sesteaderos, restos de haber comido etc.*

b) *Mediante reclamos*

- *Reclamos para aves.*

Utilizando individuos que atraigan a otros de su especie o que provoquen respuestas violentas (por ejemplo, rapaces nocturnas para controlar rapaces diurnas).

- *Sustancias olorosas.*

Especialmente para mamíferos. Requieren un gran conocimiento de la especie. También pueden usarse para invertebrados.

- *Censo nocturno con fuente de luz.*

Este método es actualmente muy utilizado para censar especies de mamíferos de hábitats nocturnos (lince, zorros, ungulados).

Suele realizarse desde un auto con un faro halógeno manejado a mano, en zonas con buena visibilidad y vegetación poco espesa. El área de censo puede delimitarse claramente trazando el alcance del haz de luz sobre un mapa.

- *Comederos.*

Contando los animales que vienen a alimentarse. Especialmente útiles en invierno, cuando la comida escasea y los animales se concentran en ellos.

MAPAS DE COMUNIDADES FAUNÍSTICAS

La mapificación de las unidades faunísticas requiere el apoyo en otros elementos del medio que tienen representación cartográfica y aportan una información que se puede relacionar fácilmente con las necesidades ecológicas de las especies animales. De aquí que la fauna sea un elemento complejo y dependiente en cuanto a su representación cartográfica.

El apoyo fundamental son los mapas de vegetación para las especies animales terrestres y los mapas de hidrología para las acuáticas. La realización de éstos condiciona siempre la de los mapas de fauna.

Paso previo obligado para esta fase, cartografía de la fauna, última etapa del inventario, es tener establecidos los niveles de detalle necesarios para la tipificación del elemento, que a su vez depende de la escala en la que estén inventariados los elementos base (vegetación, fisiografía).

Al estudiar regiones de gran extensión, el nivel exigido será el que proporcione el detalle suficiente para distinguir formaciones o unidades homogéneas que dividan el territorio en distintos hábitats, donde viven comunidades de animales definidos.

Las unidades cartográficas de fauna resultan de la agregación o no de las unidades de vegetación e hidrología. En estudios realizados con escalas de trabajo pequeñas, los valores faunísticos pueden verse perjudicados, ya que las especies raras que no estén protegidas por la ley o no sean singulares, pasarán desapercibidas.

Los bosques aislados de cualquier especie, cuya superficie no supera las 100 hectáreas (bosques isla) no albergan, por lo general, a todas las especies características que definen a la unidad homogénea de la cual son parte constituyente, pero tienen una importancia tal por sí mismos que los hace merecedores de ser representados cartográficamente.

Los ecotonos, lugares donde se localiza la mayor diversidad de especies, tanto vegetales como animales, no siempre podrán cartografiarse a causa de la pequeña superficie que con frecuencia ocupan, y el mapa sólo da información cualitativa de la distribución de especies. Pero dada la importancia y singularidad de estas zonas de borde deberá dejarse constancia escrita de su descripción a través de sus rasgos o factores calificativos y cuantitativos. En las unidades formadas por mezclas de especies arbóreas, bosques mixtos, la superficie puede ser suficiente para la cartografía y podrán señalarse entonces las especies principales que las definen que serán, en general, las correspondientes a cada una de las formaciones vegetales en mezcla que constituyen dichas unidades homogéneas.

RECURSOS NATURALES SINGULARES

- Lugares de acción geológica poco común: grutas, dunas, cascadas.
- Áreas de interés geomorfológico, donde se dan accidentes morfológicos importantes, que pueden ser destruidos.
- Yacimientos de fósiles en peligro de agotamiento o destrucción.
- Zonas de singularidad paisajística o que traigan, sin dudas de objetividad, la atención del observador.
- Puntos desde los que pueden contemplarse vistas panorámicas o zonas singulares.
- Lugares de interés biogeográfico: límites de latitud, longitud o altitud, barreras, corredores o pasillos.
- Lugares que acogen a especies vegetales o animales raras o en peligro de extinción.
- Zonas de gran abundancia de individuos.
- Zonas de gran abundancia de especies.
- Lugares de parada en las migraciones de aves.
- Lugares de paso de las migraciones de aves.
- Ecotonos singulares.
- Ecosistemas raros o valiosos.
- Árboles monumentales por su tamaño o por su edad.
- Especies protegidas.

ANFIBIOS														
Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Presencia	Biotopo	U.I.C.N. (1992)	U.I.C.N. (2001)	C.N.E.A.	D. Hábitat RD 1997/95	R.D. 1095/89	R.D. 118/89	CITES	C. BERNA	C. BONN	Endemismo
Familia Salamandridae														
<i>Pleurodes waltl</i> (Michaelles, 1830)	Gallipato	N	S	ZH, D, E, C	NA	NT	IE					III		
<i>Salamandra salamandra</i> (Linnaeus)	Salamandra común	E	P	ZH, D	NA	VU A2ce;B1ab						III		
<i>Triturus marmoratus</i> (Latreille, 1800)	Tritón jaspeado	N	P	ZH, D, E, C	NA	LC	IE	IV				III		
<i>Triturus boscai</i> (Lataste, 1879)	Tritón ibérico	N	P	ZH	NA	LC	IE					III		*
Familia Discoglossidae														
<i>Alytes cisternasii</i> (Boscá, 1879)	Sapo partero ibérico	E	P	ZH, D, E, P	NA	NT	IE	IV				II		*
<i>Alytes obstetricans</i> (Laurenti)	Sapo partero común	N	P	ZH,T	NA	NT	IE	IV				II		
<i>Discoglossus galganoi</i> (Cupula, Nascetti, Lanza, Bullini & Crespo, 1985)	Sapillo pintojo ibérico	E	P	ZH, D	NA	LC	IE	IV				II		*
Familia Pelobatidae														
<i>Pelobates cultripes</i> (Cuvier, 1829)	Sapo de espuelas	E	P	ZH, D	NA	NT	IE	IV				II		
Familia Bufonidae														
<i>Bufo bufo</i> (Linnaeus, 1758)	Sapo común	A	P	ZH, T	NA	LC						III		

ANFIBIOS														
Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Presencia	Biotopo	U.I.C.N. (1992)	U.I.C.N. (2001)	C.N.E.A.	D. Hábitat RD 1997/95	R.D. 1095/89	R.D. 118/89	CITES	C. BERNA	C. BONN	Endemismo
<i>Bufo calamita</i> (Laurenti, 1768)	Sapo corredor	E	P	ZH, D, E, C, P	NA	LC	IE	IV				II		
Familia <i>Hylidae</i>														
<i>Hyla arborea</i> (Linnaeus, 1758)	Ranita de San Antonio	A	P	ZH	NA	NT	IE	IV				II		
Familia <i>Ranidae</i>														
<i>Rana perezi</i> (Seoane, 1885)	Rana común	A	S	ZH, T	NA	LC		V				III		

REPTILES														
Nombre científico	Nombre común		Presencia	Biotopo	U.I.C.N. (1992)	U.I.C.N. (2001)	C.N.E.A.	D. Hábitat R.D. 1997/1995	C. BERNA	C. BONN	CITES	R.D. 1095/89	R.D. 1118/89	Endemismo
Familia <i>Emydidae</i>														
<i>Emys orbicularis</i> (Linnaeus, 1758)	Galápago europeo	E	S	ZH, D	V	VU A2ac		II, IV	II					
Familia <i>Bataguridae</i>														
<i>Mauremys leprosa</i> (Schewiger, 1812)	Galápago leproso	E	S	ZH, D	NA	VU A2ac		II, IV	II					
Familia <i>Amphisbaenidae</i>														
<i>Blanus cinereus</i> (Vandelli, 1797)	Culebrilla ciega	N	P	T	NA	LC	II		III					*
Familia <i>Lacertidae</i>														

<i>Acanthodactylus erythrurus</i> (Schinz, 1883)	Lagartija colirroja	E	P	D, E	NA	LC								
<i>Podarcis hispanica</i> (Steindachner, 1870)	Lagartija ibérica	N	S	T	NA	LC	II		III					
<i>Lacerta lepida</i> (Daudin, 1802)	Lagarto ocelado	N	P	D	NA	LC			III					
<i>Psammodromus algirus</i> (Linné, 1758)	Lagartija colilarga	E	P	D, E, P	NA	LC	II		II					
<i>Psammodromus hispanicus</i> (Fitzinger 1826)	Lagartija cenicienta	E	P	T	NA	LC	II		III					

REPTILES

<i>Nombre científico</i>	<i>Nombre común</i>		Presencia	Biotopo	U.I.C.N. (1992)	U.I.C.N. (2001)	C.N.E.A.	D. Hábitat R.D. 1997/1995	C. BERNA	C. BONN	CITES	R.D. 1095/89	R.D. 1118/89	Endemismo
Familia Scincidae														
<i>Chalcides bedriagai</i> (Boscá, 1880)	Eslizón ibérico	N	P	ZH, D, E, C	NA	NT	IE	IV	II					*
<i>Chalcides striatus</i> (Cuvier, 1829)	Eslizón tridáctilo ibérico	N	P	ZH	NA	LC	IE		III					
Familia Gekkonidae														
<i>Tarentola mauritanica</i> (Linnaeus, 1758)	Salamanquesa común	E	P	T	NA	LC	IE		III					
Familia Colubridae														

AVES																
Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Presencia	Fenología	Biotopo	U.I.C.N.	U.I.C.N.	C.M.E.A.	D. Aves	R. D. 1095/89	R. D. 1118/89	C. BERNA	C. BONN	CITES	Endemismo	
<i>Aegypius monachus</i>	Buitre negro	R	S				VU	V								3
<i>Circus pygargus</i> (Linnaeus, 1758)	Aguilucho cenizo	E	P	N	C	V	VU	V	I			III	II	C1		4
<i>Accipiter nissus</i> (Linnaeus, 1758)	Gavilán común	E	P	A/I	C, D, E	K	NE	IE	I			III	II	C1		
<i>Buteo buteo</i> (Linnaeus, 1758)	Ratonero común	N	P	A/I	C, D	NA	NE	IE				III	II	C1		
Familia Falconidae																
<i>Falco naumanni</i> (Fleischer, 1818)	Cernícalo primilla	E	P	N	D, E, C	V	VU	IE				II	II	C1		
<i>Falco tinnunculus</i>	Cernícalo vulgar	N	P	A/I	D, E, C, A	NA	NE	IE				III	II	C1		3
<i>Falco subbuteo</i> (Linnaeus, 1758)	Alcotán europeo	E	P	N	D, E	K	NT	IE				III	II	C1		
Familia Phasianidae																
<i>Alectoris rufa</i> (Linnaeus, 1758)	Perdiz roja o común	N	S	A	D, C	NA	DD		II, III	I	I	III				2
<i>Coturnix coturnix</i> (Linnaeus, 1758)	Codorniz común	N	P	N	D, C	NA	DD		II	I	I	III	II			3
Familia Rallidae																
<i>Gallinula chloropus</i> (Linnaeus, 1758)	Gallineta común	N	P	A/I	ZH	NA	NE		II			III				
<i>Fulica atra</i> (Linnaeus, 1758)	Focha común	E	P	A/I	ZH	NA	NE		II, III	I		III	II			
Familia Burhinidae																
<i>Burhinus oedicnemus</i>	Alcaraván común	N	P	A/I	D, E, C	K	NT	IE	I			III	II			3

AVES																
Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Presencia	Fenología	Biotopo	U.I.C.N.	U.I.C.N.	C.M.E.A.	D. Aves	R. D. 1095/89	R. D. 1118/89	C. BERNA	C. BONN	CITES	Endemismo	
(Linnaeus, 1758)																
Familia Meropidae																
<i>Merops apiaster</i> (Linnaeus, 1758)	Abejaruco	A	S	N	C, D	NA	NE	IE				III	II			3
Familia Coraciidae																
<i>Coracias garrulus</i> (Linnaeus, 1758)	Carraca común	N	P	N	C, D	R	VU	IE	I			III	II			2
Familia Upupidae																
<i>Upupa epops</i> (Linnaeus, 1758)	Abubilla	N	S	N	D, E	NA	NE	IE				III				
Familia Picidae																
<i>Picus viridis</i> (Linnaeus, 1758)	Pito real	N	P	A	D, E	NA	NE	IE				III				2
<i>Dendrocopos major</i> (Linnaeus, 1758)	Pico picapinos	N	S	A	D, E, P	NA		IE	I			III				
Familia Alaudidae																
<i>Melanocorypha calandra</i> (Linnaeus, 1758)	Calandria común	N	P	A	D, C	NA	NE	IE	I			III				3
<i>Calandrella brachydactyla</i> (Linnaeus, 1758)	Terrera común	E	P-	N	D, C	NA	VU	IE	I			III				3
<i>Galerida cristata</i> (Linnaeus, 1758)	Cogujada común	N	P	A	D, E, C	NA	NE	IE				III				3
<i>Lullula arborea</i> (Linnaeus, 1758)	Totovía	N	P	A	D, E, C	NA	NE	IE	I			III				2
<i>Alauda arvensis</i> (Linnaeus, 1758)	Alondra común	A	P	A	D, E, C	NA	NE		II			III				3

AVES																
Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Presencia	Fenología	Biotopo	U.I.C.N.	U.I.C.N.	C.M.E.A.	D. Aves	R. D. 1095/89	R. D. 1118/89	C. BERNA	C. BONN	CITES	Endemismo	
Familia Hirundiniade																
<i>Hirundo rustica</i> (Linnaeus, 1758)	Golondrina común	A	S	N	T	NA	NE	IE				III				3
<i>Delichon urbica</i> (Linnaeus, 1758)	Avión común	N	P	N	T	NA	NE	IE				III				
Familia Motacillidae																
<i>Motacilla alba</i> (Linnaeus, 1758)	Lavandera blanca	N	P	A	C, ZH, D	NA	NE	IE				III				
<i>Motacilla flava</i> (Linnaeus, 1758)	Lavandera boyera	N	P	N	ZH, C, D	NA	NE	IE				III		II		
Familia Troglodytidae																
<i>Troglodytes troglodytes</i> (Linnaeus, 1758)	Chochín	A	P	A	D, E, C	NA	NE	IE				III				
Familia Turdidae																
<i>Erithacus rubecula</i> (Linnaeus, 1758)	Petirrojo	A	P	A	T	NA	NE	IE				III	II			4
<i>Luscinia megarhynchos</i> (Brehn, 1831)	Ruiseñor común	A	P	N	D, C, A	NA	NE	IE				III	II			4
<i>Phoenicurus ochruros</i> (Gmelin, 1774)	Colirrojo tizón	A	P	A	C, D	NA	NE	IE				III	II			
<i>Saxicola torquata</i> (Linnaeus, 1766)	Tarabilla común	N	P	A	C, D	NA	NE	IE				III	II			3
<i>Oenanthe oenanthe</i> (Linnaeus, 1758)	Collalba gris	N	P	N	T	NA	NE	IE				III	II			
<i>Oenanthe hispanica</i> (Linnaeus, 1758)	Collalba rubia	R	P	N	D, E, C, P	NA	NT	IE				II	II			2

AVES																
Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Presencia	Fenología	Biotopo	U.I.C.N.	U.I.C.N.	C.M.E.A.	D. Aves	R. D. 1095/89	R. D. 1118/89	C. BERNA	C. BONN	CITES	Endemismo	
<i>Turdus merula</i> (Linnaeus, 1758)	Mirlo común	N	P	A	T	NA	NE					III	II			4
<i>Turdus philomelos</i> (Brehm, 1831)	Zorzal común	N	P	A/I	C, D	NA	NE		II	I		III	II			4
Familia Sylviidae																
<i>Cettia cetti</i> (Temminck, 1820)	Ruiseñor bastardo	N	P	A	ZH, A	NA	NE	IE				III	II			
<i>Acrocephalus scirpaeus</i> (Hermann, 1804)	Carricero común	N	P	N	ZH	NA	NE	IE				III	II			4
<i>Acrocephalus arundinaceus</i> (Linnaeus, 1758)	Carricero tordal	E	P	N	ZH	NA	NE	IE				II	II			
<i>Hippolais polyglotta</i> (Vieillot, 1817)	Zarcero común	N	P	N	ZH	NA	NE	IE				III	II			4
<i>Sylvia borin</i> (Boddaert, 1783)	Curruca mosquitera	N	P	N	E, D	NA	NE	IE				III	II			4
<i>Sylvia communis</i> (Latham, 1787)	Curruca zarcera	A	P	N	D, ZH	NA	NE	IE				III	II			4
<i>Sylvia atricapilla</i> (Linnaeus, 1758)	Curruca capirotada	N	P	A	ZH	NA	NE	IE				III	II			4
<i>Phylloscopus bonelli</i> (Vieillot, 1819)	Mosquitero papialbo	E	P	N	E	NA	NE	IE				III	II			4
<i>Phylloscopus collybita</i> (Vieillot, 1819)	Mosquitero común	N	P	A/I	ZH	NA		IE				III	II			

AVES																
Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Presencia	Fenología	Biotopo	U.I.C.N.	U.I.C.N.	C.M.E.A.	D. Aves	R. D. 1095/89	R. D. 1118/89	C. BERNA	C. BONN	CITES	Endemismo	
Familia Paridae																
<i>Parus caruleus</i> (Linnaeus, 1758)	Herrerillo común	A	P	A	T	NA	NE	IE				III				4
<i>Parus major</i> (Linnaeus, 1758)	Carbonero común	N	P	A	D, E	NA	NE	IE				III				
Familia Certhiidae																
<i>Certhia brachydactyla</i> (C. L. Brehm, 1820)	Agateador común	N	P	A	E	NA	NE	IE				III				4
Familia Remizidae																
<i>Remiz pendulinus</i> (Linnaeus, 1758)	Pájaro moscón	E	P	A	ZH	NA	NE	IE				II				
Familia Oriolidae																
<i>Oriolus oriolus</i> (Linnaeus, 1758)	Oropéndola	N	P	N	D, E	NA	NE	IE				III				
Familia Laniidae																
<i>Lanius meridionalis</i> (Linnaeus, 1758)	Acaudón real	N	P	A	D, E	NA	NT	IE				II				3
Familia Corvidae																
<i>Garrulus glandarius</i> (Linnaeus, 1758)	Arrendajo común	N	P	A	D, E	NA	NE		II							
<i>Pica pica</i> (Linnaeus, 1758)	Urraca	A	P	A	T	NA	NE		II	I						
<i>Corvus monedula</i> (Linnaeus, 1758)	Grajilla	N	P	A	T	NA	NE		II	I						4
<i>Corvus corone</i> (Linnaeus, 1758)	Corneja negra	N	P	A	T	NA	NE		II	I						
<i>Corvus corax</i>	Cuervo	N	P	A	D, E, C	NA	NE					III				

AVES															
Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Presencia	Fenología	Biotopo	U.I.C.N.	U.I.C.N.	C.N.E.A.	D. Aves	R. D. 1095/89	R. D. 1118/89	C. BERNA	C. BONN	CITES	Endemismo
<i>Myiopsitta monachus</i>	Cotorra argentina														Intr.

MAMÍFEROS														
Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Presencia	Biotopo	U.I.C.N. (1992)	U.I.C.N. (2001)	C.N.E.A.	D. Hábitat RD 1997/95	R.D. 1095/89	R.D. 1118/89	C. BERNA	C. BONN	CITES	Endemismo
Orden Erinaceomorpha														
<i>Erinaceus europaeus</i> (Linnaeus, 1757)	Erizo común	N	S	D, E, P	NA	DD		IV			III			
<i>Talpa occidentalis</i> (Cabrera, 1907)	Topo ibérico	N	S	D, C	K	DD					II			*
Orden Soricomorpha														
<i>Crocidura russula</i> (Hermann, 1780)	Musaraña común o gris	N	S	D, E, C A	NA	LC					III			
<i>Sorex granarius</i> (Miller, 1910)	Musaraña Ibérica	N	P	E, P	NA	NT					III			*
Orden Chiroptera														

MAMÍFEROS														
Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Presencia	Biotopo	U.I.C.N. (1992)	U.I.C.N. (2001)	C.N.E.A.	D. Hábitat RD 1997/95	R.D. 1095/89	R.D. 1118/89	C. BERNA	C. BONN	CITES	Endemismo
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i> (Screber, 1774)	Murciélago grande de herradura	R	P	D, E	V	NT	IE	II, IV			II	II		
<i>Rhinolophus euryale</i> (Blasius, 1853)	Murciélago mediterráneo de herradura	R	P	D, E, A	V	VU/A2c	IE	II, IV			II	II		
<i>Myotis myotis</i> (Borkhausen, 1907)	Murciélago ratonero grande	N	P	D, E	V	NT	IE	II, IV			II	II		
<i>Miniopterus schreibersii</i> (Kuhl, 1817)	Murciélago de cueva	R	P	D, E	I	NT	IE	II, IV			II	II		
<i>Plecotus austriacus</i> (Fischer, 1829)	Murciélago orejudo meridional u orejudo gris	N	P	E, A	K		IE	II, IV			II	II		
<i>Pipistrellus pipistrellus</i> (Schreber, 1774)	Murciélago común o enano	N	P	A	NA		IE	IV			III	II	II	
<i>Eptesicus serotinus</i> (Schreber, 1774)	Murciélago hortelano	N	P	E, A	K		IE	IV			II	II		
<i>Tadarida teniotis</i> (Rafinesque, 1814)	Murciélago rabudo	N	P	D, A	K		IE	IV			II	II		
Orden Carnivora														
<i>Vulpes vulpes</i> (Linnaeus, 1758)	Zorro	N	S	T, ZH	NA	LC			I	I	III			
<i>Mustela nivalis</i> (Linnaeus, 1766)	Comadreja	N	S	D, E, C, ZH	NA	DD					III			
<i>Genetta genetta</i> (Linnaeus, 1758)	Gineta	N	S	D, E, P, ZH	NA	LC		V			III			
Orden Artiodactyla														

MAMÍFEROS														
Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Presencia	Biotopo	U.I.C.N. (1992)	U.I.C.N. (2001)	C.N.E.A.	D. Hábitat RD 1997/95	R.D. 1095/89	R.D. 1118/89	C. BERNA	C. BONN	CITES	Endemismo
<i>Sus scrofa</i> (Linnaeus, 1758)	Jabalí	E	P	T	NA	LC			I	I				
Orden Rodentia														
<i>Microtus arvalis</i> (Pallas, 1778)	Ratilla campesina	A	P	C	NA	LC								
<i>Microtus lusitanicus</i> (Gerbe, 1879)	Topillo lusitánico	A	P	E, C, ZH	NA	LC								*
<i>Microtus duodecimocostatus</i> (de Selys-Longchamps, 1839)	Topillo mediterráneo o común	N	S	D, C	NA	LC								*
<i>Rattus rattus</i> (Linnaeus, 1758)	Rata negra o campestre	A	S	T	NA	DD								
<i>Rattus norvegicus</i> (Berkenhout, 1769)	Rata común	A	S	T, ZH	NA	NE								
<i>Mus domesticus</i> (Rutty, 1772)	Ratón casero	A	S	C, A	NA	LC								
<i>Mus spretus</i> (Lataste, 1883)	Ratón moruno	A	S	D, E, C	NA	LC								
<i>Apodemus sylvaticus</i> (Linnaeus, 1758)	Ratón de campo	A	S	T, ZH	NA	LC								
Orden Lagomorpha														
<i>Oryctolagus cuniculus</i> (Linnaeus, 1758)	Conejo	N	S	D, E, C, ZH	NA	LC			I	I	III			*
<i>Lepus granatensis</i> (Rosenhauer, 1856)	Liebre ibérica	N	S	D, E, C	NA	LC			I	I	IV			*

Fig. 4.1.6.2.- Fauna de los campos de regadío.

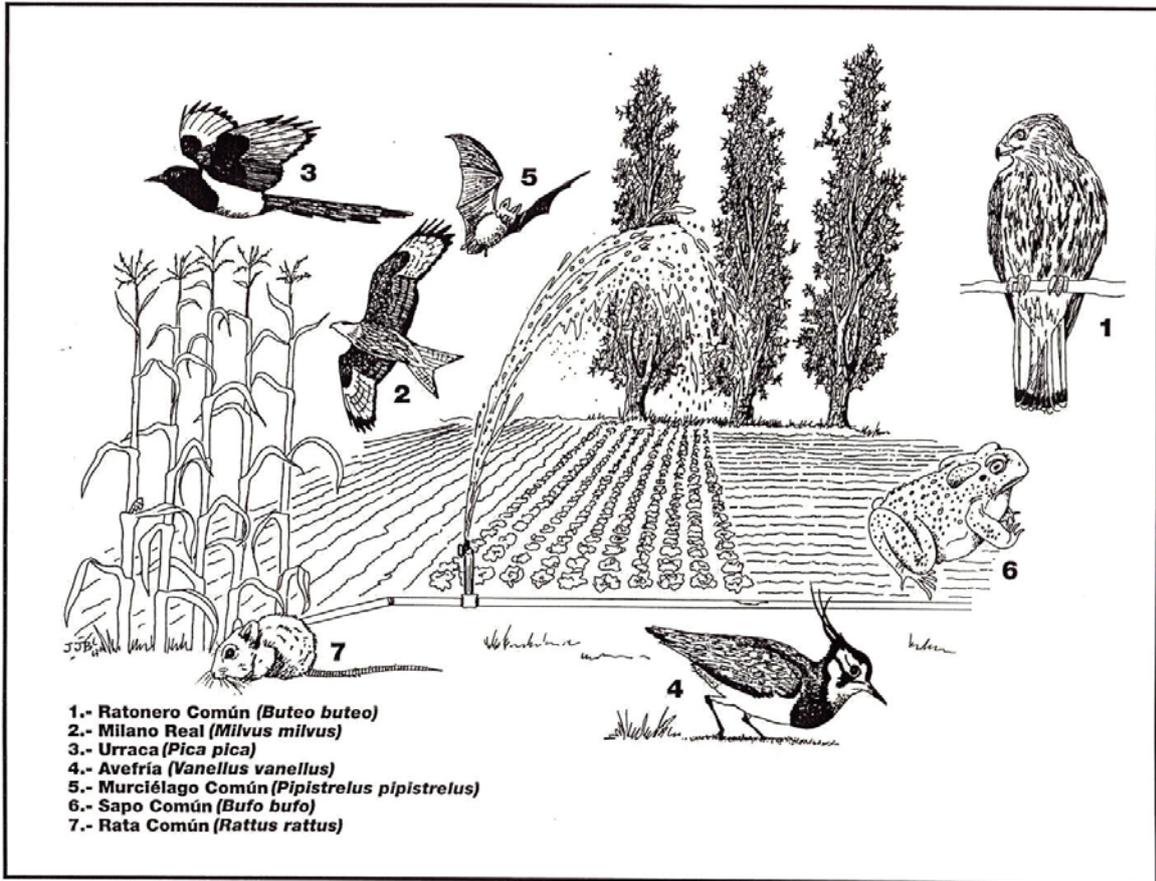
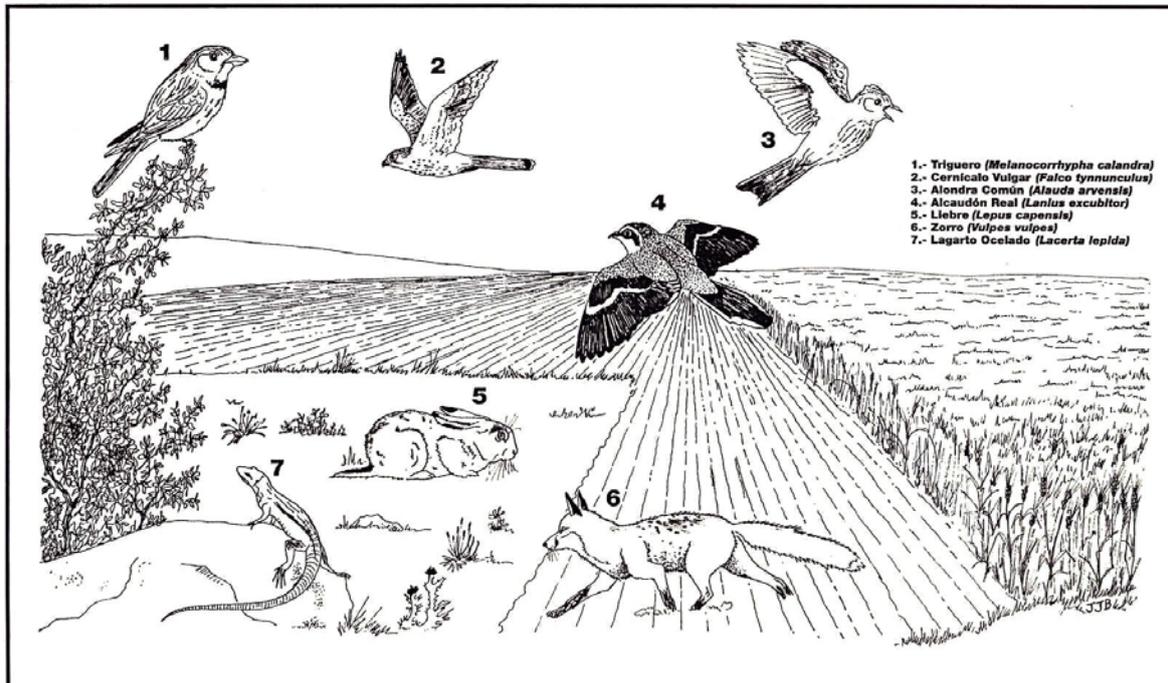
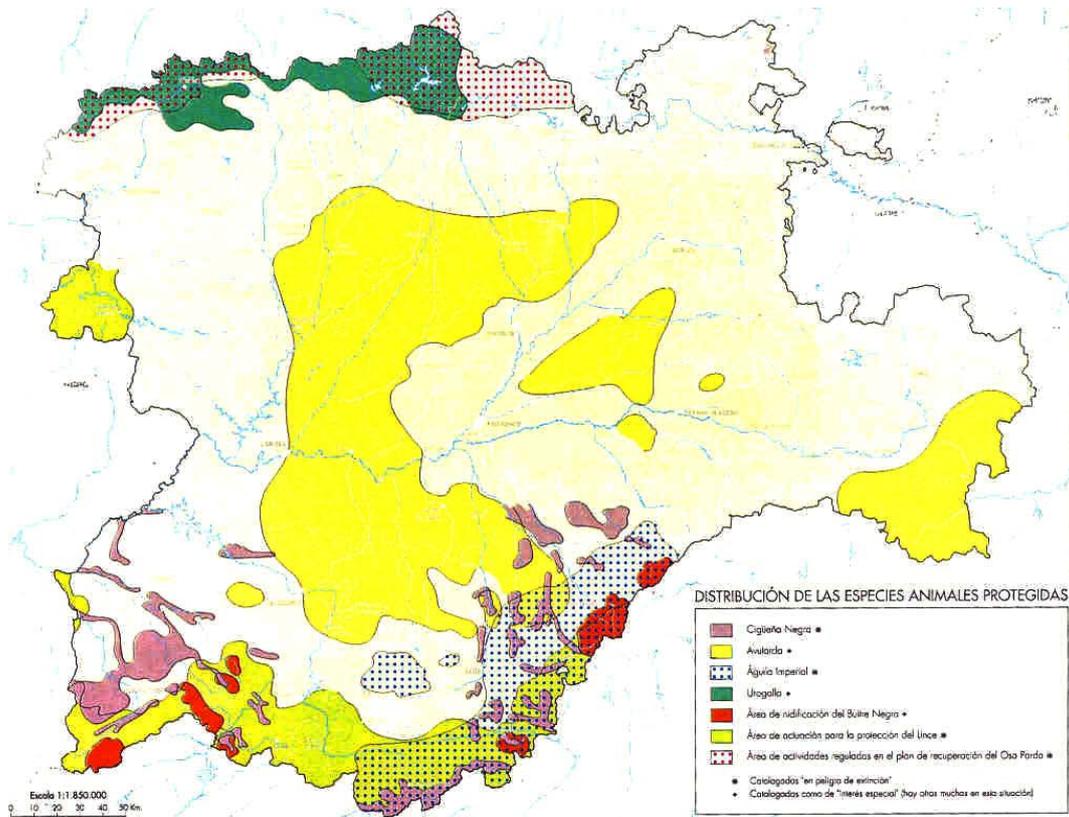
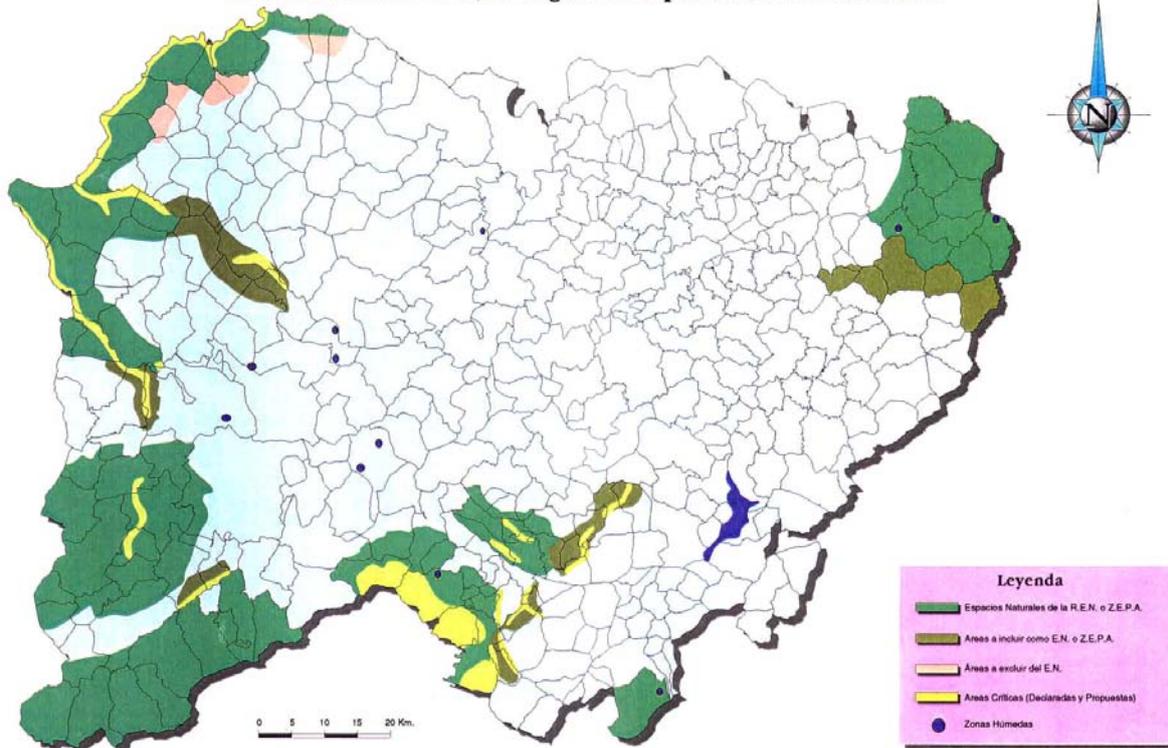


Fig. 4.1.6.3.- Fauna de la zona de secano.





Áreas de Sensibilidad Ecológica de la provincia de Salamanca



Preguntas tipo test relacionadas con la VEGETACIÓN Y LA FAUNA.-

1.- ¿Cuáles son los enfoques básicos que se suelen adoptar en un estudio de la cubierta vegetal, con el fin de integrarlo en los estudios del medio físico?. 1= *Enfoque botánico*, 2= *Enfoque fitosociológico*, 4=*Enfoque ecológico*, 8=*Enfoque estructural o fisionómico*.

SOLUCIÓN: a) 3, b) 5, c) 6, d) 9, e) 13.

2.- Una *Estratificación vertical* que es constante para casi todos los tipos de bosque o zonas arboladas, está constituida por los siguientes niveles: 1= Estrato arbóreo. 2= Estrato arbustivo. 4= Estrato herbáceo. 8=Estrato florístico.

SOLUCIÓN: a) 3, b) 5, c) 7, d) 11, e) 14.

3.- En la llamada *Estratificación horizontal* existen varias posibles distribuciones de las poblaciones de especies de vegetación: 1= vegetación cerrada. 2= vegetación abierta. 4= vegetación dispersa. 8= vegetación puntual.

SOLUCIÓN: a) 3, b) 5, c) 7, d) 11, e) 13.

4.- ¿Cuál es la unidad básica en el sistema de clasificación florística de BRAUN-BLANQUET (Escuela Fitosociológica de Montpellier?: a) *Asociación*, b) Orden, c) Alianza, d) Variante, e) Facies.

5.- Para una persona no experta en Botánica ¿Qué mapas ofrecen una imagen abstracta y poco reconocible de la vegetación de una zona?. a) *Mapas fitosociológicos*, b) Mapas de tipo de vegetación, c) Mapas fitodinámicos, d) Mapas de asociaciones, e) Mapas interpretativos.

6.- ¿A qué categoría de estado de conservación (Según la lista roja de los vertebrados de España,1986) pertenece “una especie no localizada con certeza en estado silvestre en los últimos cincuenta años”?: a) *Extinguida*, b) *En peligro*, c) *Vulnerable*, d) *Insuficientemente conocida*, e) *Indeterminada*.

7.- ¿A qué categoría de estado de conservación (Según la lista roja de los vertebrados de España,1986) pertenece “una especie que posiblemente están ya extinguida, pero que algunos taxones han sido vistos con certeza en estado silvestre en los últimos cincuenta años.”?: a) *Extinguida*, b) *En peligro*, c) *Vulnerable*, d) *Rara*, e) *Indeterminada*.

8.- ¿A qué categoría de estado de conservación (Según la lista roja de los vertebrados de España,1986) pertenece “una especie en la que sus efectivos han disminuido hasta un nivel crítico o sus hábitats han sido drásticamente reducidos.”?: a) *Extinguida*, b) *En peligro*, c) *Vulnerable*, d) *Insuficientemente conocida*, e) *Indeterminada*.

9.- ¿A qué categoría de estado de conservación (Según la lista roja de los vertebrados de España,1986) pertenece “aquellos taxones en los que todas o la mayor parte de sus poblaciones sufren regresión debido a sobreexplotación, a amplia destrucción del hábitat o a cualquier otra perturbación ambiental.”?: a) *Extinguida*, b) *En peligro*, c) *Vulnerable*, d) *Rara*, e) *Indeterminada*.

10.- ¿A qué categoría de estado de conservación (Según la lista roja de los vertebrados de España,1986) pertenece “aquellos taxones de poblaciones aún abundantes, pero que están amenazadas por factores adversos de importancia en toda su área de distribución.”?: a) *Extinguida*, b) *En peligro*, c) *Vulnerable*, d) *Insuficientemente conocida*, e) *Indeterminada*.

PAISAJE

El paisaje se considera como “*el complejo de interrelaciones derivadas de la interacción de rocas, agua, aire, plantas, animales y hombres*”. Su estudio precisa de la previa investigación del resto de los elementos a inventariar. Constituye entonces un elemento complejo que es función de todos los demás.

Los componentes principales del paisaje son los siguientes:

- **El relieve** constituye la estructura básica del paisaje.
- **Las rocas** cuya composición y propiedades determinan su especial comportamiento frente a los procesos formadores del relieve.
- **El agua**, en sus distintas manifestaciones y como agente activo del territorio.
- **La vegetación**, gran determinante del paisaje, agrupándose en comunidades vegetales con ciertas características fisionómicas condicionadas por los factores medioambientales y, de forma muy notable, por la actuación humana. La vegetación contribuye, en general, de modo positivo a la calidad del paisaje, con su variedad de formaciones vegetales, colores y contrastes.
- **La incidencia humana**, a través de los asentamientos humanos y las actividades desarrolladas, destacando por su capacidad modificadora las prácticas agrícolas, ganaderas y forestales, así como de extracción de recursos naturales, produciendo distintos grados de intervención. La influencia humana se aprecia en numerosos aspectos: presencia de núcleos de población, vías de comunicación, industrias, minería, cultivos, etc.

En resumen y de una forma general, puede decirse que los paisajes resultan de la combinación de geomorfología, clima, plantas y agua y de la incidencia de las alteraciones de tipo natural y las modificaciones antrópicas.

No hay que pensar sin embargo que el paisaje actual es el punto final de una historia de procesos geomorfológicos, climáticos, bióticos y antrópicos. Las variables que intervienen en su formación continúan activas y evolucionan modificándose en el tiempo, constituyendo un conjunto dinámico.

Una buena parte de los esfuerzos de estudio del paisaje en esta línea están encaminados a determinar el valor del paisaje como objeto de contemplación, unas veces a través del análisis de la respuesta que induce en los observadores, otras a través de la valoración de los propios elementos que lo componen y su aportación estética, con una base marcadamente arraigada en la «estética ecológica», según la cual la apreciación estética estaría íntimamente ligada con la valoración puramente ecológica del territorio.

COMPONENTES DEL PAISAJE

Los componentes del paisaje son los aspectos del territorio diferenciables a simple vista y que lo configuran. Pueden agruparse en tres grandes bloques:

1. Físicos: formas del terreno, superficie del suelo, rocas, cursos o láminas de agua, nieve, etc.
2. Bióticos: *vegetación*, tanto espontánea como cultivada y *fauna*.
3. Actuaciones humanas: diversos tipos de estructuras realizadas por el hombre, ya sean puntuales, extensivas o lineales.

El relieve ejerce una fuerte influencia sobre la percepción del paisaje. Este componente constituye la base sobre la que se asientan y desarrollan los demás componentes y condiciona la mayoría de los procesos que tienen lugar en él, lo que lo hace indispensable para llegar a entender el funcionamiento de ese paisaje.

La vegetación asume a su vez una gran parte en la caracterización del paisaje visible ya que constituye por lo general la cubierta del suelo. En un paisaje no se suelen percibir los individuos diferenciados sino constituyendo formaciones monoespecíficas o pluriespecíficas de variada fisionomía por su estructuración tanto horizontal como vertical. La vegetación en terreno llano puede establecer a su vez el control de las vistas, permitiendo la visión hasta el horizonte o bloqueándola a corta distancia del observador.

Los demás componentes introducen una variación en el paisaje que en algunos casos puede llegar a ser dominante (roquedos, grandes láminas de agua, ciudades, etc.), pero que en general se combina con los componentes antes mencionados contribuyendo al carácter del paisaje y cargando de significado distintas partes de él.

La *actuación humana* en el paisaje tiene lugar a través del desarrollo de múltiples acciones de muy diversa significación paisajista. Entre ellas destacan:

1. *Las actividades agrícolas y ganaderas*: cultivos extensivos de secano, regadíos, cultivos intensivos bajo plástico, repoblaciones forestales, praderas y pastizales, dehesas, extracción de madera y leñas u otros productos forestales, etc.
2. *Las obras públicas*, ya sean de tipo lineal (caminos, carreteras, líneas de transporte de energía, ferrocarril) o puntual-superficial (embalses, puertos, etc).
3. *La industria y la minería*: naves y plantas industriales, canteras, minería a cielo abierto, vertidos de escombros, etc.
4. *Urbanización y edificaciones*: núcleos urbanos de diverso tamaño, urbanizaciones extensivas de baja densidad, monumentos, construcciones tradicionales.
5. *Actividades turísticas y deportivas*: estaciones de esquí, campos de golf, complejos deportivos, puertos deportivos, jardines, zonas verdes, etc.

La importancia de la intervención es enorme en nuestros paisajes, hasta el punto de que existen pocos en la actualidad que puedan considerarse estrictamente naturales.

CARACTERÍSTICAS VISUALES BÁSICAS

Se entiende por características visuales básicas el conjunto de rasgos que caracterizan visualmente un paisaje o sus componentes y que pueden ser utilizados para su análisis y diferenciación. Las características visuales básicas son color, forma, línea, textura, escala o dimensiones y carácter espacial.

Algunas de ellas describen fundamentalmente los rasgos de los componentes del paisaje (color, forma, línea, textura, escala) y otras tienen un carácter más complejo, siendo aplicables al conjunto del paisaje y no tanto a sus partes componentes (carácter espacial).

Las relaciones entre las características visuales de los distintos componentes pueden describirse en términos de su:

- Contraste visual.
- Dominancia visual.
- Importancia relativa de las características visuales.

Estas relaciones son importantes en la descripción y diferenciación de los elementos visuales.

El análisis de las características visuales básicas y sus relaciones constituye la base utilizada para la valoración de aspectos como la calidad visual.

Se exponen a continuación estas características:

Color. Es la propiedad de reflejar la luz con una particular intensidad y longitud de onda, que permite al ojo humano diferenciar objetos que de otra forma serían idénticos. Es la principal propiedad visual de una superficie.

La combinación de colores en un paisaje determina en gran medida sus cualidades estéticas.

La presencia de colores complementarios o de características opuestas produce contrastes visuales. Así, los colores brillantes contrastan con los mates y los claros con los oscuros. La yuxtaposición de estas dos últimas características cromáticas suele además llamar la atención del espectador.

En general, puede decirse que a igualdad de los restantes elementos visuales los colores cálidos, claros y brillantes tienden a dominar sobre los fríos, oscuros y mates en un paisaje.

Forma. Es el volumen o figura de un objeto o de varios objetos que aparecen unificados visualmente. Las formas pueden ser de dos tipos: bidimensionales, determinadas por la presencia de superficies adyacentes que contrastan en color y/o textura, o tridimensionales, determinadas por el volumen de un elemento del relieve o de otro objeto natural o artificial.

Las formas se caracterizan por su geometría, complejidad y orientación respecto a los planos principales del paisaje. Las diferencias de forma existentes entre las distintas superficies y volúmenes determinan el contraste y la dominancia. Así, una forma regular, compacta, opaca y orientada respecto al plano vertical normalmente destaca en un paisaje de alto contenido natural, que generalmente tiene características opuestas, y pasa desapercibida en un paisaje urbano.

Línea. Es el camino real o imaginario que percibe el observador cuando existen diferencias bruscas entre los elementos visuales (color, forma, textura) o cuando los objetos se presentan con una secuencia unidireccional. Las líneas pueden corresponder a bordes o límites entre dos superficies adyacentes diferenciadas por su color o textura (el límite de un bosque contra un cultivo, por ejemplo), a la existencia de formas lineales diferenciadas de tipo banda y que dividen una superficie en dos (caminos, carreteras, corredores de vegetación de ribera, etc.), o al recorte de la silueta de una forma tridimensional contra un fondo contrastado (silueta de un cerro contra el cielo, por ejemplo).

Las líneas pueden caracterizarse a su vez por su definición o fuerza (nitidez, continuidad, longitud, grado de diferenciación entre los elementos que separan, etc.). Así, una línea nítida, larga y continua, como puede ser la del horizonte, tiene más fuerza que otra que se perfila por la agregación de numerosos trazos (la copa de un árbol, por ejemplo); la línea de horizonte en un terreno de relieve movido es más compleja que en una llanura, y las líneas que siguen la dirección longitudinal de un valle, por ejemplo, tienen distinto significado visual que las que lo cortan transversalmente.

El contraste resulta de la composición de líneas de diferente dirección o carácter, y se ve incrementado cuando éstas separan formas o colores muy diferentes.

Textura. Es la manifestación visual de la relación entre luz y sombra motivada por las variaciones existentes en la superficie de un objeto. Esta propiedad de los objetos puede extenderse al paisaje, en el que la textura se manifiesta no sólo sobre los objetos individualizados sino también sobre las superficies compuestas por la agregación de pequeñas formas o mezclas de color que constituyen un modelo continuo de superficie. En la composición escénica cada una de estas partes no aparece como un objeto diferenciado sino integrado en una superficie. Así, si se observa un bosque a cierta distancia no será posible distinguir cada uno de los árboles como objetos individualizados, sino que la masa se percibirá como una superficie más o menos continua con irregularidades o variaciones internas producidas por la agregación indiferenciada de las copas.

La textura puede caracterizarse por su:

- Grano (fino, medio o grueso): Tamaño relativo de las irregularidades superficiales (la textura de una masa de coníferas será gruesa frente a la de un pastizal).
- Densidad: Espaciamento de las variaciones superficiales (un arbolado disperso, la dehesa de encina, produce una textura distinta que una formación cerrada de la misma especie).
- Regularidad: Grado de ordenación y homogeneidad en la distribución espacial de las irregularidades superficiales (en hileras, al azar, uniforme, en grupos).
- Contraste interno: Diversidad de colorido y luminosidad dentro de la superficie.

Las texturas de grano grueso y elevado contraste interno tienden a dominar en la escena sobre las poco contrastadas y de grado fino.

Dimensión y escala. Es el tamaño o extensión de un elemento integrante del paisaje. Puede considerarse en sentido absoluto (dimensiones reales del objeto o superficie que ocupa) o en sentido relativo (la relación existente entre el tamaño del objeto y el entorno donde se sitúa). Este segundo sentido es el que tiene mayor importancia visual y puede caracterizarse por la proporción de superficie que ocupa el elemento dentro del campo de visión o por el contraste de tamaño con respecto a otros elementos del paisaje.

El observador establece la escala entre objetos mediante la comparación, consciente o inconsciente, de su tamaño, para lo cual suele tomar como referencia objetos de dimensiones conocidas (la figura humana, una casa, un árbol).

La apreciación de la escala se ve alterada por la apariencia de los objetos y la configuración del espacio externo (los espacios pequeños hacen que los objetos parezcan mayores).

Los objetos pequeños, de aspecto frágil y ligero, situados en espacios abiertos o amplios tienden a verse dominados visualmente por los voluminosos, de aspecto pesado y compacto, emplazados en lugares cerrados o de extensión reducida.

Configuración espacial o espacio. Es un elemento visual complejo que engloba el conjunto de cualidades del paisaje determinadas por la organización tridimensional de los objetos y los espacios libres o vacíos de la escena.

La composición espacial de los elementos que integran la escena define distintos tipos de paisaje:

- Panorámicos: En los que no existen límites aparentes para la visión, predominando los elementos horizontales con el primer plano y el cielo dominando la escena.
- Cerrados: Definidos por la presencia de barreras visuales que determinan una marcada definición del espacio.
- Focalizados: Caracterizados por la existencia de líneas paralelas u objetos alineados (una carretera, un río, un seto) que parecen converger hacia un punto focal que domina la escena.
- Dominados por la presencia de un componente singular (una catarata, una forma prominente del terreno, un árbol aislado).
- Filtrados por la presencia de una pantalla arbórea abierta que permite la visión a través de ella del paisaje que existe a continuación.

Por otro lado, dentro del espacio visual definido tiene importancia la posición espacial de los elementos del paisaje, determinada fundamentalmente por su posición topográfica:

- En llano.
- En fondo de valle.
- A media ladera.
- En el borde superior de la ladera.
- En la cresta.

así como el fondo escénico contra el que se recortan:

- Contra el cielo.
- Contra el agua.
- Contra el terreno.
- Contra la vegetación.

Las posiciones elevadas y expuestas tienden a resaltar el objeto, mientras que las bajas y protegidas tienden a ocultarlo. De la misma forma, un objeto visto contra el cielo o el agua destaca más, por lo general, que cuando se ve contra el terreno.

INVENTARIO V CARTOGRAFIA

El gran número y variedad de factores implicados en la caracterización del paisaje supone una dificultad metodológica considerable a la hora de generalizar los procedimientos a seguir para la realización de mapas de paisaje. No existe así, una tipología definida de métodos cartográficos, sino, más bien, una gama de procedimientos adoptados para abordar estudios específicos del paisaje en

zonas concretas, bien puntualmente o bien adoptados a nivel nacional (casos de Holanda, Estados Unidos).

La cartografía del paisaje puede centrarse en la descripción inicial del mismo con vistas a su posterior valoración o interpretación, o bien enfocarse directamente a la valoración de su calidad o fragilidad dejando implícita su descripción.

Las estrategias utilizadas para el inventario del paisaje pueden dividirse en dos grandes bloques:

- Las que se basan en el inventario de los distintos aspectos que componen el paisaje para proceder después a su integración.
- Las que se centran en la realización directa de un inventario de las unidades o tipos de paisaje existentes.

ESTRATEGIAS BASADAS EN EL INVENTARIO DE LOS DISTINTOS ASPECTOS QUE COMPONEN EL PAISAJE

Son estrategias de tipo analítico en las que una vez inventariados y cartografiados los componentes del paisaje, se analizan e interpreta su significado respecto a la definición del paisaje y se procede a la integración de todos ellos para llegar a establecer los tipos de paisaje.

En este caso no se realiza propiamente un inventario de paisaje, sino que lo que se inventaría son los distintos aspectos parciales que lo componen. El inventario de los mismos puede realizarse expresamente, mediante trabajo de campo con fotografía aérea y mapas topográficos, recogiendo todos los elementos componentes del paisaje (formaciones de vegetación, usos del suelo, estructuras y edificaciones, formas del terreno, formas de agua superficial, etc.) y sus atributos o características visuales (altura, forma, color, transparencia a las vistas, etc.). Se pueden determinar sobre el terreno las líneas virtuales de cerramiento visual definidas por el relieve y/o la vegetación.

En otros casos, cuando el estudio de paisaje se encuadra en un estudio más general del medio físico y se cuenta con los inventarios detallados de cada elemento del medio, no será necesario en general realizar un inventario expresamente para el paisaje, sino que se seleccionan e interpretan los datos de los inventarios parciales en términos de sus implicaciones visuales. Será necesario también obtener directamente o elaborar a partir de los datos del inventario (altitud y altura de la vegetación y edificaciones, fundamentalmente) la estructura visual del territorio (espacio o cuenca visual). El procedimiento puede contemplar las siguientes fases:

- Selección de los elementos del territorio que contribuyen con más fuerza a la definición de paisaje. En general, los más determinantes serán el relieve y la vegetación, variando en importancia relativa según el territorio. A ello habrá que añadir las actuaciones humanas, la presencia de agua, etc.
- Estudio del significado de las características de cada uno de los componentes seleccionados con respecto a la diferenciación del paisaje. Se tienen en cuenta las características de cada componente más relevantes en el paisaje (pendientes, altitud relativa, complejidad topográfica, estructura horizontal y vertical de las formaciones vegetales, colorido y estacionalidad de las mismas, pautas de distribución de la vegetación y usos de suelo, etc.).

El uso del ordenador (Sistemas de Información Geográfica) es de gran utilidad en este proceso. La información inventariada puede estar almacenada en mapas temáticos (mediante mallas poligonales o por contornos) que pueden interpretarse individualmente mediante selección o combinación de características, cálculo de índices, etc., y posteriormente combinarse para asignar a cada punto del territorio un tipo de paisaje.

ESTRATEGIAS BASADAS EN LA INVENTARIACION DIRECTA DE LAS UNIDADES DE PAISAJE EXISTENTES

Estas estrategias, de tipo sintético, están muy en relación con los sistemas de delimitación de unidades ambientales o ecológicas de forma directa o integrada. En ambos casos, la unidad se delimita por

consideraciones derivadas de su apariencia o aspecto externo que permiten distinguir (igual que se distinguen a las personas) unidades de paisaje distintas.

Como base para la inventariación es de utilidad la fotografía aérea, con apoyo de campo, para ayudar a identificar las zonas diferentes y a situarlas sobre el mapa. Pueden utilizarse uno o dos de los elementos inventariados previamente (relieve y vegetación, por ejemplo) como apoyo de la inventariación y para ayudar a decidir en situaciones conflictivas.

Dependiendo de los territorios, alguno de los componentes del paisaje puede actuar como dominante, marcando las diferencias fundamentales. En otros casos será una combinación de varios aspectos lo que dé la clave de la diferenciación (relieve, procesos geomorfológicos, estructura de la vegetación, grado de intervención humana y condiciones de visión como más destacados).

Una vez dividido el territorio en zonas o unidades de paisaje se podrá proceder a su descripción y valoración en función de los atributos (componentes y características visuales) que la caracterizan.

Otros métodos

Existen también otros sistemas de cartografía, más aplicados a la valoración de la calidad visual, que se basan en la inventariación por muestreo de puntos de observación, que puede ser aleatorio, o ligado a características ambientales determinadas, o por transectos en direcciones aleatorias, o según la frecuencia de uso de las distintas áreas del territorio o representativos de las condiciones del mismo, etc. Estos métodos se basan por lo general en la obtención de fotografías en esos puntos, en unas ciertas direcciones y ángulos de inclinación, que después se pueden utilizar para la valoración de la calidad visual, a través de consultas al público por lo general.

MÉTODOS DIRECTOS DE VALORACION DE LA CALIDAD VISUAL

Este grupo de métodos se caracteriza porque *la evaluación se realiza por medio de la contemplación del paisaje*, bien en el campo, bien a través de algún tipo de sustituto, como fotografías, películas, dibujos, etc., *en una única operación*. El paisaje, o su sustituto, se valora directamente de modo subjetivo, utilizando escalas de rango o de orden, *sin desagregarlo* en componentes paisajísticos o categorías estéticas. Inmediatamente surge el problema de la subjetividad, como claro obstáculo a la condición de objetividad antes exigida.

La característica crucial y definitoria de los métodos directos es el juicio o valoración del paisaje (o su sustituto) en *su totalidad*. Miden la calidad visual del paisaje *per se* sin detenerse a averiguar qué componentes o elementos del paisaje son los causantes de su aceptación o rechazo estético.

Métodos directos de subjetividad aceptada

Constituyen la aplicación más simple de la idea de contemplación directa. Han sido dejados de lado por la progresiva sofisticación de las técnicas de valoración, pero tienen un soporte conceptual claro y firme: dado que la apreciación estética del paisaje es algo claramente subjetivo, se acepta plenamente este punto de partida, dedicando todo el esfuerzo y el tiempo, que el resto de los métodos utilizan en complicadas mediciones y cálculos estadísticos, a conocer y comprender el territorio, realizando una valoración, desde luego subjetiva, pero sistemática y cabal.

Exigen para su aplicación que la valoración sea realizada por profesionales con mucha experiencia y buen criterio, capaces de mantener unos estándares estables a lo largo de la evaluación, para que ésta sea coherente. No pueden considerarse estrictamente como métodos, pues cada profesional tiene su propia manera de actuar que va perfeccionando a lo largo de sucesivas aplicaciones. Su resultado suele ser una parcelación del territorio clasificada en unas cuantas categorías; por ejemplo:

Calidad visual:

- Excelente.
- Muy buena.
- Buena.
- Regular.
- Mala,

o cualquier otra escala similar; se apoyan en unas normas de recorrido del paisaje, por itinerarios o áreas, delimitando las unidades de paisaje por apreciación directa en el campo con ligero apoyo de cartografía.

Aunque el sistema parezca muy simple, no cabe la menor duda de que los resultados obtenidos por un buen profesional pueden ser tan correctos como los obtenidos con la aplicación de cualquier otro método más sofisticado, y dada la escasa sujeción a reglas estrictas, es fácil que el estudio pueda resultar rico en sugerencias y en claves de conocimiento del área de estudio.

Métodos de valoración a través de componentes del paisaje

Los métodos indirectos de valoración a través de componentes del paisaje, utilizan para la desagregación características físicas del paisaje como, por ejemplo, la topografía, los usos del suelo, la presencia de agua, etc. Cada unidad de paisaje se valora en términos de cada componente agregándose después los valores parciales para obtener un valor final. Las diferencias entre los distintos métodos radican en la selección de componentes y en la forma de valorar cada uno.

La forma de valorar cada unidad de paisaje para cada componente es muy variable; por ejemplo, se puede dividir el componente en varios tipos o clases y asignar a cada una un valor numérico. El componente atribuye al valor de la unidad de paisaje el valor numérico asignado a la clase que está presente en la unidad. En el West Midland Regional Study (STEVENSON, 1970) se considera el elemento topografía dividido en cuatro clases, a las que se asignan diferentes valores: 2, 4, 8, 10.

En otros estudios (HEBBLETHWAITE, 1973), la topografía se valora por la distancia entre líneas de nivel con una equidistancia de 10 m.

El modelo de TANDY (1971) considera dos etapas en la valoración: una cuantitativa y otra cualitativa. Valora la presencia de árboles de la siguiente forma:

- No existen en la unidad: 0.
- Hay alguno dentro de la unidad: 1.
- Ocupan toda la unidad: 2.

Aprecia luego su calidad y la valora en una escala (-2, -1, 0, +1, +2)

Para obtener la valoración total de la unidad debida a la presencia de árboles suma cantidad y calidad.

Estos métodos indirectos, a partir de componentes del paisaje, han sido, históricamente, los primeros en aplicarse y han ido evolucionando hacia una progresiva cuantificación que tiende a complementarse con contrastes de preferencias, dando lugar al tercer tipo de métodos que se han denominado métodos mixtos. La crítica más extendida de este tipo de métodos radica en que en aras de una pretendida objetividad y/o consistencia terminan valorando cosas que pueden no tener absolutamente nada que ver con la calidad visual o la belleza del paisaje, mientras que los métodos directos, que sí pueden ser tachados de subjetivos, evalúan claramente el paisaje total.

Métodos de valoración a través de categorías estéticas

Un ejemplo de este tipo de modelos es el aplicado por el U.S. FOREST SERVICE (1974) para obtener «objetivos de calidad visual» que se corresponden con los posibles grados de alteración que son aceptables en un paisaje.

Para ello se evalúan «tres clases de variedad» o de calidad escénica según los rasgos biofísicos de un territorio (fisiografía, afloramientos rocosos, vegetación, agua) (Cuadro XI.8):

Clase A: de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes.

Clase B: de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color, línea y textura, pero que resultan comunes en la región estudiada, y no excepcionales.

Clase C: de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura.

CUADRO XI.8.—CLASES DE CALIDAD ESCENICA
(U.S.D.A. FOREST SERVICE, 1974)

Variedad paisajística:	Clase A	Clase B	Clase C
	Alta	Media	Baja
MORFOLOGIA O TOPOGRAFIA	Pendientes de más del 60%, laderas muy modeladas, erosionadas y abarrancadas o con rasgos muy dominantes.	Pendientes entre 30-60%, vertientes con modelado suave u onduladas.	Pendientes entre 0-30%, vertientes con poca variación, sin modelado y sin rasgos dominantes.
FORMA DE LAS ROCAS	Formas rocosas sobresalientes. Pedrizas, afloramientos y taludes, etc., inusuales en tamaño, forma y localización.	Rasgos obvios pero que no resaltan; similares a los de la clase alta, sin destacar especialmente.	Apenas existen rasgos apreciables.
VEGETACION	Alto grado de variedad. Grandes masas boscosas. Gran diversidad de especies.	Cubierta vegetal casi continua, con poca variedad en la distribución. Diversidad de especies media.	Cubierta vegetal continua, sin variación en su distribución.
FORMAS DE AGUA: LAGOS	Grandes lagos. Si son pequeños o medianos con: — Borde u orilla singular. — Reflejo en el agua de rasgos importantes. — Islas. — Con vegetación de ribera o forma de las rocas de alta calidad (A).	Lagos medianos, orilla algo irregular, pocos reflejos, clase B de vegetación de ribera.	Lagos pequeños regulares y sin reflejos.
FORMAS DE AGUA: ARROYOS Y RIOS	Cursos de agua con numerosos e inusuales cambios en el cauce, cascadas, rápidos, pozas, meandros o gran caudal.	Cursos de agua con características bastante comunes en su recorrido y caudal.	Torrentes y arroyos intermitentes con poca variación en caudal, saltos, rápidos o meandros.

Se realiza a continuación el mapa de «clases de variedad» (calidad visual) y se establecen los «niveles de sensibilidad» (medida del interés del público por la calidad escénica de los paisajes naturales y del alcance visual de los observadores).

FRAGILIDAD VISUAL

Se define la fragilidad visual como la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él. Expresa el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones.

Este concepto es similar al de «vulnerabilidad visual» y opuesto en cambio, al de «capacidad de absorción visual» que es la aptitud que tiene un paisaje de absorber visualmente modificaciones o alteraciones sin detrimento de su calidad visual. Según lo señalado, a mayor fragilidad o vulnerabilidad visual corresponde menor capacidad de absorción visual y viceversa.

Mientras que la calidad visual de un paisaje es una cualidad intrínseca del territorio, no ocurre así con la fragilidad: tal y como se ha definido, depende, en principio, del tipo de actividad que se piensa desarrollar. El espacio visual puede presentar diferente vulnerabilidad según se trate de una actividad u otra, y este hecho es muy relevante cuando se trata de realizar un estudio sobre un territorio de extensión reducida. En este caso habría que especificar su fragilidad para cada una de las actividades posibles.

La mayoría de los métodos de valoración de la fragilidad visual han surgido ante problemas concretos: extracción de recursos mineros, urbanización, plantas de energía, actividades agrícolas, forestales, recreativas, etcétera, por lo que presentan una tipología menos definida que en el caso de la valoración de la calidad visual.

Se pueden seguir esquemas metodológicos similares a los que se indicaron para la calidad visual; no obstante, el estudio de la fragilidad se presta mejor que el de la calidad a la objetivación y cuantificación.

En los distintos modelos se tienen en cuenta factores como visibilidad, tanto en magnitud como en complejidad de lo observado, efecto pantalla realizado por la vegetación, pendiente y morfología del terreno o accesibilidad del paisaje.

Fragilidad visual del punto (factores biofísicos).

- Suelo y cubierta vegetal:

- Densidad de la vegetación. A mayor densidad de vegetación, expresada por el porcentaje de suelo cubierto por la proyección horizontal de las especies leñosas, menor fragilidad visual intrínseca.
- Contraste cromático suelo-vegetación. La fragilidad visual intrínseca crece con la magnitud del contraste de color entre suelo y vegetación.
- Altura de la vegetación. El poder enmascarante de la vegetación. Cuanto mayor es la complejidad de la estructura de la vegetación, mayor número y densidad de estratos, menor es el nivel de fragilidad visual.
- Contraste cromático dentro de la vegetación. La diversidad cromática dentro de la propia cubierta vegetal favorece el «camuflaje» de las actuaciones humanas, sobre todo si esa gama abundante de colores no obedece a una pauta claramente definida y se distribuye de forma caótica.

Las situaciones de mayor fragilidad visual, a este respecto, vienen definidas por las manchas monocromáticas (constantes en el tiempo -pinares- o variables -secanos-).

- Estacionalidad de la vegetación. La pérdida de opacidad, la disminución del «efecto pantalla», que supone la pérdida de las hojas caducas, es un factor que aumenta, aunque sea de forma temporal durante el otoño-invierno, la fragilidad visual de las zonas que sustentan aquel tipo de vegetación.

- Pendiente. Para la evaluación de la fragilidad visual derivada de este factor se efectúa una clasificación de los valores estimados de la pendiente, en el sentido de atribuir una mayor capacidad de absorción visual a las pendientes más bajas.

- Orientación. La relación orientación-fragilidad visual obedece a dos criterios. Existe una mayor fragilidad en las zonas más iluminadas normalmente para el observador. El Sur y el Oeste son, en este sentido, más frágiles que las exposiciones al Norte y al Este.

Accesibilidad de la observación

- Distancia a carreteras y pueblos. La fragilidad visual adquirida aumenta con la cercanía a pueblos y carreteras (aumento de la presencia potencial de observadores).

- Accesibilidad visual desde carreteras y pueblos. La fragilidad visual de cada punto del territorio aumenta con la posibilidad que tiene cada punto de ser visto desde esos núcleos de potenciales observadores. Cuanto mayor sea el número de veces que un punto es visto al recorrer una carretera, mayor será la fragilidad visual de aquel punto.

La combinación de la fragilidad visual del punto y del entorno define la fragilidad visual intrínseca de cada punto del territorio, y la integración global con el elemento accesibilidad, la fragilidad visual adquirida.

Un caso particular es la metodología para la evaluación de la capacidad de absorción visual (Visual Absorption Capability, VAC), propuesta por YEOMANS (1986).

En este caso no es la fragilidad visual sino su opuesto, la capacidad de absorción visual, definida como la capacidad del paisaje para acoger actuaciones propuestas sin que se produzcan variaciones en su carácter visual, lo que centra la atención. Su valoración se realiza también a través de los factores biofísicos, considerados en el modelo anterior. Los factores biofísicos implicados se integran en la siguiente fórmula (YEOMANS, 1986):

$$CAV = S \times (E + R + D + C + V)$$

S = Pendiente (a mayor pendiente menor CAV).

Este factor se considera el más significativo por lo que actúa como multiplicador.

E = erosionabilidad (a mayor E, menor CAV).

R = capacidad de regeneración de la vegetación (a mayor *R*, mayor *CAV*).

O = diversidad de la vegetación (a mayor *O*, mayor *CAV*).

C = contraste de color de suelo y roca (a mayor *C*, mayor *CAV*).

V = contraste suelo-vegetación (a mayor *V*, mayor *CAV*).

Los valores asignados a los distintos parámetros según este modelo se muestran en el Cuadro XI.9. Una vez asignados valores a los distintos puntos del territorio se procede a la clasificación en una escala de *CAV* para el territorio.

La capacidad de absorción visual obtenida puede combinarse con los objetivos de calidad visual (Visual Quality Objectives, VOO) para establecer clases de gestión-visual y de restricciones de uso por motivo visual.

CUADRO XI.9.—VALORES DE LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN VISUAL (C.A.V.)
(Tomado de YEOMANS, 1986)

Factor	Características	Valores de C.A.V.	
		Nominal	Número
Pendiente P	Inclinado (pendiente > 55%).	BAJO	1
	Inclinación suave (25-55% pendiente).	MODERADO	2
	Poco inclinado (0-25% pendiente).	ALTO	3
Diversidad de vegetación D	Eriales, prados y matorrales.	BAJO	1
	Coníferas, repoblaciones.	MODERADO	2
	Diversificada (mezcla de claros y bosques).	ALTO	3
Estabilidad del suelo y erosionabilidad E	Restricción alta, derivada de riesgo alto de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial.	BAJO	1
	Restricción moderada debido a cierto riesgo de erosión e inestabilidad y regeneración potencial.	MODERADO	2
	Poca restricción por riesgo bajo de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial.	ALTO	3
Contraste suelo-vegetación V	Bajo potencial de regeneración.	BAJO	1
	Contraste visual moderado entre el suelo y la vegetación.	MODERADO	2
	Contraste visual bajo entre el suelo y la vegetación adyacente.	ALTO	3
Vegetación. Regeneración potencial R	Potencial de regeneración bajo.	BAJO	1
	Potencial de regeneración moderado.	MODERADO	2
	Regeneración alta.	ALTO	3
Contraste de color roca-suelo C	Contraste alto.	BAJO	1
	Contraste moderado.	MODERADO	2
	Contraste bajo.	ALTO	3

INTEGRACION DE LOS MODELOS DE CALIDAD Y FRAGILIDAD

En algunos de los estudios del medio físico aplicados a la planificación territorial, puede ser necesario la elaboración de un modelo visual que resulte de integrar la calidad visual y la fragilidad visual de cada punto del territorio.

Las combinaciones calidad-fragilidad pueden ser útiles, en efecto, cuando se desee tener en cuenta los valores pasajísticos a la hora de conservar y de promover: las combinaciones alta calidad- alta fragilidad serán candidatos destacados a la protección, las de alta calidad-baja fragilidad a la promoción de actividades en las cuales constituya el paisaje un factor de atracción, las de baja calidad-baja fragilidad a la localización de actividades del tipo disposición de residuos u otras semejantes.

Las posibles combinaciones calidad-fragilidad pueden agruparse e interpretarse de distinta forma según las características particulares del territorio estudiado. Para un estudio de la Comarca de Granada (RAMOS *et al.*, 1980) se adoptó la siguiente clasificación:

Clase 1. Zonas de alta calidad y alta fragilidad, cuya conservación resulta prioritaria.

Clase 2. Zonas de alta calidad y baja fragilidad, aptas en principio para la promoción de actividades que requieran calidad paisajística y causen impactos de poca entidad en el paisaje.

Clase 3. Zonas de calidad media o alta y de fragilidad variable, que pueden incorporarse a las anteriores cuando las circunstancias lo aconsejen.

Clase 4. Zonas de calidad baja y de fragilidad media o alta, que pueden incorporarse a la Clase 5 cuando sea preciso.

Clase 5. Zonas de calidad y fragilidad bajas, aptas desde el punto de vista paisajístico para la localización de actividades poco gratas o que causen impactos muy fuertes.

CONCLUSION

A la cartografía de la calidad debe acompañar la de los estudios de visibilidad, si se realizan, y una descripción suficientemente completa del paisaje, acompañada de fotografías, que siempre supondrán una ayuda para el que utilice el inventario y servirán para dar fe del estado estético actual del área de estudio. Los elementos artificiales se deben listar y cartografiar por separado.



Paisaje típico de Dehesa



Paisaje escarpado sobre cuarcitas



Paisaje de la Tierra de Pinares



Cultivos en bancales

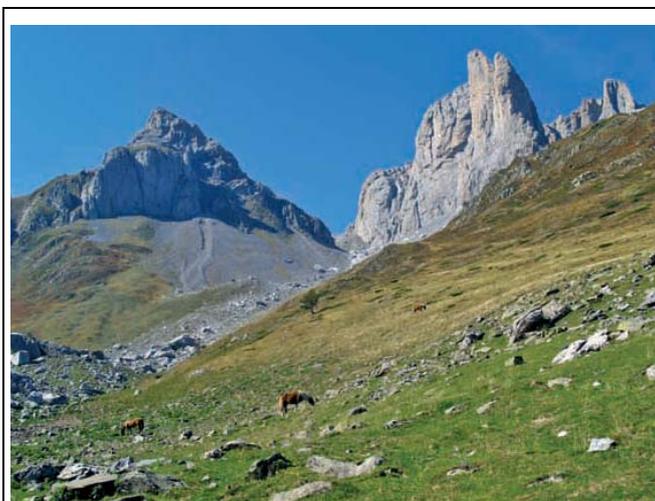


Cañón del río Ebro



Paisaje de pastizales (Burgos)

Calidad visual del paisaje.-



Calidad muy buena



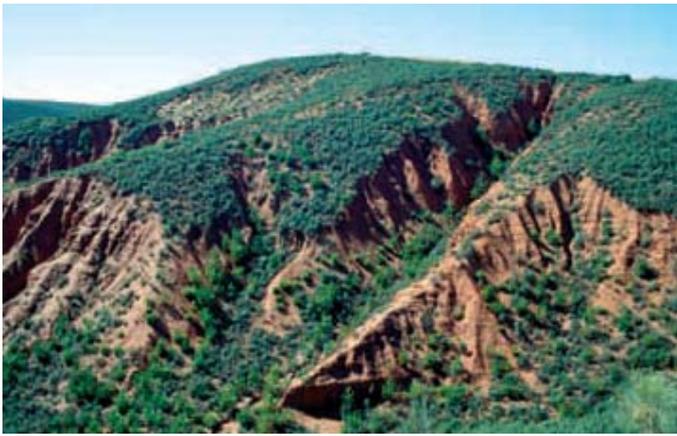
Calidad muy buena



Calidad buena



Calidad buena



Calidad regular



Calidad regular



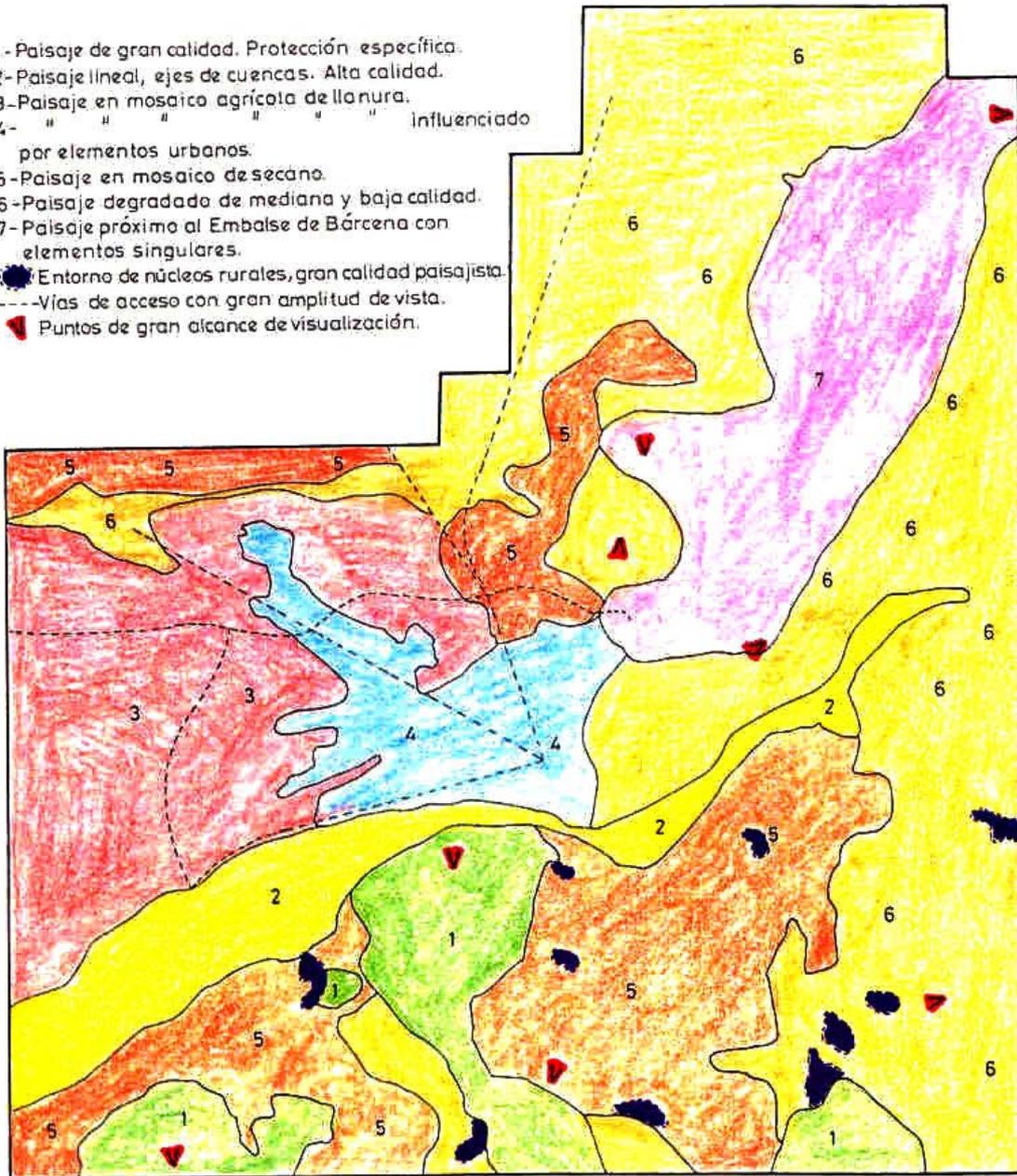
Calidad mala (Paisaje muy antropizado)



Calidad mala (Paisaje muy antropizado)

Mapa de paisaje.

- 1- Paisaje de gran calidad. Protección específica.
 - 2- Paisaje lineal, ejes de cuencas. Alta calidad.
 - 3- Paisaje en mosaico agrícola de llanura.
 - 4- " " " " " " influenciado por elementos urbanos.
 - 5- Paisaje en mosaico de secano.
 - 6- Paisaje degradado de mediana y baja calidad.
 - 7- Paisaje próximo al Embalse de Bárcena con elementos singulares.
- Entorno de núcleos rurales, gran calidad paisajista.
--- Vías de acceso con gran amplitud de vista.
▼ Puntos de gran alcance de visualización.



Preguntas tipo test relacionadas con el PAISAJE.-

1.- ¿Cuál de los componentes principales constituye la estructura básica del paisaje?: a) Las rocas, **b) El relieve,** c) El agua, d) La vegetación.

2.- ¿Cuál de los componentes principales contribuye, en general, de modo positivo a la calidad del paisaje?: a) Las rocas, b) El relieve, c) El agua, **d) La vegetación.**

3.- ¿Cuál será la textura de un bosque de coníferas frente a la de un pastizal?: **a) Gruesa,** b) Media, c) Fina, d) Muy fina, e) Ninguna de las anteriores.

4.- ¿Cuál será la textura de una repoblación de pino pinaster?: a) fina, al azar y formación cerrada, **b) gruesa, en hileras y formación cerrada,** c) gruesa, uniforme y formación dispersa, d) media, en grupos y formación dispersa, e) Ninguna de las anteriores.

5.-¿Qué fragilidad visual consideras que presenta el paisaje del Cañón del río Ebro?: a) Muy alta, **b) Alta,** c) Moderada, d) Baja, e) Muy baja.



6.-¿Qué calidad visual consideras que presenta el paisaje de la Sierra de Gredos?: a) Excelente, **b) Muy alta,** c) Alta, d) Regular, e) Mala.



7.-¿Qué calidad visual consideras que presenta el paisaje típicamente agrícola que se presenta en la fotografía?: a) Excelente, b) Muy alta, c) Alta, d) Regular, **e) Mala.**



8.-¿Qué calidad visual consideras que presenta el paisaje del meandro del río Alagón?: a) Excelente, **b) Muy alta,** c) Alta, d) Regular, e) Mala.



9.-¿Qué fragilidad visual consideras que presenta el paisaje De la selva del río Amazonas?: a) **Muy alta**, b) Alta, c) Moderada, d) Baja, e) Muy baja.



10.-¿Qué calidad visual consideras que presenta el paisaje de la cascada situada en la Amazonía peruana?: a) **Excelente**, b) Muy alta, c) Alta, d) Regular, e) Mala.

