



Zonificación del *Terroir* en la Denominación de Origen Arribes (España)

MEMORIA

CONTENIDO

CAP. 1. INTRODUCCIÓN
CAP. 2. METODOLOGÍA
CAP. 3. CLIMA
CAP. 4. GEOLOGÍA
CAP. 5. VEGETACIÓN, USOS DEL SUELO Y ESTRUCTURAS AGRARIAS
CAP. 6. EL SUELO
CAP. 7. ZONIFICACIÓN DE LOS TERROIR

MADRID

2010



Autores:

Vicente Gómez-Miguel
(Dr Ingeniero Agrónomo)

Vicente Sotés Ruiz
(Dr. Ingeniero Agrónomo)

Elena Pardo García
(Dra en Ciencias Geológicas)

Javier AlmoroxAlonso
(Dr. Ingeniero Agrónomo)

Joaquín CámaraGajate
(Ingeniero Agrónomo)

Gonzalo Hernando Álvarez
(Ingeniero Agrónomo)

Ana TrinidadPérez López
(Ingeniero Agrónomo)



OFICINA DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS AGRÓNOMOS
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID





CONTENIDO DE GENERAL DE LA MEMORIA :

	PÁGINAS
1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	4
2. METODOLOGÍA	6
1. Zonificación	
2. Caracterización del Medio	
3. El Suelo	
4. Delimitación y caracterización de zonas	
3. CLIMA	39
1. Introducción	
2. Características generales del clima	
3. Red de estaciones	
4-7. Elementos del clima	
8. Balance hídrico	
9. Índices y clasificaciones climáticas	
10. Índices bioclimáticos vitícolas	
4. GEOLOGÍA	132
1. Introducción	
2. Marco Geológico	
3. Estratigrafía	
4. Petrología	
5. Litología	
6. Geomorfología (FIA)	
5. VEGETACIÓN, USOS DEL SUELO Y ESTRUCTURAS AGRARIAS	185
1. Series de Vegetación	
2. Usos del suelo y distribución del viñedo	
3. Estructuras agrarias: microparcelación de la zona	
6. SUELOS	203
1.- Unidades Taxonómicas (STU)	
2.- Unidades Cartográficas (SMU)	
7. ZONIFICACIÓN DE LOS TERROIR	222
1. Introducción	
2. Zonificación : factores, elementos y parámetros de influencia	
3. Los métodos para la evaluación de zonas vitícolas/zonificación	
4. Sistema propuesto /zonificación	
5. Resultados	
1. Zonificación climática	
2. Zonificación del medio	
3. Zonificación del suelo	
4. Zonificación general	
6. Conclusiones.	
Apéndice edáfico: datos de las STU	249-1
Soporte digital	CD



CAPITULO 1.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El presente trabajo trata de la Zonificación del *Terroir* en las Zonas Vitícolas de la Denominación de Origen Arribes (en adelante DO Arribes) y ha sido financiado mediante el Convenio **P09 0225 461** de la Oficina de Transferencia de Tecnología (OTT) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) con el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León, (en adelante *ITACyL*) dentro del proyecto de investigación “SUVIDUR” sobre “Sostenibilidad de la viticultura en las regiones del Douro y el Duero” en el programa de cooperación territorial europea para la cooperación transfronteriza entre España y Portugal (2007-2013), participando la Junta de Castilla y León, entre otros y dentro del área “Norte de Portugal/Castilla y León”, Eje 2, “Medio ambiente, patrimonio y prevención de riesgos”.

En la primera parte del estudio se lleva a cabo la caracterización de la región a partir de un análisis que implica la elaboración de estudios del clima, la vegetación, la geología y la distribución del cultivo.

En la segunda parte se pretende la delimitación de las distintas áreas desde el punto de vista agrológico al añadir a la información precedente la del mapa de suelos a escala 1:25.000 realizado al efecto.

La zona de estudio está constituida por los municipios amparados por la Denominación de Origen Arribes incluidos en la figura 1.1 y que conforma una georregión continua a lo largo del río Duero a partir de la entrada de este en los materiales del sustrato cristalino y hasta la frontera con Portugal. La DO Arribes (España), a caballo entre las provincias de Zamora y Salamanca, ocupa una superficie de 100.856,39 ha (aprox. **1.009** km²).

El objetivo general es la delimitación de zonas vitícolas en función de los parámetros que definen el medio y que están implicados en la calidad del producto en la DO Arribes.

Como objetivos particulares incluidos de forma más o menos implícita en el anterior están los siguientes:

- *Para la discriminación de zonas en función de la calidad*
- *Como complemento informativo y ejecutivo sobre planificación y ordenación del cultivo*



de la vid. El órgano funcional de la administración podrá dirigir el cultivo a las zonas de mejor calidad.

- Como apoyo para la realización de estudios económicos y técnicos de viabilidad de la transformación de tierras en viñedo
- Para llevar a cabo un diseño óptimo de experiencias para la mejora del cultivo: selección de parcelas experimentales localizadas en cada una de las zonas previamente discriminadas como base a la investigación
- Aplicación de datos particulares a explotaciones previa la identificación de las unidades taxonómicas que las constituyen y con la aplicación informática adecuada: directrices relacionadas con el manejo del suelo y del cultivo.

y para ello se utiliza la escala de ejecución a 1:25.000 y se adecua su realización a las nuevas técnicas de zonificación vitícola.

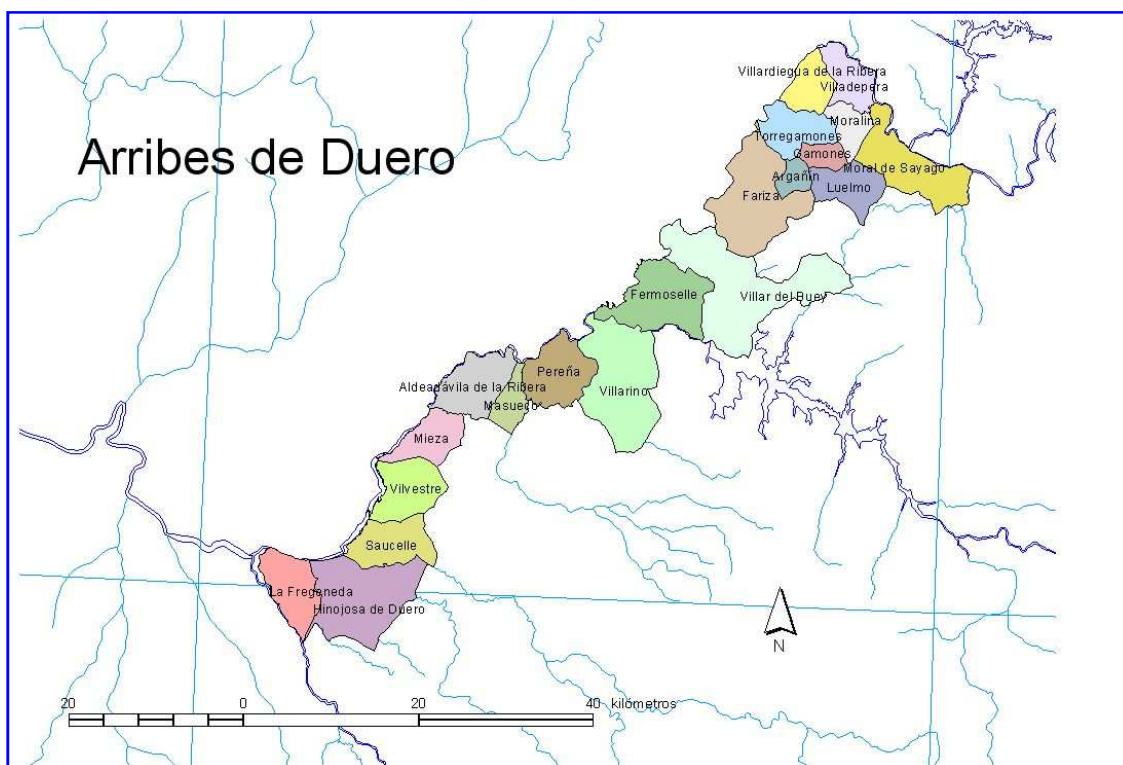


Fig 1.1. Zona de estudio



CAPITULO 2.

METODOLOGÍA

CONTENIDO:

1. Marco del Estudio dentro de la Zonificación
2. Caracterización del Medio
3. El Suelo
 - .1. Directrices Generales
 - .2. El Reconocimiento de Suelos
 - .1. Métodos de Gabinete
 - .2. Métodos de Campo
 - .3. Métodos de Laboratorio
 - .4. Criterios convencionales adoptados
 - .1. En la descripción del Perfil y SMU
 - .2. En los horizontes genéticos
 - .3. Correlación
4. Delimitación y Caracterización de zonas
 - .1. Parámetros favorables
 - .2. Parámetros desfavorables
 - .3. El Método de Delimitación
 - .1. Introducción
 - .2. Revisión
 - .3. Método
 - .1. Elección de Parámetros
 - .2. Evaluación de parámetros
 - .3. Integración de parámetros
 - .4. Validación



2.1.- MARCO DEL ESTUDIO DENTRO DE LA ZONIFICACIÓN

Por *zonificación del terroir* se entiende la investigación del territorio con el fin de repartirlo en zonas relativamente homogéneas como resultado de la interacción entre el viñedo y el ambiente (Fregoni *et al.*, 1998). En definitiva, se trata de realizar un mapa que permita relacionar los elementos del medio que influyen en la calidad del vino y responda a los objetivos planteados (Fig 2.1).

En el caso de la Península Ibérica la producción de vinos de calidad se centra fundamentalmente en un sistema de distribución territorial basado, como en el caso de la DO Arribes (España), en Denominaciones de Origen y a este respecto, P. Huglin consideraba ya en 1978 que se deben basar en la delimitación de zonas con condiciones ecológicas particularmente privilegiadas o, como rara vez se dice, simplemente originales.

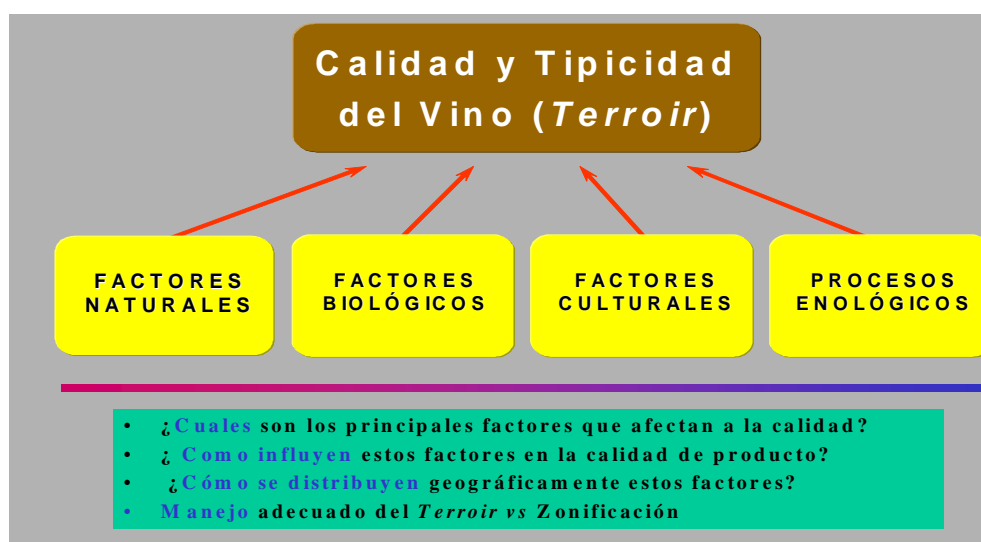


Figura 2.1. Elementos del *terroir* que influyen en la calidad del vino y preguntas a las que ha de dar respuesta la zonificación del *terroir*

La metodología tradicional relacionada con la zonificación en sus diversos aspectos ha sido considerada en los últimos años por diversos autores y se basa generalmente en las relaciones entre el medio y la calidad de los productos intermedios y del producto final, por lo tanto, parece obvio considerar que el objetivo general de la zonificación es la delimitación de zonas vitícolas en función de los parámetros que definen tal medio y que están implicados en la calidad del producto.

De la complejidad del tema da idea el elevado grado de interdisciplinaridad necesario (expertos en viticultura, enología, edafología, climatología, geología, cartografía, estadística,



informática...) y las posibilidades de abordar el problema de forma global quedan limitadas principalmente por la carencia de datos básicos y enológicos relacionados con unidades determinadas del medio: existen datos pero no asociados a una determinada Unidad Homogénea del Medio (UHM).

A pesar de esta limitación, la metodología que se propone se adapta favorablemente a las bases teóricas (fig 2.2) para la caracterización del *terroir* de Morlat y Asselin (1992) y a la consideración definitiva de que la zonificación debe valorar los elementos vitícolas en función de los objetivos productivos, siendo la calidad de la producción, de hecho, el resultado de la interacción entre el viñedo, el clima, el suelo y las técnicas culturales (Fregoni, 1985).

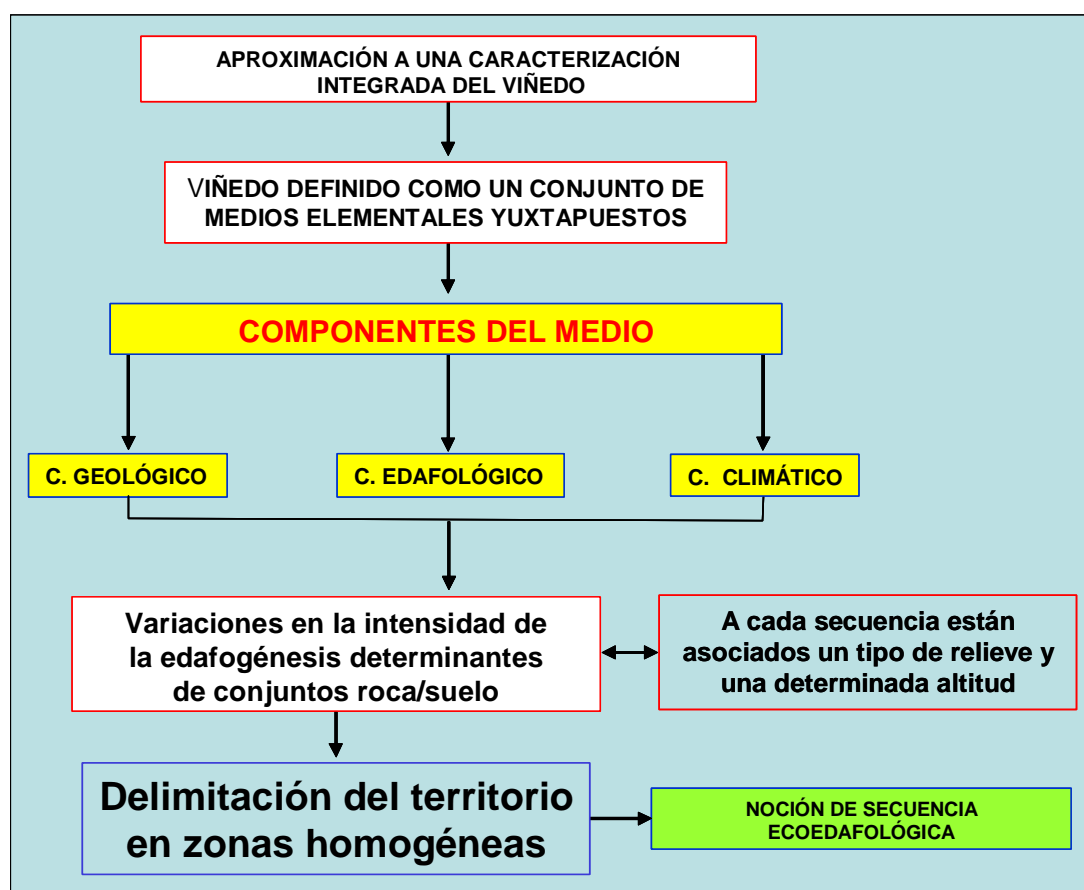


Fig 2.2.- Base teórica del método de caracterización de un Terroir
(Morlat y Asselin, 1991)

La delimitación y caracterización de zonas vitícolas plantea en España problemas específicos no sólo por las características peculiares del territorio sino también por el tamaño,



distribución e índice de ocupación vitícola en las distintas denominaciones de origen y a este respecto la DO Arribes es un buen ejemplo de ello. Parece obvio que la heterogeneidad de denominaciones tan grandes implique la existencia de subzonas con características propias, específicas, con la posibilidad de originar productos diferentes.

El análisis (fig 2.3) se concreta en discriminar y caracterizar zonas homogéneas desde el punto de vista del medio (UHM). La metodología se basa en un análisis del medio que incluye la integración de variables referentes al clima, la vegetación, la topografía, la litología, la morfología del relieve y el suelo y la distribución y productividad del viñedo y ha sido descrita en trabajos anteriores (Gómez-Miguel *et al.*, v.a., Sotés *et al.*, v.a.). El resultado final es un mapa cuyas unidades cartográficas (SMU) sintetizan las relaciones entre Unidad Litológica, Geoforma (paisaje) y Serie de Suelos. El tratamiento de la información generada en las capas tratadas por un Sistema de Información Geográfica (GIS) da como resultado la cuantificación de los contenidos y la posibilidad de su tratamiento estadístico (fig 2.4).

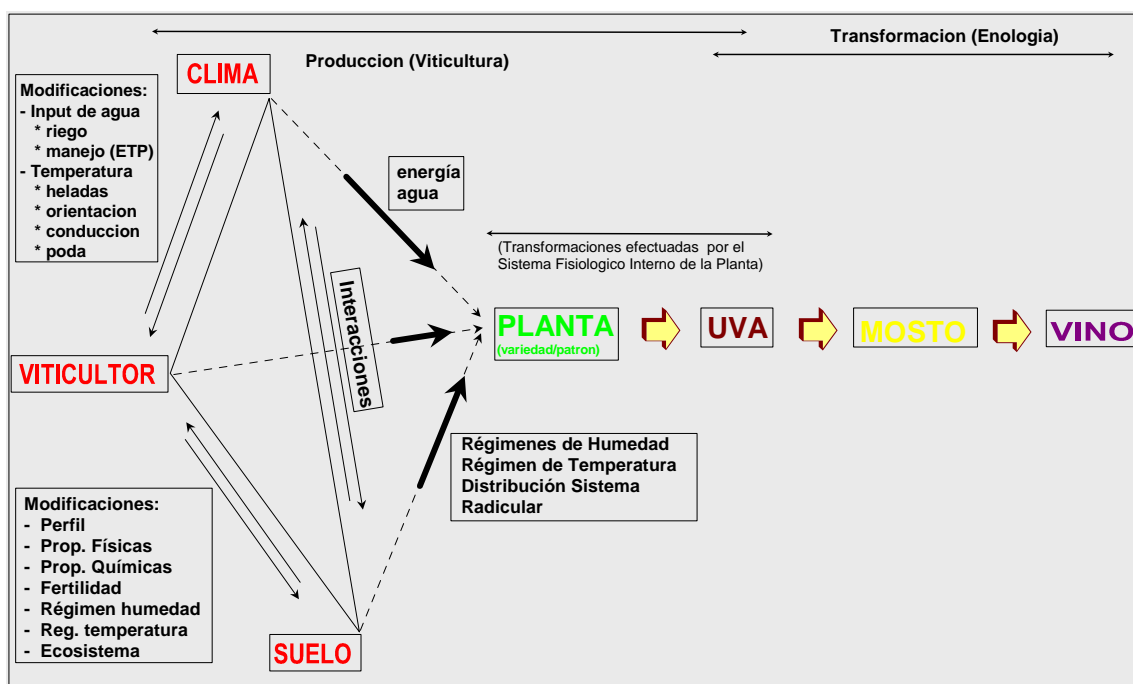


Fig 2.3.- Relaciones entre el medio y el producto



Figura 2.4. Metodología de la Zonificación Integrada del *Terroir*

La metodología ha sido utilizada en los últimos años en algunas de las denominaciones de origen más importantes de nuestro país y de Iberoamérica (Sotés y Gómez-Miguel, v.a.) y se basa en las relaciones entre el medio y la calidad del producto final y los productos intermedios. Las posibilidades de abordar el problema de forma global quedan limitadas, como se ha dicho, por la carencia de datos básicos y enológicos relacionados con un medio concreto (georreferenciación).

Por este motivo y dada la carencia general de datos enológicos georreferenciados limitamos el estudio en la DO Arribes hasta el campo de la viticultura que consideramos suficiente para discriminar y caracterizar zonas homogéneas principalmente desde el punto de vista del medio.



2.2.- CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO

La elaboración de la información se realiza a partir de datos particulares ya existentes:

- Geología (ITGE y los datos de campo y la FIA)
- Vegetación (MFE-AMA y los datos de campo y la FIA)
- Clima (INM, MAPA)

La aplicación de los datos geológicos (Litología y Geomorfología) se efectúa a través de la unidad taxonómica de suelos.

Los datos de vegetación se aplican con carácter excluyente, por ejemplo, por motivos ecológicos.

Finalmente, el resultado del estudio del clima es más complejo. Se analiza el conjunto de las variables cuantificables procedentes de las estaciones meteorológicas relacionadas con la región, tanto de las que tienen datos termopluviométricos, como de la que sólo tienen datos pluviométricos. Estas variables mantienen entre si altas correlaciones ya que todas ellas contienen información térmica, pluviométrica o una combinación más o menos compleja de ambas. Las variables son:

CONJUNTO INICIAL
Temperaturas (T, °C)
Precipitaciones (P, mm)
ETP (mm)
Indices Bioclimáticos
Indices Vitícolas
Heladas
Balance hídrico
...

El análisis estadístico (Clasificación Automática, Análisis Factorial Discriminante, Análisis de Componentes Principales,...) permite eliminar las variables que aportan información redundante y constituir un modelo que incluya toda la información climática utilizando un número mínimo de ellas.



La contrastación de esta información cartográfica con las variables de validación mediante una cartografía generada no en base a las isolíneas, sino con el elemento de superficie como unidad de información (Gómez, 1995), trazadas por interpolación con corrección topográfica y con la utilización de los intervalos definidos en el análisis, permite la definición geográfica de las zonas climáticas.

2.3.- EL SUELO

El reconocimiento de suelos se hace según las prescripciones técnicas incluidas en el presupuesto que permiten facilitar la correlación final.

2.3.1.- Directrices Generales

Las prescripciones Técnicas previstas inicialmente con la corrección de la superficie (ver realizadas en el cap 6) para la realización del mapa de suelos se incluyen a continuación:

1.- Características del Reconocimiento de Suelos

- a. Escala 1:25.000
- b. Unidad Taxonómica..... Series y familias de suelos de acuerdo con USDA (1975-2006)
- c. Unidades Cartográficas De acuerdo con Wambeke y Forbes (1989)
- d. Otras :
 - Densidad real..... 2
 - Superficie apróx (Km²)..... 1.009
 - Nº de Observaciones..... 2.018
 - Nº Mínimo de calicatas..... 466
 - Nº de otras observaciones..... 1.552
 - Nº aproximado. de Muestras..... 750
- f. Calidad: (NIEVES et al., 1985; WESTERN, 1978)
Factor de Calidad..... Excelente

2.- Definición y descripción de las Series

- a.- Descripción de campo según Soil Survey Manual (SCS. USDA ,1965, 1996, 1999, 2006) y FAO (1977)
- b.- Horizontes según (USDA, 1975-2006)
- c.- Clasificación según USDA (2006)
- d.- Las determinaciones de laboratorio previstas son las realizadas para el estudio de similares características de la Ribera de Duero, DOCa Rioja, DO Toro, DO Rueda, DO Bierzo, DO Somontano, DO Cigales etc según Soil Survey Laboratory Methods (SCS. USDA, 1972) y MAPA (1986):
 - Elementos gruesos (3B1a)
 - Textura USDA (3A): Arenas (Muy Gruesa, Gruesa,Media, Fina, Muy Fina); Limos; Arcilla
 - Materia orgánica (6A)
 - Nitrogeno (6B1)
 - Fósforo (Olsen)
 - Caliza total (MAPA)
 - Caliza activa (MAPA)
 - Fe para Índice de Poder Clorosante (IPC)



Capacidad de Intercambio Catiónico (5A1)
Bases de Cambio (Ca,Mg,Na,K) (5B). En su caso Acidez y Al de cambio
Conductividad Eléctrica (1:5)
pH (1:5)
Extracto Saturado (Sólo para CE > 250 μ mhos/cm) (MAPA)
Oligoelementos: B, Cu, Mn, Zn, Fe
Capacidad de Campo y Coeficiente de marchitamiento
- Análisis Especiales: Se deja abierta la posibilidad de efectuar Análisis Especiales en las muestras que se considere oportuno: Mineralogía de arenas, Arcillas y curvas de pF con otros puntos

3.- Correlación

Para la correlación de las unidades se dispondrá de información de partida:

- Fotointerpretación
- Situación precisa de las observaciones en los fotogramas
- Descripción de todas las observaciones
- Datos analíticos de las observaciones

4.- Contenido de la Memoria

Siguiendo al comentado en DENT y YOUNG (1981) y al que desarrolla SCS.USDA (1965, 1995, 1999)

5.- Informatización y GIS

Se ha previsto la digitalización y manejo de la información con el entorno ARC-View/Arc-GIS por lo que es necesario disponer de las bases geográficas y de la información accesible en este sistema o en otro transferible.

6.- Información Complementaria necesaria:

- Series de datos meteorológicos no accesibles desde la Red Meteorológica Nacional AEM
- Mapas de vegetación natural y/o potencial MAPA
- Cartografía geológica ITGE
- Registros vitícolas disponibles aportada por ITACYL
- ortofotos aportadas por ITACYL

2.3.2.- El Reconocimiento De Suelos

El levantamiento de suelos se elabora a partir de la información original recogida durante los trabajos de campo y de los análisis de laboratorio realizados de forma paralela.

A esta etapa hemos de añadir otra posterior y complementaria, con el fin de efectuar una revisión general de campo, realizando determinadas observaciones y algunos controles, incluyendo la toma de muestras necesarias para suplir algún déficit.

Para sustentar -tanto en forma general como particular- el levantamiento de suelos y otros temas estrechamente vinculados, se siguieron las normas de Soil Survey Manual y Wambeque & Forbes (1986). Una guía indispensable para el tratamiento integral de estos temas puede verse en FAO (1979). La clasificación de los suelos, se efectúa empleando Soil Taxonomy USDA (1990-2006) y la correlación se ajusta al modelo conceptual de Zinck et al, 1996.

En el mapa de suelos, se diferencian distintas unidades por medio de límites lo que constituye una delineación. El conjunto de cada delineación con la misma etiqueta constituye una unidad cartográfica. El contenido de estas unidades cartográficas se especifica en términos de unidades taxonómicas. Una de ellas, que contiene suelos con características muy similares, es denominada como serie de suelos. Esta, además de admitir una cierta gama de variabilidad, también puede incluir algunos cambios que escapan a la homogeneidad requerida para la serie, los que son considerados como inclusiones. También puede tratarse



de unidades cartográficas compuestas, las que agrupan dos o más suelos distintos con series diferenciadas o indiferenciadas. Ante esta alternativa, las unidades cartográficas pueden conformar consociaciones, asociaciones y complejos, grupos indiferenciados y términos cognados. En el caso de las asociaciones y complejos, es imprescindible indicar el porcentaje relativo de cada una de las series que la componen, en tanto que en las unidades citadas al final está compuesto por dos o más suelos con potencialidad similar para el uso, los que no presentan ni patrón de distribución ni porcentajes constantes. Estas unidades compuestas tienen su razón de ser, en las limitaciones que plantean problemas de escala (asociaciones), o en lo intrincado de la distribución con que suelen presentarse los suelos (complejos).

Para el diagnóstico de las series, entre otros, se siguió el criterio de la textura de la sección de control para familia y serie de suelos tal como se aconseja con amplitud en la literatura específica (SSS, 1998).

2.3.2.1.- TRABAJOS DE GABINETE

El material básico para desarrollar el programa del reconocimiento de los suelos a escala 1:25.000, con una densidad de observaciones que se señala en el apartado anterior, está formada por los fotogramas aéreos y la base topográfica.

Las fotografías aéreas a escala 1:20.000 datan de julio de 2006 y las ortofotos (25 y 50 mm) de 2008. Este material es aceptable, tanto por las variaciones de escala entre los recorridos y aún entre fotos contiguas, como por la calidad relativa en cuanto a la agudeza, mantenimiento de las tonalidades, etc.

La base topográfica utilizada se obtuvo a partir de las hojas correspondientes del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:25.000. La decisión de utilizar esta base y la disponibilidad del material con soporte digital son los motivos más importantes que nos permita realizar una delineación sin base toponímica, topográfica, administrativa o hidrográfica.

Inicialmente se procedió a la preparación de los fotogramas aéreos: trazado de líneas de coincidencia (*match lines*), superposición de acetatos, preparación del mapa base y su digitalización.

Tal como puede apreciarse en la figura 2.5, la superficie total estudiada ocupa una parte variable de ocho hojas del Mapa Topográfico Nacional 1:50.000 (MTN). Para la delineación se respeta la división y el tamaño de las hojas del MTN (25 x 50 cm).

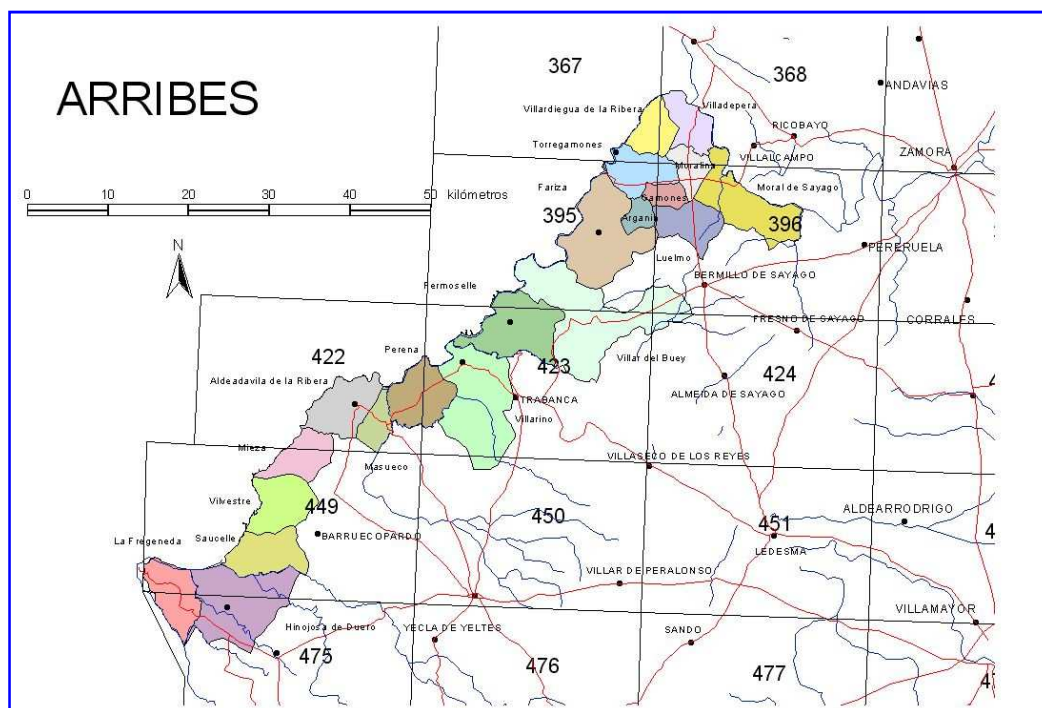


Fig 2.5. Distribución de las zonas en las hojas del MTN

La fotointerpretación inicial se lleva a cabo utilizando un estereoscopio de espejos Wild de 3* y 8*. Para la delimitación de las distintas unidades se siguen los criterios geomorfológicos (principalmente relieve, litología, drenaje) y de patrones fotográficos asociados a texturas y tonos fotográficos definidos, etc.

En esta etapa se elabora la leyenda de fotointerpretación, cuyos elementos del paisaje sustentan básicamente el esquema geomorfológico como base principal para respaldar el levantamiento de suelos.

2.3.2.2. TRABAJOS DE CAMPO

El trabajo de campo se basa inicialmente en unos 40/60 perfiles localizados, descritos y muestreados a lo largo de varios transectos N-S sensiblemente perpendiculares a la dirección de drenaje principal y más o menos equidistantes entre si. De esta manera se establecen y unifican los criterios entre los distintos equipos de trabajo, los criterios particulares para la interpretación de los paisajes y la localización de las áreas-modelo representativas. Con la finalización de este trabajo, completado hasta la densificación correspondiente, se da por terminada la etapa de recogida de información correspondiente a la conformación de la leyenda inicial.



Una vez definida esta se procede a la realización de una fotointerpretación más minuciosa y de la elaboración de la nueva leyenda, ya definitiva.

La localización de las distintas observaciones se realiza mediante un muestreo dirigido sobre la base de la fotointerpretación, combinando su información y la de la fase previa y, en la que se indican las distintas unidades correspondientes a las geoformas cuyos suelos asociados se estiman más o menos contrastantes.

En los lugares seleccionados se abren calicatas hasta alcanzar normalmente 2 m de profundidad, excepto cuando se encuentra un impedimento físico extraño o la roca.

Los perfiles se describen, muestrean y analizan en función de su representatividad y distribución superficial relativa o bien en función de la detección de un problema concreto.

En la nomenclatura de los horizontes genéticos se siguen las normas USDA (1990, 1998-1999) excepto cuando no se quiere perder información (Vg. Subgrupos thapto).

Para las descripciones de campo se emplea una ficha adaptada a la normativa de FAO (1979) y en la determinación de los colores del suelo sigue la notación tradicional Munsell (1990).

Cada lugar de control se ubica con precisión en los fotogramas aéreos y se toman diapositivas de la mayor parte de los perfiles y sus paisajes correspondientes.

2.3.2.3. MÉTODOS DE LABORATORIO

Los análisis físicos, químicos y fisicoquímicos de las diferentes muestras se realizan por el equipo técnico del laboratorio Agrario y Medioambiente AGQ (Agriquem) de acuerdo con los métodos correspondientes puestos a punto en dicho Laboratorio (ver más arriba).

2.3.2.4.- CRITERIOS CONVENCIONALES ADOPTADOS

Para la descripción de los pedon y las unidades cartográficas y en los horizontes genéticos se han seguido los criterios que se detallan a continuación.

2.3.2.4.1.- En la Descripción de los Pedon y Unidades Cartográficas

A los efectos de utilizar referencias y expresiones más o menos coloquiales se incluyen en las tablas 2.1 y 2.2 los intervalos interpretativos que se ha considerado que mejor se adaptan a las condiciones de la región.



Tabla 2.1.- Niveles de referencia utilizados en las descripciones (Gómez-Miguel, 1985)

	MUY BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
Materia orgánica (%)	< 0.9	1.0-1.9	2.0-2.5	2.6-3.5	> 3.6
Nitrógeno (%)	< 0.05	0.06-0.10	0.11-0.20	0.21-0.30	> 0.31
C/N	< 6.0	6.1-9.0	9.1-11.0	11.1-15.0	> 15.1
pH	< 5.5	5.6-6.5	6.6-7.5	7.6-8.5	> 8.6
C.I.C. cmol(+)/Kg	< 6	6-12	13-25	26-40	> 40
Ca cmol(+)/Kg	< 3.5	3.6-10.0	10.1-20.0	20.1-30.0	> 30.1
Mg cmol(+)/Kg	< 0.5	0.5-2.5	2.6-5.0	5.1-7.5	> 7.6
Na cmol(+)/Kg			< 2.0	2.1-4.5	> 4.6
K cmol(+)/Kg	< 0.15	0.16-0.60	0.61-1.20	> 1.20	
K/Mg		< 0.5	0.51-1.0	> 1.1	
Ca/Mg		< 1	5	> 10	
PCI (%)	< 25		40-70		
PMI (%)	< 10		10-20		> 30
PSI (%)			0.5-3.0	10-15	> 15
PKI (%)	< 2		2-12		> 12
V (%)	< 35	35-50	50-70	70-90	> 90
Caliza Total (%)	< 1.0	1.1-10.0	10.1-25.0	25.1-40.0	> 40.1
Caliza activa (%)			< 6.0	6.1-9.0	> 9.1
P Olsen (ppm)	< 8	9 -18	19-36	37-72	> 72
" (Ac)	< 5	6 -10	11-20	21-40	> 41
P Bray-Kurtz	< 3.0	3.1- 7.0	7.1-20.0	20.1-30.0	> 30.1
B, Cu, Mn, Zn, Fe					
Retención de humedad (mm/1,5m)	< 64	64-127	128-190	191-250	> 250

Tabla 2.2.- Conductividad hidráulica

Clases	C.H. (m/día)
Muy lenta	< 0.025
Lenta	0.025-0.12
Moderadamente lenta	0.13-0.48
Moderada	0.49-1.16
Moderadamente rápida	1.17-3.0
Rápida	3.1-6.0
Muy Rápida	> 6.0



Tabla 2.3.- Drenaje

Clases	Descripción
El agua se elimina del suelo muy rápidamente El agua se elimina del suelo rápidamente El agua se elimina del suelo con facilidad El agua se elimina del suelo con cierta lentitud El agua se elimina del suelo con lentitud manteniendo el suelo saturado durante largos períodos de tiempo Idem con Moteados con croma menor de 2 en los 60 cm superficiales El agua se elimina tan lentamente que el nivel freático se encuentra en la superficie durante largos períodos de tiempo	Muy rápido Rápido Bien drenado Moderado Imperfecto Escasamente drenado Muy escasamente drenado

Tabla 2.4.- Profundidad Efectiva

Clases	P.E. (cm)
Muy someros o poco profundos	< 25
Someros o poco profundos	25-50
Moderadamente profundos	51-100
Profundos	101-150
Muy profundos	> 150

Tabla 2.5.- Pendiente

Clases	Pendiente (%)
Baja	< 2
Suave	2-6
Moderada	6-13
Fuerte	13-25
Muy fuerte	25-55
Abrupta	>55



Tabla 2.6.- Afloramientos rocosos

Clases		A.R. (% Superficie Cubierta)
1	Pocos	< 0.1
2		0.1-2
3	Comunes	2-10
4		10-25
5	Abundantes	25-50
6		50-90
7		> 90

Tabla 2.7.- Salinidad en el Extracto de Saturación

Clases	dS/m a 251C
No salina	< 2
Muy ligeramente salina	2.0-4.0
Ligeramente salina	4.1-8.0
Moderadamente salina	8.1-16.0
Fuertemente salina	> 16

Tabla 2.8.- Alcalinidad o Sodicidad

Clases	PSI (%)
Normal o poco sódico	< 15
Sódico	> 15



Tabla 2.9.- Fragmentos de roca en suelo y pedregosidad

1.- Fragmentos de roca en el suelo				
Clase	% en volumen	0.2-7.5 cm (gravas)	7.5-25 cm (guijarros)	25-60 cm (piedras)
1	< 15	ligeramente gravosa	ligeramente guijarrosa	ligeramente pedregosa
2	15-35	gravosa	guijarrosa	pedregosa
3	35-60	muy gravosa	muy guijarrosa	muy pedregosa
4	> 60	extremad. gravosa	extremad. guijarrosa	extremad. pedregosa
2.- Piedras y bloques en la superficie				
Clase	% Superf. cubierta	Distancia entre piedras y bloques si su tamaño es:		
		25 cm	60 cm	120
1	< 0.1	> 8	> 20	> 37
2	0.1-3.0	1-8	3-20	6-37
3	3-15	0.5-1	1-3	2-6
4	15-50	0.3-0.5	0.5-1	1-2
5	50-90	0.01-0.3	0.03-0.05	0.07-1
6	> 90	Areas Misceláneas	Areas Misceláneas	Areas Misceláneas

Tabla 2.10.- Otras

Clase	Descripción
Disecciones frecuentes (incluye afloramientos rocosos) Acumulaciones irregulares Calcárea Lítica Sustrato con yeso Textura	Recubrimientos > 50 cm CaCO ₃ en el A Contacto a < 50 cm Yeso en el M.O.



2.3.2.4.2.- En los Horizontes Genéticos

De acuerdo con las últimas revisiones de Soil Taxonomy se incluyen a continuación las especificaciones respecto a las denominaciones de los horizontes genéticos que se consideran en este trabajo.

La denominación O significa todo horizonte o capa que reúne un contenido elevado de materia orgánica, lo que implica que la fracción mineral representa bastante menos del 50 por 100 en peso (y menos todavía en volumen). Superficial o no en suelos orgánicos; en los minerales es superficial y tan sólo si es enterrado, subsuperficial. Puede estar constituido por residuos vegetales como hojas, acículas, ramitas, musgos y líquenes total o parcialmente descompuestos y también por turba u otros materiales orgánicos que, depositados en otro tiempo bajo el agua, han experimentado diversos estadios de descomposición. En la actualidad puede hallarse saturado de agua durante largos períodos, drenado o no, o incluso no saturado habitualmente.

Como ya es tradicional la letra A se emplea para representar a todo horizonte mineral, formado en la superficie o subyacente al O, definido por la acumulación de materia orgánica humificada e íntimamente mezclada con la fracción mineral - siempre que no dominen las propiedades características de los horizontes E o B-, o por las propiedades que resultan del cultivo, el pastoreo u otra forma análoga de perturbación.

Cuando un horizonte superficial presenta simultáneamente propiedades de E y de A, si bien su rasgo más acentuado es la acumulación de materia orgánica humificada, se opta por la última de las dos designaciones. A veces -como sucede en clima árido y cálido- basta para designar a un horizonte A, que sea superficial, aun cuando no acuse perturbación alguna, e incluso aparezca menos oscuro que el subyacente debido al bajo contenido de materia orgánica; su morfología diferirá de la capa C aunque la fracción mineral esté inalterada o levemente alterada por meteorización. Sin embargo no se consignan como A los depósitos aluviales o eólicos en los que todavía es apreciable una fina estratificación, a no ser que estén cultivados.

La denominación E representa un horizonte mineral, cuyo rasgo principal estriba en la pérdida de arcilla silicatada, hierro, aluminio o alguna combinación de los mismos, lo que determina la concentración de partículas de arena y limo, constituidas por cuarzo u otros minerales resistentes. De ahí que su coloración responda a la de estas partículas en algunos



suelos, si bien en otros muchos resulte enmascarada por revestimientos de hierro u otros compuestos. Comunmente, pues, se diferencia de un A suprayacente por su coloración más clara y un contenido de materia orgánica en general menor; y del B, subyacente en el mismo sequum, también por el color, habitual aunque no necesariamente más claro - brillo más alto y/o croma más bajo - y/o por la textura más gruesa. Suele formarse este horizonte cerca de la superficie, entre un O o un A y un B, lo que no excluye su localización en cualquier otro sitio del perfil.

La notación B corresponde a un horizonte subsuperficial - al menos originariamente-, esto es, situado por debajo de los anteriores, aunque sin localización expresa, en el cual no sólo domina la desaparición total o en parte de la estructura rocosa original, sino también uno o varios de los rasgos siguientes:

1. Concentración iluvial de arcillas silicatadas, hierro, aluminio, humus, carbonatos, yeso o sílice, sólo o en combinaciones.
2. Evidencia de emigraciones de carbonatos.
3. Concentración residual de sesquióxidos.
4. Revestimientos de sesquióxidos que determinan que el horizonte se destaque por su menor brillo, mayor croma o matiz más roja que los contiguos, aparentemente exentos de iluviación de hierro.
5. Alteración que genera arcillas silicatadas y/o libera óxidos, así como estructura granular, en bloques o prismática, siempre que a los cambios de volumen acompañen cambios en el contenido de humedad.
6. Quebradizo (brittleness)

Por otra parte, se considera B -siempre que sean contiguas a otro horizonte genético- tanto las capas, cementadas o no, con concentración iluvial de carbonatos, yeso o sílice resultantes de procesos edafogenéticos, como las quebradizas con otras evidencias de alteración, cual es la estructura prismática o la acumulación iluvial de arcilla. Sin embargo, -salvo en el caso de que sean contiguas a un horizonte genético suprayacente-, no se considera adecuada la denominación B para aquellas otras capas donde las películas de arcilla, formadas in situ o por iluviación, recubren los fragmentos rocosos o se localizan en sedimentos inconsolidados finamente estratificados, ni tampoco para aquellas en las que se hayan iluviado carbonatos.

Finalmente, los horizontes y capas poco afectadas por procesos edafogenéticos, que carecen de las propiedades atribuidas a los anteriores, se designan con la letra C. En general



se trata de capas minerales, pero también se incluyen capas lúmnicas orgánicas (tierra coprógena, de diatomeas) o inorgánicas (margas). Constituidos por un material semejante o no al originario del suelo, pueden aparecer modificadas (incluso muy meteorizadas), aunque no haya evidencias de procesos edafogénicos, esto es relacionados con los horizontes suprayacentes, lo que permite incluir sedimentos, saprolita y aún roca consolidada que, cuando húmeda, pueda cavarse con la azada. Se incluyen, asimismo, bajo la denominación C las capas, endurecidas o no, con acumulación de sílice, carbonatos, yeso o sales más solubles, siempre que no estén claramente afectadas por procesos edafogénicos, en cuyo caso se trata de horizontes B.

El granito, el basalto, la cuarcita, la caliza dura o la arenisca son ejemplos de rocas que se designan con la letra R. Una roca de estas características es tan coherente que hace impracticable, incluso en húmedo, la cava con azada, la cual, no obstante, puede llegar a rasparlo y a resquebrajarla (algunas pueden rajarse con maquinaria pesada potente). Pueden tener grietas, revestidas o rellenas de arcilla o de cualquier otro material, pero en tan escasa cantidad y tamaño que sean pocas las raíces capaces de penetrar en ellas.

Los horizontes de transición pueden ser de dos tipos: por una parte los representados por las notaciones AB, EB, BE, BC, donde el orden de prioridad indica la dominancia de las propiedades de uno de ellos sobre las del otro, si bien ambas están presentes; por otro lado los designados con las E/B, B/E, B/C, etc, las cuales significan que un volumen mayor del primero envuelve inclusiones del segundo. En el primer caso puede faltar uno de los extremos de la transición, tal como sucede con un BE en un suelo truncado, un AB o un BA sobre roca, un BC cuando no existe C; en el segundo pueden faltar ambos extremos.

En cuanto a los sufijos indicativos de las distintas clases de horizontes o capas se opta por la sucesión alfabética siguiente:

- a Material orgánico intensamente descompuesto. Se emplea para O. El contenido medio de fibra limpia es inferior a un sexto del volumen.
- b Horizonte genético enterrado. Sus rasgos principales quedaron establecidos antes de que fuera enterrado; puede o no haberse formado en el material suprayacente, el cual es o no asimilable al presunto material parental del suelo enterrado. Propio de suelos minerales, no es aplicable a suelos orgánicos, ni para separar una capa orgánica de otra mineral.
- c Concreciones o nódulos no concrecionados duros. Cementados por un material que no sea sílice, incluye los constituidos por hierro, aluminio, manganeso o titanio en tanto que excluye los de dolomita, calcita y sales más solubles, siempre que representen una acumulación significativa.



d Sedimentos o materiales inconsolidados densos. Las raíces sólo pueden penetrar por los planos de fractura a causa de la elevada densidad aparente, consecuencia de un agente natural o debido al hombre (zonas compactadas mecánicamente, etc.)

e Material orgánico de descomposición intermedia. Se emplea para O. El contenido de fibra limpia se halla comprendido entre 1/6 y 2/5 del volumen.

f Suelo helado. Alude a un horizonte o capa que contiene hielo permanentemente. Excluye a los helados estacionalmente y al "permafrost seco" (material que está por debajo de los 0 1C pero que no contiene hielo).

g Gleyzación fuerte. Alude a la reducción de hierro y su posterior emigración durante el período de formación del mismo, o bien a la permanencia de un estado reducido a causa de la saturación con agua estancada. En cuanto a las capas afectadas, muchas aparecen moteadas y la mayoría muestran chroma bajo, bien debido al hierro reducido, bien debido a las partículas de arena y limo no revestidas, de las que el hierro ha emigrado. Este símbolo no se usa con materiales con chroma bajo, tales como pizarras u horizontes E que no presentan un historial de humedad. Su empleo con B implica algún cambio edafogénico adicional; en caso contrario deberá utilizarse la notación Cg.

h Acumulación iluvial de materia orgánica Este símbolo se usa con B para indicar la acumulación de complejos materia orgánica- sesquióxidos iluviales, amorfos y dispersables, si el componente sesquióxido está dominado por el aluminio pero se presenta en pequeñas cantidades. El material orgánico- sesquióxido reviste las partículas de arena y limo o constituye pellets discretos. A veces, los revestimientos son coalescentes, rellenan los poros y cementan al horizonte. El símbolo h se usa también asociado als -como en Bhs- si el contenido en componente sesquióxido es significativo, pero tanto el brillo como el chroma no pasan de 3.

i Material orgánico escasamente descompuesto. Se emplea con O. El contenido de fibra limpia supera los 2/5 del volumen aproximadamente.

k Acumulación de Carbonatos. Se trata de alcalino-térreos; comunmente de carbonato cálcico.

m Cementación o endurecimiento. Se emplea para horizontes cementados de forma continua o casi continua (más del 90 por 100). Pueden estar fracturados y las raíces sólo llegan a penetrarlos a través de las grietas. Mediante el símbolo puede explicarse asimismo la naturaleza del material cementante: km para carbonatos, (al menos un 90 por 100), qm para sílice, sm para hierro, ym para yeso, kqm para caliza y sílice, zm para sales más solubles que el yeso.

n Acumulación de sodio. Se refiere a sodio de cambio.

o Acumulación residual de Sesquióxidos.

p Laboreo o cualquier otra perturbación. Alude, pues, también al pastoreo y usos similares, y se refiere a la capa superficial. Un horizonte orgánico perturbado se designa Op; uno mineral Ap (aun cuando se manifieste claramente como E, B o C).

q Acumulación de sílice. Se refiere a sílice secundaria.

r Roca meterorizada o blanda. Se emplea con C para designar capas de roca blanda o saprolita, tales como una roca ígnea meterorizada, arenisca blanda parcialmente consolidada, siltstone, o pizarra. Puede cavarse con azada, pero es impenetrable por las raíces, salvo por los planos de fractura.



s Acumulación iluvial de sesquióxidos y materia orgánica. Siempre que ambos sean significativos y constituyan complejos iluviales, amorfos y dispersables, en el horizonte B, que deberá tener brillo y chroma superiores a 3, pues en caso contrario se optará por la notación Bhs, tal como se indico más arriba.

t Acumulación de arcilla silicatada. Formada en el horizonte o iluviada, constituye revestimientos superficiales de los agregados o de los poros, láminas o puentes entre los granos minerales.

v Plintita. Indica la presencia de material rojizo, rico en hierro, pobre en humus, firme o muy firme en húmedo, que se endurece irreversiblemente cuando, expuesto a la atmósfera, se somete repetidamente a ciclos de humectación y desecación.

w Desarrollo de color o estructura. Se emplea con B, siempre que la acumulación iluvial de material sea escasa o no aparente. No debería usarse en sustitución de un horizonte transicional.

x Carácter fragipán. Indica un desarrollo genético del carácter firme, del quebradizo (brittleness) o de una densidad aparente alta.

y Acumulación de yeso.

z Acumulación de sales más solubles que el yeso.

Las letras sufijos siguen inmediatamente a las letras mayúsculas. Un A no perturbado, así como muchos E y C, carecen de sufijo. Sin embargo, lo normal es que cada horizonte o capa principal esté afectado por uno o dos sufijos, rara vez por tres.

Cualquier perturbación superficial, siempre que no se trate de acumulaciones de CaCO_3 , CaSO_4 o sales más solubles, obliga al uso exclusivo del sufijo p.

Cuando es necesario más de un sufijo, deberán consignarse en primer lugar los sufijos a, d, e, h, i, r, s, t, w, cuyas únicas combinaciones admisibles son Bhs y Crt; en tanto que se escribirán al final los c, f, g, m, v, x, siempre que el suelo no esté enterrado, pues en caso contrario deberá terminarse con el prefijo b.

No son admisibles las combinaciones Btw, Bts, ni Btws, que se consignarán simplemente Bt, si bien pueden darse los casos Bw, Bs y Bh, tanto por encima como por debajo de un Bt. En cualquier caso, el sufijo t, que afecta al B, deberá preceder a los g, k, q, y, z, o, que por otra parte son incompatibles con h, s y w.

Excepcionalmente se emplearán sufijos en los horizontes de transición cuando obedezcan a un propósito explicativo; tal es el caso de la secuencia A-ACk1-ACk2-AC-C, donde se quiere poner de manifiesto la acumulación de carbonatos en la parte superior de AC.



También se conviene en diferenciar las sucesivas subdivisiones de cada horizonte o capa designados por una combinación de letras mediante un sufijo numeral expresado en caracteres arábigos, como por ejemplo: C1-C2-Cg1-Cg2-R. De modo análogo se consignarán las muestras correspondientes a las subdivisiones practicadas en un mismo horizonte para su posterior análisis en laboratorio, cual es el caso Bt1-Bt2-Bt3-Bt4.

Por otra parte, los numerales arábigos se emplearán, asimismo, como prefijos en los suelos minerales -no así en los orgánicos-, con el fin de indicar las discontinuidades litológicas o la diferencia de edad (salvo en el caso de los suelos enterrados) entre los distintos horizontes.

Un ejemplo de secuencia con dos discontinuidades podría ser: Ap-E-Bt1-2Bt2-3Bt3-3BC, que ilustra sobre: a) la omisión habitual del numeral 1. b) la no interrupción de la subdivisión vertical del horizonte Bt por la discontinuidad 2-3. c) el empleo del numeral 3 (no del 1) aun cuando el material origen sea el mismo que el de los tres primeros.

La estratificación propia de los suelos aluviales sólo deberá ser considerada como discontinuidad cuando los horizontes genéticos provengan de capas contrastantes. Para un suelo enterrado sólo se admitirá la discontinuidad cuando sea específicamente litológica. Por último, para la capa R solamente cuando su material origen sea presumiblemente distinto del solum.

Finalmente, se recuerda que cuando en un mismo pedon, perteneciente a un suelo mineral o a uno orgánico, se suceden dos o incluso tres horizontes o capas idénticas, la letra mayúscula correspondiente al segundo deberá llevar el signo (') y la del tercero el ("). Tal es el caso de las secuencias siguientes: A-E-Bt-E'-Btx-C y Oi-C-O'i-C'.

2.3.3.- Correlación

Con los trabajos previos realizados y la creación de las unidades taxonómicas (STU) se procede a la correlación entre éstas y las unidades cartográficas (SMU) para los que son de gran utilidad todas las observaciones, incluidos y sobre todo los sondeos.

2.4. DELIMITACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ZONAS VITÍCOLAS

En el conjunto de los elementos del paisaje se aíslan los considerados de mayor importancia tanto por su influencia directa en la planta/producto (clima/suelo/geología),



como por su valor ecológico indicativo (vegetación), como los que aportan información sobre la tradición vitícola y agrícola (usos y aprovechamiento del suelo y distribución del viñedo). Estos factores se incluyen en la tabla 2.13.

Asimismo, los parámetros favorables y desfavorables más destacados recogidos de las referencias bibliográficas más cercanas a la Viticultura y utilizados en la caracterización de las zonas vitícolas se resumen a continuación:

Tabla 2.13.- Elementos, factores y parámetros utilizados en el estudio

CLIMATOLOGÍA	VEGETACIÓN	GEOLOGÍA	SUELO
Temperatura Precipitación ETP Balance hídrico Deficit climático Indices Bioclimáticos Fenología	V. Potencial V. Natural Distribución viñedo	Litología Geomorfología Pendiente Exposición	Textura Estructura Propiedades térmicas Propiedades hídricas Profundidad Coloides y fertilidad Caliza y Salinidad

2.4.1.- Parámetros Favorables

Seguin (1971) estudiando la importancia de la estructura del terreno en Burdeos, establece una relación entre las condiciones físicas del terreno y las características de ciertos grandes crus que presentan un profundo desarrollo del sistema radicular (v. Seguin, 1983a).

Ionescu (1978) afirma que existen evidencias de una correlación positiva entre la porosidad del terreno y la producción.

Se ha señalado que la vocación de los suelos de acuerdo con su textura, fertilidad y humedad es incuestionable, llegándose a establecer relaciones específicas con la calidad, por ejemplo, Fregoni (1977) afirma que según los terrenos se obtienen los siguientes vinos:

- de gravas: vinos de calidad y con un alto grado de alcohol
- arenosos: vinos finos, pobres en extractos y en N (albuminas)
- de tendencia arcillosa: vinos ricos en extractos, coloreados, de buena acidez y de larga conservación
- muy arcillosos: vinos ricos en extractos, aromáticos, bien coloreados, frecuentemente groseros.
- húmedos: vinos con un bajo grado de alcohol, muy ácidos y ricos en albuminas;
- calizos: vinos muy alcohólicos con baja acidez, perfumados. Estos suelos incluyen tierras margosas, ferruginosas, rojas etc. que producen vinos de calidad excelente. la presencia de concreciones férricas (alios) se considera un factor de calidad. la presencia de Ca es considerada favorable para el desarrollo del bouquet en el vino.
- ligeramente ácidos: vinos delicados, sin excesiva riqueza en color, ni cuerpo pero de muy buena calidad.
- humíferos: vinos bastos con capacidad de conservación reducida, ricos en albuminas (inestables) y en N total, pobres en aromas.



2.4.2.- Parámetros Desfavorables

Hay autores (Ameríne et al.,1967;Winkler et al.,1974; ...) que consideran insignificante el papel del suelo en relación con la calidad, excepto en el caso de factores fuertemente limitantes para el cultivo: contenido elevado de arcilla, profundidad escasa, mal drenaje, fuerte concentración de sales o sustancias tóxicas.

Oancea et al. (1978) abunda en la observación afirmado que los factores limitantes para el cultivo de la viña son la arcilla (> 45 %), conductividad hidráulica reducida, drenaje débil y contenido en caliza elevada (v. Teaci et al.,1978).

Ionescu (1978) asegura una correlación negativa de la producción con la resistencia del suelo a la penetración.

En la mayor parte de las referencias consultadas hay un cierto acuerdo en los factores desfavorables en la relación terroir/calidad:

- Lluvia excesiva no regulada por el suelo
- Sequía no controlada por el suelo
- Fertilidad excesiva
- Suelos arcillosos (Ac > 45 %) y pesados
- Drenaje excesivo o insuficiente (hidromorfismo)
- Profundidad escasa
- Salinidad y otras toxicidades
- Producción elevada. Posiblemente relacionada con una feracidad excesiva (v. Daussant et a.,1974; Dumartín,1974)
- Materia orgánica y N elevados
- Fatiga y los factores que con ella se relacionan: sanidad...(v. Vercesi, 1989).

La dificultad de fijar el valor de los parámetros y agruparlos en un determinado algoritmo o conformar una determinada metodología es evidente, de igual forma que es evidente su necesidad.

2.4.3.- El Método De Delimitación

2.4.3.1. Introducción

El problema de aislar la relación suelo-calidad con el fin de delimitar las zonas vitícolas se ha intentado tradicionalmente abordar en tres fases o etapas de trabajo:

- 1). Definir las propiedades o factores del suelo que pueden ser utilizados como estimadores o parámetros que influyen o determinan el potencial de maduración de la uva. Asimismo, se han de definir las variables que caracterizan tal potencial de maduración.



- 2). Evaluar o cuantificar la importancia favorable o desfavorable de cada uno de los parámetros del suelo en cada una de las variables de calidad previamente definidas, analizando las posibles interferencias positivas o negativas habidas entre ellos.
- 3). Agrupar o reorganizar los parámetros y variables en uno o varios índices (ecuaciones paramétricas, algebraicas o técnicas de simulación) que permitan relacionar las distintas zonas vitícolas.

Actualmente se puede asegurar cierta unanimidad en la definición de los factores o propiedades del suelo que pueden ser utilizados como parámetros o estimadores, sin embargo, sólo algunos autores se atreven, con desigual fortuna, a abordar la dos últimas etapas con estudios locales que, desde luego, es necesario incentivar.

La metodología se concreta por lo tanto en la elección de las verdaderas variables de influencia, su caracterización y especialmente en la forma de integración. En este sentido es conveniente revisar algunas situaciones especiales citadas en la bibliografía.

2.4.3.2. Ejemplos de Integración de los factores en índices

La correcta definición de las relaciones entre las características del medio y la calidad de la uva (Armstrong y Wetherby, 1976; Dubos, 1984) es uno de los problemas de más urgente solución en viticultura e implica a amplios sectores de la sociedad -al legislador, al técnico, y al administrador- y por ello, es de gran interés llegar a establecer las bases para la determinación de la vocación vitícola de tal medio.

La elaboración de una legislación más determinante y útil desde el punto de vista ejecutivo necesita una metodología que ha de ser puesta a punto en base a datos fiables del medio

Entre los numerosos índices bioclimáticos utilizados destacan tradicionalmente tres por su importancia y frecuencia de empleo:

a) Los grados días de Winkler (1962), o suma de temperaturas medias diarias superiores a 10 °C desde el 1 de abril hasta el 30 de octubre; tiene el inconveniente de que incluye los datos del mes de octubre mientras que en muchas zonas la vendimia se lleva a cabo en septiembre o incluso antes.

b) El producto heliotérmico de Branas (1946) cubre la duración total del período del año en que la temperatura media diaria es superior a 10 °C que puede desbordar ampliamente el período de vegetación y de maduración. Se hace intervenir también las longitudes de los días o de iluminación. Al igual que el anterior es un índice global.



c) El índice Heliotérmico de Huglín (1986) se calcula para el período comprendido entre el 1 de abril y el 30 de septiembre y en lugar de emplear temperaturas medias diarias utiliza temperaturas medias diurnas -período de fotosíntesis activa- y considera esencialmente los valores térmicos de la tarde mientras que con mucha frecuencia la fotosíntesis de la vid es más activa por la mañana (Carbonneau y Loth, 1985).

Respecto al suelo y haciendo la diferenciación clásica entre sistemas de evaluación cualitativos y cuantitativos o morfométricos consideramos entre los primeros el propio de la CEE y entre los segundos algunos de los sistemas paramétricos.

La normativa vigente de la CEE establece una clasificación del viñedo que figura en el Anejo IV del Reglamento 822/87 y que define las superficies por zonas A, B, CIa y CIb, CII y CIIIa y CIIIb. Sirve de base para la fijación de criterios de clasificación de las superficies por categorías y de las prácticas enológicas en materia de enriquecimiento, desacidificación y acidificación. Cada una de las divisiones (Art. 4) está realizada atendiendo a consideraciones cualitativas como "terrenos poco profundos", "muchos elementos gruesos", "que drenan bien", etc.

En cuanto a los sistemas paramétricos, que pretenden cuantificar cada una de las variables integrando factores de formación extrínsecos e intrínsecos se puede citar, en primer lugar, el Índice Edafoclimático de Budan (1974) que considera los tres grandes conjuntos de factores que concurren en la realización de los procesos crecimiento y fructificación de la viña: el clima, el suelo y la planta (suma de temperaturas medias activas, suma de las horas de insolación efectivas, número de vegetaciones activas, humedad media activa del suelo).

En el departamento de Aude, Astruc et al. (1980) llevan a cabo un trabajo de zonación de potencialidades vitícolas con análisis que comprenden el estudio del medio y el estudio agronómico. En concreto, relacionan el clima y la vegetación en un mapa bioclimático y el suelo y la geología en un mapa edafológico (1:25000) a través de "unidades del medio" que configuran las distintas zonas con características ecológicas idénticas (pertenencia a una cierta región climática y bioclimática, naturaleza de la roca madre, posición topográfica dominante, profundidad del suelo explotable por las raíces, naturaleza del horizonte limitante, textura de la fracción fina del suelo, porcentajes de elementos gruesos, drenaje de los horizontes superficiales del suelo (0-50 cm), estimación del drenaje profundo, reserva útil estimada, pH, caliza activa).



En Borgoña, Merieux et al. (1977, 1981) pretenden analizar las relaciones entre diferentes elementos del suelo y la clasificación de los vinos correspondiente y determinan los Índices Topopedológicos de Calidad en los que consideran cuatro factores favorables (pendiente, porcentaje de guijarros y gravas, porcentaje de caliza total de la tierra fina, K de cambio) y dos desfavorables (porcentaje de arcilla de la tierra fina y profundidad del suelo).

Morlat et al. (1977, 1984) tratan de elaborar un método original de caracterización de zonas vitícolas basado en la noción de "Secuencias Ecogeopedológicas" caracterizadas por la semejanza de sus condiciones ecológicas (clima, relieve, vegetación espontánea), geológica y edafológica.

En definitiva, este tipo de trabajo propone un método de estudio de la influencia de los diferentes factores del medio sobre el ciclo de la viña, la maduración del racimo y sus consecuencias sobre la calidad del vino obtenido. Una determinada región comprende muchos tipos de secuencias para las que se formula una hipótesis de jerarquización sobre bases técnicas y científicas. Esto permite delimitar secuencias de referencias que representan a priori un valor medio. Los resultados se materializan en una cartografía determinada.

En definitiva, la agrupación o reorganización de los parámetros y variables en uno o varios índices (ecuaciones paramétricas, algebraicas o técnicas de simulación) permite relacionar las distintas zonas vitícolas.

En este sentido parece necesario hacer progresar la etapa de evaluación y cuantificación de parámetros y variables aprovechando los datos ya existentes (creación de una base de datos) y elaborando un programa de investigación dirigido a las zonas con tradición vitícola para la realización de estudios de detalle que, con un diseño estadístico compatible (de planificación conjunta), permita la comparación de resultados entre las distintas zonas.

Para conseguir el objetivo final, es necesario tener presente que el índice o la ecuación paramétrica ha de relacionar propiedades cuantificables con variables del potencial de maduración de la uva igualmente medibles.

Por lo tanto, parece interesante aprender de los sistemas de evaluación en uso o que tienen cierta tradición y seguir unos principios similares. En este sentido, es necesario considerar la metodología del sistema de Riquier et al.(1970) que relaciona el Nivel de Productividad (porcentaje del rendimiento óptimo de un determinado cultivo en el mejor suelo) con determinados caracteres específicos cuantificados en porcentaje (regimen hídrico,



drenaje, textura y estructura, profundidad, materia orgánica, minerales en reserva, tipo de arcilla, saturación de bases, salinidad, relieve) mediante una sencilla multiplicación.

Igualmente interesante es el esquema elaborado por FAO (1976) para la evaluación de tierras en el que ocho cualidades de la tierra (posibilidades de mecanización, enraizamiento, erosión, período vegetativo, disponibilidad de agua y nutrientes, facilidad de laboreo, toxicidades) se cuantifican a partir de datos básicos del lugar (pendiente, afloramientos), del clima (régimen térmico, hídrico y ETP) y del suelo (profundidad, textura, materia orgánica, pedregosidad, fertilidad, toxicidad y acidez) y se agrupan en un "fórmula" constituida por cinco dígitos.

Con ideas similares, en un trabajo para la nueva zonificación vitícola de la CEE, un grupo de expertos (Riou et al., 1991) ha realizado un análisis de los factores que influyen en el potencial de maduración de la uva, en base a dar preferencia a la variabilidad climática, pero estudiando otras causas de influencia como el suelo, el rendimiento, la variedad, el patrón, el topoclima (parcela) y el microclima (sistema de conducción) con una metodología basada en un pequeño número de elementos climáticos calculado sobre períodos fenológicos bien definidos (desborre-floración, floración-envero, envero-maduración). Entre las variables más significativas se incluyen: suma de temperaturas de envero a recolección, duración del período envero-recolección, balance hídrico al final de septiembre, fecha de floración...

Se han comprobado diversos algoritmos para definir la probabilidad de maduración de la uva en una situación concreta y se está trabajando en la elaboración de otros algoritmos que permitan delimitar las distintas zonas vitícolas de la CEE

En esta revisión se hace, como se ha dicho, una diferenciación clásica entre sistemas de evaluación cualitativos y cuantitativos o morfométricos considerando entre los primeros el propio de la CEE y entre los segundos algunos de los sistemas paramétricos.

Nos parecen de mayor importancia para nuestros fines los citados en último lugar que pretenden cuantificar cada una de las variables integrando factores de formación extrínsecos e intrínsecos.

El problema principal que plantea la utilización de este tipo de índices es la generalización de los factores utilizados ya que pueden obtenerse valores similares del índice a partir de factores muy distintos que dan resultados cualitativa y cuantitativamente muy diferentes.



2.4.3.3.- Sistema De Delimitación

En el caso particular de la Denominación de Origen en la primera etapa se estudian cada una de las propiedades que conforman los distintos factores implicados en la definición del medio (clima, vegetación, litología, geomorfología, suelo) y tradición de cultivo (distribución del viñedo), todas ellas se integran de acuerdo con la metodología de cada una de las disciplinas y se elaboran los mapas correspondientes, finalmente se seleccionan las variables que se consideran de mayor influencia en la diferenciación zonal y se procede por superposición a la delimitación de las zonas vitícolas.

En este momento se seleccionan y cuantifican las distintas variables utilizadas y se procede a su agrupación en una fórmula paramétrica que nos permite una valoración relativa de las distintas unidades y su distribución geográfica. Finalmente, se utilizan las variables de distribución del viñedo y productividad para la validación del método.

Tabla 2.14.- Elementos Utilizados en la Delimitación

Profundidad efectiva (solum)
Reserva de agua (condiciones de sequía y humedad)
Caliza activa
Litología y Reservas minerales (B)
Materia orgánica
Potasio de cambio y Porcentaje de K de Cambio
Magnesio de cambio y Porcentaje de Mg de Cambio
Relaciones K/Mg y Ca/Mg
Capacidad de Intercambio Catiónico
Textura
Altitud
Pendiente
Exposición
Condiciones de drenaje e hidromorfía
Otras Fases

2.4.3.3.1.- Elección De Parámetros

Una definición tradicional de "suelo" implica a diversos factores del ámbito de la Geología (litología y geomorfología), el clima y la vegetación, la fauna y el hombre. El concepto de "terroir" hace referencia a la influencia del ambiente, clima y suelo, asociado a unas variedades, en una situación concreta donde, además, es preciso considerar los factores humanos, vitícolas y enológicos. La relación entre ambos conceptos es evidente.



El presente estudio se concreta en la elección de las verdaderas variables de influencia, su caracterización, tratamiento y especialmente en la forma de integración. Las variables referentes a la litología, la morfología del relieve y el suelo son valoradas a través del concepto de Serie de Suelos (SSS, 1993, 1994, 1999). La configuración de un modelo digital del terreno permite el tratamiento de variables hasta el momento difíciles de cartografiar, pero de gran importancia vitícola, en concreto la altitud, la exposición y la pendiente. En cuanto a la elección de los elementos de evaluación se incluyen en la tabla 2.14

2.4.3.3.2.- Evaluación De Parámetros

La cuantificación de los diferentes parámetros utilizados empleada es la misma que se ha venido utilizando en las demás DO y se ha mantenido el criterio de la formación de grupos estables y poco distanciados en la aplicación de ACP y AFD con una valoración porcentual.

2.4.3.3.3.- Integración De Parámetros

El sistema constituye la base de los modernos sistemas de evaluación y considera que la capacidad actual y futura de una tierra se expresa mejor con el concepto de productividad (factor +) que con el de sus limitaciones (factor -).

El índice de productividad se establece mediante la cuantificación del conjunto de variables citado en el apartado anterior que se consideran los principales determinantes de la productividad del suelo y en la calidad del producto.

Para la evaluación de la Series de Suelo se utiliza un sistema paramétrico multiplicativo que permite obtener la ponderación de cada Serie. Para ello se ha utilizado la caracterización media obtenida en el proceso estadístico y el resto de información cualitativa. El índice final, obtenido de forma multiplicativa para cada taxón, ha sido ponderado dando el valor de 100 % al mayor de ellos. Finalmente, la evaluación de cada Unidad Cartográfica (SMU) se realiza por la media (ponderada con la frecuencia de participación) de los Índices de ponderación de cada uno de los taxones que la componen.

El resultado permite obtener el mapa de la zona en el que cada unidad cartográfica tiene una valoración porcentual que, en el sistema tradicional de Bramaio y Riquier, estos autores, que habían considerado sólo índices de productividad, denominaron Nivel de Productividad (NP).



Debido a las modificaciones realizadas en la elección de los parámetros y en su valoración consideramos que este índice se ajusta más a los criterios de calidad y lo denominamos Índice de Calidad (IC).

Finalmente, se procede a la agrupación de los valores del IC en cinco clases (óptima, favorable, adecuada, no apta y excluida) estadísticamente estables y suficientemente distanciadas.

Tabla 2.15. Elementos Utilizados en la Validación

VARIABLES A EXPLICAR	UNIDADES DE VALIDACION
Superficie de Viñedo (ha) Producción Media (kg/ha) Producción Máxima (kg/ha) Producción Mínima (kg/ha) Densidad Media de Plantación (p/ha) Densidad Máxima de Plantación (p/ha) Densidad Mínima de Plantación (p/ha) Producción media de cada variedad (kg/ha) Ocupación de cada variedad (%)	Parcela Recinto UC Litológica Geoforma Unidad Taxonómica (STU) Unidad Cartográfica (SMU) Fase Clase

2.4.3.3.4.- Validación

En la validación del proceso se trabaja en varios sentidos. En primer lugar, se evalúan las unidades de paisaje previamente generadas con la ponderación de sus propiedades y en segundo lugar, se asume el reparto, producción y variedades del viñedo en las diferentes unidades (tabla 2.15). Finalmente, la comparación estadística de ambos procesos proporciona el resultado definitivo.

El reparto superficial del viñedo por unidades edáficas ya ha sido considerado en otras ocasiones (Dioujev, 1973; Gómez, 1994) y, aunque su utilidad como índice de validación puede ser discutible, su aplicación a efectos globales se justifica a causa del proceso de selección secular de los terrenos más aptos por parte de los viticultores, sobre todo si se tiene en cuenta la gran disponibilidad global de tierras para tan poca superficie de viñedo que facilita el proceso de selección en un momento regresivo (v. Webster y Oliver, 1990).

A mayor abundamiento, se puede afirmar que si se está de acuerdo con el hecho de que el producto actual es de una calidad definitiva, el cultivo del viñedo en las mismas zonas



o en zonas de la misma calidad de las que se cultiva actualmente nos llevaría necesariamente al mantenimiento de la calidad, siempre considerando similares los demás factores de influencia (planta, manejo, elaboración,...).

En definitiva, el método se basa en que la distribución del viñedo guarda armonía con las clasificaciones climática y paramétrica y las zonas mejor calificadas, o bien tienen un mayor índice de ocupación, o bien más superficie de viñedo, ya que es más difícil alcanzar porcentajes de ocupación altos en el caso de superficies disponibles muy amplias.

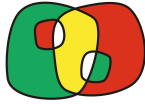
2. 5. REFERENCIAS CITADAS

2.5.1. Suelos

- DENT, D., YOUNG,A. (1981) Soil survey and land evaluation. George Allen Ed., London 263
- FAO (1977) Guía para la descripción de perfiles de suelos. FAO.Roma. 70 pp.
- FAO (1990) Etudes et prospections pédologiques en vue de l'irrigation. Bull. Pedol. de la FAO n1 42, 180 pp
- FAO (1990) Evaluación de tierras para la agricultura en regadío:directivas. Boletín de Suelos de la FAO n1 55, Roma, 288 pp
- GÓMEZ-MIGUEL, V. 2007. *Geología, Geomorfología y Edafología*. Monografía del Instituto Geográfico Nacional. Madrid. 196 pp (inc. mapa de suelos de España 1:1.000.000)
- MAPA (1986) Métodos oficiales de análisis. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, 515 pp.
- NIEVES,M.; FORCADA, R.; GOMEZ-MIGUEL,V. (1985) Precisión, escala y densidad de observaciones en los estudios de suelos. Boletín de la Estación Central de Eciología, 14, 27: 47
- ROSSITER, D. G. 2004. Methodology for Soil Resource Inventories. ITC.
- SCS. USDA (1965) Soil Survey Manual. United States Department Agriculture. 646 pp. SCS.USDA (1972) Soil survey laboratory methods and procedures for collecting soil samples. Soil Conservation Service. USDA. Soil Survey Invest Report N1 1, 64 pp
- SSS 1993. Soil Survey Manual. Agriculture handbook, 18:503 pp
- USDA, Soil Survey Staff (1975) Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. USDA, Agriculture Handbook n1 436, 754 pp
- Webster, R., Oliver, M.A. 1990. Statistical Methods in Soil and Land Resource Survey. Oxford University Press. 316 pp.
- USDA, Soil Survey Staff (1994-2006) Keys to Soil Taxonomy. 306 pp
- USDA. 1996. *Soil Survey Laboratory Methods Manual*. SSIR No. 42, v.3.0. United States Department of Agriculture
- USDA 1999. *A Basic System of Soil Classification for making and interpreting soil surveys*, 2nd ed Edition Agriculture handbook N1 436. Soil Survey Staff. (Washington, DC. USDA Natural Resources Conservation Service
- USDA. 1999. Soil Survey Manual. Soil Survey Division Staff. USDA
- USDA.1999. *Field book for describing and sampling soils. National Soil Survey Center*. USDA. Lincoln, Nebraska.
- VINK,A.P.A. (1975) Land use in advancing Agriculture. Springer-Verlag, Berlín, 395 pp.
- WAMBEKE,A., FORBES,T. (1986) Guidelines for using Soil Taxonomy in the names of soil map units. SMSS Technical Monograph n1 10, USDA, 75 pp.
- WESTERN,S. (1978) Soil survey contracts and quality control. Clarendon Press, Oxford, 283

2.5.2. Zonificación y Viticultura

- AMERINE, M.A.; BERG,H.W.; CRUESS,W.V. (1967).The technology of wine making A.V.I. Pub. Co. Westport. Connect.
- ARLANDINI,A.;FAUSTINI,R.(1984).Rapports qualité-terroir dans les legislations des appellations d'origine des differents pays de la CEE. Bulletin de l'O.I.V.,639:408-419



- AMSTRONG,D.N.; WETHERBY, K.G.(1976).Soils, grapes and quality- Is there a relationship?. Aust. Wine Brew & Spirit Rev, 94,9:14-16
- ASTRUC, H.;HERITIER, J.;JACQUINET,J.C. (1980) Zonage des potentialités agricoles, méthode appliquée à la viticulture Chambre Agric. Aude, 55pp
- Becker, N. 1984. Propositions pour une uniformisation des critères topographiques etclimatiques utilisés pour la caractérisation des sites viticoles. Bulletin de l'O.I.V., 639:383-392.
- Becker,W et al., (1994). The effect of climate on grape ripening: application to the zoning of sugar content in the European Community. Centre Commun de Recherche. Commission Européenne. CECA-CEE-CECA Bruxelles. 319 pp+ Mapas
- BLAQUIERE,C; MERIAUX,S.; RAT,S. (1969).Relation entre les appellations d'origine du vignoble blanc de la Côte de Beaune et certains caractères édaphiques. C.R. Acad. d'Agriculture de France, 1065-1074
- BRANAS,J.(1974).Viticulture. Dehan. Montpellier (Cap.3:341-369, Climat; Cap.4:370-403, Sols)
- BUDAN,C.;POPA,V.G.H. (1978).Indicateurs syntétiques en tante que moyen d'estimation des principales ressources ecologiques dans la culture de la vigne. Symp.Int.Ecol. de la Vigne. Constanta, Roumanie
- Calame, F., Rochaix, M., Simon, J.L. 1977. Observations phénologiques et mesures bioclimatiques dans plusieurs sites viticoles valaisans à différentes altitudes en vue de la délimitation de l'aire viticole. Bulletin de l'O.I.V., 559:601-616.
- Constantinescu, G. 1971. Caractéristiques bioclimatiques des cépages et des vignobles. Rapport Général. Bulletin de l'O.I.V., 483:399-427.
- CARBONNEAU, A. (1980). Recherche sur les systèmes de conduite de la vigne: essai de maîtrise du microclimat et de la plante entière pour produire économiquement du raisin de qualité. Thèse Université de Bordeaux. II, 240pp
- CARBONNEAU, A.; LOTH, C. (1985). Influence de régime d'éclairement journalier sur la résistance stomatique et la photosynthèse brute chez *Vitis vinifera* L. v. Cabernet Sauvignon. Agronomie, 5(7):631-638.
- Coombe, B.G. 1987. Influence of temperature on composition and quality of grapes. Acta Horticulturae 206:23-35.
- Dioujev, P.K. 1973. Définition du milieu physique pour des vignobles typiques. Rapport Soviétique. Bulletin de l'O.I.V., 507:377-385.
- DONEZAR,M.; ELIAS,F.; SOTES,V. (1990). Potencialidades vitícolas en la D.O. Rioja. Vitivinicultura, 3:23-30
- DUBOS,J. (1984).Importance du terroir comme facteur de différenciation qualitative des vins. Bull. de l'OIV, 639:420-434
- DUTEAU,J.(1981).Alimentation en eau de la vigne. Mecanismos de regulation. Actualites Oenol. et Vitic.:54-62
- FAO (1976).Esquema para la evaluación de Tierras. Boletín de Suelos n1 32 Roma 66pp.
- FREGONI,M.(1977).Effects du sol et de l'eau sur la qualite de la vendange.Symp.Int sur la Qualite de Vendange RSA:151-167
- FREGONI,M.(1980).Nutrizione e fertilizzazione della vite. Edagricole, 418pp Bologna
- Fregoni, M. 1992. La nouvelle loi italienne, n1 164, sur les appellations d'origine. Bulletin de l'O.I.V., 735-736:407-422.
- GADILLE, R. (1967).Le vignoble de la Côte Bourguignonne. Fondements physiques et humains d'une viticulture de haute qualité. Thèse doct. 688pp Paris
- Gómez-Miguel,V., Sotés,V.(1992) Metodología y primeros resultados para la zonificación vitícola de la denominación de origen Ribera del Duero XX World Congress on Vine and Wine & O.I.V. 72nd Assembly general, 1,2:20pp
- Gómez-Miguel,V., Laya,H., Sotés,V. (1993). Importancia de los factores del medio en la metodología para la delimitación de zonas vitícolas de la denominación de origen Ribera del Duero. XII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, Salamanca Septiembre de 1993, Tomo II, 945-955
- Gómez, P. (In prep) Desarrollo de una metodología edafoclimática para zonificación vitícola. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid
- HIDALGO,L.(1980).Caracterización macrofísica del ecosistema medio-planta en los viñedos españoles. Comun. INIA Ser. Producción Vegetal, 29: 255pp.
- HUGLIN,P. (1986).Biologie et Ecologie de la vigne. Payot-Lausanne Paris. 372pp
- IONESCU et al. (1978).Particularité de l'appareil racinaire de la vigne déterminées par le spécifique écologique du volume édaphique utile. Symp Int. Ecologie de la Vigne, Constanta, Roumanie
- Laville, P. 1990. Le terroir, un concept indispensable à la protection des appellations d'origine comme à la gestion des vignobles: le cas de la France. Bulletin de l'O.I.V., 709-710:217-241.



- Laville, P., Morlat, R. 1991. Importance des études de terroir pour établir, maintenir ou accroître les vignobles d'appellation d'origine contrôlée. Atti Convegno "La gestione del territorio viticolo sulla base delle zone pedoclimatiche e del Catasto". Santa Maria della Versa Broni (Pavia), 29-30 junio 1987, 27-43.
- MERIAUX,S.(1977).Les methodes de caracterisation des terroirs viticoles prise ou compte des parametres geologiques et pedologiques dans le zonage.2.-Le cas du vignoble bourguignon. Agrometeorologie et Vigne, :76-77
- MERIAUX,S.; CHRETIEN,J.; VERMI,P.; LENEUF,N. (1981).La Côte viticole. Ses sols et ses crus. Bull.Sci.Bourg.,34:17-40
- MORLAT,R.;SALETTE,J.(1977).Parametres du milieu et caracterisation du terroir en zone viticole de cru. Application aux vignobles rouges de la moyenne Valle de la Loire. Agrometeorologie et Vigne, N.S.:64-72
- MORLAT,R. et al. (1984).Le milieu viticole: sa caracterisation integree et son influence sur le vin. Bull. l'OIV, 643-644:708-728.
- NIGOND, J. (1971). Le rôle du climat et du microclimat en viticulture. Ejemplar mecanografiado, 55pp.
- OANCEA, C. et al. (1978). Facteurs determinants de l'ecologie des sols qui influencent la croissance et la production dans le vignoble de Dracasani. Symp. Int. Ecologie de la Vigne, Constanta, Roumanie
- RIOU,C.;CARBONNEAU,A.;BECKER,N.;CALO,A.;COSTACURTA,A.;SOTES,V.; GOMEZ,V.; CASTRO,R.; CARNEIRO,L.; PANAGIOTOU, (1991). Le determinisme climatique de la maturation du raisin et de sa teneur en sucre. Rapport groupe d'expert CEE DGVI "Zonage viticole", 90pp + anejos.
- Riou, C., Morlat, R., Asselin, C. 1994. Une approche intégrée des terroirs viticoles: discussions sur les critères de caractérisation accessibles. Bull. de l'OIV, 767-768:93-106.
- RIQUIER, J (1972). A matematical model for calculation of agricultural productivity in term of parameter of soil and climate. AGL: TESR/70/6. FAO. Roma
- SEGUIN,G.(1971).Influence des facteurs naturels sur les caractères des vins. in: J.RIBEREAU-GAYON y E. PEYNAUD,Cap 11:671-725
- SEGUIN,G. (1981).Caractéristiques analytiques des sols de Grands Crus. Actualites oenologiques et viticoles, Dunod, Paris pp.44-47
- SEGUIN,G.(1983).Les terroirs viticoles des grands crus du bordelais. Informe multigrafiado
- Sotés,V., Gómez-Miguel,V. (1992). Criterios de diferenciación y delimitación de comarcas y regiones vitícolas. Exámen de los factores naturales y humanos que concurren. Vitivinicultura, 3,5: 29-40
- Sotés,V., Gómez,P., Gómez-Miguel,V. (1993). Zonificación vitícola en la D.O. Ribera de Duero. Actas de Horticultura, 9:744-750.
- Sotés, V., Gómez,P.; Laya,H., Gómez-Miguel,V. (1994). Cuantificación de las variables implicadas en la delimitación y caracterización de Zonas Vitícolas en la D.O. Ribera del Duero. 70 Jornadas de G.E.S.C.O. Valladolid. Actas I:248-256.
- VEDEL,A. (1984).La qualite intrinseque des vins en rapport avec les facteurs qui conditionnent le terroir. Bull. l'OIV, 643-644:787-796
- WINKLER,A.J.;COOK,J.A.;KLIEWER,W.M.;LIDER,I.A. (1974).General Viticulture. Univ. Calif. Press. L.A



CAPITULO 3.

CLIMA

CONTENIDO:

1. Introducción
2. Características generales del clima
3. Red de estaciones utilizadas en el estudio
4. Temperaturas.
 - .1. Temperaturas medias (tm)
 - .2. Temperaturas máximas
 - .3. Temperaturas mínimas
 - .4. Análisis de las temperaturas en la DO de Arribes
 - .5. Heladas
5. Precipitaciones
 - .1. Variabilidad temporal de las precipitaciones. Estudio percentiles.
 - .2. Número de días de precipitación
 - .1. Días de lluvia
 - .2. Días de precipitación inapreciable
 - .3. Días de precipitación apreciable
 - .4. Días de precipitación superior a 1 mm
 - .5. Días de precipitación superior a 10 mm
 - .6. Días de precipitación superior a 30 mm
 - .3. Precipitaciones máximas en 24 horas
6. Otros elementos del clima
 - .1. Días de niebla
 - .2. Días de granizo
 - .3. Días de nieve
 - .4. Días de tormenta
 - .5. Días de rocío
 - .6. Días de escarcha
 - .7. Humedad relativa
 - .8. Presión
 - .9. Insolación
 - .10. Radiación
 - .11. Viento
7. Evapotranspiración potencial/referencia y del cultivo.
 - .1. Evapotranspiración potencial según Thornthwaite
 - .2. Evapotranspiración potencial según Turc
 - .3. Evapotranspiración de referencia de Hargreaves
 - .4. Evapotranspiración de referencia de Penman-Monteith FAO 56
 - .5. Evapotranspiración de cultivo
8. Balance hídrico
9. Índices y Clasificaciones climáticas
 - .1. Índices Climáticos
 - .1. Índice de Lang
 - .2. Índice de De Martonne
 - .3. Índice de Emberger
 - .4. Índice de Dantín-Revenga
 - .5. Índice termicidad de Rivas Martínez
 - .6. Índice de mediterraneidad de Rivas Martínez
 - .7. Criterios de aridez de la UNESCO
 - .2. Clasificación de Rivas-Martínez
 - .3. Diagrama Ombrotérmico de Gausson
 1. Diagrama de Termohietas.
 - .4. Clasificación de Thornthwaite
 - .5. Clasificación de Köppen
 - .6. Clasificación de Martín Vidé
 - .7. Clasificación Agroclimatológica de Papadakis
10. Índices bioclimáticos vitícolas
 - .1. Integral térmica eficaz
 - .2. Producto heliotérmico de Branas, Bernon y Levadoux
 - .3. Índice de posibilidades heliotérmicas de Huglin
 - .4. Índice hidrotérmico de Branas, Bernon y Levadoux
 - .5. Índice bioclimático de Hidalgo
 - .6. Estimación de P.Vossen. Fechas de floración, envero y recolección.
11. Referencias consultadas



3.1.- INTRODUCCIÓN

Es interesante conocer el conjunto de elementos de producción permanentes impuestos para conocer la vocación vitícola del medio. De estos, el clima determina claramente la vocación potencial del medio. Como primera aproximación y cogiendo la información disponible en cualquier tratado sobre la materia, la vid es una planta exigente en calor y sensible a las heladas. En líneas generales, la bibliografía considera para el cultivo de la vid que las temperaturas medias anuales no deben ser inferiores a 9°C, situándose el óptimo entre 11 y 18 °C, con adaptación a máximos absolutos que pueden llegar a sobrepasar los 40°C. En periodo vegetativo la vid se hiela hacia los 1-1,5 °C negativos, resistiendo en el periodo invernal hasta los 15°C (-12°C para las yemas y -16 a -20°C para la madera).

Las temperaturas y la humedad edáfica influyen en la maduración de la uva y en la composición de los vinos. Las temperaturas fijan también el período activo de vegetación, entendiendo por tal el tiempo durante el cual la temperatura media del aire es igual o superior al cero vegetativo. El cero vegetativo para la vid cultivada se puede establecer en 10 °C. En nuestra zona de estudio, como primera aproximación y evidenciando la gran variabilidad meso/micro-climática, la brotación se produce en la última semana de Abril y primera de Mayo, con un envero en la última semana de julio y primera quincena de agosto. La vendimia se realiza en la segunda o tercera semana de Septiembre y primeros de octubre; y con la caída de la hoja entre la última semana de Octubre y los primeros veinte días de Noviembre.

La vid es muy resistente a la falta de humedad, se ha llegado a considerar que una pluviometría con valores medios anuales que oscilen entre los 350-600 mm es adecuada para la producción de vinos de calidad. Las lluvias de primavera permiten un buen desarrollo de la planta, pero un régimen de lluvias primavera-verano intenso es nocivo para la vid al favorecer el desarrollo de enfermedades. Lluvias y fríos durante la floración son malos para la fecundación, durante la maduración es mejor un ambiente seco. Una mayor sequedad mejora la calidad en cuanto no se produce ataque fúngico. Las lluvias predisponen a los racimos a la pudrición, disminuyendo la calidad de las cosechas. Las lluvias invernales no influyen directamente en la fisiología de la vid, pero constituyen una potencial reserva, habrá que considerar el tipo de suelo, importante de agua en el suelo para los meses más secos posteriores. La vid precisa un número



de horas de sol elevadas, necesita como mínimo valores de 1500-1600 horas anuales, de las que deben corresponder un mínimo de 1200 horas al período vegetativo.

En nuestra zona de estudio, la primavera se presenta más tempranamente, a su vez es una zona, en comparación con la meseta castellano leonesa, más lluviosa, recibe un buen nivel de lluvias que la planta aprovecha, Las pendientes aseguran una adecuada aireación del suelo, y la incidencia de heladas en los valles son prácticamente nulas. Las precipitaciones son más abundantes que en las zonas de la Meseta, se producen de forma distribuida a lo largo del año. La insolación es abundante, en especial en las laderas orientadas hacia el sur. Las temperaturas más suaves y la mayor humedad se suman a unos suelos drenados con un subsuelo que actúa de regulador termométrico diario.

Para caracterizar el clima en la D.O. Arribes se considerarán los elementos climáticos tradicionales y se estudiarán y analizarán diferentes parámetros e índices climáticos.

3.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CLIMA

La denominación de origen Arribes está situada al oeste de la Comunidad de Castilla-León, en el ángulo NO de la provincia de Salamanca y SO de Zamora, extendiéndose a todo lo largo de las orillas izquierdas de los ríos Duero, y por el sur Agueda; bañada también por el Tormes y Huebra. Esta situación en valles más o menos encajados, a diferentes orientaciones con respecto al mediodía, o a mayor altitud nos darán diferenciaciones mesoclimáticas características. La DO sirve de frontera natural entre España y Portugal. Su situación geográfica la hace peculiar en su caracterización climática, la DO Arribes se caracteriza por grandes desniveles y laderas, con valles encajados y desniveles entre los 800 metros (cerca Vilvestre o en San Roque más al norte) y zonas más encajonadas en los cauces de los ríos situados cerca a altitudes de 200 metros o menos. Sin ser una zona montañosa se distinguen claramente dos unidades geomorfológicas: la meseta llanura más elevada y los valles encajados de los ríos. La llanura a modo de planicie forma una franja alargada en la que se encajan los ríos que la esculpen (Duero y sus afluentes: Tormes, de las Uces, Huebra y Agueda). El río Duero salva la diferencia de altitud entre la llanura y las zonas encajadas excavando un cañón con desniveles que pueden alcanzar los 500 metros.

Debido a su topografía, posición fisiográfica y al estar marcada claramente por los cauces de los ríos Duero, Agueda, Huebra y Tormes la zona queda caracterizada por un clima mediterráneo húmedo que se diferencia del característico de la meseta. Los índices y



clasificaciones climáticas nos evidencian las peculiaridades de la climatología de la zona de la DO de Arribes, tanto dentro de la misma DO como en comparación con la Meseta.

Las zonas más elevadas se caracterizan por una menor humedad, mientras que las zonas encajonadas a menor altitud están protegidas de los vientos dominantes lo que provoca una mayor amplitud del período más cálido. Las diferencias de temperaturas con respecto a observatorios meteorológicos de la meseta castellano leonesa ronda los cuatro grados centígrados. La mayor precipitación, alrededor de un 30 % más en comparación con la meseta, es debido a su posición fisiográfica, orientación y proximidad a los vientos y frentes procedentes del Atlántico.

Las lluvias son más abundantes al norte, esta mayor humedad ambiental tiene como contrapartida el característico período seco estival, característico del clima mediterráneo, uniéndose la escasez de las precipitaciones con una mayor evapotranspiración debida a las elevadas temperaturas, apreciándose más estas adversas condiciones en la unión de los ríos Duero y Agueda. Salto de Saucelle es el observatorio que nos va a caracterizar estas condiciones de temperaturas más elevadas y menor precipitación. En el otro extremo Salto de Castro, con menores temperaturas y Aldeadávila (Barruecopardo) con mayores precipitaciones nos marcan las diferencias mesoclimáticas de la DO. Por otro lado, en comparación con la meseta, las temperaturas más suaves junto a la mayor humedad existente en estos valles, hace de la zona una situación peculiar característica desde el punto de vista mesoclimático.

Como se ha indicado antes, desde el punto de vista fisiográfico, se pueden diferenciar a grandes rasgos dos zonas: la del propio valle del río Duero, con un mesoclima más suave y templado; y, una segunda en las zonas más elevadas de la llanura con registros de temperaturas y precipitaciones más continentales. Considerando, la caracterización bioclimática de Rivas, el piso mesomediterráneo es el característico en la zona de valle, el límite superior de este piso se sitúa a mayor altura, pasando en cuanto se traspasa este límite al piso Supra mediterráneo (Barruecopardo). La DO Arribes se caracteriza por unos veranos largos y cálidos, y un invierno más corto, más templado y húmedo que los de los llanos. Al contrario, la penillanura presenta un verano corto y caluroso y un invierno más largo y frío.

Observando los datos de temperaturas medias:



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AI
BARRUECOPARDO	3.6	4.9	6.6	9.5	12.9	17.9	21.8	21.2	18.3	12.9	7.2	3.3	11
ALMENDRA (IBERDUERO)	4.6	6.1	8.7	10.5	14.2	19.0	22.9	22.3	18.6	13.4	8.3	5.3	12
SALTO DE CASTRO	4.4	6.1	8.8	10.7	14.3	19.2	22.9	22.3	19.0	13.8	8.3	5.4	12
CASTILLEJO MARTIN VIEJO	5.9	7.2	9.4	11.1	14.2	19.0	22.1	21.9	18.8	13.8	9.0	6.5	13
MIEZA	4.9	6.6	9.7	11.6	15	19.8	23.1	22.8	20.5	14.3	9	6	13
VILVIESTRE PLAGAS	5.3	7.3	10.3	11.3	14.4	19.6	23.4	23.5	20.9	15.1	10.0	6.5	14
SALTO ALDEADAVILA	6.3	8.1	10.7	12.7	17.1	22	25.8	25.4	22.3	16.5	10.4	6.8	15
SALTO DE SAUCELLE	7.1	9.3	12.2	14.5	18.2	23.3	27.5	27.1	23.5	17.7	11.8	8.3	16

Ateniéndonos a los valores que ofrecen las estaciones de Salto Aldeadávila y Salto de Saucelle destaca que en el valle y a menor altitud se dan temperaturas medias anuales más elevadas y agradables para el otoño y el invierno y más altas en verano, siendo superiores a 4 grados la media anual frente al observatorio de Barruecopardo a 730 metros y al observatorio de Almendra a 765 metros de la llanura. Las temperaturas son más altas a menor altitud y cuando se baja en latitud. Así tenemos las temperaturas menores en Almendra, a mayor altitud y separado del Tormes en la llanura, y Salto de Castro también a más de 700 metros aunque cerca del Duero a mayor latitud.

La temperatura media anual para el total de los observatorios analizados se fija en 13.7 grados, con un valor estival de 22.3, invernal de 6.8, y para la primavera de 12 y otoño de 14.7. Como se ha comentado las temperaturas son más elevadas a menor altitud en el interior de los valles. En la zona de la DO de Arribes, los meses de julio y agosto presentan temperaturas medias superiores a los 21° C en todos los observatorios, caracterizando una marcada aridez durante el período estival. Un hecho claramente diferenciador son las heladas, prácticamente inexistentes en el valle, pero más abundantes en la zona no encajonada de la llanura. Enmarcando el clima de Arribes en comparación al clima de Castilla León. En Castilla León el mes mas frío es el de enero, presentando valores inferiores a 5°C en la mayor parte de la región salvo en la zona de Arribes del Duero, Valle del Tiétar y cuenca alta del Alagón. El mes más caluroso es el de julio cuya temperatura media sobrepasa los 20 °C en el centro y oeste de la región, y aproximándose a los 25°C en la zona que estamos estudiando. Según nos acercamos a los bordes de la meseta castellano leonesa las temperaturas disminuyen notoriamente. Las heladas son muy frecuentes en la cuenca del Duero, siendo en nuestra zona más inusuales.

Datos precipitación media mensual



	ENE	FEB	MAJ	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEF	OCT	NOV	DIC	AÑO
VILLASECO DE GAMITOS	60.8	58.2	30.2	43.6	51.4	34.4	12.1	11.2	27.7	56.3	53.9	61.	500.
MUGA DE SAYAGO	53	54.2	31.1	58	54.6	26.1	9.9	13.6	30.5	57.9	65	71.	525.
SALTO DE SAUCELLE	65.6	48.7	32.5	43.2	55.1	29.8	16.6	15	39.3	60.3	61.1	63.	530.
CASTILLEJO MARTIN VIEJ	54.6	44.7	33.3	48.9	58.5	29.2	17.9	13.8	37.5	64	65.8	62.	531.
HINOJOSA DE DUERO	59.1	44.1	31.3	49.2	56.6	31.1	17.7	16.4	39.5	69.2	63.3	60	537.
FREGENEDA DE DUERO	66.9	56.6	32.5	47.3	57.9	36.1	20.7	9.4	35.3	60.2	59.9	64.	547.
AHIGAL DE ACEITEROS	61.2	53.3	31.7	47.9	60.5	30.3	22.5	14.7	34.5	61.5	63.2	70.	551.
FERMOSELLE	66.2	61.4	38.6	53.4	52.4	38.3	16.7	13.7	34.2	60.8	56	64.	556.
SALTO DE VILLARINO	66.7	55.8	36.7	51.6	58.2	37.9	13.9	14.1	31.2	58.3	66.7	67	558.
ALMENDRA (IBERDUERC	64.7	56.6	36.9	55.9	64.6	36.4	15	14.6	32.5	58.8	63.5	69.	568.
CEREZAL DE ALISTE	72.3	62.8	35.1	63.1	57.5	45.1	15.6	16.3	35.2	50.8	63.4	57.	574.
VILLADEPERA	66.3	57.5	39.8	56.6	56.4	36.8	13.7	18.1	36.1	67.1	65.4	70.	584.
SALTO DE CASTRO	74.9	57.8	39.9	55.7	55.3	35.2	13.8	18.3	35.2	65	64.6	78.	594.
FUENTES DE ORO	72	56.4	40.2	57	62.5	29.8	15.4	15.2	39.1	73.7	74.7	75.	611.
LUMBRALES	73.3	55	40.2	56.8	62.8	33.3	21.3	19.6	40.4	79.2	72.2	71.	625.
BERMELLAR	69.9	54.6	33.7	56.7	69.7	38.1	19	16.8	38.8	72.1	78.3	83.	631.
VILLARINO	70.6	40	46.8	53.8	70.4	21.1	10.6	21.8	43.1	99	81.5	79.	638.
FARIZA DE SAYAGO	75.4	62.8	44.8	60.5	62.4	37.6	12.5	18.3	36.2	75.8	75.6	80.	641.
VILLARDIEGUA DE LA RIBERA	77	93	46	63	54	48	13	13	34	61	78	69	648.
LUELMO DE SAYAGO	79.3	67.2	45.7	62.3	63.4	40.8	14.8	17	41.5	73.7	71.7	78.	656.
FORNILLOS DE ALISTE	80.3	58.3	43.8	60.5	68.9	42.5	16.5	18.3	45.7	74.8	72.8	80.	663.
SALTO DE ALDEADAVILA	87	84	50	58	58	36	12	10	37	74	83	79	669.
VILVIESTRE PLAGAS	71	63.8	35.8	56.2	75.2	36	16.1	18.6	44.7	76	81.9	97.	672.
MIEZA	86.8	68.8	48.4	62.3	70	35.5	14.7	18.9	47.4	87.8	84.2	85.	710.
EL MILANO	91.9	71.3	46.9	60.5	70.7	34.8	17.9	38.4	20.6	91.2	88.2	88.	721.
VILLASBUENAS	89	90	37	68	62	50	26	18	35	82	84	96	739.
ALDEADAVILA RIBERA	96.1	79	51.5	65.4	73.7	32.6	13.8	18.3	45.7	92	88.2	86.	742.
BARRUECOPARDO	145.4	145.0	112.9	65.53	84.56	60.24	20.17	17.49	54.43	102.2	123.8	117	1049.

	AÑO	Otoño	Invierno	Verano	Primavera	Maximo	Minimo		
VILLASECO DE GAMITOS	500.9	137.9	180.1	57.7	125.2	61.1	11.2	DIC	AGO
MUGA DE SAYAGO	525.5	153.4	178.8	49.6	143.7	71.6	9.9	DIC	JUL
SALTO DE SAUCELLE	530.6	160.7	177.7	61.4	130.8	65.6	15	ENE	AGO
CASTILLEJO MARTIN VIEJO	531.1	167.3	162.1	60.9	140.7	65.8	13.8	NOV	AGO
HINOJOSA DE DUERO	537.5	172	163.2	65.2	137.1	69.2	16.4	OCT	JUL
FREGENEDA DE DUERO	547.3	155.4	187.9	66.2	137.7	66.9	9.4	ENE	AGO
AHIGAL DE ACEITEROS	551.6	159.2	184.9	67.5	140.1	70.4	14.7	DIC	AGO
FERMOSELLE	556.5	151.1	192.2	68.7	144.4	66.2	13.7	ENE	AGO



SALTO DE VILLARINO	558.1	156.2	189.5	65.9	146.5	67	13.9	DIC	JUL
ALMENDRA (IBERDUERO)	568.4	154.5	190.5	66	157.4	69.2	14.6	DIC	AGO
CEREZAL DE ALISTE	574.7	149.4	192.7	77	155.7	72.3	15.6	ENE	JUL
VILLADEPERA	584.8	168.6	194.5	68.7	152.8	70.7	13.7	DIC	JUL
SALTO DE CASTRO	594.4	164.8	211.4	67.3	150.9	78.7	13.8	DIC	JUL
FUENTES DE OÑORO	611.5	187.5	203.9	60.4	159.7	75.5	15.2	DIC	AGO
LUMBRALES	625.4	191.8	199.6	74.2	159.8	79.2	19.6	OCT	AGO
BERMELLAR	631.4	189.2	207.9	73.9	160.1	83.4	16.8	DIC	AGO
VILLARINO	638.4	223.6	190.3	53.5	171	99	10.6	OCT	JUL
FARIZA DE SAYAGO	641.4	187.3	218.3	68.4	167.7	80.1	12.5	DIC	JUL
VILLARDIEGUA DE LA RIBERA	648	173	239	74	163	93	13	FEB	JUL
LUELMO DE SAYAGO	656.2	186.9	225.2	72.6	171.4	79.3	14.8	ENE	JUL
FORNILLOS DE ALISTE	663.5	193.3	219.1	77.7	173.2	80.5	16.5	DIC	JUL
SALTO DE ALDEADAVILA	669	194	250	58	166	87	10	ENE	AGO
VILVIESTRE PLAGAS	672.7	202.6	232.2	70.7	167.2	97.4	16.1	DIC	JUL
MIEZA	710.5	219.4	241.3	69.1	180.7	87.8	14.7	OCT	JUL
EL MILANO	721	200	251.8	91.1	178.1	91.9	17.9	ENE	JUL
VILLASBUENAS	739	201	275	94	167	96	18	DIC	AGO
ALDEADAVILA RIBERA	742.8	225.9	261.7	64.7	190.6	96.1	13.8	ENE	JUL
BARRUECOPARDO	1049.1	280.51	407.64	97.92	263.03	145.48	17.496	ENE	AGO

Tras la observación de los datos de precipitaciones medias mensuales para los observatorios de la zona se observa como las mayores precipitaciones se dan en la estación invernal y las menores en el verano, los meses de mayores precipitaciones se sitúan entre octubre y febrero, produciéndose, en general, los valores mayores en el mes de diciembre y enero; y las menores en julio y agosto. La región de Castilla León ofrece una gran variabilidad climática, una de sus zonas características climáticas es la zona de Arribes. En esta zona en tierras zamoranas y salmantinas encontramos una región libre de obstáculos montañosos. La influencia oceánica en la región penetra a través de la comarca de Arribes donde la ausencia de montañas, la orientación y orografía facilita la entrada de vientos húmedos de procedencia atlántica (ábregos y ponientes) que hacen peculiar la climatología de la región. Las precipitaciones son claramente superiores en la zona de la DO Arribes en comparación con la zona de la meseta castellano leonesa, el observatorio de Villaseco de los Gamitos es el de menor valor, aunque está fuera de la zona a estudio, seguido de Salto de Saucelle a 116 metros en la unión del Huebra y el Duero; y Muga de Sayago a mayor altura al norte del embalse de Almendra. Las mayores precipitaciones se dan en (de mayores a



menores) Barruecopardo, Aldeadávila, Villasbuenas, El Milano, y Mieza, todas estas localizaciones están próximas en zonas más elevadas y expuestas, la mayor pluviosidad es debida a la proximidad atlántica y la entrada de borrascas que provocan condiciones húmedas (tenemos en todos estos observatorios valores de precipitaciones por encima de los 700 mm). Por otro lado las menores precipitaciones (de menores a mayores) Villaseco, Muga, Salto de Saucelle, Castillejo e Hinojosa de Duero (todas inferiores a 540 mm). Por su posición geomorfológica la DO Arribes presenta claras diferencias climáticas, no sólo entre los extremos norte y sur (hay un claro gradiente noreste-suroeste), sino también existen claras diferencias mesoclimáticas entre los fondos de valle, la diferente orientación de las laderas y las zonas de las llanura no encajonadas.

3.3. RED DE ESTACIONES UTILIZADAS EN EL ESTUDIO

Se han seleccionado todas aquellas estaciones de las existencias de la Agencia Estatal de Meteorología de la zona de la DO Arribes así como las limítrofes (al no tener disponibles los datos de Portugal el margen oeste del Duero ha quedado indeterminado). Para completar el estudio se han abordado en ocasiones también los datos de los observatorios completos de Valladolid, Salamanca y Zamora. Se ha adoptado como criterio primero la existencia de al menos quince años, a efectos de obviar la variabilidad temporal. Como se puede observar no se ha empleado un período común de observaciones ya que supondría acortar mucho los años de las series, o trabajar con series antiguas. En cualquiera de los casos en las comparaciones se ha considerado los períodos de observaciones para no obtener conclusiones erróneas. La imposibilidad de emplear períodos isócronos de treinta años, debido al número de observatorios existentes y sus existencias, nos obliga a tener cuidado en las comparaciones de los datos climatológicos debido a la gran variabilidad temporal de los datos meteorológicos, sobre todo en los observatorios con menor número de años. De los observatorios con las series de datos más actualizadas se ha optado por solicitar los últimos 40 años a la AEMET, se ha incluido algún observatorio que aunque no cumplía con este requisito se ha incluido por su peculiaridad.

En total los observatorios existentes en la zona son:

(3) Estaciones completas

2	867	SALAMANCA 'MATACAN'	05-29-41W	40-56-50	790	SALAMANCA
2	614	ZAMORA 'OBSERVATORIO'	05-45-20W	41-29-56	667	ZAMORA
2	422	VALLADOLID	04°46'00"W	41°39'00"	735	VALLADOLID



(10) Estaciones Termométricas

	Indicativo	Nombre estación	Longitud	Latitud	Altitud	Provincia
2	2890	ALMENDRA	06-20-27W	41-13-45	765	SALAMANCA
2	2809	FERMOSELLE	06-23-47W	41-19-00	691	ZAMORA
2	2900	MIEZA	06-41-17W	41-09-45	646	SALAMANCA
2	2925	BARRUECOPARDO	06-39-52W	41-04-20	730	SALAMANCA
2	2900I	VILVIESTRE PLAGAS	06-43-32W	41-06-20	592	SALAMANCA
2	2899	SALTO DE ALDEADAVILA	06-40-53W	41-13-00	220	SALAMANCA
2	2890 ^a	ALMENDRA 'IBERDUERO'	06-20-27W	41-13-45	765	SALAMANCA
2	2953E	CASTILLEJO DE MARTIN VIEJO 'F.	06-38-02W	40-43-50	680	SALAMANCA
2	2804	SALTO DE CASTRO	06-11-07W	41-34-35	710	ZAMORA
2	2901	SALTO DE SAUCELLE	06-48-37W	41-02-40	116	SALAMANCA

(29) Estaciones Pluviométricas

Indicativo	Nombre estación	Longitud	Latitud	Provincia
2801	CEREZAL DE ALISTE	06-02-57W	41-35-10	ZAMORA
2803	PINO DE ORO	06-07-18W	41-34-01	ZAMORA
2804	SALTO DE CASTRO	06-11-07W	41-34-35	ZAMORA
2806	VILLARDIEGUA DE LA RIBERA	06-10-57W	41-32-10	ZAMORA
2807	LUELMO DE SAYAGO	06-08-02W	41-26-20	ZAMORA
2808	FARIZA DE SAYAGO	06-16-17W	41-25-15	ZAMORA
2809	FERMOSELLE	06-23-47W	41-19-00	ZAMORA
2884	VILLASECO DE LOS GAMITOS	06-06-47W	41-02-10	SALAMANCA
2891	VILLARINO	06-27-18W	41-16-01	SALAMANCA
2896	EL MILANO	06-35-57W	41-05-35	SALAMANCA
2898	ALDEADAVILA DE LA RIBERA	06-37-07W	41-13-00	SALAMANCA
2899	SALTO DE ALDEADAVILA	06-40-53W	41-13-00	SALAMANCA
2900	MIEZA	06-41-17W	41-09-45	SALAMANCA
2901	SALTO DE SAUCELLE	06-48-37W	41-02-40	SALAMANCA
2925	BARRUECOPARDO	06-39-52W	41-04-20	SALAMANCA
2928	LUMBRALES	06-43-07W	40-56-10	SALAMANCA
2929	HINOJOSA DE DUERO	06-47-42W	40-59-15	SALAMANCA
2958	FUENTES DE OÑORO	06-48-47W	40-35-20	SALAMANCA
2963	FREGENEDA DE DUERO	06-51-57W	40-59-20	SALAMANCA
2802E	FORNILLOS DE ALISTE	06-11-32W	41-39-20	ZAMORA
2804E	VILLADEPERA	06-07-57W	41-32-55	ZAMORA
2887I	MUGA DE SAYAGO	06-11-52W	41-23-20	ZAMORA
2890A	ALMENDRA 'IBERDUERO'	06-20-27W	41-13-45	SALAMANCA
2891E	SALTO DE VILLARINO	06-29-29W	41-15-52	SALAMANCA
2900I	VILVIESTRE PLAGAS	06-43-32W	41-06-20	SALAMANCA
2924I	VILLASBUENAS	06-35-47W	41-03-45	SALAMANCA
2926O	BERMELLAR	06-40-17W	40-59-55	SALAMANCA



2953E	CASTILLEJO DE MARTIN VIEJO	06-38-02W	40-43-50	SALAMANCA
2956I	AHIGAL DE LOS ACEITEROS	06-44-52W	40-52-20	SALAMANCA

De todos estos observatorios termométricos y pluviométricos se han seleccionado aquellos con series de datos completas y actualizadas. Los observatorios con los que se ha trabajado y las series de datos empleadas se detallan a continuación:

Precipitaciones

Indicativo	Nombre estación	Longitud	Latitud	Altitud	1º año	últim. año
2956I	AHIGAL DE LOS ACEITEROS	06-44-52W	40-52-20	633	71	98
2898	ALDEADAVILA DE LA RIBERA	06-37-07W	41-13-00	679	68	2008
2890A	ALMENDRA 'IBERDUERO'	06-20-27W	41-13-45	765	68	99
2926O	BERMELLAR	06-40-17W	40-59-55	638	73	97
2953E	CASTILLEJO DE MARTIN VIEJO 'F.	06-38-02W	40-43-50	680	72	2008
2801	CEREZAL DE ALISTE	06-02-57W	41-35-10	755	68	95
2896	EL MILANO	06-35-57W	41-05-35	730	68	2005
2808	FARIZA DE SAYAGO	06-16-17W	41-25-15	704	68	2008
2809	FERMOSELLE	06-23-47W	41-19-00	691	68	95
2802E	FORNILLOS DE ALISTE	06-11-32W	41-39-20	800	68	2008
2963	FREGENEDA DE DUERO	06-51-57W	40-59-20	527	68	99
2958	FUENTES DE OÑORO	06-48-47W	40-35-20	747	68	2008
2929	HINOJOSA DE DUERO	06-47-42W	40-59-15	601	69	2008
2807	LUELMO DE SAYAGO	06-08-02W	41-26-20	772	68	2008
2928	LUMBRALES	06-43-07W	40-56-10	673	68	2008
2900	MIEZA	06-41-17W	41-09-45	646	68	2008
2887I	MUGA DE SAYAGO	06-11-52W	41-23-20	790	75	2008
2804	SALTO DE CASTRO	06-11-07W	41-34-35	710	68	2008
2901	SALTO DE SAUCELLE	06-48-37W	41-02-40	116	68	2003
2891E	SALTO DE VILLARINO	06-29-29W	41-15-52	550	71	2001
2804E	VILLADEPERA	06-07-57W	41-32-55	738	68	2008
2891	VILLARINO	06-27-18W	41-16-01	603	90	2008
2884	VILLASECO DE LOS GAMITOS	06-06-47W	41-02-10	835	68	95
2900I	VILVIESTRE PLAGAS	06-43-32W	41-06-20	592	77	99

Temperaturas

Indicativo	Nombre estación	Longitud	Latitud	Altitud	Serieaño	Serieaño
2890	ALMENDRA	06-20-27W	41-13-45	765	68	2000
2900	MIEZA	06-41-17W	41-09-45	646	51	90



2925	BARRUECOPARDO	06-39-52W	41-04-20	730	67	78
2899	SALTO DE ALDEADAVILA	06-40-53W	41-13-00	220	60	90
2804	SALTO DE CASTRO	06-11-07W	41-34-35	710	68	2007
2901	SALTO DE SAUCELLE	06-48-37W	41-02-40	116	68	2003
2953E	CASTILLEJOE MARTIN VIEJO	06-38-02W	40-43-50	680	71	2007
2900I	VILVIESTRE PLAGAS	06-43-32W	41-06-20	592	78	1999

3.4. TEMPERATURAS

Para el estudio de las temperaturas se van a calcular para las series de datos sobre temperaturas las temperaturas mensuales correspondientes a ese período, los datos que se van a obtener son:

Máxima absoluta (Ta): máxima de las temperaturas máximas

Media de máximas absolutas (T'a): media de las temperaturas máximas

Media de máximas (T): media de las temperaturas medias de máximas

Media (tm): media de las temperaturas medias

Media de mínimas (t): media de las temperaturas medias de mínimas

Media de mínimas absolutas (t'a): media de las temperaturas mínimas

Mínima absoluta (ta): mínima de las temperaturas mínimas

3.4.1 Temperaturas medias (tm):

Temperaturas medias (tm) en °C:

OBSERV.	ENE	FEB	MAF	ABR	MAY	JUN	JUL	AGC	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
ALMENDRA	4.6	6.1	8.7	10.5	14.2	19.0	22.9	22.3	18.6	13.4	8.3	5.3	12.8
BARRUECOPARDO	3.6	4.9	6.6	9.5	12.9	17.9	21.8	21.2	18.3	12.9	7.2	3.3	11.7
CASTILLEJO MART. VIEJ.	5.9	7.2	9.4	11.1	14.2	19.0	22.1	21.9	18.8	13.8	9.0	6.5	13.3
MIEZA	4.9	6.6	9.7	11.6	15.0	19.8	23.1	22.8	20.5	14.3	9.0	6.0	13.6
SALTO ALDEADAVILA	6.3	8.1	10.7	12.7	17.1	22.0	25.8	25.4	22.3	16.5	10.4	6.8	15.3
SALTO DE CASTRO	4.4	6.1	8.8	10.7	14.3	19.2	22.9	22.3	19.0	13.8	8.3	5.4	12.9
VILVIESTRE PLAGAS	5.3	7.3	10.3	11.3	14.4	19.6	23.4	23.5	20.9	15.1	10.0	6.5	14.0
SALTO DE SAUCELLE	7.1	9.3	12.2	14.5	18.2	23.3	27.5	27.1	23.5	17.7	11.8	8.3	16.7

OBSERV.	AÑO	I	P	V	O
ALMENDRA	12.8	5.3	8.4	21.4	13.4
BARRUECOPARDO	11.7	3.9	7.0	20.3	12.8
CASTILLEJO MART. VIEJ.	13.3	6.6	9.2	21.0	13.9
MIEZA	13.6	5.8	9.3	21.9	14.6
SALTO ALDEADAVILA	15.3	7.1	10.5	24.4	16.4



SALTO DE CASTRO	12.9	5.3	8.5	21.4	13.7
VILVIESTRE PLAGAS	14.0	6.4	9.6	22.1	15.3
SALTO DE SAUCELLE	16.7	8.2	14.9	25.9	17.6

Fijando como cero vegetativo para la vid cultivada la temperatura de 10 °C, el período activo de vegetación, se extiende desde el mes de Abril hasta el mes de Octubre. En los observatorios de Vilviestre, Salto de Aldeadávila y Salto de Saucelle ya se tiene una media superior a 10 °C en Marzo y en los meses de Noviembre. En estos tres observatorios las temperaturas medias son superiores.

Las temperaturas medias anuales son de unos 13.8 grados; siendo superiores en las zonas más profundas del valle. Este valor medio promedio total es superior a los valores medios indicados para la Climatología de Castilla León (Pedraza, 1994).

3.4.2. Temperaturas máximas

Por encima del cero de vegetación la actividad de la vid aumenta hasta los 25°C situándose el óptimo entre los 25-32 °C, disminuyendo a partir de los 32°C y cesando prácticamente cuando la temperatura pasa de los 40°C.

Las temperaturas más elevadas registradas están ligadas a la llegada de olas de calor. Las olas de calor presentan una gran irregularidad temporal, y se deben a la penetración de aire tropical continental. Cuando accede el aire sahariano las temperaturas máximas se pueden disparar por encima de los 35 °C. Los 48 grados se han alcanzado en los observatorios de Salto de Saucelle y Vilviestre. Y temperaturas superiores a 40 °C se han computado en numerosas ocasiones. Las temperaturas máximas absolutas registradas en los años de la serie analizada son:

DIA	MES	AÑO	ESTACION	Temp. MAX °C
17	7	1981	VILVIESTRE PLAGAS	48.0
13	8	1987	SALTO DE SAUCELLE	48.0
20	7	1969	SALTO DE SAUCELLE	46.0
22	8	1980	SALTO DE SAUCELLE	46.0
14	6	1981	SALTO DE SAUCELLE	46.0
14	7	1989	ALMENDRA (IBERDUERO)	46.0
21	7	1990	SALTO DE SAUCELLE	46.0
20	7	1991	SALTO DE SAUCELLE	46.0
22	8	1968	SALTO DE SAUCELLE	45.0



27	7	1970	SALTO DE SAUCELLE	45.0
5	9	1970	SALTO DE SAUCELLE	45.0
11	7	1974	SALTO DE SAUCELLE	45.0
20	8	1975	SALTO DE SAUCELLE	45.0
30	7	1984	SALTO DE SAUCELLE	45.0
23	7	1985	SALTO DE SAUCELLE	45.0
9	7	1986	SALTO DE SAUCELLE	45.0
8	9	1988	VILVIESTRE PLAGAS	45.0
19	7	1989	SALTO DE SAUCELLE	45.0
2	8	1989	SALTO DE SAUCELLE	45.0
6	8	1990	SALTO DE SAUCELLE	45.0
17	8	1991	SALTO DE SAUCELLE	45.0
27	7	1992	SALTO DE SAUCELLE	45.0
20	8	1993	SALTO DE SAUCELLE	45.0
5	8	1976	SALTO DE SAUCELLE	44.5

Analizando las series históricas del AEMET tenemos como efemérides (AEMET) en los observatorios de Zamora, Salamanca y Valladolid en nuestra zona se han superado estos valores sobradamente. En la zona de la DO de Arribes se han superado los 45 ° grados en numerosas ocasiones.

La vid es una planta que resiste muy bien las temperaturas elevadas, temperaturas de 38-40 grados son bien soportadas aunque son posibles accidentes como el golpe de sol por un desequilibrio entre la absorción de agua por las raíces y la exagerada transpiración. Con temperaturas superiores a 42 °C se pueden producir desecaciones y pardeamientos en las hojas y racimos, y por encima de 55 °C la planta muere.

Temperatura máxima absoluta (T_a en °C):

OBSERV.	ENE	FEB	MAF	ABR	MAY	JUN	JUL	AGC	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
ALMENDRA	22.0	21.0	28.0	33.0	39.0	43.0	46.0	43.0	39.0	31.0	27.0	18.0	46.0
BARRUECOPARDO	19.0	19.0	23.0	26.5	31.5	38.0	40.0	37.5	38.5	30.0	25.0	17.0	40.0
CASTILLEJO MART. VIEJ.	21.0	22.0	26.0	30.0	34.0	40.0	39.0	41.0	42.0	33.0	27.0	21.0	42.0
MIEZA	19.0	28.0	28.0	30.0	37.0	43.0	48.0	43.0	45.0	33.0	29.0	21.0	48.0
SALTO ALDEADAVILA	19.5	23.0	29.0	32.0	39.0	44.0	44.7	45.5	45.0	34.0	33.0	20.0	45.5
SALTO DE CASTRO	21.0	23.0	30.0	32.0	39.0	42.0	43.0	41.0	41.0	37.0	28.0	21.0	43.0
SALTO DE SAUCELLE	22.0	26.0	32.0	35.0	41.0	46.0	46.0	48.0	45.0	38.0	31.0	25.0	48.0
VILVIESTRE PLAGAS	19.0	28.0	28.0	30.0	37.0	43.0	48.0	43.0	45.0	33.0	29.0	21.0	48.0



OBSERV.	AÑO	I	P	V	O
BARRUECOPARDO	40.0	19.0	26.5	40.0	38.5
CASTILLEJO MART. VIEJ.	42.0	22.0	30.0	41.0	42.0
SALTO DE CASTRO	43.0	23.0	32.0	43.0	41.0
SALTO ALDEADAVILA	45.5	23.0	32.0	45.5	45.0
ALMENDRA	46.0	22.0	33.0	46.0	39.0
MIEZA	48.0	28.0	30.0	48.0	45.0
SALTO DE SAUCELLE	48.0	26.0	35.0	48.0	45.0
VILVIESTRE PLAGAS	48.0	28.0	30.0	48.0	45.0

Se obtienen los valores mayores en la zona de Salamanca siendo los valores menores en la zona de Zamora, al norte de la franja de la DO. En cuanto a las olas de calor en Castilla León la meseta del Duero puede tener días cálidos (máximas superiores a 25°C) con máximas superiores a 38 °C (en nuestra zona se alcanzan esos valores en todos los observatorios). En el Duero hay una media (Fuente: Pedraza) de 90 días cálidos que en las proximidades de las montañas desciende a menos de 60 días. Las olas de calor en Castilla León vienen asociadas a vientos terrales del NE y sobre todo del S y SE.

Temperatura media de máximas absolutas (T_a en °C):

OBSERV.	ENE	FEB	MAF	ABR	MAY	JUN	JUL	AGC	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
ALMENDRA	13.9	16.1	21.3	25.0	29.1	34.4	37.4	36.8	33.3	26.6	19.6	14.1	25.6
BARRUECOPARDO	13.0	15.0	17.8	23.2	27.5	32.2	34.7	34.5	31.8	24.5	17.8	12.0	23.7
CASTILLEJO MART. VIEJ.	15.5	17.8	21.5	24.2	28.3	33.6	36.9	37.1	33.3	26.4	19.9	15.7	25.9
MIEZA	13.1	16.3	21.0	23.8	28.5	33.8	36.8	35.6	33.9	26.3	19.2	14.2	25.2
SALTO ALDEADAVILA	16.1	19.2	24.2	27.0	32.5	37.2	40.9	39.8	37.6	29.6	21.8	16.3	28.5
SALTO DE CASTRO	15.0	18.9	23.3	25.8	30.3	35.4	38.5	37.6	34.4	28.5	20.7	15.8	27.0
SALTO DE SAUCELLE	17.7	21.0	26.7	30.2	34.9	39.7	43.4	43.2	39.2	32.3	24.0	19.6	31.0
VILVIESTRE PLAGAS	13.8	17.2	22.5	24.8	29.6	34.0	39.0	37.9	35.5	28.1	21.4	15.2	26.6

OBSERV.	AÑO	I	P	V	O
ALMENDRA	25.6	14.7	20.8	36.2	26.5
BARRUECOPARDO	23.7	13.3	18.6	33.8	24.7
CASTILLEJO MART. VIEJ.	25.9	16.3	21.2	35.9	26.6
MIEZA	25.2	14.5	20.4	35.4	26.5
SALTO ALDEADAVILA	28.5	17.2	23.5	39.3	29.7



SALTO DE CASTRO	27.0	16.6	22.6	37.2	27.9
SALTO DE SAUCELLE	31.0	19.4	26.0	42.1	31.9
VILVIESTRE PLAGAS	26.6	15.4	21.5	37.0	28.3

Los valores mayores se dan en Salto de Saucelle y Salto de Aldeadávila, y los menores en Barruecopardo, y Mieza, observatorios a mayor altitud y mayor pluviometría.

Temperatura media de máximas (T en °C):

OBSERV.	ENE	FEB	MAF	ABR	MAY	JUN	JUL	AGC	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
ALMENDRA	8.5	10.7	14.2	16.3	20.3	25.9	31.1	30.2	25.1	18.9	13.0	8.9	18.6
BARRUECOPARDO	7.4	8.7	11.1	14.6	18.2	24.2	29.1	28.3	24.6	17.8	11.2	6.4	16.8
CASTILLEJO MART. VIEJ.	10.4	12.2	15.1	16.7	20.5	26.8	31.0	30.6	26.4	19.5	13.9	10.7	19.5
MIEZA	8.2	10.5	14.5	16.7	20.6	26.2	30.3	30.0	27.1	19.4	12.9	9.0	18.8
SALTO ALDEADAVILA	10.3	12.9	16.4	18.7	23.6	29.1	33.7	33.2	29.3	22.1	14.9	10.5	21.2
SALTO DE CASTRO	9.2	12.2	15.6	17.3	21.3	27.0	31.4	30.7	26.7	20.3	13.5	9.9	19.6
SALTO DE SAUCELLE	11.9	15.3	19.4	21.7	25.8	31.7	36.6	36.2	31.6	24.3	17.2	12.7	23.7
VILVIESTRE PLAGAS	8.7	11.4	15.6	16.8	20.5	26.6	31.1	31.3	27.9	20.2	14.2	9.8	19.5

OBSERV.	AÑO	I	P	V	O
BARRUECOPARDO	16.8	7.5	11.5	27.2	17.9
ALMENDRA	18.6	9.4	13.8	29.1	19.0
MIEZA	18.8	9.2	13.9	28.8	19.8
CASTILLEJO MART. VIEJ.	19.5	11.1	14.7	29.5	19.9
VILVIESTRE PLAGAS	19.5	10.0	14.6	29.7	20.8
SALTO DE CASTRO	19.6	10.4	15.0	29.7	20.2
SALTO ALDEADAVILA	21.2	11.2	16.0	32.0	22.1
SALTO DE SAUCELLE	23.7	13.3	18.8	34.8	24.4

Los valores mayores se dan en Salto de Saucelle (23,7 a 116 m) y Salto de Aldeadávila (21,6 a 220 m), y los menores en Barruecopardo (16,8 a 730 m) y Almendra (16,8 a 765 m). Haciéndose notar una clara influencia de la altitud en los valores.



3.4.3. Temperaturas mínimas

Las temperaturas son muy bajas alcanzándose temperaturas muy bajas en todos los observatorios desde el otoño hasta la primavera. Como efemérides (www.aemet.es) de temperaturas mínimas absolutas tenemos en los dos observatorios completos tenemos:

	Zamora
Tem. min. absoluta (°C)	-13.4 (16 ene 1945)
	Salamanca
Tem. min. absoluta (°C)	-20.0 (05 feb 1963)
	Valladolid
Tem. min. absoluta (°C)	-11,5 (14 feb 1983)

Dentro de la zona de las Denominación de Origen Arribes se han alcanzado los menos 15 grados en Almendra (3 de enero de 1972) y en Salto de Castro en el 1971 (1 de enero).

DIA	MES	AÑO	NOMBRE	Temp MIN °C
3	1	1972	ALMENDRA (IBERDUERO)	-15.0
1	1	1971	SALTO DE CASTRO	-15.0
3	1	1971	ALMENDRA (IBERDUERO)	-12.0
2	3	2005	SALTO DE CASTRO	-10.0
1	3	2005	CASTILLEJO DE MARTIN VIEJO (F.ALDEANUEVA PORTANOBI	-10.0
1	3	1993	CASTILLEJO DE MARTIN VIEJO (F.ALDEANUEVA PORTANOBI	-10.0
15	1	1985	SALTO DE CASTRO	-10.0
12	2	1983	SALTO DE CASTRO	-10.0
3	1	1972	SALTO DE CASTRO	-10.0
24	12	1970	SALTO DE CASTRO	-10.0
16	12	2001	CASTILLEJO DE MARTIN VIEJO (F.ALDEANUEVA PORTANOBI	-9.0
25	2	1993	CASTILLEJO DE MARTIN VIEJO (F.ALDEANUEVA PORTANOBI	-9.0
1	3	1993	SALTO DE CASTRO	-9.0
9	1	1985	CASTILLEJO DE MARTIN VIEJO (F.ALDEANUEVA PORTANOBI	-9.0
12	2	1983	CASTILLEJO DE MARTIN VIEJO (F.ALDEANUEVA PORTANOBI	-9.0
11	2	1983	ALMENDRA (IBERDUERO)	-9.0
12	2	1978	SALTO DE CASTRO	-9.0
22	12	1978	SALTO DE CASTRO	-9.0
26	1	1976	SALTO DE CASTRO	-9.0
30	12	1970	ALMENDRA (IBERDUERO)	-9.0
11	12	1969	SALTO DE CASTRO	-9.0
11	12	1969	ALMENDRA (IBERDUERO)	-9.0
11	1	1968	ALMENDRA (IBERDUERO)	-9.0
2	3	1970	ALMENDRA (IBERDUERO)	-8.5



19	11	2007	SALTO DE CASTRO	-8.0
17	11	2007	CASTILLEJO DE MARTIN VIEJO (F.ALDEANUEVA PORTANOBI	-8.0
26	12	1994	CASTILLEJO DE MARTIN VIEJO (F.ALDEANUEVA PORTANOBI	-8.0
6	1	1992	CASTILLEJO DE MARTIN VIEJO (F.ALDEANUEVA PORTANOBI	-8.0
6	1	1985	ALMENDRA (IBERDUERO)	-8.0
1	1	1981	SALTO DE CASTRO	-8.0
13	2	1981	SALTO DE CASTRO	-8.0

Temperatura media de mínimas (t en °C):

OBSERV.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
ALMENDRA	0,8	1,4	3,0	4,6	8,0	12,0	14,8	14,4	12,0	7,9	3,7	1,6	7,0
BARRUECOPARDO	-0,2	1,1	2,0	4,4	7,5	11,5	14,4	14,1	12,1	8,0	3,1	0,1	6,5
CASTILLEJO MART. VIEJ.	1,4	2,3	3,6	5,4	8,0	11,3	13,3	13,3	11,2	8,2	4,1	2,4	7,0
MIEZA	1,7	2,7	5,0	6,4	9,4	13,4	16,0	15,5	13,8	9,2	5,0	2,9	8,4
SALTO ALDEADAVILA	2,4	3,2	4,9	6,8	10,6	14,8	17,8	17,5	15,4	10,8	5,9	3,0	9,4
SALTO DE CASTRO	-0,3	0,2	1,9	4,2	7,6	11,4	13,8	13,5	11,0	7,3	2,9	1,0	6,2
SALTO DE SAUCELLE	2,4	3,3	5,1	7,2	10,8	14,9	18,1	18,1	15,5	11,0	6,3	4,0	9,7
VILVIESTRE PLAGAS	1,9	3,2	4,9	5,9	8,4	12,5	15,7	15,6	13,8	9,9	5,8	3,3	8,4

OBSERV.	AÑO	I	P	V	O
ALMENDRA	7,0	1,3	3,0	13,7	7,9
CASTILLEJO MART. VIEJ.	7,0	2,0	3,7	12,6	7,9
SALTO DE CASTRO	6,2	0,3	2,1	12,9	7,1
BARRUECOPARDO	6,5	0,3	2,5	13,3	7,7
MIEZA	8,4	2,4	4,7	14,9	9,3
VILVIESTRE PLAGAS	8,4	2,8	4,7	14,6	9,8
SALTO ALDEADAVILA	9,4	2,9	5,0	16,7	10,7
SALTO DE SAUCELLE	9,7	3,2	5,2	17,0	10,9

Los valores mayores se dan en Salto de Saucelle y Salto de Aldeadávila observatorios a menor altitud que caracterizan la zona de la DO con temperaturas más suaves. Los valores son más rigurosos en Almendra, Salto de Castro y Barruecopardo situados a más de 700 m.



Temperatura media de mínimas absolutas (t_a en °C):

OBSERV.	ENE	FEB	MAF	ABR	MAY	JUN	JUL	AGC	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
ALMENDRA	-4,6	-3,3	-1,8	-0,2	2,5	6,7	9,9	10,0	7,0	2,8	-1,6	-3,2	2,0
BARRUECOPARDO	-6,4	-4,6	-3,8	-1,6	1,2	6,5	9,8	8,9	6,5	2,7	-2,1	-5,7	0,9
CASTILLEJO MART. VIEJ.	-4,4	-3,6	-2,2	-0,4	2,2	6,0	8,9	8,9	6,2	2,4	-2,4	-3,9	1,5
MIEZA	-3,1	-2,2	0,5	1,7	4,6	8,2	10,9	11,4	8,4	4,8	-0,1	-2,1	3,6
SALTO ALDEADAVILA	-2,4	-1,6	0,2	2,0	4,9	9,2	13,2	12,8	10,3	5,9	0,7	-2,0	4,4
SALTO DE CASTRO	-5,8	-4,7	-3,3	-0,9	1,9	6,4	8,8	9,0	5,6	1,5	-2,9	-4,7	0,9
SALTO DE SAUCELLE	-3,2	-1,8	0,4	2,3	5,1	9,5	13,2	13,4	10,5	5,5	0,3	-2,0	4,4
VILVIESTRE PLAGAS	-2,7	-1,9	0,3	0,9	3,2	7,5	10,1	10,6	8,4	4,6	0,5	-1,9	3,3

OBSERV.	AÑO	I	P	V	O
ALMENDRA	2,0	-3,7	-1,8	8,9	2,7
BARRUECOPARDO	0,9	-5,6	-3,3	8,4	2,3
CASTILLEJO MART. VIEJ.	1,5	-4,0	-2,1	7,9	2,1
MIEZA	3,6	-2,5	0,0	10,1	4,4
SALTO ALDEADAVILA	4,4	-2,0	0,2	11,7	5,6
SALTO DE CASTRO	0,9	-5,1	-2,9	8,1	1,4
SALTO DE SAUCELLE	4,4	-2,3	0,3	12,0	5,4
VILVIESTRE PLAGAS	3,3	-2,2	-0,2	9,4	4,5

Los valores mayores se dan en Salto de Saucelle y Salto de Aldeadávila (4,4 anual) observatorios a menor altitud que caracterizan la zona de la DO con temperaturas más suaves. Los valores son más rigurosos en Salto de Castro y Barruecopardo situados a más de 700 m.

Temperatura mínima absoluta (t_a en °C):

OBSERV.	ENE	FEB	MAF	ABR	MAY	JUN	JUL	AGC	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
ALMENDRA	-15,0	-9,0	-8,5	-6,0	-3,0	2,0	7,0	4,0	0,0	-5,0	-7,0	-9,0	-15
BARRUECOPARDO	-15,0	-9,0	-7,0	-4,5	-2,0	4,0	7,0	5,5	2,0	-2,0	-7,5	-9,0	-15
CASTILLEJO MART. VIEJ.	-9,0	-9,0	-10,0	-5,0	-2,0	1,0	3,0	5,0	2,0	-2,0	-8,0	-9,0	-10
MIEZA	-6,0	-7,0	-4,0	-2,0	2,0	5,0	7,0	8,0	5,0	2,0	-4,0	-6,0	-7
SALTO ALDEADAVILA	-9,0	-8,0	-3,0	-2,0	0,0	2,0	9,0	7,0	6,0	1,0	-3,0	-6,0	-9
SALTO DE CASTRO	-15,0	-10,0	-10,0	-6,0	-2,0	2,0	5,0	4,0	0,0	-4,0	-8,0	-10,0	-15
SALTO DE SAUCELLE	-7,0	-6,0	-6,0	-4,0	1,0	5,0	10,0	11,0	6,0	1,0	-5,0	-6,0	-7
VILVIESTRE PLAGAS	-6,0	-5,0	-2,0	-2,0	0,0	1,0	7,0	5,0	1,0	1,0	-4,0	-6,0	-6



OBSERV.	AÑO	I	P	V	O
ALMENDRA	-15,0	-15,0	-9,0	2,0	-7,0
BARRUECOPARDO	-15,0	-15,0	-9,0	4,0	-7,5
SALTO DE CASTRO	-15,0	-15,0	-10,0	2,0	-8,0
CASTILLEJO MART. VIEJ.	-10,0	-9,0	-10,0	1,0	-8,0
SALTO ALDEADAVILA	-9,0	-9,0	-8,0	2,0	-3,0
MIEZA	-7,0	-7,0	-7,0	5,0	-4,0
SALTO DE SAUCELLE	-7,0	-7,0	-6,0	5,0	-5,0
VILVIESTRE PLAGAS	-6,0	-6,0	-5,0	1,0	-4,0

Considerando una serie isocrona (1968-2000). Los valores mayores se dan en Salto de Saucelle y Salto de Aldeadávila observatorios de Salamanca a menor altitud que caracterizan la zona de la DO con temperaturas más suaves. Los valores más bajos se dan en los observatorios de Almendra y Salto de Castro situados a más de 700 m. El frío es característico de la región, es típico indicar que en “el Duero el frío es menos forastero que el calor”; hay nombres en Castilla León como Villafría y Villanubla que nos denotan el intenso frío.

3.4.4. Análisis de las temperaturas en la DO de Arribes

La zona, pese a su gran variabilidad debido a las diferentes condiciones mesoclimáticas función de la diferente altitud y posición fisiográfica, se caracteriza tanto por unas mayores precipitaciones, como por unas temperaturas suaves en el invierno y elevadas en el verano. Volvemos a insistir en los diferentes mesoclimas existentes en la zona, evidenciados en los datos termométricos ya indicados. Una de las dos zonas claramente diferenciada es la del sector zamorano donde el fondo de Valle del Duero tiene una altitud superior a 400 m. Se advierte una ligera suavización de las temperaturas en el invierno y equinoccios. La media de 3.6 grados de Barruecopardo y los 4,4 de Salto de Castro son las temperaturas más bajas de los Arribes de Duero, con media de mínimas negativas en Enero (-0,2 y -0,3 respectivamente). Estos valores son debidos a su posición poco abrigada a los vientos del norte, y a las acumulaciones de aire frío que provoca heladas y nieblas.

En cuanto a las temperaturas estivales, la cuenca de Duero está poco influido por la oceanidad del Atlántico, esto unido al calentamiento provocado por las laderas de bajo albedo del valle, da como consecuencia un estío cálido a 700 metros de altitud, con media de



máximas en el verano de 27.2 en Barruecopardo, 28.8 en Mieza, y 34.8 en Salto de Saucelle, y temperaturas medias en el estío de 20.3 en Barruecopardo, 21 en Castillejo, 21.4 en Salto de Castro, frente a los 24,4 en Salto de Aldeadávila y 26 en Salto de Saucelle. El verano es más cálido en Salto de Saucelle que en Salto de Castro. En Salto de Castro, las medias de junio a septiembre rondan los 20 grados, siendo las medias en julio y agosto de 22,9 y 22,3 respectivamente y las medias de máximas de 31, muy inferiores a las registradas en Salto de Saucelle. En Salto de Saucelle se tiene una media anual de 16,7 grados, con valores máximos de 27,5 y 27,1 en Julio y Agosto, y valores mínimos de 7,1 y 8,3 en Enero y Diciembre.

En contraposición a la zona caracterizada por Salto de Castro, como queda evidenciado con los datos reflejados de Salto de Saucelle y Salto de Aldeadávila; la otra zona claramente diferenciada desde el punto de vista térmico es la del fondo del valle con altitudes inferiores a 400 m. Abarca el norte de la provincia de Salamanca y el límite con Zamora. Las temperaturas son elevadas con respecto a las castellano-leonesas. En los observatorios de Salto de Saucelle y Salto de Aldeadávila las temperaturas medias son inferiores a 10 grados sólo en los tres meses invernales, y las temperaturas medias en el otoño es de 17.6 y en la primavera de 14.9 en Salto de Saucelle. En Salto de Saucelle la primavera es larga y en cuanto al otoño el mes de Octubre es especialmente cálido con temperaturas medias de 17.7 en Salto de Saucelle. Las elevadas temperaturas se hacen sentir en la zona en Mayo (18.2) y Octubre (17.7). Estas temperaturas superiores a las registradas en junio y septiembre en los observatorios de Zamora, Salamanca y Valladolid.

	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	ANUAL
SALAMANCA	10,2	19,8	12,2	4,7	11,7
VALLADOLID	10,8	20,5	12,9	5,0	12,3
ZAMORA	11,3	20,9	13,4	5,5	12,8

El período comprendido entre el mes de junio a septiembre es caluroso con medias superiores a 22 grados en Salto de Aldeadávila y Salto de Saucelle, siendo en este último observatorio superiores a 27 grados en julio y agosto, y a 25 en Salto de Aldeadávila. La menor altitud, la posición encajada en el valle provocan temperaturas medias de máximas absolutas en el observatorio de Salto de Saucelle superiores a 43 grados en julio y agosto, y de 40,9 en julio en Salto de Aldeadávila, especialmente cálido es el mes de agosto y la segunda quincena de julio. Destaca el valor máximo de 48 grados registrados en Salto de



Saucelle (13/8/87). Esta alta termicidad queda evidenciada en Salto de Saucelle con temperatura media de máximas en julio y agosto de 36,6 y 36,2 respectivamente, y temperatura media de mínimas de 18.1. Estos valores son comparables con los registrados en zonas mediterráneas cálidas a igual altitud, dándonos como resultado una zona que representa la zona más cálida de Castilla León. La benignidad térmica de la zona salmantina de Arribes se manifiesta en la temprana floración del almendro, y en el largo período libre de heladas.

3.4.5. Heladas

Los daños producidos por las heladas son relativamente frecuentes. La vid resiste bien las heladas de invierno, si no son extremas, al estar la planta en parada vegetativa. Las yemas son las primeras atacadas a temperaturas de -10 -15 °C durante 6-8 horas; de -15 a -35 grados se pueden ver atacados los troncos y brazos. Las raíces presentan una menor resistencia, estimándose que hay daños con valores de -7 -14 °C, pero al estar enterradas se ve afectadas primeramente las partes aéreas. En invierno pueden considerarse temperaturas limitantes las de -16 a -20 °C.

Aún siendo los valores térmicos menos extremos, son las heladas primaverales las que pueden causar más daño, más concretamente durante los meses de abril y mayo. Bastan temperaturas de -1°C al inicio de la brotación para que se produzcan daños graves (no olvidemos que aproximadamente la brotación se produce a primeros de abril, y la floración a primeros de junio), las yemas se ennegrecen y los brotes jóvenes se marchitan. Si las yemas secundarias no son afectadas la planta rebrotará, pero con una menor producción. Si se afectan todas las yemas la parada vegetativa se prolonga hasta que brotan yemas de madera vieja, originando una gran salida de chupones. En otoño, las heladas pueden causar la caída precoz de las hojas con el consiguiente debilitamiento de la planta, en ocasiones con heladas no muy intensas pueden caer solo los limbos. En otoño pueden aparecer daños en las yemas con -5°C. Del análisis de días de heladas en las series de observatorios termométricos analizados:

OBSERV.	ENE	FEB	MAF	ABF	MAY	JUN	JUL	AGO	SEF	OCT	NOV	DIC	AÑO
VILVIESTRE PLAGAS	10,6	5,6	2,1	1,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	7,9	30,4
SALTO DE SAUCELLE	11,3	7,2	2,4	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	7,5	31,3
CASTILLEJO MART. VIE.	13,3	9,8	5,4	2,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	6,3	11,3	48,8
ALMENDRA	14,8	11,3	7,1	3,4	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	6,3	11,8	56,3
SALTO DE CASTRO	18,4	14,8	10,2	3,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	1,1	8,6	14,3	71,2



Se observan que se alcanzan temperaturas mínimas inferiores a 0 grados principalmente en los meses de noviembre a abril. El mayor número se alcanza en Salto de Castro y el menor en Vilviestre y Salto de Saucelle ambos en la zona de Salamanca a baja altitud; caracteriza la zona más térmica, cerca y a la derecha del Duero y en las proximidades del embalse de Saucelle.

Otro dato disponible es la fecha última y primera para cada mes media de ocurrencia de heladas mes a mes y para los datos de la serie.

Fechas Medias De La Primera Y Última Helada En Cada Mes

	Fecha media de la primera helada por mes											
OBSERV.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ALMENDRA	0,4	0,5	0,7	0,6	0,5	0,0	0,0	0,0	2,9	1,6	1,2	0,6
CASTILLEJO MART. VIEJ.	0,5	0,5	0,7	0,7	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	1,4	0,7
SALTO CASTRO	3,2	2,7	5,0	7,0	5,6	0,0	0,0	0,0	27,5	19,9	1,2	0,5
SALT. SAUCELLE	0,5	0,7	1,1	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	1,1
VILVIESTRE PLAGAS	0,8	0,7	0,9	0,9	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	0,8
	Fecha media de las ultimas heladas por mes											
OBSERV.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ALMENDRA	27,7	23,9	20,4	17,4	11,0	0,0	0,0	0,0	29,0	25,8	27,0	27,2
CASTILLEJO MART. VIEJ.	26,8	22,9	20,7	15,7	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,6	26,1	26,1
SALTO CASTRO	28,2	24,2	23,5	16,1	6,9	0,0	0,0	0,0	28,0	25,7	26,8	28,2
SALT SAUCELLE	24,8	19,3	15,9	9,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,2	23,6
VILVIESTRE PLAGAS	26,7	20,6	18,7	16,9	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,0	25,1

Así en fechas medias tenemos heladas medias probables por observatorios:

OBSERV.		
ALMENDRA	03-sep	11-may
CASTILLEJO MART. VIEJ	02-oct	11-may
SALTO DE CASTRO	27-sep	07-may
SALTO DE SAUCELLE	02-nov	10-abr
VILVIESTRE PLAGAS	02-nov	05-abr



En líneas generales, de los períodos medios de heladas, se puede concluir que el período de heladas abarca el período septiembre (principios de Noviembre en Salto de Saucelle y Vilviestre) hasta primeros de Mayo o principios de abril en Salto de Saucelle y Vilviestre.

En cuanto a las temperaturas mínimas absolutas indicamos las mínimas absolutas de las series con las que se ha trabajado, y los datos de las efemérides, se puede observar que la temperatura limitante de -16°C no se alcanza, evidentemente, este dato hace referencia al observatorio, por lo que es probable que en función de las características mesoclimáticas de la zona se alcancen temperaturas inferiores a menos 16 grados en muchas zonas de la DO. A continuación se indican para los observatorios con datos el número de días medios de temperaturas mínimas inferiores o iguales a 0°C y -5°C respectivamente.

OBSERV.	Días con temperaturas inferiores a 0°C												AÑO
	ENE	FEB	MAF	ABR	MAY	JUN	JUL	AGC	SEP	OCT	NOV	DIC	
ALMENDRA	14,8	11,3	7,1	3,4	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	6,3	11,8	56,3
CASTILLEJO MART. VIEJ.	13,3	9,8	5,4	2,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	6,3	11,3	48,8
SALTO DE CASTRO	18,4	14,8	10,2	3,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	1,1	8,6	14,3	71,2
SALTO DE SAUCELLE	11,3	7,2	2,4	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	7,5	31,3
VILVIESTRE PLAGAS	10,6	5,6	2,1	1,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	7,9	30,4
OBSERV.	Días con temperaturas inferiores a -5°C												AÑO
	ENE	FEB	MAF	ABR	MAY	JUN	JUL	AGC	SEP	OCT	NOV	DIC	
ALMENDRA	2,6	1,0	0,9	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	2,2	7,6
CASTILLEJO MART. VIEJ.	2,4	1,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,9	6,3
SALTO DE CASTRO	3,9	2,3	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	2,4	9,9
SALTO DE SAUCELLE	0,8	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	1,2
VILVIESTRE PLAGAS	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,7

Cogiendo los dos observatorios más característicos de la variabilidad mesoclimática térmica en la DO, se analizan los percentiles del dato día de heladas. En Salto de Castro hay en el mes de abril un 40 % de los años de la serie analizadas con más de 3.8 días de helada y un 20 % de los años con más de 5.4, y un 10 % de los años con más de 8 días de heladas. En Mayo un 10 % de los años tienen más de 1 día y un 5 % más de 3 días. Cogiendo el mes de Octubre un 10 % tiene más de 2.6 días y un 5 % más de 6.2 días.

En Salto de Saucelle hay en el mes de marzo un 40 % de los años de la serie analizadas con más de 2 días de helada y un 20 % de los años con más de 4.4, y un 10 % de



los años con más de 8 días de heladas. En Abril un 10 % de los años tienen más de 1,7 días. Cogiendo el mes de Noviembre un 10 % tiene más de 6 días y un 40 % más de 3 días.

SALTO DE CASTRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	SEP	OCT	NOV	DIC
Percentil 20	10	9	5,2	0	0	0	0	2	7,4
Percentil 40	18	13	7,4	2	0	0	0	8	9,8
Percentil 60	20	17	11,6	3,8	0	0	0	9,4	16,2
Percentil 80	25	19,8	15,8	5,4	0,2	0	2	15	24,2
SALTO SAUCELLE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	SEP	OCT	NOV	DIC
Percentil 20	4	1,8	0	0	0	0	0	0	3
Percentil 40	8	4,6	0	0	0	0	0	0	4,8
Percentil 60	13	7,4	2	0	0	0	0	3	6,2
Percentil 80	17	14	4,4	0,4	0	0	0	5,6	14

Los episodios de frío más intensos se corresponden con las entradas de aire frío polar continental y de aire ártico marino, éstas últimas, aunque en general menos intensas en sus temperaturas, poseen una mayor humedad y provocan un mayor volumen de precipitación en forma de nieve. En estas olas de frío, que se producen todos los años, se alcanzan con facilidad temperaturas de -15°C (como las de enero de 1971 y 1972).

La posibilidad de heladas no sólo se encuentra en el periodo invernal, en general se extiende de Octubre a Abril. Los efectos de las heladas no serán los mismos siempre, dependerán de la extensión, espacio y momento fenológico de la afectación. El número medio de días de heladas al año varían desde los 30-31 de Vilviestre y Salto de Saucelle hasta los 71 de Salto de Castro. Aunque las temperaturas más bajas se dan en invierno, las heladas más perjudiciales, desde el punto de vista agronómico, son las que ocurren fuera del periodo invernal, al estar la planta menos resistente a soportar el frío. Estas heladas se pueden registrar después de que las temperaturas medias superen el cero vegetativo.

Estas heladas primaverales u otoñales son muy frecuentes y a veces por su carácter local (zonas encajadas, valles o altas parameras) no se cuantifican en los observatorios meteorológicos. Estas heladas vinculadas a fenómenos de inversión térmica presentan una gran irregularidad espacial, y sus efectos pueden ser variados.

OBSERV.	ENE	FEB	MAF	ABR	MAY	JUN	JUL	AGC	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
ALMENDRA	14,8	11,3	7,1	3,4	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	6,3	11,8	56,3
CASTILLEJO MART. VIEJ.	13,3	9,8	5,4	2,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	6,3	11,3	48,8
SALTO DE CASTRO	18,4	14,8	10,2	3,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	1,1	8,6	14,3	71,2



SALTO DE SAUCELLE	11,3	7,2	2,4	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	7,5	31,3
VILVIESTRE PLAGAS	10,6	5,6	2,1	1,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	7,9	30,4

Estudio de las fechas de heladas

Para los observatorios termométricos se han obtenido las fechas de ocurrencia de heladas:

OBSERV.	Media prime	Media últim.
ALMENDRA	03-sep	11-may
CASTILLEJO MART. VIEJ.	02-oct	11-may
SALTO DE CASTRO	27-sep	07-may
SALTO DE SAUCELLE	02-nov	10-abr
VILVIESTRE PLAGAS	02-nov	05-abr

El período libre de heladas presenta una duración variable, en los observatorios más cálidos como Salto de Saucelle es de más de 7 meses (heladas medias probables de primeros de noviembre a primeros de abril), y en Salto de Castro es de 5 meses (heladas medias probables de finales de septiembre a primeros de mayo). El período libre de heladas es más largo que en las llanuras castellano leonesas. El número de días de heladas es mayor en los observatorios de Salto de Castro y Almendra (con 71 días de heladas medios al año) valores comparables a los registrados en Salamanca y menores que los de Zamora y Valladolid. En Salto de Castro y Almendra no hay días con heladas de junio a septiembre. Se contabilizaron en Salto de Castro 71 heladas de septiembre a mayo. La mayor duración del período libre de heladas del sur de la provincia de Zamora y Salamanca, que en el representativo observatorio de Salto de Saucelle es de más de 7 meses (con 31 días de helada medios al año), caracteriza la zona con mayor duración del período sin heladas en la Comunidad castellano leonesa.

DIAS HELADA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	OCT	NOV	DIC	AÑO
ZAMORA	14	9	5	2	0	0	6	11	47
VALLADOLID	17	12	8	4	1	1	8	13	61
SALAMANCA	19	14	11	4	1	1	11	15	77

En Salto de Saucelle no hay días con temperaturas inferiores a 0 grados de mayo a octubre (0.5 en abril, 2,4 y 2,5 en marzo y noviembre). En Salto de Saucelle se registraron 31 días de helada de noviembre a abril, siendo muy poco frecuentes en abril, marzo y noviembre, por lo que en la práctica las heladas se producen en el período invernal. Más raras



aún son los registros de temperaturas inferiores a -5°C con 1,2 días en Salto de Saucelle (de noviembre a febrero 0,1, 0,2, 0,8, 0,1, respectivamente). Las heladas más rigurosas son infrecuentes, y sólo se producen en las olas de frío ocasionales más crudas. Son más frecuentes las heladas rigurosas en Salto de Castro (la zona más al norte de Arribes) con temperaturas inferiores a -5°C en 9,9 días en Salto de Castro (de noviembre a abril, 0,5, 2,4, 3,9, 2,3, 0,7, 0,1, respectivamente) por lo que las heladas son ya más considerables y caracterizadoras de su clima. Destacamos como registros históricos los -15 de Almendra (Iberduero) el 3 de enero del 1972, y los -15 de Salto de Castro en el año nuevo del 1971. Los valores son inferiores a los registrados en los completos de Zamora, Salamanca y Valladolid. Resultaron también especialmente fríos los -10 grados registrados a primeros de marzo del 2005.

Med máx ab	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	ANUAL
ZAMORA	2,6	11,2	5,1	-2,0	4,2
VALLADOLID	1,8	9,8	3,3	-3,6	2,8
SALAMANCA	1,3	9,7	2,5	-3,7	2,5

Máx abs	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	ANUAL
ZAMORA	-6,8	4,0	-5,8	-13,4	-13,4
VALLADOLID	-10,2	2,6	-6,5	-11,5	-11,5
SALAMANCA	-8,5	3,0	-8,5	-13,0	-13,0

Las heladas en el sector caracterizado por Salto de Castro se deben a la entrada advectiva de olas de frío y a la acumulación de aire frío en situación anticiclónica por irradiación. Las temperaturas medias de mínimas nos marcan estas diferencias 6,2 en Salto de Castro y 7 en Almendra como media anual y valores en invierno de 0,3 y 1,3 respectivamente, por el contrario en Salto de Saucelle se tienen 9,7 de media anual y en el período invernal es de 3,2, durante todo el año la temperatura media de mínimas es superior a 2,4 tanto en Salto de Saucelle como en Salto de Aldeadávila por lo que las heladas son muy poco frecuentes. En el caso de Salto de Saucelle el número de heladas mayor se dan en enero con 11,3 días medios, no hay heladas de abril (se tiene 0,5 días de media) a noviembre, el número de días con temperaturas inferiores a 0 grados es inferior al del resto de observatorios incluido el de Vilviestre que aunque el valor anual es de 30,4 se dan 1,5 heladas en abril y 0,5 en mayo. En el sector de los Arribes caracterizado por el observatorio de Salto de Saucelle no



hay heladas en los meses de abril a octubre, incluyendo marzo y noviembre en numerosos años, lo que caracteriza una peculiaridad agraria en la zona que ha posibilitado la existencia de cultivos subtropicales en siglos pasados o la posibilidad potencial del cultivo del naranjo (Font Tullot). A efectos de comparación indicaremos (Pedraza, 1994) como en Castilla León las heladas son intensas con valores de 80 a 90 en las proximidades a las montañas, y de 65 a 80 en la meseta. En Castilla León las heladas de advección asociadas especialmente a vientos del NE centroeuropeos se encuentran con las montañas, las heladas de irradiación en Castilla León aumenta con la altura como se ha comentado, dando valores muy superiores a los de la región de Arribes. Los valores de nuestra zona son más suaves en general, Pedraza da para las tierras fronterizas con Portugal valores de 50 a 60.

3.5. PRECIPITACIONES

Se indican a continuación los valores medios mensuales y anuales de precipitación para los observatorios analizados:

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
VILLASECO DE GAMITOS	60,8	58,2	30,2	43,6	51,4	34,4	12,1	11,2	27,7	56,3	53,9	61,1	500,9
MUGA DE SAYAGO	53	54,2	31,1	58	54,6	26,1	9,9	13,6	30,5	57,9	65	71,6	525,5
SALTO DE SAUCELLE	65,6	48,7	32,5	43,2	55,1	29,8	16,6	15	39,3	60,3	61,1	63,4	530,6
CASTILLEJO MARTIN VIEJO	54,6	44,7	33,3	48,9	58,5	29,2	17,9	13,8	37,5	64	65,8	62,8	531,1
HINOJOSA DE DUERO	59,1	44,1	31,3	49,2	56,6	31,1	17,7	16,4	39,5	69,2	63,3	60	537,5
FREGENEDA DE DUERO	66,9	56,6	32,5	47,3	57,9	36,1	20,7	9,4	35,3	60,2	59,9	64,4	547,3
AHIGAL DE ACEITEROS	61,2	53,3	31,7	47,9	60,5	30,3	22,5	14,7	34,5	61,5	63,2	70,4	551,6
FERMOSELLE	66,2	61,4	38,6	53,4	52,4	38,3	16,7	13,7	34,2	60,9	56	64,6	556,5
SALTO DE VILLARINO	66,7	55,8	36,7	51,6	58,2	37,9	13,9	14,1	31,2	58,3	66,7	67	558,1
ALMENDRA (IBERDUERO)	64,7	56,6	36,9	55,9	64,6	36,4	15	14,6	32,5	58,5	63,5	69,2	568,4
CEREZAL DE ALISTE	72,3	62,8	35,1	63,1	57,5	45,1	15,6	16,3	35,2	50,8	63,4	57,6	574,7
VILLADEPERA	66,3	57,5	39,8	56,6	56,4	36,9	13,7	18,1	36,1	67,1	65,4	70,7	584,8
SALTO DE CASTRO	74,9	57,8	39,9	55,7	55,3	35,2	13,8	18,3	35,2	65	64,6	78,7	594,4
FUENTES DE ORO	72	56,4	40,2	57	62,5	29,8	15,4	15,2	39,1	73,7	74,7	75,5	611,5
LUMBRALES	73,3	55	40,2	56,8	62,8	33,3	21,3	19,6	40,4	79,2	72,2	71,3	625,4
BERMELLAR	69,9	54,6	33,7	56,7	69,7	38,1	19	16,8	38,8	72,1	78,3	83,4	631,4
VILLARINO	70,6	40	46,8	53,8	70,4	21,1	10,6	21,8	43,1	99	81,5	79,7	638,4
FARIZA DE SAYAGO	75,4	62,8	44,8	60,5	62,4	37,6	12,5	18,3	36,2	75,5	75,6	80,1	641,4
VILLARDIEGUA DE LA RIBERA	77	93	46	63	54	48	13	13	34	61	78	69	648
LUELMO DE SAYAGO	79,3	67,2	45,7	62,3	63,4	40,8	14,8	17	41,5	73,7	71,7	78,7	656,2



FORNILLOS DE ALISTE	80,3	58,3	43,8	60,5	68,9	42,9	16,5	18,3	45,7	74,8	72,8	80,5	663,5
SALTO DE ALDEADAVILA	87	84	50	58	58	36	12	10	37	74	83	79	669
VILVIESTRE PLAGAS	71	63,8	35,8	56,2	75,2	36	16,1	18,6	44,7	76	81,9	97,4	672,7
MIEZA	86,8	68,8	48,4	62,3	70	35,5	14,7	18,9	47,4	87,8	84,2	85,7	710,5
EL MILANO	91,9	71,3	46,9	60,5	70,7	34,8	17,9	38,4	20,6	91,2	88,2	88,6	721
VILLASBUENAS	89	90	37	68	62	50	26	18	35	82	84	96	739
ALDEADAVILA RIBERA	96,1	79	51,5	65,4	73,7	32,6	13,8	18,3	45,7	92	88,2	86,6	742,8
BARRUECOPARDO	145,5	145,1	112,9	65,53	84,56	60,25	20,18	17,5	54,43	102,2	123,8	117,1	1049

En esta relación se ha incluido el Observatorio de Barruecopardo que situado a una altitud de 730 metros se destaca por su elevada pluviosidad, los datos reflejados son el resultado de la media de la serie 1955-1978, por lo que se debe tener en cuenta esta circunstancia al hacer las comparaciones.

	AÑO	Regimen estacion	Maximo	Minimo
VILLASECO DE GAMITOS	500,9	IOPV	61,1	11,2
MUGA DE SAYAGO	525,5	IOPV	71,6	9,9
SALTO DE SAUCELLE	530,6	IOPV	65,6	15
CASTILLEJO MARTIN VIEJO	531,1	OIPV	65,8	13,8
HINOJOSA DE DUERO	537,5	OIPV	69,2	16,4
FREGENEDA DE DUERO	547,3	IOPV	66,9	9,4
AHIGAL DE ACEITEROS	551,6	IOPV	70,4	14,7
FERMOSELLE	556,5	IOPV	66,2	13,7
SALTO DE VILLARINO	558,1	IOPV	67	13,9
ALMENDRA (IBERDUERO)	568,4	IPOV	69,2	14,6
CEREZAL DE ALISTE	574,7	IPOV	72,3	15,6
VILLADEPERA	584,8	IOPV	70,7	13,7
SALTO DE CASTRO	594,4	IOPV	78,7	13,8
FUENTES DE OÑORO	611,5	IOPV	75,5	15,2
LUMBRALES	625,4	IOPV	79,2	19,6
BERMELLAR	631,4	IOPV	83,4	16,8
VILLARINO	638,4	OIPV	99	10,6
FARIZA DE SAYAGO	641,4	IOPV	80,1	12,5
VILLARDIEGUA DE LA RIBERA	648	IOPV	93	13
LUELMO DE SAYAGO	656,2	IOPV	79,3	14,8
FORNILLOS DE ALISTE	663,5	IOPV	80,5	16,5
SALTO DE ALDEADAVILA	669	IOPV	87	10
VILVIESTRE PLAGAS	672,7	IOPV	97,4	16,1
MIEZA	710,5	IOPV	87,8	14,7



EL MILANO	721	IOPV	91,9	17,9
VILLASBUENAS	739	IOPV	96	18
ALDEADAVILA RIBERA	742,8	IOPV	96,1	13,8
BARRUECOPARDO	1049,1	IOPV	145,48	17,496

Las precipitaciones anuales medias oscilan entre los 500 y los 743 de Aldeadávila (en Barruecopardo obtenemos en la serie 55-78 el valor de 1045 mm) presentando máximos en el invierno y mínimos en el verano (hay solo tres observatorios con máximos en otoño). La pluviometría existente en la zona está dentro del intervalo de 500-750 mm considerada como adecuada para la producción. Pedraza nos indica para el centro de la cuenca del Duero un valor medio de 430 mm, indicamos para los observatorios completos los siguientes valores: Zamora 363 mm, 435 mm Valladolid, y Salamanca 381 mm.

Los diferentes volúmenes de precipitación caracterizan las diferentes posiciones fisiográficas y las diferencias mesoclimáticas. La lluvia penetra a través de nuestra zona en la Comunidad de Castilla León donde la ausencia de obstáculos montañosos permite la entrada de vientos húmedos (ponientes y ábregos) del Atlántico. Los observatorios de menor precipitación VILLASECO DE GAMITOS (fuera de la DO) , MUGA DE SAYAGO, SALTO DE SAUCELLE, CASTILLEJO MARTIN VIEJO , HINOJOSA DE DUERO, FREGENEDA DE DUERO, AHIGAL DE ACEITEROS, FERMOSELLE, SALTO DE VILLARINO, ALMENDRA (IBERDUERO), CEREZAL DE ALISTE, VILLADEPERA y SALTO DE CASTRO (con medias inferiores a los 600 mm) caracterizan la posición de la zona. En algunos casos por su posición a sotavento se interfiere el flujo del suroeste de lluvias, y en otros casos aunque abierto a esa dirección al estar situado a una menor altitud con respecto a las zonas portuguesas situadas a su derecha, lo que impide una mayor precipitación. Salvo estas puntualizaciones se observa un aumento de la precipitación en la dirección suroeste noreste según aumenta la altitud. A esta orientación expuesta a los flujos del suroeste se unen los fenómenos tormentosos lo que explica también la mayor pluviosidad de la zona de Arribes con respecto a la precipitación de la llanura castellano leonesa. La zona de mayor pluviosidad superior a los 700 mm MIEZA, EL MILANO, VILLASBUENAS, ALDEADAVILA RIBERA y BARRUECOPARDO se sitúan en zonas, a mayor altitud, abiertas al flujo del oeste.

En cuanto a las precipitaciones y, en cuanto a los efectos de la precipitación sobre el viñedo, destacamos que:

- entre la floración y el cuajado, la sequía disminuye el número de bayas sin modificar el contenido en azúcar



- después del cuajado la escasez de agua disminuye el peso de la baya
- en las proximidades del envero disminuye el peso de las bayas
- durante la maduración, los efectos de la sequía son más intensos justo después del envero, después el efecto es positivo o nulo
- un exceso de precipitaciones, lluvias de gran intensidad pueden producir daños. Los fenómenos de tipo tormentoso son causantes de daños en las vides de la zona.

Aplicando el umbral de los 30 mm mensuales para identificar los meses secos en la Península Ibérica, se observa que los meses de verano: julio y agosto, son secos en todos los observatorios, también aparecen secos los meses de enero en todos los observatorios. Aparece, en la DO, como seco junio en los observatorios de Muga, Salto de Saucelle y Castillejo.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
VILLASECO DE GAMITOS	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	seco	Seco	seco	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr
MUGA DE SAYAGO	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	seco	seco	Seco	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr
SALTO DE SAUCELLE	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	seco	seco	Seco	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr
CASTILLEJO MARTIN VIEJO	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	seco	seco	Seco	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr
HINOJOSA DE DUERO	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	seco	Seco	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr
FREGENEDA DE DUERO	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	seco	Seco	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr
AHIGAL DE ACEITEROS	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	seco	Seco	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr
FERMOSELLE	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	seco	Seco	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr
SALTO DE VILLARINO	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	seco	Seco	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr
ALMENDRA (IBERDUERO)	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	seco	Seco	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr
CEREZAL DE ALISTE	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	seco	Seco	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr
VILLADEPERA	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	seco	Seco	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr
SALTO DE CASTRO	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	seco	Seco	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr
FUENTES DE ORO	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	seco	seco	Seco	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr
LUMBRALES	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	seco	Seco	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr
BERMELLAR	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	seco	Seco	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr
VILLARINO	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	seco	seco	Seco	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr
FARIZA DE SAYAGO	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	seco	Seco	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr
VILLARDIEGUA DE LA RIBERA	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	seco	Seco	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr
LUELMO DE SAYAGO	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	seco	Seco	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr
FORNILLOS DE ALISTE	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	seco	Seco	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr
SALTO DE ALDEADAVILA	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	seco	Seco	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr
VILVIESTRE PLAGAS	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	seco	Seco	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr
MIEZA	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	seco	Seco	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr
EL MILANO	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	seco	P>30m	seco	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr
VILLASBUENAS	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	seco	Seco	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr
ALDEADAVILA RIBERA	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	seco	Seco	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr
BARRUECOPARDO	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	seco	Seco	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr	P>30mrr



Ordenando para todos los observatorios las precipitaciones de menor a mayor indicando el mes en que se producen. Se puede observar como las máximas se dan en meses invernales y las menores en el estío.

	AGO	JUL	JUN	MAR	SEP	ABR	FEB	MAY	ENE	OCT	NOV	DIC
ALMENDRA (IBERDUERO)	AGO	JUL	SEP	JUN	MAR	ABR	FEB	OCT	NOV	MAY	ENE	DIC
BARRUECOPARDO	AGO	JUL	SEP	JUN	ABR	MAY	OCT	MAR	DIC	NOV	FEB	ENE
BERMELLAR	AGO	JUL	MAR	JUN	SEP	FEB	ABR	MAY	ENE	OCT	NOV	DIC
CASTILLEJO MARTIN VIEJO	AGO	JUL	JUN	MAR	SEP	FEB	ABR	ENE	MAY	OCT	NOV	DIC
FERMOSELLE	AGO	JUL	SEP	JUN	MAR	MAY	ABR	NOV	OCT	FEB	DIC	ENE
FREGENEDA DE DUERO	AGO	JUL	MAR	SEP	JUN	ABR	FEB	MAY	NOV	OCT	DIC	ENE
FUENTES DE OÑORO	AGO	JUL	JUN	SEP	MAR	FEB	ABR	MAY	ENE	OCT	NOV	DIC
HINOJOSA DE DUERO	AGO	JUL	JUN	MAR	SEP	FEB	ABR	MAY	ENE	DIC	NOV	OCT
LUMBRALES	AGO	JUL	JUN	MAR	SEP	FEB	ABR	MAY	DIC	NOV	ENE	OCT
SALTO DE ALDEADAVILA	AGO	JUL	JUN	SEP	MAR	ABR	MAY	OCT	DIC	NOV	FEB	ENE
SALTO DE SAUCELE	AGO	JUL	JUN	MAR	SEP	ABR	FEB	MAY	OCT	NOV	DIC	ENE
VILLASBUENAS	AGO	JUL	SEP	MAR	JUN	MAY	ABR	OCT	NOV	ENE	FEB	DIC
VILLASECO DE GAMITOS	AGO	JUL	SEP	MAR	JUN	ABR	MAY	NOV	OCT	FEB	ENE	DIC
ALDEADAVILA RIBERA	JUL	AGO	JUN	SEP	MAR	ABR	MAY	FEB	DIC	NOV	OCT	ENE
CEREZAL DE ALISTE	JUL	AGO	MAR	SEP	JUN	OCT	MAY	DIC	FEB	ABR	NOV	ENE
EL MILANO	JUL	SEP	JUN	AGO	MAR	ABR	MAY	FEB	NOV	DIC	OCT	ENE
FARIZA DE SAYAGO	JUL	AGO	SEP	JUN	MAR	ABR	MAY	FEB	ENE	OCT	NOV	DIC
FORNILLOS DE ALISTE	JUL	AGO	JUN	MAR	SEP	FEB	ABR	MAY	NOV	OCT	ENE	DIC
LUELMO DE SAYAGO	JUL	AGO	JUN	SEP	MAR	ABR	MAY	FEB	NOV	OCT	DIC	ENE
MIEZA	JUL	AGO	JUN	SEP	MAR	ABR	FEB	MAY	NOV	DIC	ENE	OCT
MUGA DE SAYAGO	JUL	AGO	JUN	SEP	MAR	ENE	FEB	MAY	OCT	ABR	NOV	DIC
SALTO DE CASTRO	JUL	AGO	JUN	SEP	MAR	MAY	ABR	FEB	NOV	OCT	ENE	DIC
SALTO DE VILLARINO	JUL	AGO	SEP	MAR	JUN	ABR	FEB	MAY	OCT	ENE	NOV	DIC
VILLADEPERA	JUL	AGO	SEP	JUN	MAR	MAY	ABR	FEB	NOV	ENE	OCT	DIC
VILLARDIEGUA DE LA RIBERA	JUL	AGO	SEP	MAR	JUN	MAY	OCT	ABR	DIC	ENE	NOV	FEB
VILLARINO	JUL	JUN	AGO	FEB	SEP	MAR	ABR	MAY	ENE	DIC	NOV	OCT
VILVIESTRE PLAGAS	JUL	AGO	MAR	JUN	SEP	ABR	FEB	ENE	MAY	OCT	NOV	DIC

Las menores precipitaciones se dan en los meses de Agosto y Julio, seguidos del mes de Septiembre y Junio. Por otro lado las mayores precipitaciones se dan en los meses de Enero, Diciembre, Noviembre y Febrero.



3.5.1. Variabilidad temporal de las precipitaciones. Estudio percentiles

La precipitación media viene definida por la media aritmética de los valores de precipitación de los años de la serie abordada. La media anual se obtiene rápidamente como suma de las doce medias mensuales del año. La precipitación mediana se corresponde con el percentil 50, geoméricamente divide la función de distribución de la población en dos partes iguales. Conjuntamente a estos dos datos se estudio la dispersión de los datos de precipitación.

Con el estudio de la dispersión se asocian probabilidades de ocurrencia a precipitaciones de un determinado volumen de agua para los períodos mensuales considerados. En general, el estudio de la dispersión se reduce a la determinación de los percentiles 20, 40, 50, 60 y 80.

Los valores de los percentiles nos permiten establecer una definición general de la sequía. El Instituto Nacional de Meteorología (Ministerio de Medio Ambiente, España). Utiliza el método de los percentiles para clasificar los meses o años en cinco categorías.

CLASIFICACION	PERCENTILES
Muy seco	0-20
Seco	20-40
Normal	40-60
Húmedo	60-80
Muy húmedo	80-100

Olcina (1994) señala la dificultad de establecer umbrales de sequía. A continuación se indican para los observatorios pluviométricos los valores correspondientes de la mediana (percentil 50) y los percentiles 10,20, 40, 60, 75 y 80. Se indica así mismo para la precipitación media (PPT) la desviación típica y los coeficientes de asimetría y curtosis.

Aldeadávila

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
PPT DT	76,48	83,28	49,36	47,31	41,68	26,59	18,54	20,30	43,17	65,90	65,20	83,32
PPT Asim.	0,81	2,58	2,00	1,23	0,43	1,33	1,82	1,40	1,16	0,79	0,95	1,32
PPT Curtos	-0,07	8,95	5,43	1,20	-0,38	2,03	4,18	1,48	0,79	0,17	0,22	0,77
P10	9,34	10,30	10,10	17,90	30,10	2,50	0,00	0,00	3,30	21,60	17,10	10,00
P20	20,54	16,30	15,90	18,60	37,20	9,40	0,50	0,80	7,60	34,10	35,20	15,46
P40	65,34	43,00	29,30	42,30	61,70	24,50	6,00	7,00	21,40	61,50	60,80	47,18
P50	86,50	67,20	38,20	51,20	69,60	26,80	8,40	8,10	32,40	89,70	72,20	60,45



P60	108,92	80,80	42,30	62,10	76,80	32,80	10,20	18,40	50,30	97,10	92,10	67,78
P75	132,70	104,10	71,60	85,70	103,00	40,30	28,20	27,50	64,00	134,60	116,50	99,35
P80	137,34	112,80	73,10	95,90	108,20	45,30	29,70	30,20	80,70	139,70	128,00	146,94
P100	274,90	444,40	250,20	195,90	168,20	119,90	86,70	73,40	168,70	261,60	247,10	293,80

Fariza de Sayago

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
PPT DT	60,56	57,37	44,39	43,75	32,50	34,47	14,87	18,72	33,28	59,49	59,58	72,05
PPT Asim.	0,95	1,53	2,63	1,43	0,54	1,82	1,74	1,19	0,92	0,87	1,32	1,25
PPT Curtos	0,54	2,72	9,60	2,38	-0,01	4,47	2,56	0,70	-0,06	-0,04	1,48	0,76
P10	11,40	7,50	10,30	15,50	22,40	4,50	0,00	0,00	4,20	10,90	17,40	11,20
P20	18,50	12,30	16,90	25,70	37,60	8,70	0,80	0,76	6,60	22,10	31,10	18,90
P40	49,80	34,30	22,90	45,70	47,90	25,60	5,00	7,10	20,20	46,60	50,90	48,90
P50	58,50	56,50	32,10	52,60	61,30	29,40	7,00	12,90	24,40	62,40	59,30	56,70
P60	85,60	64,20	36,80	57,30	69,50	40,00	10,00	15,88	44,00	75,20	76,80	59,70
P75	106,80	90,40	62,30	78,70	80,20	45,60	15,00	23,90	54,50	108,90	87,60	111,90
P80	120,60	94,80	66,90	81,20	92,10	54,00	21,80	27,80	65,40	124,20	105,10	126,40
P100	236,30	250,50	244,20	207,80	148,10	169,20	57,90	63,80	123,20	220,80	262,50	278,70

Fornillos de Aliste

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
PPT DT	73,17	54,99	54,52	51,15	39,07	42,51	18,89	17,87	40,70	55,41	63,73	85,22
PPT Asim.	0,82	1,34	3,07	1,15	0,56	1,00	1,31	1,12	0,91	0,52	1,15	1,21
PPT Curtos	-0,31	1,87	11,41	0,94	-0,48	-0,10	1,55	0,73	0,01	-0,80	0,73	0,15
P10	7,74	5,16	6,08	8,56	20,00	3,92	0,00	0,25	2,22	10,50	7,58	8,20
P20	13,34	9,72	12,88	15,76	27,50	8,82	1,60	0,60	7,64	21,46	20,80	20,08
P40	45,70	36,52	20,96	35,04	48,80	21,66	4,66	9,50	27,58	49,90	45,76	27,90
P50	59,30	43,30	24,40	49,00	63,40	30,50	8,50	15,80	35,00	61,50	53,10	40,80
P60	94,00	60,12	36,38	62,84	80,00	51,08	15,58	18,40	45,88	79,58	69,40	60,04
P75	130,20	82,70	53,95	81,80	86,70	58,70	31,10	25,98	71,40	110,20	105,00	108,40
P80	142,06	84,82	57,98	92,16	99,50	71,12	35,10	31,30	81,54	114,26	122,78	150,72
P100	247,90	233,60	284,60	212,70	163,00	138,10	78,40	64,30	143,00	187,00	245,40	285,80

Fuentes de Oñoro

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
PPT DT	61,62	47,24	33,53	35,11	39,21	30,90	23,11	19,01	37,05	49,98	60,75	67,84
PPT Asim.	1,24	1,09	0,93	0,51	0,76	1,97	2,86	1,66	1,11	0,38	1,22	1,22
PPT Curtos	1,62	0,49	-0,12	-0,20	-0,10	5,41	11,02	2,18	0,35	-1,02	0,90	0,52
P10	2,90	6,70	5,40	11,10	25,60	1,80	0,00	0,00	4,30	14,79	15,72	11,52
P20	19,10	17,70	10,60	30,00	30,30	5,70	0,00	0,00	5,30	28,76	22,98	18,74
P40	43,40	36,60	25,70	42,30	47,60	14,90	3,00	4,24	19,30	46,00	52,46	42,34



P50	61,10	46,10	29,60	55,60	51,60	22,80	5,70	9,60	25,00	67,15	60,40	50,25
P60	78,60	52,30	40,60	61,40	62,50	25,60	13,30	13,26	35,10	79,18	65,28	64,12
P75	100,00	78,00	50,60	75,60	84,40	46,70	21,40	19,10	66,10	112,28	90,60	103,05
P80	109,70	96,60	74,80	84,90	89,50	51,40	29,30	24,80	70,20	125,46	110,86	125,12
P100	249,10	182,50	119,20	138,60	161,10	154,30	122,90	73,50	132,60	168,10	233,20	237,90

Luelmo de Sayago

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
PPT DT	69,13	69,44	45,08	43,29	39,77	36,29	15,54	16,17	40,73	51,38	61,38	73,52
PPT Asim.	0,99	1,63	1,70	1,55	0,83	1,60	1,30	0,84	1,51	0,81	1,37	1,70
PPT Curtos	0,07	2,16	2,52	3,53	0,95	3,43	0,93	-0,28	2,58	-0,02	1,82	3,99
P10	9,50	7,60	9,40	22,40	10,40	2,60	0,10	1,50	4,00	14,80	17,40	11,73
P20	24,40	12,50	12,50	28,70	32,80	13,40	2,10	2,50	7,80	32,20	21,00	20,52
P40	41,00	32,30	22,40	43,30	50,60	23,20	7,00	6,00	19,70	50,90	38,20	43,60
P50	58,40	48,10	29,00	51,90	64,50	28,60	9,80	12,70	28,50	58,60	48,00	53,15
P60	85,10	57,20	41,40	66,10	68,40	45,20	14,10	20,00	35,40	75,80	64,40	72,98
P75	110,60	84,00	60,90	77,70	79,40	49,80	20,50	30,40	65,30	105,40	112,60	106,98
P80	131,50	85,30	71,10	82,40	87,30	61,00	23,50	31,50	72,00	127,20	120,00	145,08
P100	240,50	281,90	183,00	221,80	183,20	172,50	56,30	57,20	182,60	200,60	264,90	358,80

Lumbrales

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
PPT DT	64,15	45,35	28,94	35,71	42,70	30,45	29,21	21,30	40,84	53,13	58,33	62,05
PPT Asim.	1,12	1,05	1,23	1,15	1,14	1,61	2,15	1,66	1,62	0,63	1,39	1,22
PPT Curtos	0,79	0,38	1,43	0,80	1,57	2,97	5,46	3,40	2,14	-0,58	1,97	0,49
P10	4,40	7,10	10,10	21,80	18,70	2,50	0,00	0,00	3,90	22,90	16,60	13,80
P20	20,80	14,20	20,50	28,90	27,90	11,90	1,20	2,26	14,20	32,90	31,70	22,50
P40	43,70	34,00	26,80	41,60	49,60	20,70	4,70	7,20	21,50	49,50	43,40	38,40
P50	57,90	36,10	34,50	48,10	56,40	25,30	7,50	14,65	24,20	72,70	54,20	49,70
P60	72,10	56,50	38,20	53,80	63,10	28,80	14,40	17,86	31,20	84,70	72,60	64,40
P75	99,20	80,00	53,10	77,60	73,90	39,90	30,20	27,75	54,50	116,20	104,20	102,30
P80	126,70	80,80	60,20	78,50	87,10	52,50	39,00	31,20	57,50	126,50	115,70	123,80
P100	260,00	169,80	124,40	149,60	195,40	141,40	137,00	96,80	167,00	189,60	266,80	235,70

Mieza

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
PPT DT	69,43	63,79	41,71	44,68	44,13	28,76	19,64	21,86	43,22	65,12	67,21	73,38
PPT Asim.	0,85	1,53	1,41	1,13	0,75	1,09	1,66	1,21	1,20	0,63	0,94	0,95
PPT Curtos	0,06	2,21	1,94	0,56	0,12	0,82	2,44	1,26	1,03	-0,62	0,23	-0,20
P10	11,66	12,12	7,94	16,50	21,68	6,90	0,00	0,00	5,22	13,70	7,02	11,52
P20	25,42	17,56	15,78	26,04	34,12	11,30	0,00	0,00	11,82	27,64	25,28	22,40



P40	55,06	37,78	32,04	43,44	52,82	21,60	2,78	4,66	27,44	53,76	56,12	52,76
P50	62,10	52,00	37,75	52,95	64,80	23,70	5,10	10,80	33,20	78,30	65,40	61,30
P60	94,26	61,66	43,38	56,06	76,32	28,60	9,90	19,82	38,96	94,54	84,44	84,86
P75	130,50	96,80	64,33	81,05	88,55	55,50	24,05	34,65	71,25	135,60	113,78	112,35
P80	142,46	105,72	69,98	94,84	93,46	57,10	27,68	36,10	92,50	152,04	130,26	170,32
P100	270,00	268,20	176,80	173,30	176,60	122,40	80,10	89,00	180,60	230,70	256,40	252,80

Salto de Castro

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
PPT DT	60,69	51,97	44,11	38,30	30,35	32,87	16,73	19,69	34,24	45,03	51,03	71,46
PPT Asim.	0,89	1,25	2,75	1,16	0,68	1,74	1,50	1,21	0,99	0,50	1,29	1,24
PPT Curtos	-0,03	1,49	9,19	1,60	-0,07	2,97	1,66	0,73	-0,21	-0,74	1,61	0,78
P10	9,32	5,10	3,50	15,90	26,00	4,70	0,00	0,30	3,00	14,02	9,96	11,78
P20	26,88	12,50	15,20	21,50	31,00	8,30	1,40	2,60	4,80	23,42	22,52	21,10
P40	43,30	34,90	20,30	42,00	45,30	21,00	5,00	9,10	14,72	41,28	45,64	50,12
P50	60,60	52,00	25,00	45,20	51,90	24,20	7,00	11,40	22,30	59,25	51,95	57,25
P60	83,10	53,40	37,50	56,80	55,80	28,90	12,70	19,30	29,82	73,22	69,78	65,18
P75	110,65	70,70	48,00	73,50	66,00	44,40	18,90	27,20	54,05	94,85	79,53	104,48
P80	115,52	103,80	52,40	84,70	75,10	53,00	26,20	33,80	71,24	98,24	94,22	138,76
P100	213,70	226,50	230,30	178,00	122,90	140,60	63,70	74,10	115,00	165,00	212,60	270,70

Villadepera

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
PPT DT	53,19	55,81	39,16	40,02	31,05	34,52	16,53	16,16	35,94	49,80	48,32	64,69
PPT Asim.	0,89	1,56	2,22	1,42	0,48	1,58	1,56	0,97	1,06	0,84	0,96	1,19
PPT Curtos	0,20	2,99	6,09	2,08	-0,36	2,66	2,10	1,01	0,63	-0,03	0,38	0,39
P10	7,70	4,30	7,50	16,63	17,20	5,00	0,00	0,00	1,50	17,40	9,90	12,00
P20	14,00	8,30	16,40	24,44	31,50	12,00	0,00	2,40	5,00	26,00	30,00	17,90
P40	42,22	30,00	21,50	41,68	49,50	23,00	4,90	11,08	16,00	38,90	44,20	40,20
P50	55,00	50,70	29,20	46,50	55,00	26,00	6,50	17,00	20,10	58,30	52,40	48,60
P60	75,70	54,10	37,50	57,16	58,20	31,50	10,38	21,90	32,50	74,60	66,20	55,90
P75	87,20	85,80	46,00	64,73	66,20	52,80	18,93	27,65	62,80	98,70	80,70	104,60
P80	94,04	94,80	63,50	79,70	75,00	63,20	23,20	30,22	67,50	99,90	99,60	130,40
P100	187,50	256,30	193,00	184,40	121,60	155,30	67,40	68,00	145,90	181,00	198,50	246,00

Se puede observar como las precipitaciones presentan una gran variabilidad temporal, existiendo amplios períodos secos, y presentando las precipitaciones anuales grandes fluctuaciones en su volumen.



3.5.2. Número de días de precipitación.

Se indican a continuación los días de precipitación, para los observatorios pluviométricos.

Días de lluvia

OBSERVATORIO	ENE	FEB	MAI	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	AÑO
VILLADEPERA	6.4	5.7	5.1	6.6	6.6	3.8	1.8	1.6	4.0	6.8	6.7	6.7	61.8
VILLASECO	6.2	7.1	4.1	6.6	7.3	4.5	2.0	1.8	3.7	6.9	6.7	7.7	64.7
HINOJOSA DE DUERO	7.2	6.0	5.1	6.2	7.1	4.1	2.2	1.9	4.5	7.5	7.3	6.7	65.7
EL MILANO	7.5	6.5	5.5	7.5	7.8	4.0	2.3	4.7	2.0	7.6	7.1	6.5	69.1
MIEZA	7.6	6.8	5.9	7.0	7.1	3.8	1.8	2.1	4.3	8.0	7.6	8.0	69.9
CEREZAL DE ALISTE	6.9	7.5	5.2	7.5	8.1	5.4	2.3	2.1	4.7	6.5	7.0	6.7	69.9
FUENTES OÑORO	7.2	7.2	6.5	7.9	8.2	4.5	1.6	1.9	4.6	8.1	7.6	8.3	73.5
AHIGAL ACEITEROS	8.4	7.6	6.2	7.8	7.8	4.8	2.0	1.8	4.4	8.4	7.4	9.3	76.0
FARIZA DE SAYAGO	7.8	7.4	6.9	8.8	9.2	5.6	2.4	2.8	5.2	8.0	7.9	7.9	80.0
FREGENEDA DUERO	8.1	8.2	7.2	8.1	8.6	5.4	3.2	2.1	5.7	8.0	8.2	8.3	81.1
VILVIESTRE PLAGAS	8.2	8.1	6.1	8.4	8.9	5.2	2.3	1.8	5.3	8.3	9.3	9.5	81.4
ALMENDRA	9.1	7.7	6.4	9.1	9.0	5.4	2.5	2.3	5.3	8.1	8.1	8.7	81.6
CASTILLEJO	7.9	7.6	6.6	9.6	9.3	5.1	2.8	2.4	5.2	8.7	8.6	9.6	83.4
SALTO DE SAUCELE	9.7	8.8	7.2	8.0	8.7	5.0	2.6	1.8	4.7	8.8	8.5	9.8	83.7
LUELMO DE SAYAGO	8.2	6.9	6.8	8.8	9.3	5.3	3.2	3.1	5.9	9.6	8.3	9.1	84.5
FERMOSELLE	9.4	8.4	8.0	8.9	9.4	6.0	2.3	2.4	5.4	8.3	8.3	9.6	86.4
LUMBRALES	10.1	8.1	7.2	9.2	9.2	5.8	2.8	3.4	6.2	10.1	9.8	10.4	92.4
FORNILLOS DE ALISTE	8.7	6.9	7.7	10.1	10.1	6.7	3.9	4.1	6.2	10.1	9.6	8.9	93.3
BERMELLAR	9.8	8.9	7.6	10.1	10.1	6.3	3.4	2.7	5.8	9.6	9.0	10.1	94.1
MUGA DE SAYAGO	8.4	8.3	7.1	10.1	10.4	6.3	3.3	3.3	6.3	10.1	9.3	10.1	94.2
SALTO DE CASTRO	11.1	8.5	8.6	10.4	10.1	6.0	3.4	3.2	6.4	9.3	9.4	11.1	97.9
SALTO DE VILLARINO	10.1	8.8	8.9	10.1	10.1	6.0	2.9	3.3	5.8	10.1	9.2	10.1	97.9
VILLARINO	9.8	8.0	8.1	10.1	11.1	5.4	2.4	3.2	6.5	12.1	11.1	9.0	98.1
ALDEADAVILA RIB.	10.1	9.3	7.8	10.1	11.1	6.6	3.1	3.5	6.6	11.1	10.1	10.1	101.1

El número de días de lluvia al año varía desde los 62 de Villadepera hasta los 100 de Aldeadávila, que está dentro del rango de los valores de Zamora (98), Salamanca (100) y Valladolid (106). El menor número de precipitaciones se dan en Julio y Agosto y los de mayor con valores muy similares de Octubre a Mayo, destacando los meses de Abril y Mayo sobremanera en los observatorios más lluviosos, no explicado por los fenómenos tormentosos (que son más abundantes de Mayo a Septiembre). En general, en Castilla León (refiriéndonos a época lluviosa, no volúmenes) la época más lluviosa es el otoño por los temporales que nos traen los vientos ponientes y ábregos con sus frentes que barren la Comunidad de oeste a este. La primavera también es lluviosa con abundantes chaparrones y chubascos.



Días de precipitación inapreciable

OBSERVATORIO	ENE	FEB	MAI	ABR	MA'	JUN	JUL	AGO	SEF	OC'	NO'	DIC	AÑC
AHIGAL ACEITEROS	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
ALMENDRA	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
VILVIESTRE PLAGAS	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
HINOJOSA DE DUERO	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.7
VILLADEPERA	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.2	0.2	0.9
CEREZAL DE ALISTE	0.1	0.1	0.1	0.3	0.2	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.2	1.3
FERMOSELLE	0.0	0.0	0.4	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.3	0.2	0.0	1.7
VILLASECO	0.3	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	1.8
MUGA DE SAYAGO	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.0	0.1	0.1	1.8
SALTO DE SAUCELLE	0.3	0.3	0.1	0.4	0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2	2.3
FUENTES OÑORO	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.5	2.6
LUELMO DE SAYAGO	0.4	0.2	0.2	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.2	0.4	3.7
MIEZA	0.3	0.5	0.1	0.3	0.5	0.4	0.2	0.3	0.4	0.3	0.4	0.5	4.1
EL MILANO	0.4	0.4	0.4	0.6	0.4	0.3	0.4	0.4	0.2	0.3	0.4	0.2	4.3
FARIZA DE SAYAGO	0.3	0.4	0.5	0.6	0.4	0.5	0.4	0.4	0.7	0.2	0.0	0.1	4.5
LUMBRALES	0.7	0.6	0.6	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.7	7.8
FORNILLOS DE ALISTE	0.6	0.5	0.7	1.0	0.8	0.8	0.8	0.9	0.5	0.5	0.7	0.2	7.9
ALDEADAVILA RIB.	0.4	0.8	0.8	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.4	0.8	0.5	0.6	8.0
FREGENEDA DUERO	0.4	0.6	0.7	1.1	0.7	0.6	0.8	0.8	1.2	0.6	1.0	0.5	9.0
BERMELLAR	1.3	1.0	1.0	1.4	0.8	0.7	0.8	0.5	0.5	0.8	0.6	1.0	10.4
CASTILLEJO	1.2	0.8	0.8	1.4	1.3	0.7	0.6	0.4	0.8	1.0	1.0	1.0	10.9
SALTO DE CASTRO	1.1	0.8	1.1	1.4	1.1	0.7	0.7	0.6	0.8	0.8	1.1	0.9	11.0
VILLARINO	1.0	0.7	1.1	1.1	1.4	0.9	0.7	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	11.6
SALTO DE VILLARINO	0.9	1.4	1.9	1.5	1.6	0.9	0.7	0.9	0.9	1.6	1.3	1.1	14.7

Días de precipitación apreciable

OBSERVATORIO	ENE	FEB	MAI	ABR	MA'	JUN	JUL	AGO	SEF	OC'	NO'	DIC	AÑC
VILLASECO	7.0	7.7	5.1	7.1	7.4	4.4	2.0	1.7	3.6	6.8	6.8	8.0	67.5
VILLADEPERA	7.4	6.8	5.9	7.4	7.3	3.8	2.1	2.1	4.1	7.1	6.7	7.5	68.2
HINOJOSA DE DUERO	7.6	6.6	5.7	6.8	7.5	4.2	2.2	2.0	4.5	7.6	7.3	7.0	69.2
MIEZA	7.8	6.8	6.2	7.3	7.2	3.6	1.7	1.8	4.2	7.7	7.3	7.8	69.4
EL MILANO	8.1	7.1	6.3	7.5	7.8	3.8	2.2	4.4	2.1	7.5	7.1	7.5	71.3
CEREZAL DE ALISTE	8.2	8.4	6.0	7.8	8.0	5.4	2.3	2.1	4.7	6.5	7.2	7.0	73.6
CASTILLEJO	7.4	7.6	6.3	8.4	7.7	4.2	2.3	2.1	4.3	7.5	7.7	8.4	73.9
FREGENEDA DUERO	8.2	8.2	6.8	7.5	8.1	4.9	2.4	1.3	4.5	7.5	7.3	8.0	74.7
FUENTES OÑORO	8.1	8.1	7.0	8.3	8.3	4.3	1.7	2.1	4.7	8.2	7.7	8.5	76.9
FARIZA DE SAYAGO	8.3	7.5	7.0	8.4	8.3	4.6	2.1	2.7	4.5	8.0	7.9	8.4	77.6
AHIGAL ACEITEROS	9.1	8.3	7.0	8.2	8.3	4.9	2.4	1.8	4.4	8.2	7.8	10.0	80.3
SALTO DE SAUCELLE	9.6	8.4	7.4	8.0	8.6	4.7	2.6	1.8	4.6	8.6	8.6	9.4	82.3
VILVIESTRE PLAGAS	8.9	8.1	6.9	8.8	9.0	5.1	2.3	1.9	5.4	8.5	9.3	10.0	84.4
SALTO DE VILLARINO	9.7	8.3	7.9	9.4	9.3	5.3	2.3	2.4	4.8	8.5	8.6	10.4	86.8
ALMENDRA	9.7	8.7	7.8	9.8	9.4	5.4	2.8	2.4	5.2	8.3	8.3	9.5	87.2
LUELMO DE SAYAGO	9.0	8.0	7.7	9.2	9.7	5.2	3.0	2.9	5.6	9.4	8.4	9.4	87.4
BERMELLAR	9.2	8.8	7.3	9.3	9.4	5.8	2.6	2.5	5.3	8.9	8.9	10.2	88.1



FERMOSELLE	10.2	9.5	8.7	9.5	9.4	6.0	2.3	2.3	5.4	8.1	8.2	10.0	89.5
SALTO DE CASTRO	10.1	8.7	8.2	9.3	9.5	5.1	2.7	2.8	5.6	8.4	8.9	10.0	90.4
MUGA DE SAYAGO	8.9	9.0	7.7	10.1	10.0	5.3	2.6	2.9	5.8	9.5	9.0	10.2	91.7
LUMBRALES	10.0	9.1	8.3	9.7	9.4	5.3	2.5	3.0	5.7	9.9	9.6	10.1	93.8
FORNILLOS DE ALISTE	9.6	8.3	8.2	10.1	10.2	5.8	3.4	3.6	6.0	9.8	9.1	9.7	94.0
VILLARINO	9.5	8.1	8.4	10.0	10.1	4.7	2.4	3.8	6.3	12.1	10.1	9.6	95.8
ALDEADAVILA RIB.	10.1	9.6	8.6	10.1	10.2	5.8	2.6	3.1	6.5	10.1	10.2	10.0	98.7

El número de días de precipitación apreciable varía de los 67 de Villaseco a los 99 de Aldeadávila. Se constata como el número de días de precipitación mensual desde los meses de Octubre a Mayo se mantiene muy constante en todos los meses.

Días de precipitación superior a 1 mm

OBSERVATORIO	ENE	FEB	MAI	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OC	NOV	DIC	AÑC
HINOJOSA DE DUERO	7.0	6.3	5.2	6.4	7.2	3.9	2.1	1.8	3.9	7.0	6.7	6.4	64.2
FREGENEDA DUERO	7.5	7.4	5.9	6.5	7.3	4.3	2.2	1.2	3.9	6.8	6.3	7.3	66.6
VILLASECO	6.8	7.6	5.0	6.9	7.4	4.4	2.0	1.7	3.6	6.7	6.7	8.0	66.8
VILLADEPERA	7.2	6.7	5.8	7.4	7.1	3.8	2.1	2.1	4.0	7.0	6.5	7.3	67.1
MIEZA	7.7	6.7	6.0	7.1	7.0	3.5	1.6	1.8	4.1	7.5	7.1	7.5	67.5
FUENTES OÑORO	7.4	7.2	6.5	7.5	7.4	3.9	1.4	1.8	4.3	7.3	7.0	7.7	69.2
EL MILANO	8.0	7.0	6.0	7.2	7.5	3.7	2.1	4.2	2.1	7.3	6.9	7.2	69.3
CEREZAL DE ALISTE	7.9	8.2	5.6	7.3	7.8	5.1	2.1	2.1	4.5	6.2	6.8	6.7	70.3
CASTILLEJO	7.2	7.4	6.0	7.9	7.5	4.0	2.1	1.9	4.1	7.2	7.3	8.1	70.8
SALTO DE SAUCELLE	8.6	7.4	6.3	6.6	7.7	4.1	2.3	1.5	4.0	7.4	7.3	7.8	71.0
MUGA DE SAYAGO	7.0	7.4	5.4	8.5	7.9	3.9	1.9	2.0	4.0	7.4	7.3	8.5	71.3
AHIGAL ACEITEROS	8.3	7.8	5.8	7.2	7.6	4.1	2.1	1.6	3.9	7.3	7.2	9.0	71.9
BERMELLAR	7.5	7.4	5.5	7.9	7.8	4.3	2.2	1.8	3.9	7.5	7.6	8.8	72.1
FARIZA DE SAYAGO	7.9	7.2	6.3	7.6	8.1	4.4	1.9	2.3	4.1	7.6	7.4	8.1	72.8
FORNILLOS DE ALISTE	7.7	6.6	6.1	7.7	8.1	4.3	2.3	2.3	4.8	8.0	7.3	7.9	73.0
LUELMO DE SAYAGO	7.8	7.1	6.4	7.8	8.0	4.5	2.2	2.2	4.4	7.8	7.1	7.8	73.1
SALTO DE CASTRO	8.7	7.4	6.3	7.2	8.0	4.2	2.0	2.4	4.3	7.0	7.4	8.6	73.4
FERMOSELLE	8.5	8.1	6.6	8.0	8.2	5.4	2.0	1.8	4.5	7.2	6.6	8.2	75.1
SALTO DE VILLARINO	8.3	7.4	6.3	8.3	8.3	4.4	2.1	1.8	4.1	7.6	7.8	9.0	75.4
ALMENDRA	8.2	7.7	6.4	8.4	8.6	4.8	2.3	1.9	4.3	7.3	7.5	8.1	75.5
VILVIESTRE PLAGAS	8.1	7.3	6.0	7.8	8.3	4.6	2.0	1.7	4.9	7.9	8.2	9.0	75.9
LUMBRALES	8.3	7.8	6.5	8.0	8.3	4.1	2.0	2.3	4.6	8.2	7.7	8.8	76.4
VILLARINO	7.9	6.4	6.5	7.5	8.5	3.4	1.8	2.7	5.1	10.1	8.7	8.7	77.4
ALDEADAVILA RIB.	8.9	8.1	6.7	8.3	8.8	4.2	1.9	2.3	5.0	8.6	8.2	8.5	79.6

Días de precipitación superior a 10 mm

OBSERVATORIO	ENE	FEB	MAI	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OC	NOV	DIC	AÑC
VILLASECO	2.0	1.6	1.0	1.4	1.6	1.1	0.5	0.4	0.7	2.0	2.0	2.1	16.3
MUGA DE SAYAGO	1.7	1.7	0.9	2.0	1.9	0.8	0.3	0.4	1.0	2.1	2.2	2.2	17.1
CASTILLEJO	1.8	1.1	1.0	1.7	1.8	1.0	0.4	0.4	1.3	2.2	2.2	2.2	17.2
SALTO DE SAUCELLE	2.3	1.5	0.9	1.4	1.6	1.0	0.6	0.5	1.2	2.1	2.1	2.2	17.4



AHIGAL ACEITEROS	2.1	1.7	0.7	1.4	2.2	0.9	0.6	0.5	1.0	2.3	2.3	2.3	18.0
SALTO DE VILLARINO	2.0	1.7	1.2	1.6	1.8	1.1	0.4	0.5	0.9	2.0	2.6	2.2	18.1
FREGENEDA DUERO	2.4	1.8	1.0	1.6	2.0	1.2	0.6	0.3	1.3	2.1	2.2	2.1	18.6
HINOJOSA DE DUERO	2.0	1.4	0.9	1.8	2.0	1.1	0.6	0.6	1.3	2.6	2.4	2.1	18.8
ALMENDRA	2.2	1.9	1.0	2.0	2.0	1.1	0.4	0.5	1.0	2.2	2.1	2.3	18.8
FERMOSELLE	2.2	2.0	1.0	1.8	1.8	1.4	0.5	0.3	1.1	2.4	1.7	2.6	18.9
SALTO DE CASTRO	2.4	2.1	1.2	2.0	1.7	1.1	0.4	0.6	1.0	2.0	2.3	2.8	19.6
CEREZAL DE ALISTE	2.4	2.1	1.1	2.3	2.0	1.5	0.4	0.6	1.3	2.0	2.0	1.9	19.6
FUENTES OÑORO	2.7	2.0	1.3	1.9	2.0	0.9	0.5	0.5	1.3	2.7	2.5	2.6	20.7
VILLADEPERA	2.4	2.1	1.1	2.2	2.0	1.4	0.4	0.7	1.1	2.5	2.2	2.7	20.8
VILLARINO	2.2	1.1	1.4	1.8	2.4	0.6	0.2	0.8	1.3	3.5	2.8	2.9	21.0
LUMBRALES	2.6	1.8	1.2	1.9	2.2	1.0	0.6	0.7	1.2	2.7	2.6	2.5	21.2
FORNILLOS DE ALISTE	2.7	1.8	1.0	2.1	2.6	1.3	0.4	0.6	1.4	2.4	2.5	2.6	21.4
LUELMO DE SAYAGO	2.7	2.2	1.4	2.1	2.1	1.3	0.4	0.6	1.3	2.6	2.3	2.5	21.5
BERMELLAR	2.5	1.9	1.0	1.9	2.5	1.0	0.6	0.5	1.2	2.9	2.7	3.0	21.9
FARIZA DE SAYAGO	2.7	2.2	1.3	2.2	2.3	1.1	0.4	0.7	1.1	2.8	2.6	2.7	22.0
ALDEADAVILA RIB.	3.3	2.4	1.4	1.9	2.3	1.0	0.3	0.6	1.4	3.1	2.9	2.8	23.5
VILVIESTRE PLAGAS	2.4	2.2	1.1	2.3	2.5	1.2	0.6	0.6	1.4	2.6	3.1	3.5	23.6
MIEZA	3.1	2.5	1.7	2.3	2.5	1.2	0.5	0.7	1.5	3.2	2.9	3.1	25.2
EL MILANO	3.5	2.5	1.6	2.3	2.4	1.2	0.5	1.4	0.6	3.6	3.4	3.4	26.5

Días de precipitación superior a 30 mm

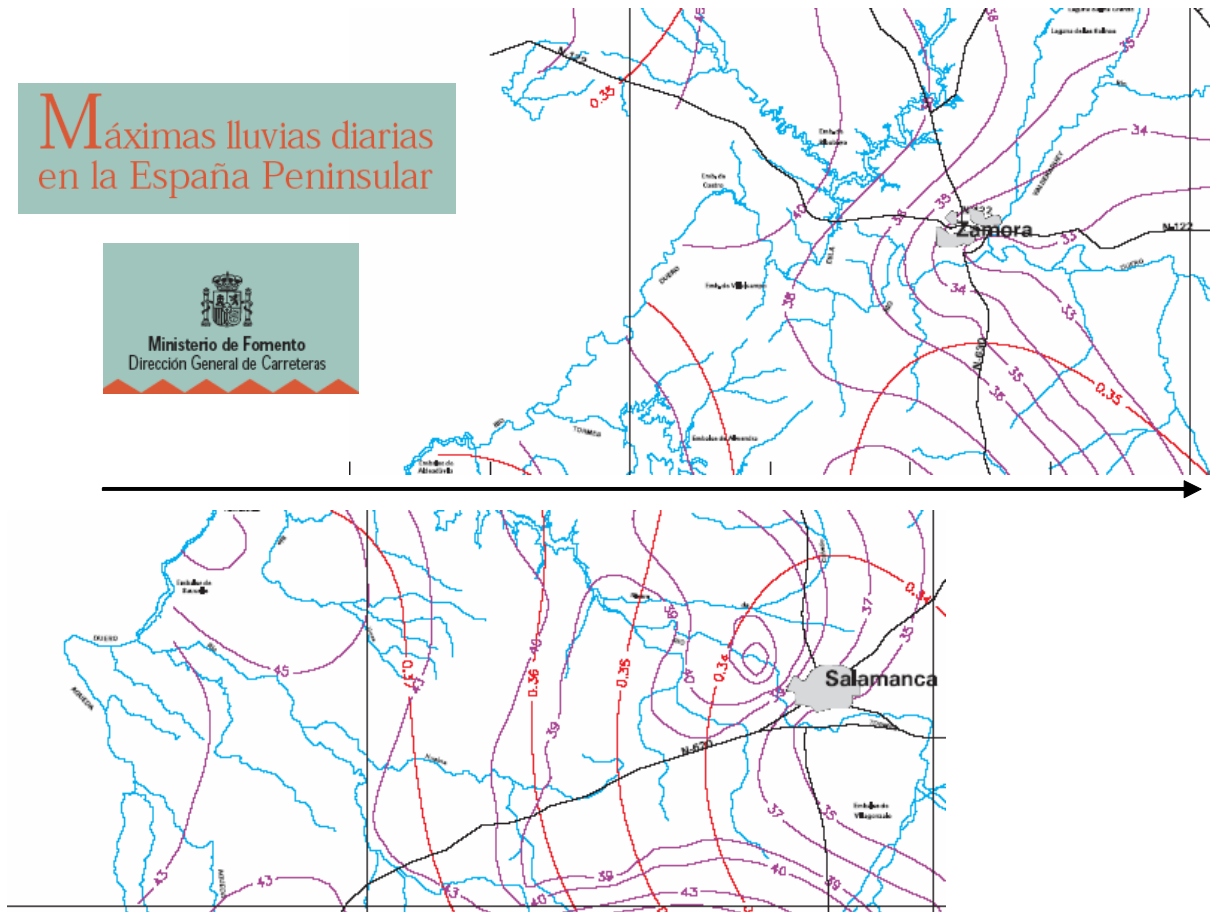
OBSERVATORIO	ENE	FEB	MAI	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	AÑO
MUGA DE SAYAGO	0.2	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.3	1.2
VILLASECO	0.2	0.3	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	1.4
FERMOSELLE	0.2	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	1.4
SALTO DE SAUCELLE	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2	1.5
CASTILLEJO	0.2	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.2	0.2	0.3	0.1	1.5
AHIGAL ACEITEROS	0.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	1.7
CEREZAL DE ALISTE	0.3	0.2	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.2	0.3	0.2	1.8
HINOJOSA DE DUERO	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	0.2	1.8
FREGENEDA DUERO	0.3	0.2	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.2	0.2	0.3	0.2	1.8
SALTO DE VILLARINO	0.2	0.2	0.0	0.1	0.1	0.3	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.2	1.8
ALMENDRA	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.0	0.2	0.2	0.3	0.2	1.9
VILLADEPERA	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	1.9
LUMBRALES	0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.4	0.3	0.2	2.1
BERMELLAR	0.2	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.3	0.3	0.4	0.3	2.2
SALTO DE CASTRO	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	2.2
FARIZA DE SAYAGO	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.5	0.4	2.5
FUENTES OÑORO	0.3	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.4	0.5	0.4	2.6
VILLARINO	0.4	0.1	0.2	0.1	0.4	0.1	0.0	0.0	0.3	0.4	0.4	0.5	2.7
LUELMO DE SAYAGO	0.4	0.3	0.1	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.2	0.3	0.5	0.4	2.9
FORNILLOS DE ALISTE	0.4	0.3	0.2	0.1	0.2	0.3	0.1	0.0	0.3	0.5	0.5	0.5	3.3
EL MILANO	0.6	0.3	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.5	0.6	0.5	3.5
ALDEADAVILA RIB.	0.5	0.4	0.2	0.2	0.3	0.1	0.0	0.0	0.2	0.7	0.5	0.6	3.6
MIEZA	0.4	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.4	0.6	0.5	0.6	3.6
VILVIESTRE PLAGAS	0.4	0.3	0.1	0.1	0.4	0.2	0.0	0.1	0.2	0.5	0.5	0.7	3.6



Máximas lluvias diarias en la España Peninsular



Ministerio de Fomento
Dirección General de Carreteras



Los valores son muy poco diferentes a lo largo del año, esto nos indica que las precipitaciones superiores a 30 mm pueden ocurrir en cualquier mes del año. En general varía de 2 a 4 de días al año para todos los observatorios.



5.3 Precipitaciones máximas en 24 horas

La distribución Gumbel se ha utilizado con buenos resultados para el cálculo de valores extremos de variables meteorológicas, entre ellas precipitaciones y caudales máximos y es el método empleado por Elías y Ruiz (Ministerio de Agricultura) y por la AEMET (Ministerio de Medio Ambiente) para su estudio de las precipitaciones máximas en 24 horas.

La otra metodología aplicada en España es la del Ministerio de Fomento. Según la metodología del Ministerio de Fomento (Dirección General de Carreteras) los valores de las precipitaciones máximas se estiman a partir del mapa de isolíneas.

	2804	2806	2807	2808	2804E	2887I	2884	2891E	2890A	2896
T	Salto Cast	Villardiegua	Luelmo	Fariza	Villadeper	Muga	Villasecc	Salto Villari	Almendra	Milano
2	40.4	43	48.7	40.2	39.3	32.5	31	34.1	40	44.5
5	53.2	60	69.8	52.1	55.9	50	39.8	43.2	57.9	60.8
10	61.7	71.2	83.9	60	66.9	61.6	45.6	49.2	69.8	71.6
25	72.4	85.3	110.0	70	80.8	76.2	52.9	56.7	84.8	85.3
50	80.4	95.8	125.9	77.5	91.1	87.1	58.4	62.4	95.9	95.5
75	85	101.9	122.5	81.8	97.1	93.4	61.6	65.6	102.4	101.4
100	88.3	106.3	141.8	84.8	101.3	97.9	63.8	67.9	107	105.5
250	98.7	120	145.2	94.5	114.8	112	70.9	75.3	121.5	118.8
500	106.5	130.3	178.5	101.8	124.9	122.7	76.3	80.8	132.5	128.8
1000	114.4	140.7		109.1	135.1	133.4	81.7	86.4	143.5	138.8
	2899	2900	2901	2924I	2928	2953E	2958	2956I	2963	2898
T	Salto Aldeadá	Mieza	Salto Sauce	Villasbuenas	Lumbrales	Castillejo	Fuentes Oñe	Ahigal Aceite	Fregeneda	Aldeadávila
2	42.2	48.3	36.2	44.5	36.4	38	45.2	40.1	39	48.7
5	57.6	62.8	52.2	61.9	50.8	52.2	59.9	55.4	51.9	
10	67.7	72.4	62.8	73.4	60.3	61.5	69.6	65.5	60.5	
25	80.6	84.7	76.2	87.9	72.4	73.3	81.9	78.3	71.3	84.7
50	90.1	93.7	86.1	98.7	81.3	82.1	91	87.7	79.3	93.7
75	95.7	98.8	91.9	104.9	86.5	87.2	96.3	93.2	83.9	
100	99.6	102.7	96	109.4	90.2	90.8	100.1	97.1	87.2	102.7
250	112.1	114.3	108.9	123.4	101.8	102.3	112	109.5	97.7	
500	121.5	123.4	118.7	134.1	110.6	110.9	121	118.9	105.6	123.4
1000	130.9	132.1	128.5	144.7	119.4	119.6	130	128.2	113.5	

Con los datos de las series analizadas obtenemos los siguientes valores de precipitaciones máximas en 24 horas medias y las máximas absolutas registradas en las series analizadas.



Máximas en 24 horas medias

OBSERVATORIO	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
VILLASECO	16.3	14.3	11.3	13.3	15.3	16.3	5.8	7.3	13.3	19.3	17.3	17.3	14.2
MUGA DE SAYAGO	16.0	14.8	10.3	16.3	16.3	12.3	5.9	7.4	13.4	17.3	21.0	19.3	14.2
FERMOSELLE	17.3	16.3	12.0	15.6	13.6	13.3	10.3	6.9	13.3	17.3	18.3	17.3	14.4
SALTO DE SAUCELLE	18.4	13.6	10.0	13.3	17.6	13.3	8.6	8.3	17.2	21.3	18.3	16.6	14.8
SALTO DE VILLARINO	16.3	14.3	11.3	15.3	15.6	18.3	7.5	8.3	12.3	17.3	20.3	18.3	14.9
ALMENDRA	17.3	14.2	12.3	15.3	17.2	16.2	8.4	9.6	13.3	18.3	19.3	18.3	15.1
AHIGAL ACEITEROS	16.6	13.4	10.3	14.3	15.6	15.0	14.3	9.9	15.3	20.3	20.3	17.6	15.3
CASTILLEJO	15.4	13.3	12.3	14.0	18.3	14.2	10.3	8.4	17.2	20.3	20.6	17.3	15.3
FREGENEDA DUERO	18.3	15.4	10.3	15.3	18.3	15.3	11.3	5.8	15.0	20.3	20.3	17.3	15.5
HINOJOSA DE DUERO	17.4	12.6	11.3	15.3	17.4	14.0	9.1	9.0	18.6	23.0	22.0	18.3	15.6
VILLADEPERA	20.0	15.3	12.3	17.2	17.3	16.4	7.8	11.3	15.4	21.6	22.3	19.3	16.5
SALTO DE CASTRO	20.3	15.4	13.3	17.0	16.6	15.3	8.2	10.3	15.3	22.3	20.3	22.6	16.5
CEREZAL DE ALISTE	21.0	17.3	12.3	19.3	16.6	20.0	9.8	10.6	14.3	17.3	21.3	18.3	16.6
BERMELLAR	19.3	13.6	10.4	15.3	17.2	17.3	8.7	10.3	17.3	22.3	25.3	21.3	16.7
LUMBRALES	19.3	15.4	12.3	16.3	16.3	16.3	12.3	10.3	16.3	24.3	22.4	18.6	16.9
FUENTES OÑORO	20.4	16.3	12.3	17.2	18.3	13.3	10.4	10.2	16.2	25.3	24.3	22.6	17.4
FARIZA DE SAYAGO	21.2	17.6	15.3	17.3	18.4	17.2	7.8	10.0	17.4	22.3	23.3	22.6	17.7
FORNILLOS DE ALISTE	22.0	17.3	13.3	16.3	21.4	18.0	9.2	10.3	19.2	23.3	22.4	20.4	17.8
VILLARINO	20.2	14.0	16.4	15.3	21.3	12.6	7.0	12.6	18.3	29.4	23.3	24.3	18.1
VILVIESTRE PLAGAS	20.2	18.3	14.0	15.6	23.3	15.3	8.6	12.4	17.3	26.3	22.3	23.3	18.3
LUELMO DE SAYAGO	22.3	17.6	12.3	19.3	18.4	19.3	8.4	10.3	20.3	24.3	23.6	23.2	18.5
EL MILANO	24.3	18.4	15.3	18.4	21.2	17.8	12.3	14.3	13.6	29.4	26.3	26.3	19.9
ALDEADAVILA RIB.	28.3	21.3	16.3	18.3	22.2	16.0	7.4	10.3	20.2	29.3	26.2	25.2	20.2
MIEZA	25.3	20.4	16.3	19.2	23.2	16.2	9.5	11.3	22.3	28.6	26.3	27.2	20.6

Máximas en 24 horas registradas

OBSERVATORIO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
VILLASECO	33.0	59.0	33.0	23.3	30.2	35.3	27.3	43.6	47.3	40.0	52.3	49.0	59.0
SALTO DE VILLARINO	39.0	46.3	23.0	36.0	34.6	55.0	32.0	35.4	50.0	42.0	46.0	67.2	67.2
FERMOSELLE	50.3	63.2	36.6	40.3	41.3	49.3	32.3	32.3	67.3	40.3	45.6	39.2	67.5
SALTO DE CASTRO	70.0	43.3	45.2	47.0	44.6	69.0	39.2	39.0	59.4	52.0	46.6	60.0	70.0
VILLADEPERA	61.0	65.2	44.0	63.0	37.3	72.0	29.0	38.0	68.4	53.3	50.0	55.0	72.0
BERMELLAR	61.3	30.3	28.2	43.4	35.4	72.2	40.3	69.3	54.3	49.2	53.0	72.6	72.6
VILVIESTRE PLAGAS	52.3	45.0	36.3	30.3	73.0	44.0	30.0	49.0	66.0	57.3	40.0	50.0	73.0
FUENTES OÑORO	44.3	49.3	36.0	38.2	41.0	48.0	52.3	62.3	59.3	74.3	66.3	52.3	74.3
LUMBRALES	49.0	46.3	31.3	52.6	34.3	76.0	58.0	47.3	58.3	56.3	61.0	46.0	76.0
FREGENEDA DUERO	37.0	43.3	29.3	58.0	79.0	45.3	51.0	35.0	55.0	46.6	45.3	39.3	79.0
FARIZA DE SAYAGO	50.2	55.3	45.3	58.2	37.0	56.3	33.3	45.3	74.4	75.4	58.6	83.4	83.4
ALMENDRA	38.0	50.0	39.0	44.0	41.3	84.3	50.0	32.0	59.0	40.0	50.0	57.0	84.5
CEREZAL DE ALISTE	67.0	51.3	44.0	60.3	30.0	86.0	42.0	25.0	50.0	40.0	57.0	50.3	86.0
AHIGAL ACEITEROS	56.3	35.3	27.3	43.0	33.3	53.0	87.4	37.0	58.0	47.2	55.0	48.0	87.4
MUGA DE SAYAGO	54.3	47.3	31.6	43.0	32.3	34.3	34.3	25.3	87.3	45.0	56.0	46.3	87.5
SALTO DE SAUCELLE	53.3	39.3	30.0	35.3	92.0	55.0	40.0	40.0	91.0	54.0	48.0	37.3	92.0
CASTILLEJO	53.0	38.0	43.0	31.0	92.3	35.3	78.3	37.3	56.0	57.3	67.2	53.2	92.3



MIEZA	66.6	54.7	49.2	43.2	94.2	54.2	54.8	53.0	70.2	93.8	75.2	70.2	94.2
FORNILLOS DE ALISTE	96.8	65.8	48.8	52.0	68.2	58.8	36.2	35.8	70.0	52.2	53.8	64.8	96.8
HINOJOSA DE DUERO	50.0	34.2	31.0	44.2	64.2	41.2	32.2	37.2	97.2	59.0	49.2	41.2	97.2
EL MILANO	79.0	57.2	42.2	39.0	80.2	90.0	69.2	49.0	42.2	76.0	56.0	97.2	97.5
VILLARINO	52.2	38.0	40.2	39.2	43.8	38.0	23.2	27.2	61.2	100.0	74.8	66.2	100.2
ALDEADAVILA RIB.	76.2	142.2	49.0	42.0	70.2	54.2	27.0	28.0	83.2	110.0	76.0	64.2	142.2
LUELMO DE SAYAGO	79.2	80.2	33.0	51.0	41.2	102.2	35.2	39.0	161.2	89.2	64.0	64.2	161.2

Los valores máximos registrados oscilan desde los 67 de Salto de Villarino, 67.5 Fermoselle y 70 Salto de Castro, hasta los 100 de Villarino, 142 de Aldeadávila y los 161 de Luelmo. Los dos máximos se dan en zonas separadas y diferenciadas, la irregularidad y aletoriedad espacial de la precipitación máxima queda evidenciada en la irregularidad de los valores.

Según la AEMET en la región de Castilla León los valores máximos no llegan en casi toda la región a los 100 mm en 24 horas. En zonas montañosas se han observado 150 mm e incluso 200 mm dentro de las sierras de Béjar y de Gredos. Como hemos visto, en nuestra zona de la DO se superan en la serie analizada los 100 mm en Aldeadávila (1968-2008) y en Luelmo (1968-2008), seguramente debido a la termicidad y humedad característica de nuestra zona de estudio.

A título de ejemplo y para la serie de datos analizados se obtienen los valores de precipitaciones máximas registradas mayores (todas las superiores a 70mm/24horas)

DIA	MESE	AÑO	OBSERVAT.	P. MAX 2	DIA	MESE	AÑO	OBSERVAT.	PR. MAX 24H
5	9	1991	LUELMO DE SAYAGO	161.5	2	7	1976	CASTILLEJO DE MARTIN	78.5
15	2	1978	ALDEADAVILA	142	30	9	2002	ALDEADAVILA DE LA RIBERA	77
22	10	2006	ALDEADAVILA RIBERA	110	27	11	1978	ALDEADAVILA DE LA RIBERA	76.2
27	6	1974	LUELMO DE SAYAGO	102.3	24	1	2006	ALDEADAVILA DE LA RIBERA	76
22	10	2006	VILLARINO	100.5	22	1	1994	EL MILANO	76
25	12	1995	EL MILANO	97.5	15	9	1986	LUELMO DE SAYAGO	76
15	9	1986	HINOJOSA DE DUERC	97.2	24	6	1974	LUMBRALES	76
14	1	1977	FORNILLOS DE ALISTE	96.8	22	1	2006	FARIZA DE SAYAGO	75.4
30	5	1985	MIEZA	94.2	24	1	2006	MIEZA	75.3
22	10	2006	MIEZA	93.8	24	1	2006	VILLARINO	74.8
9	5	1993	CASTILLEJO MARTIN VIEJO	92.3	16	9	1986	FARIZA DE SAYAGO	74.4
31	5	1985	SALTO DE SAUCELLE	92	31	1	1968	FUENTES DE ORO	74.3
16	9	1986	SALTO DE SAUCELLE	91	13	1	1977	ALDEADAVILA DE LA RIBERA	74.2
27	6	1974	EL MILANO	90	31	5	1985	VILVIESTRE PLAGAS	73
22	10	2006	LUELMO DE SAYAGO	89.4	9	1	1977	BERMELLAR	72.6
15	9	1986	MUGA DE SAYAGO	87.5	8	6	1993	BERMELLAR	72.3



13	7	1987	AHIGAL DE LOS ACEITEROS	87.4	12	€	1990	VILLADEPERA	72
21	6	1976	CEREZAL DE ALISTE	86	14	1	1988	FUENTES DE OAJORO	71.3
26	6	1979	ALMENDRA	84.5	2	1	2003	ALDEADAVILA DE LA RIBERA	71
15	9	1986	ALDEADAVILA RIBERA	83.7	15	€	1986	MIEZA	70.5
25	12	1995	FARIZA DE SAYAGO	83.4	24	1	1979	MIEZA	70.5
20	5	1994	EL MILANO	80.5	30	€	1985	ALDEADAVILA DE LA RIBERA	70.4
15	2	1978	LUELMO DE SAYAGO	80.5	3	€	2006	ALDEADAVILA DE LA RIBERA	70
18	1	1979	LUELMO DE SAYAGO	79.9	30	€	2002	SALTO DE SAUCELLE	70
30	5	1985	FREGENEDA DE DUER	79	15	€	1986	FORNILLOS DE ALISTE	70
13	1	1977	EL MILANO	79	13	1	1977	SALTO DE CASTRO	70

Se aprecia una irregularidad en el mes en que se produce el valor máximo. En general, los fenómenos tormentosos son más frecuentes en el período estival (mayo a septiembre) siendo en consecuencia los meses de Julio y Agosto (los de menor número de días de precipitación) los que registran la mayor cantidad de precipitaciones diarias ocasionadas por tormentas de verano. El número medio de días de tormenta en la DO va de los 5 en Salto de Saucelle a los 13 en Lumbrales, como media al año. La mayoría de ellas se producen entre los meses de mayo y septiembre. Pedraza da valores de tormentas de verano de 12 a 15 en las zonas altas de Castilla y León. En la zona de la DO Arribes por su mayor termicidad la intensidad en 24 horas de las precipitaciones es mayor que las registradas en la llanura castellano leonesa. Así mientras que para Zamora y Salamanca tenemos para un período de retorno de 50 años unos valores de precipitaciones máximas en 24 horas de, en nuestra zona los valores varían de los 62 de Salto de Villarino a los 126 de Luelmo. En cuanto a la intensidad pluviométrica la zona de Arribes se aproxima a las características climáticas de regiones de clima mediterráneo-cálido como Extremadura y Valle del Guadalquivir.

3.6. OTROS ELEMENTOS DEL CLIMA

3.6.1. Días de niebla

OBSERVATORIO	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
FREGENEDA DE DUERO	0.6	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.6	1.0	2.7
MIEZA	2.0	0.4	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0	2.1	5.7
AHIGAL DE LOS ACEITEROS	1.9	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.2	0.0	0.4	1.1	2.8	7.5
HINOJOSA DE DUERO	3.6	0.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.7	3.2	9.8
SALTO DE SAUCELLE	2.4	0.7	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	3.6	3.3	10.8
FUENTES DE OAJORO	3.3	1.3	0.4	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.2	0.5	1.9	3.8	11.6
BERMELLAR	3.4	0.6	0.3	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.5	0.6	2.5	4.5	12.8
FERMOSELLE	3.2	1.5	0.2	0.2	0.0	0.1	0.1	0.0	0.4	1.2	4.9	3.9	15.8



LUMBRALES	3.7	1.7	0.7	0.4	0.4	0.5	0.3	0.2	0.6	1.0	2.8	4.7	16.9
VILVIESTRE PLAGAS	4.1	2.1	0.7	0.6	0.8	0.9	0.9	0.0	0.9	0.5	2.9	3.2	17.5
SALTO DE CASTRO	4.5	2.1	0.8	0.2	0.1	0.1	0.0	0.2	0.2	1.4	3.6	5.3	18.3
FARIZA DE SAYAGO	5.8	2.2	0.7	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.2	1.0	3.1	5.7	19.2
CASTILLEJO DE MARTIN VIEJO	4.5	2.1	1.0	0.7	0.9	1.1	0.4	0.7	0.5	1.8	3.6	4.4	21.6
CEREZAL DE ALISTE	7.2	1.2	0.9	0.1	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	1.6	4.3	6.7	22.3
ALMENDRA (IBERDUERO)	4.7	2.4	1.3	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.6	1.9	3.8	6.5	23.1
LUELMO DE SAYAGO	6.0	2.1	0.9	0.3	0.5	0.2	0.2	0.3	0.6	2.1	4.0	6.3	23.4
EL MILANO	5.0	2.7	1.0	0.5	0.4	0.6	0.2	0.7	0.5	1.7	4.0	7.2	24.3
SALTO DE VILLARINO	6.3	1.6	0.8	0.2	0.4	0.4	0.1	0.3	0.5	2.4	5.0	7.0	25.1
VILLADEPERA	7.1	2.1	1.0	0.2	0.3	0.1	0.1	0.2	0.4	2.5	5.7	6.9	26.5
FORNILLOS DE ALISTE	7.2	2.4	0.6	0.5	0.4	0.3	0.4	0.7	0.7	2.4	5.0	7.0	27.7
ALDEADAVILA DE LA RIBERA	7.5	2.7	1.1	0.4	0.7	0.3	0.1	0.2	0.5	2.1	5.4	7.7	28.8
VILLASECO DE LOS GAMITOS	6.2	1.7	1.9	1.4	0.8	1.7	1.0	1.3	1.8	2.2	3.6	5.8	29.4
VILLARINO	7.4	4.3	1.4	0.7	0.7	0.2	0.1	0.0	0.5	3.1	5.9	6.8	30.8
MUGA DE SAYAGO	7.7	2.6	1.4	0.5	0.5	0.9	0.4	0.9	1.6	2.2	5.5	8.9	33.0

El número de días de niebla varía de los 3 de Fregeneda y 6 de Mieza de Salamanca a los 31 de Villarino entre el Tormes y el Duero; y 33 de Muga de Sayago en Zamora.

Seguramente la existencia de los embalses puede haber aumentado los días de rocío y de niebla por el aumento de la humedad. En la zona de la DO tenemos numerosas presas y embalses. El de CASTRO se finalizó en el 1952 (se recreció en el 1974), el de SAUCELLE se finalizó en el 1956 (se recreció en enero de 1985), el de ALDEADÁVILA se finalizó en el 1963 (sin recrecer) y el de ALMENDRA se finalizó en el 1970 (no se ha recrecido). No se dispone de datos anteriores para concluir esta afirmación, solo tenemos datos de los años 1967 a 1970. A continuación se indican estos datos:

ALMENDRA 1967-1970	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
PRECIPITACION	91,0	77,2	68,5	45,4	73	23,6	2,0	12,5	29,2	22,9	79,1	28,825	553,4
Día lluvia	11,5	10	6,75	8,25	11,25	5,5	0,5	2,25	5	4,25	11,25	6	82,5
Días niebla	2,5	1,25	0,5	0,25	0	0	0	0	0,25	2,5	1,5	4,75	13,5
Días rocío	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0,5
Días escarcha	5,75	3,25	2	1,25	1,25	0	0	0	0	3	2,25	10,25	29,0

Se puede observar comparando con los datos de la serie analizada 68-99 como han aumentado los días de escarcha y niebla, por el contrario el número de días de lluvia han disminuido. Las conclusiones deberían apoyarse en un mayor número de datos (pues una media de 5 años no es estadísticamente significativa) pero si son indicativas del probable cambio.



	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
Día lluvia 67-70	11,50	10,00	6,75	8,25	11,25	5,50	0,50	2,25	5,00	4,25	11,25	6,00	82,50
Día lluvia	9,10	7,70	6,40	9,10	9,00	5,40	2,50	2,30	5,30	8,10	8,10	8,70	81,60
	-26,37	-29,87	-5,47	9,34	-25,00	-1,85	80,00	2,17	5,66	47,53	-38,89	31,03	-1,10
Días escarcha 67-70	5,75	3,25	2,00	1,25	1,25	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	2,25	10,25	29,00
Días escarcha	12,20	8,90	8,10	3,20	0,80	0,00	0,00	0,00	0,10	1,10	6,70	11,10	52,20
	52,87	63,48	75,31	60,94	-56,25	0,00	0,00	0,00	100,00	-172,73	66,42	7,66	44,44
Días niebla 67-70	2,50	1,25	0,50	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	2,50	1,50	4,75	13,50
Días niebla	4,70	2,40	1,30	0,50	0,50	0,40	0,30	0,30	0,60	1,90	3,80	6,50	23,10
	46,81	47,92	61,54	50,00	100,00	100,00	100,00	100,00	58,33	-31,58	60,53	26,92	41,56

En situación anticiclónica es cuando se pueden formar intensas nieblas en Castilla León, especialmente en el valle de los ríos. En la zona de Palencia, Valladolid y Salamanca hay un valor medio anual de 40 días, muy superior a los de nuestra zona.

3.6.2. Días de granizo

El granizo puede causar daños, los daños dependerán del grosor y velocidad de caída, así como del estado vegetativo de la planta. Bajo los efectos del granizo los brotes jóvenes aparecen magullados se desecan o desprenden de la cepa. Sobre los pámpanos se pueden causar graves heridas, las hojas pueden aparecer perforadas, produciéndose la pérdida de follaje, los pedúnculos de los racimos jóvenes se pueden magullar y los granos de los racimos adultos son desgarrados, secándose o cayendo al suelo. De la misma forma, las yemas por efecto del granizo pueden quedar dañadas, comprometiendo la cosecha del año siguiente. Junto a las heladas es uno de los daños meteorológicos a considerar en la zona, aunque no es tan habitual como en otras zonas vitícolas.

OBSERVATORIO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
FARIZA DE SAYAGO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
SALTO DE SAUCELLE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
SALTO DE CASTRO	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.5
VILLARINO	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
VILLASECO DE LOS GAMITOS	0.0	0.0	0.1	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
EL MILANO	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
CASTILLEJO (F.ALDEANUEVA)	0.1	0.1	0.2	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.1
MIEZA	0.0	0.0	0.2	0.4	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	1.1
FUENTES DE ORO	0.0	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	1.2
CEREZAL DE ALISTE	0.0	0.2	0.3	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2
MUGA DE SAYAGO	0.0	0.1	0.3	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.3



VILVIESTRE PLAGAS	0.1	0.1	0.4	0.4	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	1.4
AHIGAL DE LOS ACEITEROS	0.1	0.2	0.4	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4
FERMOSELLE	0.0	0.1	0.4	0.5	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	1.4
SALTO DE VILLARINO	0.0	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.5
HINOJOSA DE DUERO	0.1	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	1.5
BERMELLAR	0.1	0.3	0.4	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.6
FREGENEDA DE DUERO	0.2	0.3	0.3	0.4	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	1.6
VILLADEPERA	0.1	0.4	0.4	0.5	0.5	0.2	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	2.2
FORNILLOS DE ALISTE	0.1	0.0	0.4	0.5	0.7	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	2.2
ALMENDRA (IBERDUERO)	0.1	0.2	0.6	0.4	0.4	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	2.4
LUELMO DE SAYAGO	0.1	0.3	0.4	0.6	0.5	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	2.5
ALDEADAVILA DE LA RIBERA	0.2	0.4	0.8	0.6	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.2	2.9
LUMBRALES	0.2	0.6	0.7	0.7	0.6	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	3.7

El número de días de granizo varía desde los 0.1 de Fariza y Salto de Saucelle a los 3 de Aldeadávila y los 3,7 de Lumbrales.

3.6.3. Días de nieve

OBSERVATORIO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
SALTO DE SAUCELLE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
FREGENEDA DE DUERO	0.3	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.9
HINOJOSA DE DUERO	0.5	0.4	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.6
MIEZA	0.4	0.5	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	1.6
VILLARINO	0.4	0.8	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	1.7
VILVIESTRE PLAGAS	0.6	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.1	1.9
CASTILLEJO DE MARTIN VIEJO	0.6	0.6	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.9
AHIGAL DE LOS ACEITEROS	0.6	0.5	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	2.0
BERMELLAR	0.6	0.6	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	2.0
SALTO DE CASTRO	0.7	0.6	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.6	2.4
FARIZA DE SAYAGO	0.7	0.7	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	2.5
SALTO DE VILLARINO	0.6	0.9	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	2.6
EL MILANO	0.8	0.6	0.7	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	2.9
FERMOSELLE	0.8	0.7	0.8	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	3.0
ALDEADAVILA DE LA RIBERA	0.8	1.0	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.7	3.2
CEREZAL DE ALISTE	1.0	0.9	0.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	3.3
ALMENDRA (IBERDUERO)	0.7	0.8	0.9	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	3.3
VILLADEPERA	1.1	0.8	0.5	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.7	3.5
VILLASECO DE LOS GAMITOS	0.6	0.7	1.1	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	3.6
FUENTES DE OÑORO	0.9	1.1	0.6	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.7	3.8
LUELMO DE SAYAGO	1.1	1.1	0.7	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	3.8
LUMBRALES	1.0	0.9	0.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.8	3.9
MUGA DE SAYAGO	1.3	1.3	0.8	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.7	4.6
FORNILLOS DE ALISTE	1.4	1.8	0.7	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.9	5.8

Destaca en la zona el bajo número de días de nieve. Los meses de mayores nevadas son desde Noviembre a Abril. Tenemos como valores medios para toda la serie analizada y



para el año valores de 0,1 en Salto de Saucelle, 1 en Fregeneda, 2 en Ahigal de los Aceiteros, 3 en Fermoselle, 4 en Lumbrales y 5.8 en Fornillos. Valores bajos que destacan con los valores registrados en Valladolid (8) y Salamanca (9), y similares a los de Zamora (4). Según Pedraza, en la cuenca del Duero la nieve es un fenómeno habitual. En la zona Zamora-Salamanca-Valladolid la media de días de nieve es de 6 a 10 (en Zamora 4), mientras que en las zonas más próximas a las montañas es de unos 15-20 días. Valores muy superiores a los de la zona de la DO.

En cuanto a la nieve sobre el suelo tenemos:

OBSERVATORIO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
SALTO DE SAUCELLE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FREGENEDA DE DUERO	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
VILVIESTRE PLAGAS	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
SALTO DE CASTRO	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
HINOJOSA DE DUERO	0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.7
EL MILANO	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.7
SALTO DE VILLARINO	0.3	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.9
MIEZA	0.3	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.9
VILLARINO	0.3	0.4	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.9
VILLASECO DE LOS GAMITOS	0.1	0.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.0
MUGA DE SAYAGO	0.5	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.0
ALDEADAVILA DE LA RIBERA	0.3	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.0
BERMELLAR	0.5	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.1
LUMBRALES	0.5	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.1
AHIGAL DE LOS ACEITEROS	0.4	0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.1
CASTILLEJO DE MARTIN VIEJO	0.3	0.3	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.3
FARIZA DE SAYAGO	0.4	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.3
FERMOSELLE	0.4	0.3	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.4
VILLADEPERA	0.5	0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.5
ALMENDRA (IBERDUERO)	0.5	0.6	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	2.1
FUENTES DE ORO	0.9	0.6	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	2.3
CEREZAL DE ALISTE	0.8	0.6	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	2.5
LUELMO DE SAYAGO	1.1	0.9	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	2.8
FORNILLOS DE ALISTE	1.5	0.8	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.7	3.5

En Salto de Saucelle no hay ningún día y en Fornillos tenemos 3.5 días.

3.6.4. Días de tormenta

El número medio de días de tormenta en la DO va de los 5 en Salto de Saucelle a los 13 en Lumbrales, como media al año. La mayoría de ellas se producen entre los meses de mayo y septiembre, con mayor frecuencia en junio. Las tormentas pueden producir daños sobre el viñedo.



OBSERVATORIO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
SALTO DE SAUCELLE	0.0	0.1	0.1	0.2	0.6	1.2	1.2	1.0	0.6	0.0	0.1	0.0	5.1
ALMENDRA (IBERDUERO)	0.0	0.1	0.0	0.2	0.9	1.6	1.1	0.6	0.6	0.2	0.0	0.0	5.4
FERMOSELLE	0.0	0.1	0.2	0.5	0.9	2.0	1.5	1.0	0.8	0.2	0.1	0.0	7.2
SALTO DE CASTRO	0.0	0.0	0.1	0.5	1.3	1.6	1.4	1.4	0.9	0.2	0.0	0.0	7.4
FUENTES DE ORO	0.1	0.1	0.1	0.2	1.5	1.8	1.3	0.9	1.1	0.4	0.1	0.0	7.5
MIEZA	0.1	0.1	0.2	0.6	1.2	1.9	1.1	1.0	0.8	0.3	0.1	0.2	7.6
VILLASECO DE LOS GAM	0.0	0.0	0.0	0.2	1.4	2.1	1.6	0.9	1.1	0.3	0.0	0.0	7.6
VILLADEPERA	0.0	0.0	0.2	0.4	1.5	1.9	1.5	1.3	0.9	0.2	0.0	0.0	8.0
AHIGAL DE LOS AC	0.0	0.1	0.1	0.5	1.3	2.0	1.4	1.1	1.1	0.6	0.1	0.0	8.4
VILVIESTRE PLAGAS	0.0	0.1	0.3	0.5	2.4	1.9	1.2	1.0	1.0	0.2	0.1	0.1	8.6
EL MILANO	0.1	0.1	0.3	0.6	1.5	1.9	1.8	1.0	1.6	0.3	0.1	0.1	9.3
HINOJOSA DE DUERO	0.1	0.2	0.2	0.5	1.9	1.7	1.7	1.2	1.1	0.5	0.1	0.2	9.4
SALTO DE VILLARINO	0.0	0.1	0.3	0.3	2.0	2.9	1.7	1.7	0.9	0.2	0.0	0.0	10.2
FREGENEDA DE DUERO	0.1	0.1	0.4	0.5	1.3	2.5	2.4	0.9	1.1	0.5	0.1	0.1	10.2
FARIZA DE SAYAGO	0.0	0.1	0.3	1.0	2.0	2.2	1.6	1.6	0.9	0.4	0.1	0.2	10.4
ALDEADAVILA	0.1	0.2	0.3	0.7	2.3	2.5	1.8	1.6	1.7	0.6	0.1	0.1	11.8
CEREZAL DE ALISTE	0.1	0.0	0.2	1.0	2.2	2.9	1.9	1.7	1.4	0.5	0.1	0.1	12.0
VILLARINO	0.1	0.1	0.5	0.6	2.9	2.4	1.6	2.2	1.3	0.3	0.1	0.1	12.0
BERMELLAR	0.1	0.0	0.3	0.8	2.0	2.7	2.1	1.6	1.6	0.6	0.1	0.2	12.1
FORNILLOS DE ALISTE	0.1	0.1	0.2	0.8	2.2	2.7	2.4	2.0	1.1	0.2	0.1	0.1	12.1
MUGA DE SAYAGO	0.0	0.1	0.1	0.7	2.4	3.0	2.2	2.0	1.4	0.2	0.0	0.0	12.4
LUELMO DE SAYAGO	0.0	0.1	0.3	0.9	2.6	2.7	2.4	1.9	1.2	0.4	0.0	0.1	12.6
CASTILLEJO DE MARTI	0.1	0.1	0.3	1.0	2.5	2.6	2.0	1.5	1.5	0.8	0.3	0.2	12.9
LUMBRALES	0.1	0.2	0.4	1.0	2.3	2.6	2.0	2.0	1.7	0.8	0.2	0.1	13.4

Los fenómenos tormentosos son más frecuentes en el período estival (mayo a septiembre) siendo en consecuencia los meses de Julio y Agosto (los de menor número de días de precipitación) las que registran la mayor cantidad de precipitaciones diarias ocasionadas por tormentas de verano. Los días de tormenta son inferiores a los registrados en los observatorios completos cercanos: los 15 de Zamora, 16 de Salamanca y los 17 de Valladolid.

3.6.5. Días rocío

OBSERVATORIO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
FREGENEDA DE DUERO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SALTO DE SAUCELLE	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
ALMENDRA (IBERDUERO)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
MIEZA	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
SALTO DE CASTRO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.3
HINOJOSA DE DUERO	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.1	0.0	0.5
CEREZAL DE ALISTE	0.0	0.0	0.4	0.9	1.3	0.8	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	3.7



VILLASECO DE LOS G	0.1	0.1	0.7	1.2	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.3	0.2	0.0	4.9
ALDEADAVILA	0.1	0.2	0.4	0.4	0.5	0.5	0.2	0.2	1.0	1.5	0.5	0.1	5.5
FUENTES DE OLORO	0.5	2.1	1.2	0.9	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	0.1	5.7
VILLADEPERA	0.2	0.0	0.7	1.7	2.2	2.0	0.5	0.0	0.0	0.0	1.4	0.2	9.0
AHIGAL DE LOS ACEI	0.1	0.6	1.7	1.6	1.2	0.6	0.3	0.0	0.3	1.0	1.5	0.2	9.0
SALTO DE VILLARINO	1.1	0.4	2.1	1.4	1.9	0.3	0.2	0.6	0.7	3.2	2.4	1.6	15.9
LUMBRALES	0.3	0.5	0.7	1.8	2.1	2.8	2.8	3.1	2.8	2.5	0.8	0.5	20.7
FARIZA DE SAYAGO	1.0	1.1	2.8	3.3	4.2	4.4	4.0	2.2	3.9	3.9	1.9	0.6	33.3
BERMELLAR	4.9	8.3	9.0	4.7	1.5	0.0	0.0	0.0	0.3	3.3	7.3	4.8	44.3
EL MILANO	2.1	2.0	3.6	5.3	7.6	3.3	3.1	3.8	2.1	6.1	3.9	2.3	45.3
VILLARINO	2.1	2.1	6.0	8.1	8.3	2.8	1.4	1.0	4.7	7.9	3.7	3.2	51.1
FERMOSELLE	4.2	3.2	7.2	7.5	6.7	5.9	3.5	3.7	3.6	6.6	5.5	5.2	62.7
LUELMO DE SAYAGO	2.9	4.3	5.8	7.5	9.6	9.5	5.3	5.3	6.7	7.9	5.0	4.2	73.9
CASTILLEJO DE M	2.9	4.9	8.4	11.6	10.5	6.9	3.7	5.2	6.5	10.1	7.3	3.3	81.4
VILVIESTRE PLAGAS	11.2	14.5	13.3	10.8	6.7	3.4	2.2	1.5	3.0	8.9	15.4	13.1	103.9
MUGA DE SAYAGO	6.3	9.9	16.1	17.3	20.8	16.5	6.8	6.6	12.1	16.4	12.0	7.2	148.1
FORNILLOS DE ALISTE	7.3	12.0	21.1	21.9	24.9	21.3	18.1	19.6	22.2	22.7	14.1	10.5	215.8

Según los datos analizados la variabilidad en el número de días de rocío es muy notoria, habría que analizar los datos para ver su fiabilidad y completar el estudio.

3.6.6. Días escarcha

OBSERVATORIO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
FREGENEDA DE DUERC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2
SALTO DE SAUCELLE	0.4	0.6	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.7
SALTO DE CASTRO	1.3	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7	3.1
MIEZA	5.0	0.7	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	5.2	12.7
AHIGAL DE LOS ACEITERO	4.2	1.9	1.5	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.9	4.2	14.4
SALTO DE VILLARINO	5.9	4.1	1.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	4.9	19.5
FUENTES DE OLORO	7.3	4.0	1.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	4.8	19.6
FERMOSELLE	8.4	4.7	4.2	0.7	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	4.6	25.9
VILVIESTRE PLAGAS	6.5	6.6	2.9	2.6	0.3	0.3	0.0	0.0	0.1	0.6	2.6	6.8	29.2
VILLASECO DE LOS G	10.1	7.1	6.3	2.5	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	4.1	7.5	38.6
HINOJOSA DE DUERO	11.5	8.7	3.3	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	5.4	9.4	38.8
BERMELLAR	13.3	7.7	3.8	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	5.5	10.7	42.7
LUMBRALES	9.9	9.2	4.7	1.9	0.4	0.0	0.0	0.0	0.1	1.1	5.8	10.8	43.8
VILLARINO	8.2	11.5	7.1	3.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	1.6	7.9	7.7	47.2
ALDEADAVILA	12.3	11.6	5.7	2.6	0.5	0.0	0.0	0.1	0.0	1.4	6.4	11.4	52.0
ALMENDRA (IBERDUERC	12.2	8.9	8.1	3.2	0.8	0.0	0.0	0.0	0.1	1.1	6.7	11.1	52.2
LUELMO DE SAYAGO	10.5	9.3	7.0	4.5	1.5	0.0	0.0	0.0	0.6	3.8	9.2	9.9	56.2
CASTILLEJO DE M	15.3	11.9	9.2	3.4	0.8	0.0	0.0	0.0	0.1	1.3	7.8	11.2	61.0
VILLADEPERA	13.1	12.1	9.7	4.7	1.1	0.1	0.0	0.0	0.3	2.5	7.7	11.7	62.7
FARIZA DE SAYAGO	14.4	12.2	9.2	4.3	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	9.7	11.9	64.9
MUGA DE SAYAGO	17.8	11.2	8.0	5.6	2.0	0.1	0.0	0.0	0.4	2.7	9.2	13.6	70.6
EL MILANO	14.0	12.4	11.1	7.2	1.7	0.3	0.0	0.6	0.1	3.4	10.6	12.6	73.9



CEREZAL DE ALISTE	11.5	13.6	14.8	7.9	3.7	0.3	0.0	0.0	0.8	3.7	10.8	12.0	79.1
FORNILLOS DE ALISTE	17.5	17.8	15.1	7.9	2.0	0.1	0.0	0.0	0.9	5.5	15.4	17.1	99.3

Existe, a igual que con el rocío, una gran variabilidad, sería interesante analizar más detalladamente los datos para sacar conclusiones.

3.6.7. Humedad relativa

Los datos de humedad relativa sólo es disponible en los observatorios completos. En nuestro caso pondremos a efectos prácticos los datos de los observatorios de Salamanca, Valladolid y Zamora.

ZAMORA 'OBSERVATORIO'

HR %	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
ZAMORA	83	74	64	63	61	55	49	52	59	70	78	83	66

SALAMANCA 'MATACÁN'

HR %	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
SALAMANCA	84	76	66	65	63	57	51	54	62	73	81	85	68

VALLADOLID

HR %	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
VALLADOLID	83	72	62	62	61	54	47	49	56	69	78	84	65

La humedad relativa es mayor en los meses invernales, y menor en los de verano.

3.6.13. Presión

La presión en hPa media anual como dato sólo está registrada y disponible en los observatorios completos. En nuestro caso pondremos a efectos prácticos los datos de los observatorios de Salamanca y Zamora.

ZAMORA 'OBSERVATORIO' 655m

Presión hPa	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
ZAMORA	944	942,4	941,5	938,3	938,9	941	941,6	941,3	941,8	941,5	942,5	942,9	941,5



SALAMANCA 'MATACÁN' 790m

Presión hPa	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
SALAMANC.	929,1	927,7	926,8	923,7	924,8	926,7	927,8	927,1	927,8	927,0	927,8	928,2	927,0

VALLADOLID 735m

Presión hPa	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
VALLADOLID	937,8	935,8	934,8	931,4	932,4	934,6	935,1	934,8	935,8	934,8	935,8	936,4	934,7

La presión es sobretodo una función de la altitud de forma que es menor la presión en Salamanca al estar a mayor altitud. Por observatorios es ligeramente menor la presión en verano.

3.6.9. Insolación

La vid precisa un número de horas de sol elevadas, necesita como mínimo valores de 1500-1600 horas anuales, de las que deben corresponder un mínimo de 1200 horas al período de vegetación.

INSOLACIÓN TOTAL MENSUAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
Zamora	103	148	202	225	262	312	354	329	244	186	126	90	2587
Salamanca	116	150	204	216	258	304	349	330	245	185	134	96	2586
Valladolid	100	141	209	222	260	310	352	330	244	176	114	81	2534

La insolación es suficiente en los observatorios con un valor medio anual redondeado de 2600 horas al año. La suma de la insolación media mensual de los meses que va a Abril a Septiembre es de 1726 y 1702, para los observatorios de Zamora y Salamanca, respectivamente. Hablando de la Comunidad de Castilla León la insolación varía de las 200 horas anuales en los bordes montañosos septentrionales hasta superar las 2600 horas de sol en las zonas más llanas del centro y oeste de la meseta castellano leonesa.

3.6.10. Radiación

No tenemos datos de radiación. Los valores sólo pueden ser estimados a partir de los datos de insolación



ZAMORA		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agc	Sep	Oct	Nov	Dic
Turc	Rad. solar Rs (cal/cm2-día)	133,	230,	333,	433,	510,	604,	638,	572,	418,	277,	168,	114,
FAO56	Radiación solar "Rs" MJ/m2-d	6,0	9,9	14,1	18,2	21,4	24,8	25,9	23,2	17,3	11,7	7,4	5,2
SALAMANCA		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agc	Sep	Oct	Nov	Dic
Turc	Radiación solar "Rs"	145,	236,	338,	424,	507,	595,	634,	576,	422,	279,	178,	121,
FAO56	Rad. solar Rs	6,4	10,1	14,3	17,9	21,3	24,5	25,7	23,3	17,4	11,8	7,7	5,5
VALLADOLID		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agc	Sep	Oct	Nov	Dic
Turc	Radiación solar "Rs"	130	223	339	429	507	601	635	573	417	266	158	107,
FAO56	Rad. solar Rs	5,88	9,58	14,2	18,0	21,2	24,7	25,7	23,2	17,2	11,2	7,0	5,5

Los máximos se producen en julio y junio, y los mínimos en diciembre y enero.

3.6.11. Viento

Los datos de velocidad del viento sólo es disponible en los observatorios completos. En nuestro caso pondremos a efectos prácticos los datos de los observatorios de Salamanca, Valladolid y Zamora. Para una altura del anemómetro a 10 metros obtenemos en los dos observatorios completos los siguientes valores:

Zamora	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Velocidad viento -anemómetro- (m/s)	2,18	2,39	2,43	2,58	2,49	2,42	2,34	2,21	1,99	2,04	1,93	2,22
Salamanca												
Velocidad viento -anemómetro- (m/s)	2,99	3,42	3,37	3,59	3,30	2,94	2,70	2,52	2,44	2,66	2,69	3,01
Valladolid												
Velocidad del viento a 2 m (m/s)	1.78	2.04	2.10	2.30	2.00	2.00	2.04	1.97	1.77	1.66	1.66	1.78

No se tienen datos de velocidades de viento, en general y refiriéndonos a Castilla León los vientos que traen la lluvia son los ponientes del W y ábregos del SW. La especial configuración orográfica de la Comunidad abierta por el Duero y abierta al atlántico por la zona de la DO, queda resguardada de los vientos del Norte y Noroeste (de origen cantábrico) y los del origen mediterráneo (del Este y Sureste). Las montañas actúan con su efecto Foehn protegiendo de los vientos fríos del Norte y Noroeste y de los cálidos del S y SE.



3.7. EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL/REFERENCIA Y DE CULTIVO

Los datos de evapotranspiración ponen en evidencia el déficit de humedad comparando los datos de precipitación con los de Evapotranspiración así en el observatorio de Salto de Saucelle la evaporación de referencia de Hargreaves es de 1386 mm/año, cuando la precipitación es de 530 mm, mientras que en el de Salto de Castro la evapotranspiración de referencia de Hargreaves es de 1198 mm/año, cuando la precipitación es de 594 mm.

3.7.1. Evapotranspiración potencial según Thornthwaite

Los cálculos de Thornthwaite están basados en la determinación de la evapotranspiración en función de la temperatura media, con una corrección en función de la duración astronómica del día y el número de días del mes. El método es muy empleado en Hidrología y en la estimación del balance hídrico para Climatología e Hidrología de cuencas. También es empleado en los índices y clasificaciones climáticas. El método no es adecuado para planificación y dosificación de riegos.

Thornthwaite propone la fórmula:

$$ETP_{Tho} = L \cdot 16 \cdot (10 \cdot tm / I)^a$$

tm : temperatura media mensual en °C; **I** : índice de calor anual

$$I = \sum i_j ; j = 1, \dots, 12 \quad i_j = (tm_j/5)^{1.514}$$

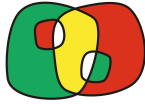
$$a = 0,000000675 \cdot I^3 - 0,0000771 \cdot I^2 + 0,01792 \cdot I + 0,49239$$

L : factor de corrección

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
ALMENDRA	10.5	15.2	30.5	42.8	72.4	108.5	142.5	127.7	87.3	51.7	23.4	12.2	724.9
SALTO CASTRO	9.6	15.1	30.5	43.6	72.9	109.7	142.0	128.0	90.0	53.5	22.8	12.4	730.2
CASTILLEJO MART. VIEJ.	14.0	18.7	33.1	44.8	71.3	107.4	134.6	124.1	88.0	53.2	25.5	15.7	730.4
BARRUECOPARDO	17.1	34.8	43.3	69.4	109.6	143.9	135.0	99.5	57.2	27.0	14.0	0.0	750.6
MIEZA	10.1	15.4	33.2	45.8	74.8	112.1	142.5	129.8	97.6	54.2	23.9	12.8	752.2
VILVIESTRE PLAGAS	10.5	17.1	34.8	43.3	69.4	109.6	143.9	135.0	99.5	57.2	27.0	14.0	761.1
SALTO ALDEADAVILA	11.0	16.3	31.8	45.8	82.6	125.6	165.1	150.0	106.8	60.3	24.8	11.9	832.0
SALTO SAUCELLE	10.8	17.4	35.0	50.8	86.3	135.3	189.5	173.1	113.8	63.7	26.5	13.7	915.9

En los observatorios completos, a efectos de comparación, tenemos:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
Salamanca	9.2	16.0	29.0	42.0	71.0	104.0	129.0	117.0	82.0	49.0	22.0	12.0	685.0
Zamora	9.7	17.0	32.0	44.0	73.0	107.0	136.0	124.0	87.0	51.0	23.0	13.0	720.0
Valladolid	9.4	16.0	31.0	42.0	72.0	104.0	134.0	124.0	86.0	50.0	22.0	12.0	705.0



Los valores de la ETP de Thornthwaite son menores en los tres observatorios completos el de Zamora el de mayor ETP es similar al de Salto de Castro y Almendra, son mucho mayores los valores de Salto de Saucelle y Salto de Aldeadávila como corresponde a su mayor termicidad.

3.7.2. Evapotranspiración potencial según Turc

Los cálculos de Turc emplean la formulación:

$$ETP_{TURi} = f_i \cdot [tm_i/(tm_i+15)] \cdot [Rs+50] \cdot c_i$$

- f_i** factor de corrección mensual: 0,37 para Febrero; 0,4 para el resto de los meses.
tm_i temperatura media mensual en °C.
Rs radiación solar media en el suelo (cal·cm⁻²·día⁻¹), calculada por medio de la expresión:

$$Rs = R_A \cdot (0,18+0,62 \cdot n_i/N_i)$$

- R_A** radiación global en el límite superior de la atmósfera
n_i horas de insolación efectiva (h/día)
N_i horas de insolación máxima (h/día)
- c_i** factor de corrección para zonas áridas, con desplazamientos de masas de aire cálido, en función de la humedad relativa del mes:
- | | |
|--------------------------|--------------|
| $c_i = 1$ | si HR > 50 % |
| $c_i = 1+[(50-HR_i)/70]$ | si HR < 50 % |

Emplean datos de insolación y humedad relativa de forma que no se pueden estimar en los observatorios de la DO. Metemos los datos de los observatorios completos de Valladolid, Zamora y Salamanca.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
Salamanca	15.2	28.8	52.7	74.1	105.2	140.5	159.7	144.8	101.0	59.1	29.9	16.6	927.3
Valladolid	15.2	29.2	56.0	77.1	106.9	142.5	169.1	149.2	102.2	58.3	28.3	15.8	949.8
Zamora	16.4	31.7	57.1	80.6	109.5	145.3	166.5	147.5	103.4	61.5	31.1	17.6	968.1

Los valores son del orden de magnitud comparados con los valores de la ETr de Hargreaves, podemos sacar las mismas conclusiones en comparación con los observatorios de la zona de la DO.



3.7.3. Evapotranspiración de referencia de Hargreaves

El método de Hargreaves utiliza parámetros térmicos y radiación solar (radiación solar extraterrestre). El método presenta la ventaja de que se puede aplicar en cualquier observatorio con datos de temperatura y que el método da resultados muy correlacionados con los obtenidos con el método de Penman (FAO 56). Estos dos métodos son los más adecuados para planificación y dosificación de riegos.

$$ETr = 0,0023 \cdot Ra \cdot (T-t)^{0,5} \cdot (tm+17,8) \quad \text{mm/día}$$

ETr : evapotranspiración del cultivo de referencia en mm/día

Ra : radiación solar extraterrestre (expresada en mm/día)

T-t : diferencia entre la media mensual de máximas y la de mínimas (°C)

tm: temperatura media del aire (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
MIEZA	24.1	35.6	66.5	90.9	126.6	158.3	183.9	165.3	119.0	68.1	34.2	22.2	1094.7
BARRUECOPARDO	37.6	72.2	93.2	128.5	165.5	192.1	174.8	123.9	70.2	36.7	23.6	0.0	1118.2
ALMENDRA	25.9	38.1	69.6	93.5	128.8	161.7	195.6	170.5	111.6	68.4	36.1	23.4	1123.3
VILVIESTRE	25.0	37.6	72.2	93.2	128.5	165.5	192.1	174.8	123.9	70.2	36.7	23.6	1143.3
CASTILLEJO	30.0	41.9	72.9	94.5	130.2	170.6	200.2	177.3	121.8	71.1	38.8	26.9	1176.3
SALTO DE CASTRO	28.0	42.8	76.4	99.7	136.5	172.4	202.9	177.4	123.5	75.0	38.0	25.6	1198.2
SALTO ALDEADAVILA	28.2	42.3	75.8	101.7	144.6	177.3	206.5	183.2	127.3	76.2	38.5	25.2	1226.8
SALTO SAUCELLE	32.0	49.4	89.5	118.7	160.7	198.5	231.6	204.8	141.3	86.3	44.5	29.2	1386.5

En los observatorios completos, a efectos de comparación, tenemos:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
Valladolid	25.6	40.0	72.6	94.3	132.3	164.9	194.2	169.2	116.8	69.2	35.4	23.0	1137.4
Zamora	24.4	39.2	70.9	92.4	127.2	159.1	183.7	161.5	112.1	66.9	34.5	22.8	1094.9
Salamanca	26.3	40.0	71.2	92.8	127.9	161.2	187.4	165.6	114.1	69.6	36.7	24.5	1117.3

Los valores de la ETr de Hargreaves son menores en los tres observatorios completos en comparación a los observatorios más térmicos de la DO; el de Zamora, el de mayor ETr, es similar al de Mieza, y el de Salamanca al de Barruecopardo, y el de Valladolid al de Almendra. Los valores de la ETr según Hargreaves son mucho mayores en los observatorios de Salto de Saucelle y Salto de Aldeadávila como corresponde a su mayor termicidad.



3.7.4. Evapotranspiración de referencia de Penman-Monteith FAO 56

La ecuación de Penman-Monteith (FAO 56) estima por medio de un modelo físico la evapotranspiración de referencia mediante la combinación de un término de radiación y de un término aerodinámico. Para dosificación y planificación del riego, el método más adecuado es el de Penman-Monteith (o de Hargreaves a falta de datos). Simplificando, la expresión tiene la forma:

$$E_{Tr} = \left[\frac{\Delta(\Delta + \gamma[1 + 0,34 \cdot U_2])}{\Delta + \gamma[1 + 0,34 \cdot U_2]} \right] \cdot \left[\frac{1}{\lambda_v} \cdot (R_n - G) \right] + \left[\frac{\gamma(\Delta + \gamma[1 + 0,34 \cdot U_2])}{\Delta + \gamma[1 + 0,34 \cdot U_2]} \right] \cdot \left[\frac{900 \cdot U_2}{(t_m + 273)} \right] \cdot [(e^\circ - ea)] \text{ mm} \cdot (\text{día})^{-1}$$

E_{Tr} = evapotranspiración según Penman-Monteith FAO 56 en mm/día

Δ = pendiente de la curva de saturación de vapor kPa/°C

γ = constante psicrométrica kPa/°C

γ* = constante psicrométrica modificada kPa/°C = γ[1 + 0,34·U₂] [kPa/°C]

R_n = radiación neta MJ·m⁻²·día⁻¹

G = flujo de calor en el suelo MJ·m⁻²·día⁻¹

t_m = temperatura media °C

U₂ = velocidad del viento a 2 metros, m/s

(e°-ea) = déficit de presión de vapor de la atmósfera, kPa

Los valores mensuales y anuales de la E_{Tr} según Penman-Monteith FAO 56 se reflejan a continuación para los observatorios completos:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
Zamora	18.6	33.2	63.6	84.0	112.9	144.4	173.7	155.8	105.1	62.5	30.1	19.4	1003.4
Salamanca	20.0	34.5	65.0	83.3	112.5	143.9	173.6	155.5	104.8	62.4	30.5	19.8	1005.8
Valladolid	18.9	35.0	67.5	85.7	113.0	147.2	181.7	165.4	111.5	63.3	30.7	18.9	1038.7

Siguiendo las conclusiones que se dijeron en los valores de la E_{Tr} de Hargreaves; los valores serán similares a los valores esperados en los observatorios de menor termicidad como los de Mieza, Barruecopardo, y Almendra. Los valores de la E_{Tr} según Penman FAO 56 serán superiores en los observatorios de Salto de Saucelle y Salto de Aldeadávila como corresponde a su mayor termicidad.

3.7.5. Evapotranspiración de cultivo

La evapotranspiración del cultivo en ausencia de falta de agua es el resultado de multiplicar la evapotranspiración de referencia por el coeficiente de cultivo.

$$E_{Tc} = E_{Tr} \cdot K_c$$



Donde, K_c depende del tipo de cultivo y su fase de desarrollo, y E_{Tr} es función de variables climáticas. Para el cálculo de la E_{Tr} se recomienda las metodologías de Penman-Monteith FAO 56 (o la de Hargreaves a falta de datos). La expresión es aplicable cuando no se produce estrés hídrico.

El uso de coeficientes de cultivo variables permite que las exigencias respondan a los períodos fenológicos efectivos. En general, el coeficiente de cultivo crece desde el desborre hasta antes del envero, y luego decrece durante la maduración hasta la caída de la hoja. Proponemos, siguiendo los datos de numerosos autores, hasta cuajado K_c que no superen 0.45, de cuajado a comienzos de envero hasta 0.6 y después de envero inferiores a 0.3 (Luis Hidalgo).

3.8. BALANCE HÍDRICO

Partiendo del conocimiento de las precipitaciones medias mensuales y de la evapotranspiración mensual estimada, podemos estudiar el balance del agua en el suelo a lo largo del año. El conocimiento del balance de humedad (balance hídrico) es necesario para definir la falta y excesos de agua y es de aplicación para las clasificaciones climáticas, definir la hidrología de una zona y para la planificación hidrológica.

El balance hídrico por el método directo consiste en definir mes a mes los siguientes parámetros (en mm):

P	precipitación media mensual	VR	variación de la reserva
ET	evapotranspiración	RTR	evapotranspiración real
P-ET	diferencia entre la P y la ET	F	falta
R	reserva	Ex	exceso

Para los balances hídricos se ha optado por usar la ETP de Thornthwaite y una reserva máxima hipotética de 100 mm a efectos de diferenciación climática. Debido al poco espesor de numerosos suelos de la zona y a efectos de diferenciación, confeccionaremos los balances hídricos para los observatorios termométricos para las reservas de suelo de 50 y 100 mm.



ALMENDRA R= 100mn

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	AÑO
P	64.7	56.6	36.9	55.9	64.6	36.4	15.0	14.6	32.5	58.5	63.5	69.2	568.4
ETPT†	10.5	15.2	30.5	42.8	72.4	108.5	142.5	127.7	87.3	51.7	23.4	12.2	724.9
P-ETP	54.2	41.4	6.4	13.1	-7.8	-72.1	-127.5	-113.1	-54.8	6.8	40.1	57.0	
R	54.2	95.6	100.0	100.0	92.2	20.1	0.0	0.0	0.0	6.8	46.8	100.0	615.7
R	100.0	100.0	100.0	100.0	92.2	20.1	0.0	0.0	0.0	6.8	46.8	100.0	665.9
VR	0.0	0.0	0.0	0.0	-7.8	-72.1	-20.1	0.0	0.0	6.8	40.1	53.2	
ETR	10.5	15.2	30.5	42.8	72.4	108.5	35.1	14.6	32.5	51.7	23.4	12.2	449.5
F	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	107.4	113.1	54.8	0.0	0.0	0.0	275.4
Ex	54.2	41.4	6.4	13.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	118.9

ALMENDRA R= 50mm

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	AÑO
P	64.7	56.6	36.9	55.9	64.6	36.4	15.0	14.6	32.5	58.5	63.5	69.2	568.4
ETPT†	10.5	15.2	30.5	42.8	72.4	108.5	142.5	127.7	87.3	51.7	23.4	12.2	724.9
P-ETP	54.2	41.4	6.4	13.1	-7.8	-72.1	-127.5	-113.1	-54.8	6.8	40.1	57.0	
R	50.0	50.0	50.0	50.0	42.2	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8	46.8	50.0	345.8
R	50.0	50.0	50.0	50.0	42.2	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8	46.8	50.0	345.8
VR	0.0	0.0	0.0	0.0	-7.8	-42.2	0.0	0.0	0.0	6.8	40.1	3.2	
ETR	10.5	15.2	30.5	42.8	72.4	78.6	15.0	14.6	32.5	51.7	23.4	12.2	399.5
F	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.9	127.5	113.1	54.8	0.0	0.0	0.0	325.4
Ex	54.2	41.4	6.4	13.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	53.8	168.9

BARRUECOPARDO R= 100mn

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	AÑO
P	145.5	145.1	112.5	65.5	84.6	60.3	20.2	17.5	54.4	102.0	123.0	117.1	1049.0
ETPT†	9.1	13.4	23.9	40.9	67.9	103.5	135.2	121.9	88.9	52.8	21.5	7.8	687.2
P-ETP	136.4	131.7	89.0	24.6	16.7	-43.7	-115.0	-104.4	-34.5	49.2	102.0	109.3	
R	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	56.3	0.0	0.0	0.0	49.2	100.0	100.0	805.7
R	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	56.3	0.0	0.0	0.0	49.2	100.0	100.0	805.7
VR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-43.7	-56.3	0.0	0.0	49.2	50.0	0.0	
ETR	9.1	13.4	23.9	40.9	67.9	103.5	76.5	17.5	54.4	52.8	21.5	7.8	489.6
F	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	58.7	104.4	34.5	0.0	0.0	0.0	197.6
Ex	136.4	131.7	89.0	24.6	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	51.8	109.3	559.5

BARRUECOPARDO R= 50mm

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	AÑO
P	145.5	145.1	112.5	65.5	84.6	60.3	20.2	17.5	54.4	102.0	123.0	117.1	1049.0
ETPT†	9.1	13.4	23.9	40.9	67.9	103.5	135.2	121.9	88.9	52.8	21.5	7.8	687.2
P-ETP	136.4	131.7	89.0	24.6	16.7	-43.7	-115.0	-104.4	-34.5	49.2	102.0	109.3	
R	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	6.3	0.0	0.0	0.0	49.2	50.0	50.0	405.7
VR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-43.7	-6.3	0.0	0.0	49.2	0.6	0.0	
ETR	9.1	13.4	23.9	40.9	67.9	103.5	26.5	17.5	54.4	52.8	21.5	7.8	439.6
F	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	108.7	104.4	34.5	0.0	0.0	0.0	247.6
Ex	136.4	131.7	89.0	24.6	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	101.0	109.3	609.5

CASTILLEJO R=100mn

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	AÑO
P	54.6	44.7	33.3	48.9	58.5	29.2	17.9	13.8	37.5	64.0	65.8	62.8	531.0
ETPT†	14.0	18.7	33.1	44.8	71.3	107.4	134.6	124.1	88.0	53.2	25.5	15.7	730.4



P-ETP	40.6	26.0	0.2	4.1	-12.8	-78.2	-116.7	-110.3	-50.8	10.8	40.3	47.1	
R	100.0	100.0	100.0	100.0	87.2	9.0	0.0	0.0	0.0	10.8	51.1	98.2	656.4
VR	1.8	0.0	0.0	0.0	-12.8	-78.2	-9.0	0.0	0.0	10.8	40.3	47.1	
ETR	14.0	18.7	33.1	44.8	71.3	107.4	26.9	13.8	37.5	53.2	25.5	15.7	461.9
F	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	107.7	110.3	50.5	0.0	0.0	0.0	268.5
Ex	38.8	26.0	0.2	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	69.1

CASTILLEJO R= 50mr

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	AÑO
P	54.6	44.7	33.3	48.9	58.5	29.2	17.9	13.8	37.5	64.0	65.8	62.8	531.0
ETPT	14.0	18.7	33.1	44.8	71.3	107.4	134.6	124.1	88.0	53.2	25.5	15.7	730.4
P-ETP	40.6	26.0	0.2	4.1	-12.8	-78.2	-116.7	-110.3	-50.8	10.8	40.3	47.1	
R	50.0	50.0	50.0	50.0	37.2	0.0	0.0	0.0	0.0	10.8	50.0	50.0	348.0
VR	0.0	0.0	0.0	0.0	-12.8	-37.2	0.0	0.0	0.0	10.8	39.2	0.0	
ETR	14.0	18.7	33.1	44.8	71.3	66.4	17.9	13.8	37.5	53.2	25.5	15.7	411.9
F	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	41.0	116.7	110.3	50.5	0.0	0.0	0.0	318.5
Ex	40.6	26.0	0.2	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	47.1	119.1

MIEZA R= 100mm

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	AÑO
P	86.8	68.8	48.4	62.3	70.0	35.5	14.7	18.9	47.4	87.8	84.2	85.7	710.5
ETPT	10.1	15.4	33.2	45.8	74.8	112.7	142.5	129.8	97.6	54.2	23.9	12.8	752.2
P-ETP	76.7	53.4	15.2	16.5	-4.8	-76.6	-127.8	-110.9	-50.2	33.6	60.3	72.9	
R	100.0	100.0	100.0	100.0	95.2	18.6	0.0	0.0	0.0	33.6	93.9	100.0	741.2
VR	0.0	0.0	0.0	0.0	-4.8	-76.6	-18.6	0.0	0.0	33.6	60.3	6.1	
ETR	10.1	15.4	33.2	45.8	74.8	112.7	33.3	18.9	47.4	54.2	23.9	12.8	481.8
F	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	109.3	110.9	50.2	0.0	0.0	0.0	270.4
Ex	76.7	53.4	15.2	16.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	66.7	228.7

MIEZAR=50mn

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	AÑO
P	86.8	68.8	48.4	62.3	70.0	35.5	14.7	18.9	47.4	87.8	84.2	85.7	710.5
ETPT	10.1	15.4	33.2	45.8	74.8	112.7	142.5	129.8	97.6	54.2	23.9	12.8	752.2
P-ETP	76.7	53.4	15.2	16.5	-4.8	-76.6	-127.8	-110.9	-50.2	33.6	60.3	72.9	
R	50.0	50.0	50.0	50.0	45.2	0.0	0.0	0.0	0.0	33.6	50.0	50.0	378.8
VR	0.0	0.0	0.0	0.0	-4.8	-45.2	0.0	0.0	0.0	33.6	16.4	0.0	
ETR	10.1	15.4	33.2	45.8	74.8	80.7	14.7	18.9	47.4	54.2	23.9	12.8	431.8
F	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.4	127.8	110.9	50.2	0.0	0.0	0.0	320.4
Ex	76.7	53.4	15.2	16.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	43.9	72.9	278.7

SALTO DE ALDEADÁVILA R= 100mm

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	AÑO
P	87.0	84.0	50.0	58.0	58.0	36.0	12.0	10.0	37.0	74.0	83.0	79.0	668.0
ETPT	11.0	16.3	31.8	45.8	82.6	125.6	165.1	150.0	106.4	60.3	24.8	11.9	832.0
P-ETP	76.0	67.7	18.2	12.2	-24.6	-89.6	-153.1	-140.0	-69.8	13.7	58.2	67.1	
R	100.0	100.0	100.0	100.0	75.4	0.0	0.0	0.0	0.0	13.7	71.9	100.0	661.0
VR	0.0	0.0	0.0	0.0	-24.6	-75.4	0.0	0.0	0.0	13.7	58.2	28.1	
ETR	11.0	16.3	31.8	45.8	82.6	111.4	12.0	10.0	37.0	60.3	24.8	11.9	454.9
F	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.2	153.1	140.0	69.8	0.0	0.0	0.0	377.1
Ex	76.0	67.7	18.2	12.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	39.0	213.1



SALTO DE ALDEADÁVILA R= 50mm

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	AÑO
P	87.0	84.0	50.0	58.0	58.0	36.0	12.0	10.0	37.0	74.0	83.0	79.0	668.0
ETPT†	11.0	16.3	31.8	45.8	82.6	125.6	165.1	150.0	106.1	60.3	24.8	11.9	832.0
P-ETP	76.0	67.7	18.2	12.2	-24.6	-89.6	-153.1	-140.0	-69.8	13.7	58.2	67.1	
R	50.0	50.0	50.0	50.0	25.4	0.0	0.0	0.0	0.0	13.7	50.0	50.0	339.7
VR	0.0	0.0	0.0	0.0	-24.6	-25.4	0.0	0.0	0.0	13.7	36.3	0.0	
ETR	11.0	16.3	31.8	45.8	82.6	61.4	12.0	10.0	37.0	60.3	24.8	11.9	404.9
F	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	64.2	153.1	140.0	69.8	0.0	0.0	0.0	427.1
Ex	76.0	67.7	18.2	12.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.9	67.1	263.1

SALTO DE CASTRO R= 100mm

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	AÑO
P	74.9	57.8	39.9	55.7	55.3	35.2	13.8	18.3	35.2	65.0	64.6	78.7	594.4
ETPT†	9.6	15.1	30.5	43.6	72.9	109.7	142.0	128.0	90.0	53.8	22.8	12.4	730.2
P-ETP	65.3	42.7	9.4	12.1	-17.6	-74.5	-128.2	-109.7	-54.8	11.2	41.8	66.3	
R	100.0	100.0	100.0	100.0	82.4	7.9	0.0	0.0	0.0	11.2	53.3	100.0	655.7
VR	0.0	0.0	0.0	0.0	-17.6	-74.5	-7.9	0.0	0.0	11.2	41.8	46.7	
ETR	9.6	15.1	30.5	43.6	72.9	109.7	21.7	18.3	35.2	53.8	22.8	12.4	445.4
F	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	120.3	109.7	54.8	0.0	0.0	0.0	284.9
Ex	65.3	42.7	9.4	12.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.6	149.0

SALTO DE CASTRO R= 50mm

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	AÑO
P	74.9	57.8	39.9	55.7	55.3	35.2	13.8	18.3	35.2	65.0	64.6	78.7	594.4
ETPT†	9.6	15.1	30.5	43.6	72.9	109.7	142.0	128.0	90.0	53.8	22.8	12.4	730.2
P-ETP	65.3	42.7	9.4	12.1	-17.6	-74.5	-128.2	-109.7	-54.8	11.2	41.8	66.3	
R	50.0	50.0	50.0	50.0	32.4	0.0	0.0	0.0	0.0	11.2	50.0	50.0	344.0
VR	0.0	0.0	0.0	0.0	-17.6	-32.4	0.0	0.0	0.0	11.2	38.5	0.0	
ETR	9.6	15.1	30.5	43.6	72.9	67.6	13.8	18.3	35.2	53.8	22.8	12.4	395.4
F	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.1	128.2	109.7	54.8	0.0	0.0	0.0	334.9
Ex	65.3	42.7	9.4	12.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	66.3	199.0

SALTO DE SAUCELLE R= 100mm

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	AÑO
P	65.6	48.7	32.5	43.2	55.1	29.8	16.6	15.0	39.3	60.3	61.1	63.4	530.6
ETPT†	10.8	17.4	35.0	50.8	86.3	135.3	189.5	173.1	113.1	63.7	26.5	13.7	915.9
P-ETP	54.8	31.3	-2.5	-7.6	-31.2	-105.3	-172.9	-158.1	-74.8	-3.4	34.6	49.7	
R	100.0	100.0	97.5	89.9	58.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.6	84.2	565.0
VR	15.8	0.0	-2.5	-7.6	-31.2	-58.7	0.0	0.0	0.0	0.0	34.6	49.7	
ETR	10.8	17.4	35.0	50.8	86.3	88.5	16.6	15.0	39.3	60.3	26.5	13.7	460.2
F	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	46.8	172.9	158.1	74.5	3.4	0.0	0.0	455.7
Ex	39.1	31.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	70.4

SALTO DE SAUCELLE R=50mm

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	AÑO
P	65.6	48.7	32.5	43.2	55.1	29.8	16.6	15.0	39.3	60.3	61.1	63.4	530.6
ETPT†	10.8	17.4	35.0	50.8	86.3	135.3	189.5	173.1	113.1	63.7	26.5	13.7	915.9
P-ETP	54.8	31.3	-2.5	-7.6	-31.2	-105.3	-172.9	-158.1	-74.8	-3.4	34.6	49.7	
R	50.0	50.0	47.5	39.9	8.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.6	50.0	280.7
VR	0.0	0.0	-2.5	-7.6	-31.2	-8.7	0.0	0.0	0.0	0.0	34.6	15.4	



ETR	10.8	17.4	35.0	50.8	86.3	38.5	16.6	15.0	39.3	60.0	26.5	13.7	410.2
F	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	96.8	172.9	158.1	74.5	3.4	0.0	0.0	505.7
Ex	54.8	31.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.2	120.4

VILVIESTRE R= 100mr

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	AÑO
P	71.0	63.8	35.8	56.2	75.2	36.0	16.1	18.6	44.7	76.0	81.9	97.4	672.7
ETPT	10.5	17.1	34.8	43.3	69.4	109.6	143.9	135.0	99.5	57.2	27.0	14.0	761.7
P-ETP	60.5	46.7	1.0	12.9	5.8	-73.6	-127.8	-116.4	-54.8	18.8	54.9	83.4	
R	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	26.4	0.0	0.0	0.0	18.8	73.8	100.0	719.7
VR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-73.6	-26.4	0.0	0.0	18.8	54.9	26.2	
ETR	10.5	17.1	34.8	43.3	69.4	109.6	42.5	18.6	44.7	57.2	27.0	14.0	488.6
F	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	101.4	116.4	54.8	0.0	0.0	0.0	272.6
Ex	60.5	46.7	1.0	12.9	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	57.2	184.7

VILVIESTRE R= 500mn

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	AÑO
P	71.0	63.8	35.8	56.2	75.2	36.0	16.1	18.6	44.7	76.0	81.9	97.4	672.7
ETPT	10.5	17.1	34.8	43.3	69.4	109.6	143.9	135.0	99.5	57.2	27.0	14.0	761.7
P-ETP	60.5	46.7	1.0	12.9	5.8	-73.6	-127.8	-116.4	-54.8	18.8	54.9	83.4	
R	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.8	50.0	50.0	368.8
VR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-50.0	0.0	0.0	0.0	18.8	31.2	0.0	
ETR	10.5	17.1	34.8	43.3	69.4	86.0	16.1	18.6	44.7	57.2	27.0	14.0	438.6
F	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.6	127.8	116.4	54.8	0.0	0.0	0.0	322.6
Ex	60.5	46.7	1.0	12.9	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.8	83.4	234.7

Considerando solo las faltas y los excesos tenemos (con ETP Thornthwaite y Reserva máxima 100):

EXCESOS	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	AÑO
CASTILLEJO	38.8	26.0	0.2	4.1	-	-	-	-	-	-	-	-	69.1
SALTO SAUCELLE	39.1	31.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70.4
ALMENDRA	54.2	41.4	6.4	13.1	-	-	-	-	-	-	-	3.8	118.9
SALTO CASTRO	65.3	42.7	9.4	12.1	-	-	-	-	-	-	-	19.6	149.0
VILVIESTRE	60.5	46.7	1.0	12.9	5.8	-	-	-	-	-	0.0	57.2	184.1
SALTO ALDEADÁVILA	76.0	67.7	18.2	12.2	-	-	-	-	-	-	0.0	39.0	213.1
MIEZA	76.7	53.4	15.2	16.5	-	-	-	-	-	-	0.0	66.7	228.7
BARRUECOPARDO	136.4	131.7	89.0	24.6	16.7	-	-	-	-	-	51.8	109.3	559.5
FALTAS	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	AÑO
BARRUECOPARDO	-	-	-	-	-	-	58.7	104.4	34.5	-	-	-	197.6
CASTILLEJO	-	-	-	-	-	-	107.7	110.3	50.5	-	-	-	268.5
MIEZA	-	-	-	-	-	-	109.3	110.9	50.2	-	-	-	270.4
VILVIESTRE	-	-	-	-	-	-	101.4	116.4	54.8	-	-	-	272.6
ALMENDRA	-	-	-	-	-	-	107.4	113.1	54.8	-	-	-	275.4
SALTO CASTRO	-	-	-	-	-	-	120.3	109.7	54.8	-	-	-	284.9
SALTO ALDEADÁVILA	-	-	-	-	-	14.2	153.1	140.0	69.8	-	-	-	377.1
SALTO SAUCELLE	-	-	-	-	-	46.8	172.9	158.1	74.5	3.4	-	-	455.7



Como era de esperar marca diferencias claras las diferentes precipitaciones. Así Barruecopardo y Mieza que tienen altas precipitaciones son los que menos falta y más exceso muestran. Salto de Saucelle muestra el otro extremo el menor exceso y la mayor falta, tanto debido a su termicidad como a sus 530 mm de precipitación.

3.9. INDICE Y CLASIFICACIONES CLIMÁTICAS

3.9.1. Índices climáticos

Los índices climáticos combinan analíticamente varios elementos con el fin de establecer diferentes tipos climáticos sintéticos. Un inconveniente de estos índices es la falta de generalidad y objetividad; además en el cálculo de éstos se utilizan valores medios prescindiendo de la variabilidad temporal. No obstante, suelen ser útiles ya que nos aproximan rápidamente al clima de la zona y a su diferenciación climática.

3.9.1.1. Índice de Lang

Está definido por medio de la expresión:

$$P_f = P/tm$$

P : precipitación media anual en mm.
 tm : temperatura media anual en °C.

Índice Lang	CLIMA
>160	Húmedo
160-100	Templado húmedo
100-60	Templado cálido
60-40	Semiárido
0-40	Arido

Observatorio	I. Lang	
SALTO DE SAUCELLE	31.7	Árida
CASTILLEJO MART. VIEJ	40.0	Semiárido-Arido
SALTO ALDEADAVILA	43.6	Húmedas de estepa
ALMENDRA	44.3	Semiárido
SALTO DE CASTRO	45.9	Semiárido
VILVIESTRE PLAGAS	48.2	Semiárido
MIEZA	52.2	Semiárido
BARRUECOPARDO	89.9	Templado cálido



Todos los observatorios tienen un valor mayoritario entre 40 y 60 estaríamos dentro del Semiárido (algunos autores lo denominan Sabana). El observatorio de Salto de Saucelle por su gran termicidad nos da como valor dentro del Árido, y el de Barruecopardo por su gran precipitación Templado húmedo (Húmedo de bosque). El límite de 40 separa el óptimo de las delimitadas como zonas áridas, se sitúa en la meseta a unos 41° de latitud, en nuestra zona tenemos dos observatorios debajo de ese límite.

3.9.1.2. Índice de De Martonne

Representado por la formulación:

$$I_a = P/[tm+10]$$

P : precipitación media anual en mm.

tm : temperatura media anual en °C

I. Martonne	CLIMA
>60	Per-húmedo
60-30	Húmedo
30-20	Sub-húmedo
20-15	Semiárido (mediterráneo)
15-5	Árido (estepario)
5-0	Árido extremo (desierto)

De naturaleza similar al índice anterior, es más apropiada para climas fríos al sumar una constante al denominador y evitar, de esta manera, los valores negativos.

Observatorio	I.Martonne	
SALTO DE SAUCELLE	19.9	Semiárido tipo mediterráneo
CASTILLEJO MART. VIEJ.	22.8	Subhúmeda
ALMENDRA	24.9	Subhúmeda
SALTO DE CASTRO	25.9	Subhúmeda
SALTO ALDEADAVILA	26.4	Subhúmeda
VILVIESTRE PLAGAS	28.1	Subhúmeda
MIEZA	30.1	Húmeda
BARRUECOPARDO	48.4	Húmeda

El límite de 20 nos separa las zonas húmedas y las semiáridas. El valor de 19.9 de Salto de Saucelle, en el límite del semiárido, está dentro de la delimitación semiárida de la meseta española (16,5 Zamora, 16,4 Valladolid, 18,2 Madrid, 17,5 Badajoz).

Salvo el de Salto de Saucelle que nos da semiárido de tipo mediterráneo, la mayoría salvo Mieza y Barruecopardo (Húmedo) nos dan de tipo Subhúmedo.



3. 9.1.3. Índice de Emberger

El índice de Emberger se obtiene considerando la precipitación media anual, la temperatura media de las máximas del mes más cálido y la temperatura media de las mínimas del mes más frío. El índice de Emberger o cociente pluviotérmico se calcula mediante la expresión:

$$Q = \frac{100 \cdot P}{2 \cdot (T_{12} + t_1)/2 \cdot (T_{12} - t_1)} \quad \text{Con } T_{12} \text{ y } t_1 \text{ en } ^\circ\text{C}$$

- Q : índice de Emberger
 P : precipitación media anual en mm
 T₁₂ : temperatura media de las máximas del mes más cálido (en °C)
 t₁ : temperatura media de las mínimas del mes más frío (en °C)

En 1955, Emberger introduce una nueva expresión para cuando el valor de t₁ (°C) sea menor que cero. La expresión del índice de Emberger modificado es:

$$Q = \frac{1000 \cdot P}{(T_{12} + t_1)/2 \cdot (T_{12} - t_1)} \quad \text{Con } T_{12} \text{ y } t_1 \text{ en K Para } t_1 < 0$$

- T₁₂ : temperatura media de las máximas del mes más cálido (en K)
 t₁ : temperatura media de las mínimas del mes más frío (en K)

Q	CLIMA
>90	Húmedo
90-50	Sub-húmedo
50-30	Semiárido
30-0	Árido

Observatorio	I Emberger	
SALTO DE SAUCELLE	39.8	Semiárido
CASTILLEJO MART. VIE	55.2	Sub-húmedo
ALMENDRA	58.8	Sub-húmedo
SALTO ALDEADAVILA	59.1	Sub-húmedo
SALTO DE CASTRO	64.9	Sub-húmedo
VILVIESTRE PLAGAS	68.9	Sub-húmedo
MIEZA	77.8	Sub-húmedo
BARRUECOPARDO	124.8	Húmedo



Observatorio	I Emberger	"t1"	Heladas	
SALTO DE CASTRO	64.9	-0.3	Muy frecuentes	Mediterráneo templado
BARRUECOPARDO	124.8	-0.2	Muy frecuentes	Mediterráneo húmedo
ALMENDRA	58.8	0.8	Frecuentes	Mediterráneo templado
CASTILLEJO MART. VIE	55.2	1.4	Frecuentes	Mediterráneo templado
MIEZA	77.8	1.7	Frecuentes	Mediterráneo templado
VILVIESTRE PLAGAS	68.9	1.9	Frecuentes	Mediterráneo templado
SALTO ALDEADAVILA	59.1	2.4	Frecuentes	Mediterráneo templado
SALTO DE SAUCELLE	39.8	2.4	Frecuentes	Mediterráneo semiárido

Tenemos las mismas diferencias que antes Salto de Saucelle semiárido, Barruecopardo Húmedo y el resto Sub-húmedo. Subhúmeda engloba en la Península a comarcas de Cataluña y Galicia, zonas de la meseta elevadas, e incluso enclaves costeros como Lisboa. Semiárido se da en zonas de la altiplanicie castellana (Valladolid, Madrid, Zamora, Palencia, Cáceres, etc.) incluso parte de la periferia costera (Tortosa, Valencia, Cádiz, Faro, etc.)

La temperatura media de las mínimas del mes más frío puede ser considerada como un factor limitante, por estar íntimamente ligada con el rigor y la duración del período de heladas. La mayoría de los observatorios presentan temperaturas entre 0 y 3 grados y se encuadran según Emberger en heladas frecuentes (invierno fresco). Excepción de Salto de Castro y Barruecopardo.

Así mismo se define los géneros según Emberger, en función de donde esté el punto de intersección de Q y t1 en una gráfica de definición del género. Salvo Barruecopardo (mediterráneo húmedo) y Salto de Saucelle (el otro extremo como mediterráneo semiárido) nos encontramos en el Mediterráneo templado semiárido (en correspondencia con la formación vegetal de olivo, alcornoque y lentisco) según Emberger.

9.1.4. Índice de Dantin-Revenga

El índice se estima por medio del cociente entre la temperatura media anual y las precipitaciones anuales:

$$DR = 100 \cdot tm/P$$



“tm” =Temperatura media anual (°C)

P = Precipitaciones anuales (mm)

DR	CLIMA
0-2	España húmeda
2-3	España semiárida
3-6	España árida
>6	España sub-desértica

Observatorio	Ind. D-R	
BARRUECOPARDO	1.11	España húmeda
MIEZA	1.91	España húmeda
VILVIESTRE PLAGAS	2.07	España semiárida
SALTO DE CASTRO	2.18	España semiárida
ALMENDRA	2.26	España semiárida
SALTO ALDEADAVILA	2.30	España semiárida
CASTILLEJO MA. VIJ.	2.50	España semiárida
SALTO DE SAUCELLE	3.15	España árida

El clima queda caracterizado como semiárido salvo Barruecopardo (húmedo) y Salto de Saucelle (árido).

9.1.5. Índice termicidad de Rivas Martínez

El tipo de vegetación de un área geográfica está directamente relacionada con la Climatología. Rivas-Martínez, 1987, estableció una serie de índices climáticos que relacionan los factores climáticos (temperatura y precipitación) con la vegetación. Respecto a la temperatura, para la región mediterránea se utiliza el índice de termicidad “It”. Se define como la suma en décimas de grado de T (temperatura media anual), m (temperatura media de las mínimas del mes más frío) y M (temperatura media de las máximas del mes más frío). It es, por lo tanto, un índice que pondera la intensidad del frío, factor limitante para muchas plantas y comunidades vegetales. La correlación entre los valores de este índice y la vegetación es bastante satisfactoria en los climas cálidos y templados.

$$It = (T + m + M) 10.$$

	M	m	T	It	
BARRUECOPARDO	-0.19230769	6.4	11.6656517	178.73	Supramediterráneo
ALMENDRA	0.75	8.9	12.82	224.73	Mesomediterráneo



SALTO CASTRO	-0.28888889	9.9	12.9421957	225.53	Mesomediterraneo
MIEZA	1.676	9	13.6015929	242.78	Mesomediterraneo
CASTILLEJO MART. VIE.	1.39444444	10.7	13.2612454	253.56	Mesomediterraneo
VILVIESTRE PLAGAS	1.86666667	9.8	13.9563312	256.23	Mesomediterraneo
SALTO ALDEADAVILA	2.37	10.5	15.3309785	282.01	Mesomediterraneo
SALTO SAUCELLE	2.42571429	12.7	16.7253466	318.51	Mesomediterraneo

Tenemos en casi todos los observatorios valores entre 210 y 300, por lo se encuadran en el piso mesomediterráneo. El índice de termicidad nos encuadra la zona como Mesomediterráneo en general; salvo Barruecopardo.

9.1.6. Índice de mediterraneidad de Rivas Martínez

Es el cociente entre el valor de la evapotranspiración media estival de Thornthwaite (ETP Th verano), y la precipitación en mm del mismo período (Pv). Se han considerado mediterráneos aquellos territorios en los que el índice de termicidad es mayor de 2,5.

	ETOP v	Pverano	Im3
BARRUECOPARDO	378.4	97.93	3.86
VILVIESTRE PLAGAS	388.5	70.7	5.49
MIEZA	384.4	69.1	5.56
SALTO CASTRO	379.7	67.3	5.64
ALMENDRA	378.7	66	5.73
CASTILLEJO MART. VIEJ.	366.1	60.9	6.01
SALTO ALDEADAVILA	440.7	58	7.59
SALTO SAUCELLE	497.9	61.4	8.10

9.1.7. Criterios de aridez de la UNESCO

Según los criterios de la UNESCO, 1979, se clasifican las zonas áridas a partir de la precipitación, la evapotranspiración, la temperatura, el número de meses secos y el período de sequía. Se clasifica así la:

- Aridez (zonas): Relación P/ET
- Tipo de invierno: con tm_1 y tm_{12}
- Número de meses secos: meses con $P_i < 30$ mm
- Período de sequía



	ETr año	Paño	P/ETr	tm1	tm12	Meses secos
SALTO SAUCELLE	1386.5	530.6	0.382	6.5	23.5	3
CASTILLEJO MART. VIEJ.	1176.3	531.1	0.451	6.5	22.1	3
SALTO CASTRO	1198.2	594.4	0.496	5.4	22.9	2
ALMENDRA	1123.3	568.40	0.506	5.30	22.9	2
SALTO ALDEADAVILA	1226.8	669	0.545	6.8	25.8	2
VILVIESTRE PLAGAS	1143.3	673	0.588	7.1	27.5	2
MIEZA	1094.7	710.5	0.649	6	23.1	2
BARRUECOPARDO	1118.2	1049	0.938	3.3	21.8	2

El método de la UNESCO (1979) propone una clasificación de las zonas áridas del mundo basada en el valor de la relación entre la precipitación anual y la evapotranspiración calculada según el método de Penman (en los observatorios termométricos no se puede calcular y se ha optado por recoger el valor de la ETr según Hargreaves). Esta clasificación ha tenido gran aceptación tanto por su mayor sencillez como por su terminología. En los observatorios de Salto de Saucelle, Castillejo y Salto de Castro tenemos valores entre 0.2 y 0.5 (semiárido). En esta zona es posible el pastoreo y el regadío.

En el resto (excluyendo Barruecopardo) tenemos una relación P/ET entre 0,5 y 0,75 (zona semi-húmeda). En esta zona la agricultura tiene un uso normal.

Según la temperatura se define el tipo de invierno y el tipo de verano en función de las temperaturas medias del mes más frío y del más cálido, respectivamente. Al presentarse temperaturas medias del mes más frío entre 0 y 10 tenemos un tipo de invierno frío, y al ser la temperatura media del mes más cálido entre 20 y 30 se tiene un tipo de verano cálido.

El número de meses secos se contabilizan considerando el número de meses "i" en los cuales se verifica que $P_i < 30$ mm, en la zona tenemos un número que oscila entre 2 y 3.

Por último, el período de sequía se caracteriza según la estación o estaciones en las que se produce el período de sequía. En la zona de estudio se tiene la sequía máxima en verano.



3.9.2. Clasificación de Rivas-Martínez

La clasificación de Rivas-Martínez es una de las más aplicadas y completas a nivel mundial. Aquí se ha aplicado a los observatorios de la zona y los cercanos a la zona empleando la aplicación: www.ucm.es/info/cif (Sistema de Clasificación Bioclimática Mundial del Centro de Investigaciones Fitosociológicas).

	Salto de Castro	Salamanca	Mieza	
Cintura Latitudinal	Eutemplada	Eutemplada	Eutemplada	
Tipo Continentalidad	Oceánico	Oceánico	Oceánico	
Subtipo Continentalidad	Semicontinental acusado	Semicontinental atenuado	Semicontinental atenuado	
Macrobioclima	Mediterráneo	Mediterráneo	Mediterráneo	
Horizonte termotípico	Mesomediterráneo superior	Supramediterráneo inferior	Supramediterráneo inferior	
Tipo ómbrico	Subhúmedo inferior	Seco superior	Subhúmedo superior	
	Barruecopardo	Almendra	Aldeadavila	Zamora
Cintura Latitudinal	Eutemplada	Eutemplada	Eutemplada	Eutemplada
Tipo Continentalidad	Oceánico	Oceánico	Oceánico	Oceánico
Subtipo Continentalidad	Semicontinental acusado	Semicontinental acusado	Semicontinental acusado	Semicontinental atenuado
Macrobioclima	Mediterráneo	Mediterráneo	Mediterráneo	Mediterráneo
Horizonte termotípico	Supramediterráneo inferior	Supramediterráneo inferior	Mesomediterráneo inferior	Supramediterráneo inferior
Tipo ómbrico	Húmedo inferior	Subhúmedo superior	Subhúmedo inferior	Seco inferior

Se observa sobremanera la gran diferencia entre los observatorios de la D.O. con los de Zamora y Salamanca sobre todo el tipo ómbrico. Los observatorios de Salto de Castro y Aldeadávila dan como resultado, a diferencia del resto, un horizonte termotípico de Mesomediterráneo.

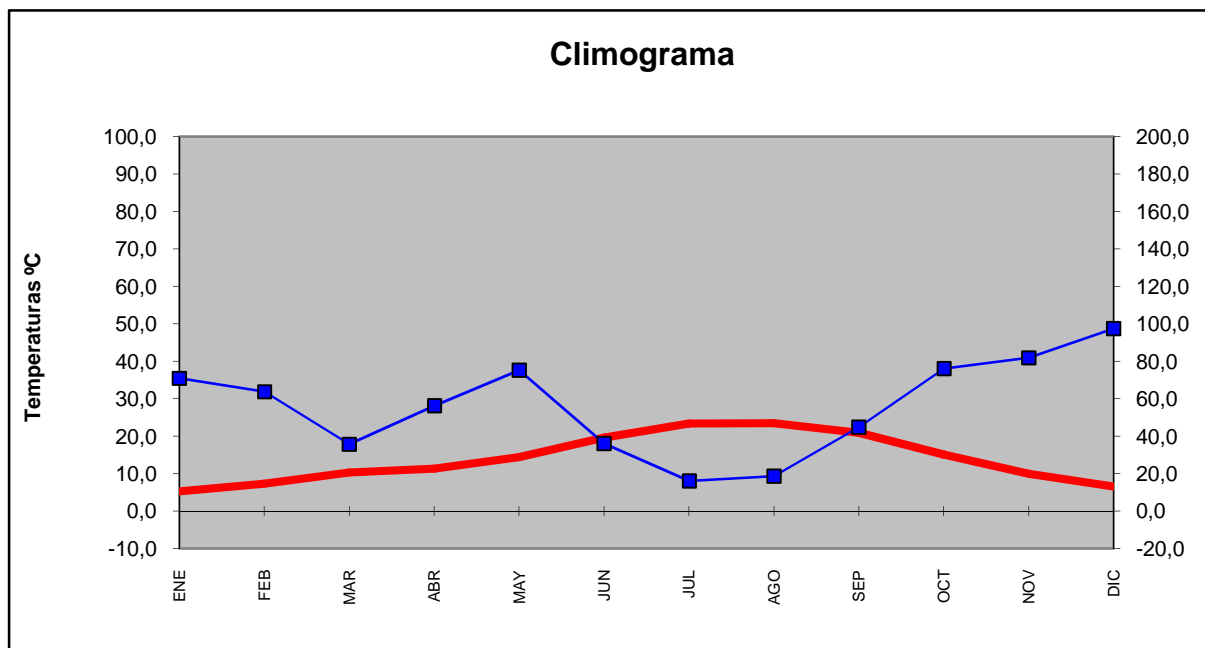
3.9.3. Diagrama Ombrotérmico de Gaussen

Aunque no es una clasificación propiamente dicha, el diagrama ombrotérmico de Gaussen permite la diferenciación climática identificando el período seco en el cual la precipitación es inferior a dos veces la temperatura media (como aproximación a la sequedad estacional considerando $2 \cdot t_m$ una estimación de la evapotranspiración). Para su representación, en el eje X se ponen los doce meses del año y en un doble eje Y se pone en un lado las precipitaciones medias mensuales (en mm) y en el otro las temperaturas medias mensuales (en °C). Se debe considerar que la escala de precipitaciones debe ser doble que la de temperaturas. Si $P \leq 2 \cdot t_m$ la curva de precipitaciones estará por debajo de la curva de

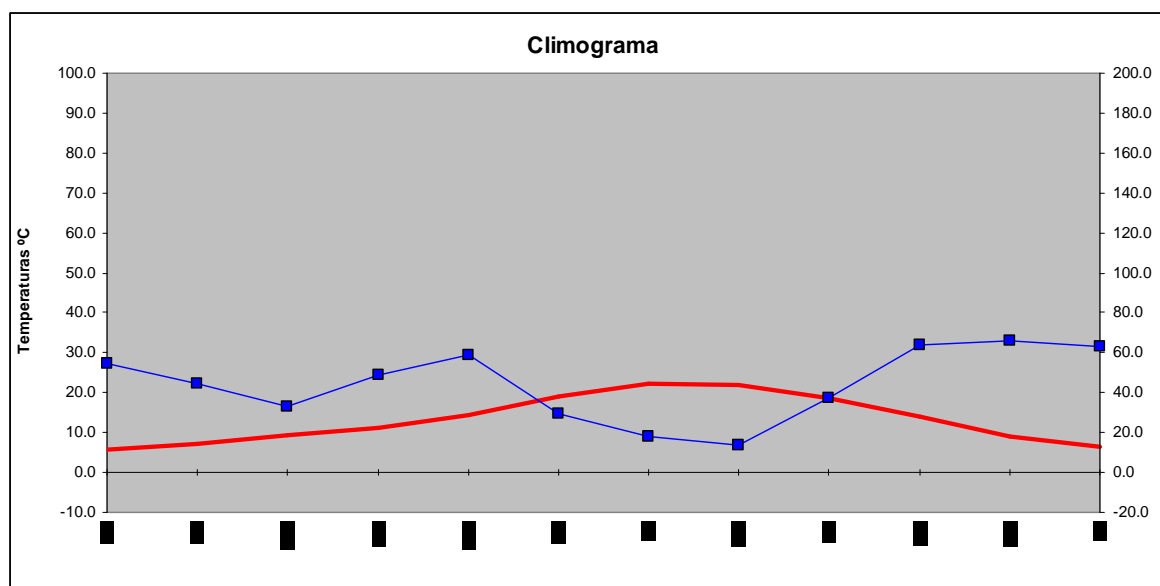


temperaturas y el área comprendida entre las dos curvas nos indicará la duración e intensidad del período de sequía.

BARRUECOPARDO

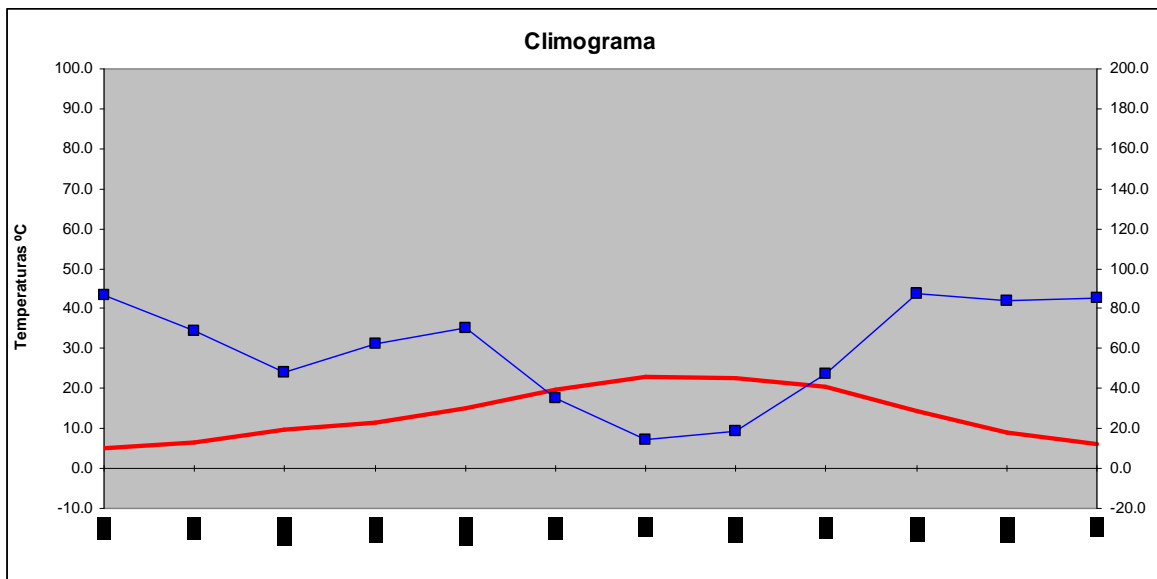


CASTILLEJO

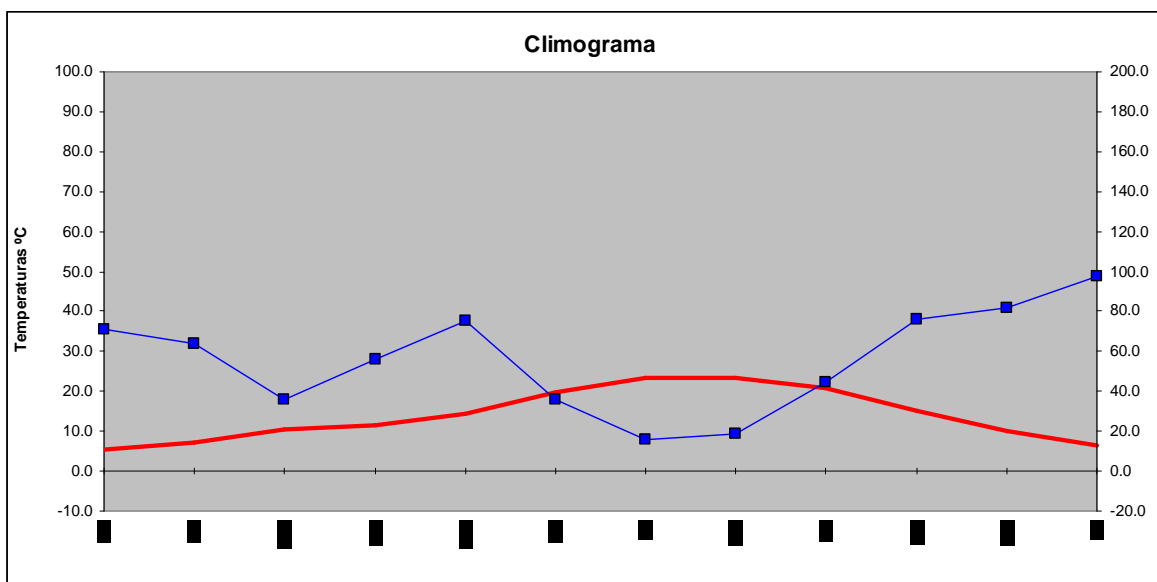




MIEZA

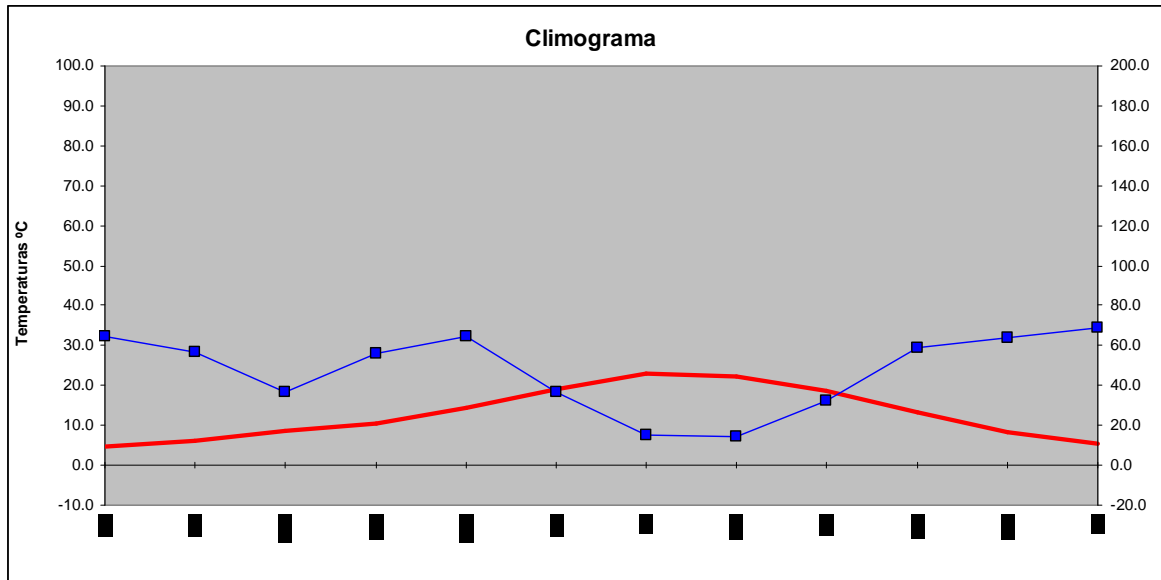


VILVIESTRE

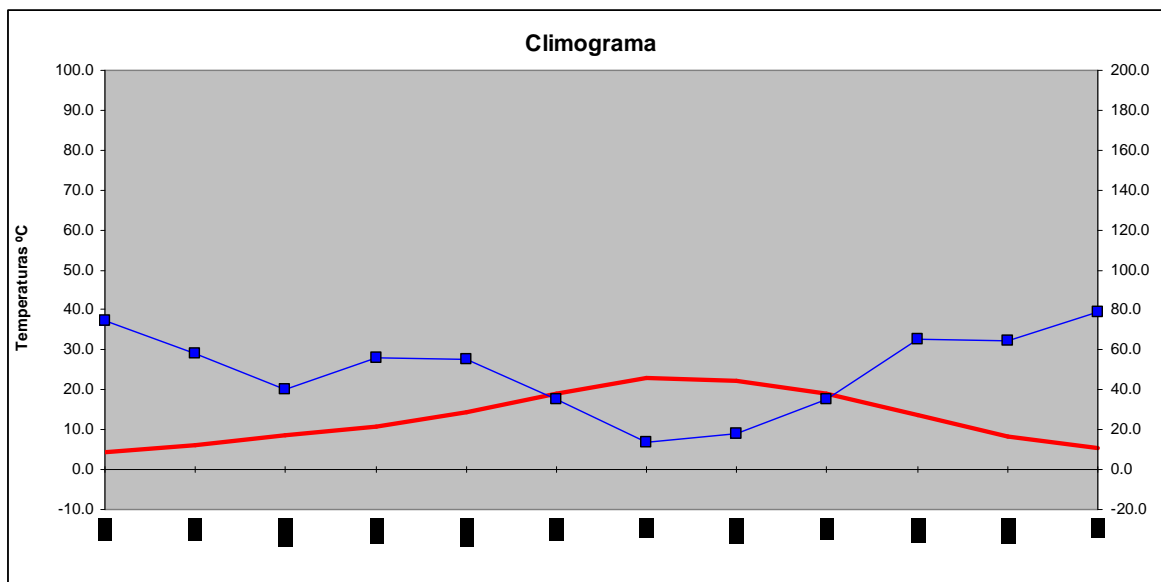




ALMENDRA

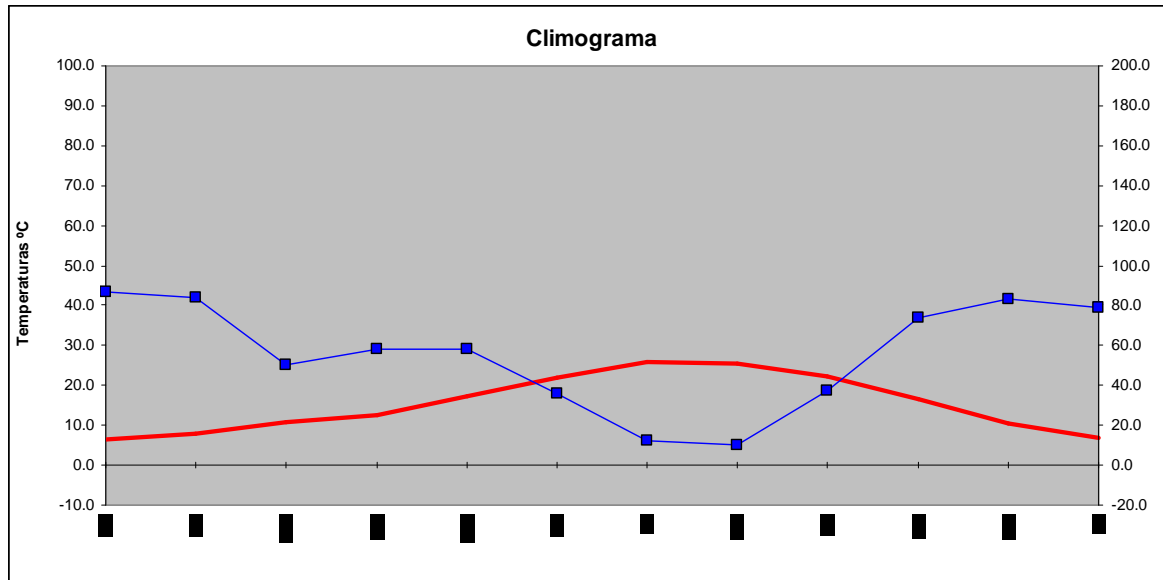


SALTO CASTRO

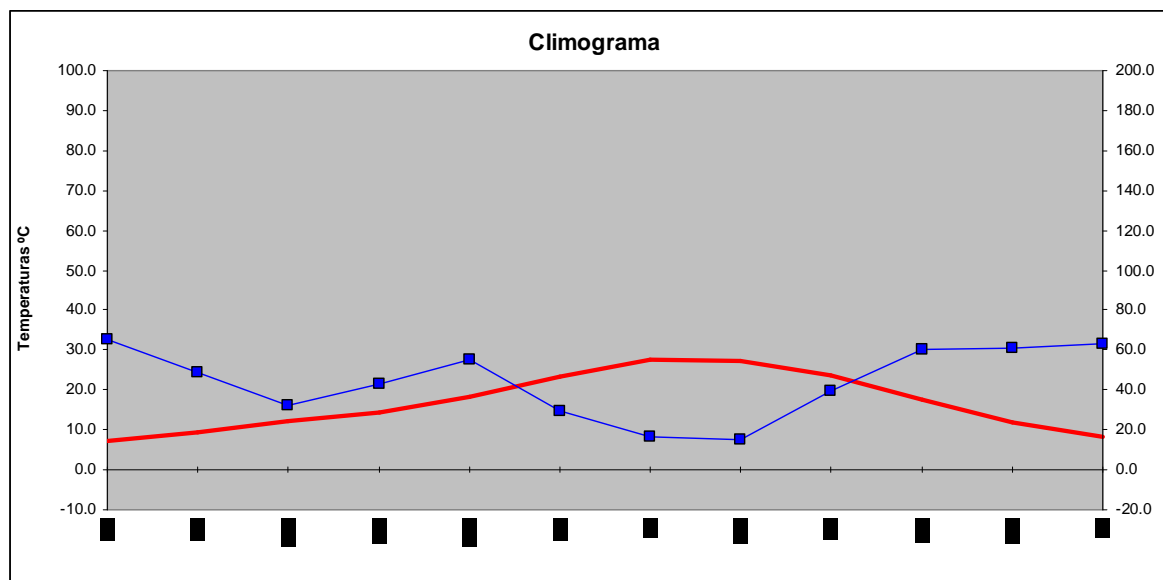




SALTO ALDEADÁVILA



SALTO SAUCELLE

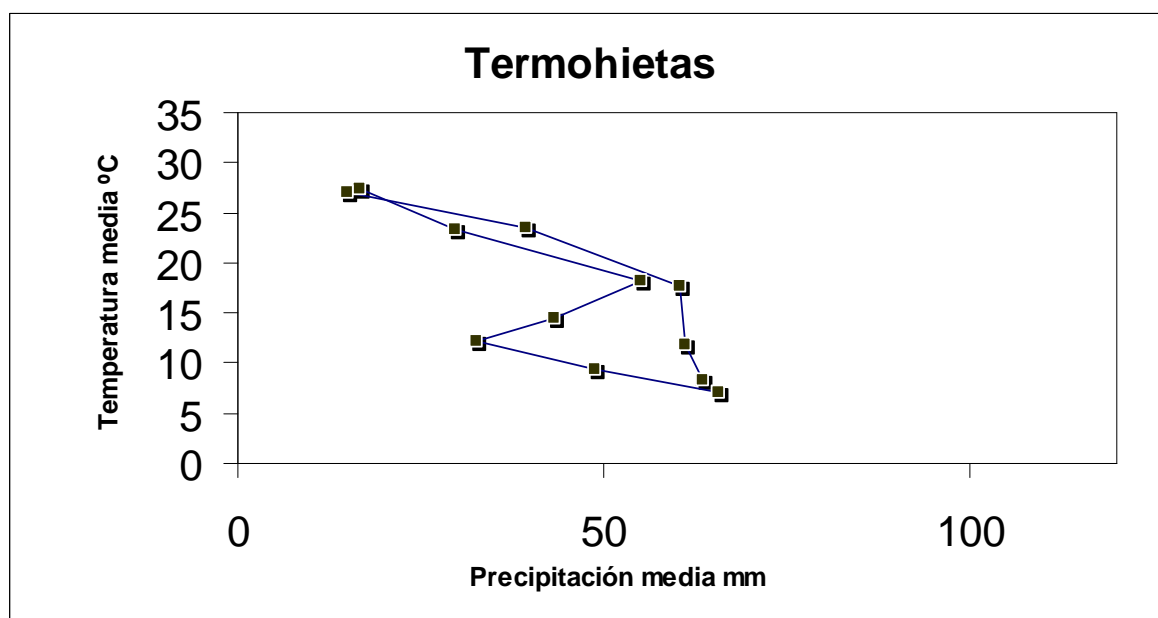




3.9.3.1. Diagrama de Termohietas.

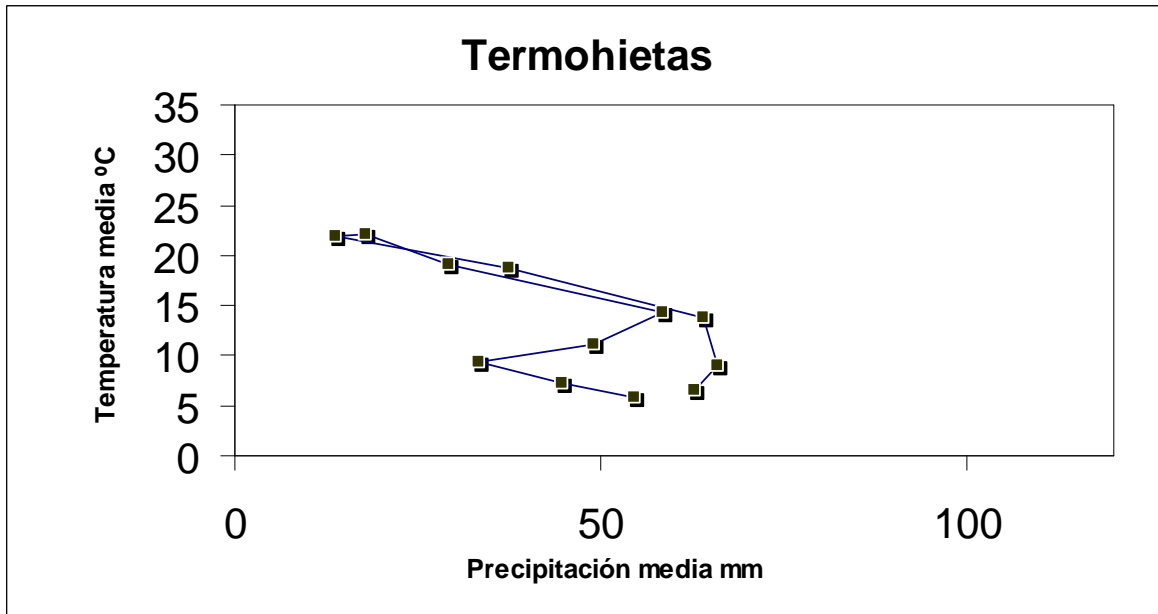
Complementando el diagrama ombrotérmico, el diagrama de termohietas o climograma representa, generalmente, en el eje Y las temperaturas medias mensuales (°C) y en el eje X las precipitaciones medias mensuales (mm). Utilizando un sistema de coordenadas cartesianas, se obtienen doce puntos al combinar mes a mes el par de valores (precipitación, temperatura). Estos doce puntos se unen por líneas siguiendo la ordenación de los meses del año. La escala de los valores temperatura y precipitación estará en función de la amplitud de los dos parámetros.

SALTO DE SAUCELLE

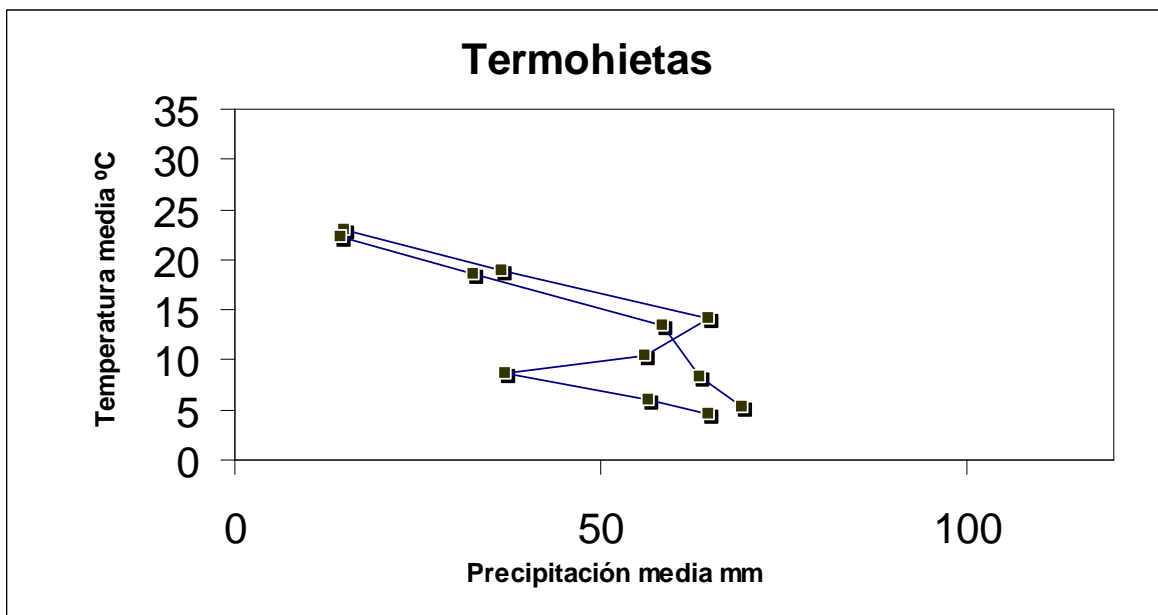




CASTILLEJO MART. VIEJO

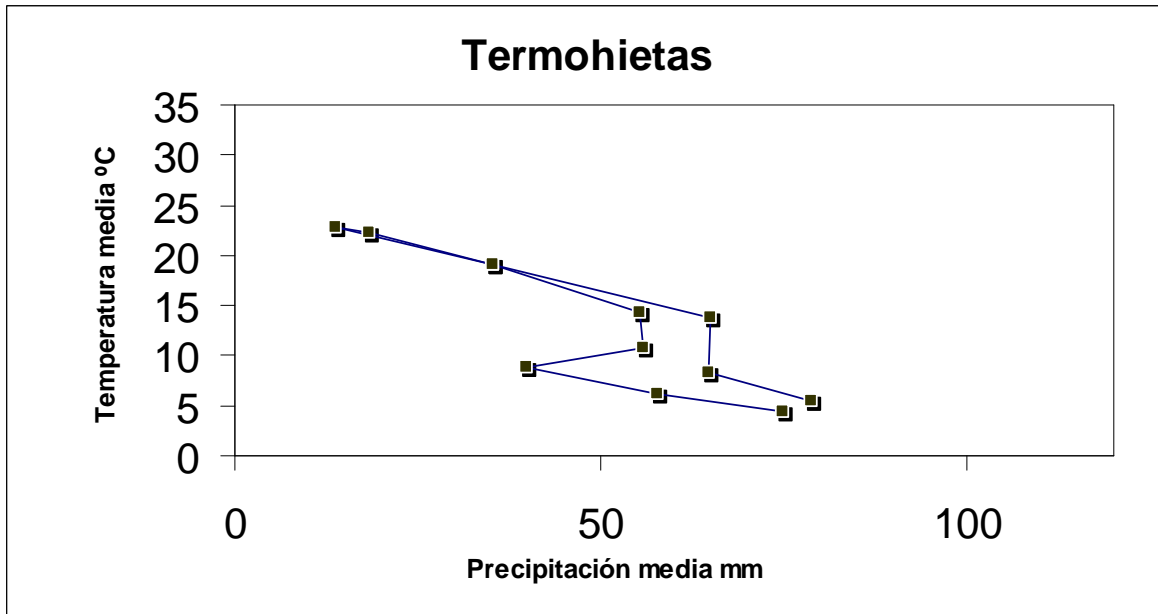


ALMENDRA

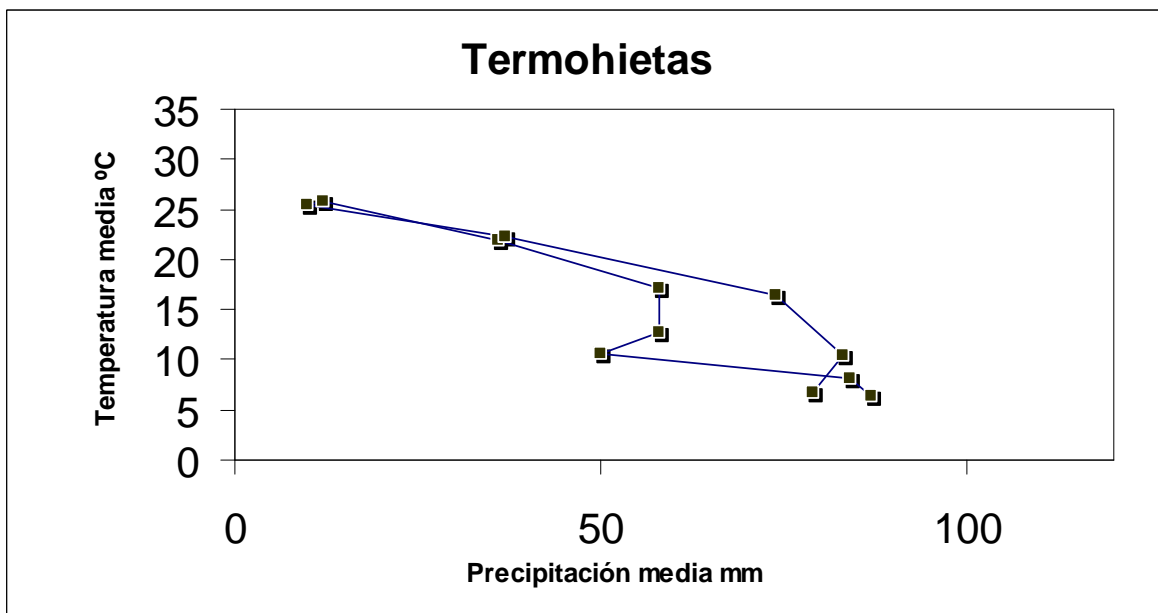




SALTO DE CASTRO

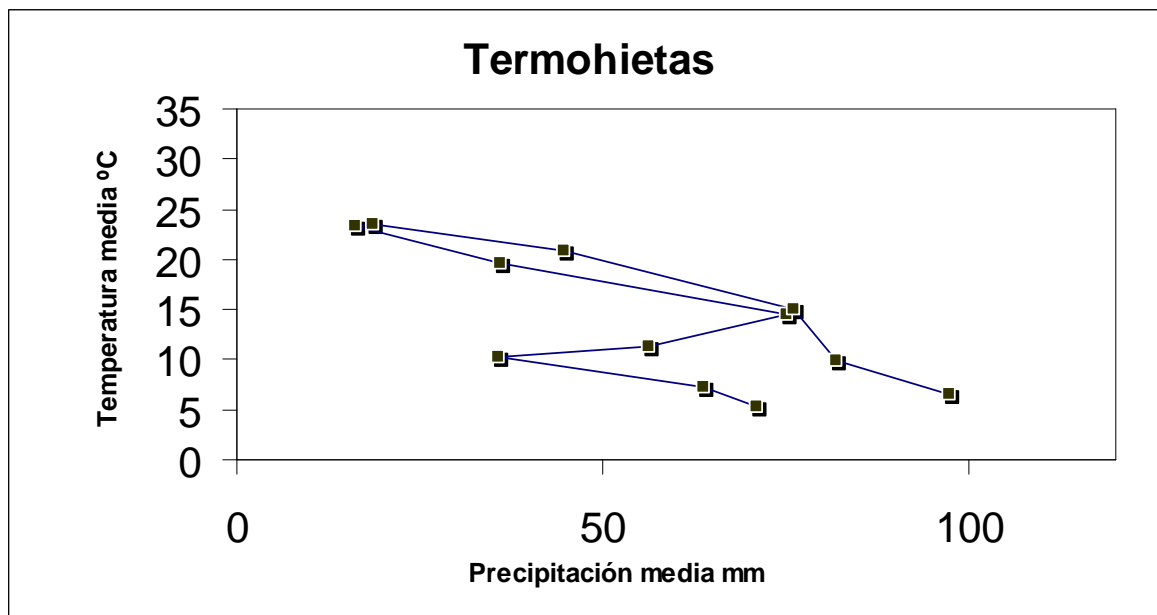


SALTO ALDEADAVILA

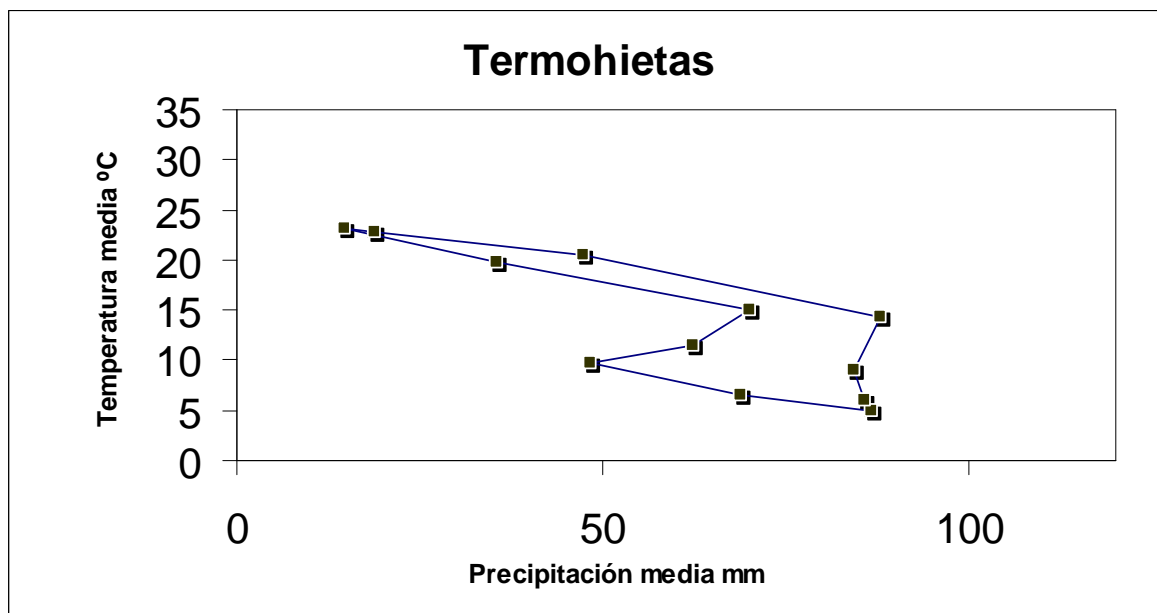




VILVIESTRE PLAGAS

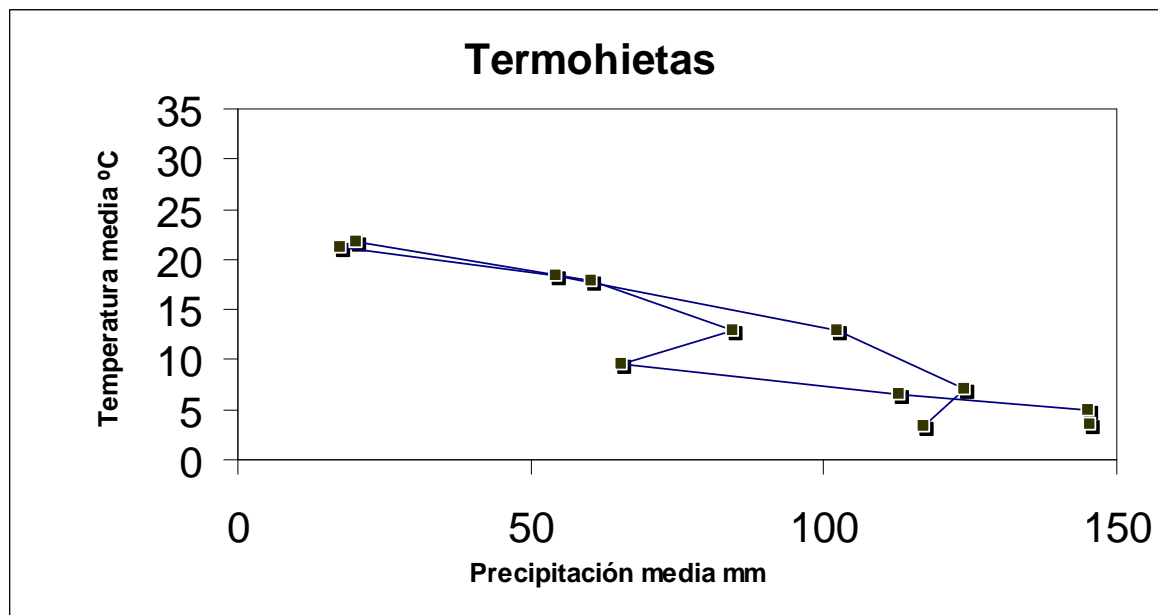


MIEZA





BARRUECOPARDO



3.9.4. Clasificación de Thornthwaite

La clasificación de Thornthwaite (1949) ha sido ampliamente asumida dadas las aportaciones de su autor al edafoclima e hidrología, desde una perspectiva geográfica y de diferenciación climática.

Esta clasificación define unos tipos según la humedad (representados por letras mayúsculas) y su variación estacional (letras minúsculas), y otros tipos según la eficacia térmica (letras mayúsculas con comilla) y su concentración estival (letras minúsculas con comilla).

El tipo de humedad está basado en un índice de humedad global I_m que combina dos índices, uno de humedad I_h y otro de aridez. I_a .

$$I_h = 100 \cdot \sum_{i=1}^{XII} E_{x_i} / ETP \quad I_a = 100 \cdot \sum_{i=1}^{XII} F_i / ETP \quad I_m = I_h - [0,6 \cdot I_a]$$

A partir de estos índices se define el tipo de humedad según las siguientes condiciones:

	I_a	I_h	I_m	TIPO
SALTO SAUCELLE	49.75	7.68	-22.17	Dd
CASTILLEJO MART. VIEJ	43.61	16.31	-9.86	C1s
ALMENDRA	37.99	16.40	-6.39	C1s
SALTO CASTRO	39.01	20.41	-3.00	C1w



SALTO ALDEADAVILA	45.32	25.61	-1.58	C1w
VILVIESTRE PLAGAS	35.81	24.19	2.71	C2s
MIEZA	35.94	30.40	8.83	C2s2
BARRUECOPARDO	28.75	81.42	64.17	B3s2

Según la evapotranspiración potencial ó eficacia térmica (ETP) se definen los siguientes tipos:

	ETOP v	Pverano	ETPThon	ETPv%	
CASTILLEJO MART. VIEJ.	366.10	60.90	730.42	50.12	B'2b'4
BARRUECOPARDO	378.40	97.93	687.22	55.06	B'1 b'3
ALMENDRA	378.70	66.00	724.87	52.24	B'2 b'3
SALTO CASTRO	379.70	67.30	730.24	52.00	B'2 b'3
MIEZA	384.40	69.10	752.20	51.10	B'2 b'4
VILVIESTRE PLAGAS	388.50	70.70	761.14	51.04	B'2 b'4
SALTO ALDEADAVILA	440.70	58.00	832.02	52.97	B'2 b'3
SALTO SAUCELLE	497.90	61.40	915.91	54.36	B'3 b'3

La concentración de la eficacia térmica en el verano se define como el porcentaje de ETP correspondiente al verano, es decir:

$$ETP_{\text{verano}\%} = 100 \cdot (ETP_{VI} + ETP_{VII} + ETP_{VIII}) / ETP$$

En resumen:

BARRUECOPARDO	B3s2	B'1 b'3
ALMENDRA	C1s	B'2 b'3
CASTILLEJO MART. VIEJ.	C1s	B'2b'4
SALTO ALDEADAVILA	C1w	B'2 b'3
SALTO CASTRO	C1w	B'2 b'3
VILVIESTRE PLAGAS	C2s	B'2 b'4
MIEZA	C2s2	B'2 b'4
SALTO SAUCELLE	Dd	B'3 b'3

Quedan evidencias las claras diferencias entre los observatorios según su termicidad y pluviometría, Barruecopardo como húmedo y Salto de Saucelle como semiárido. En cuanto a la ETP tenemos en genera valores de B'2 Mesotérmico. La diferenciación climática queda más evidenciada con las regiones de humedad.

Siguiendo los tipos según las regiones de humedad, en general en España los tipos B se dan con rapidez en las zonas montañosas, el C1 es característico de la provincia de



Salamanca. El D es más característico de las zonas semiáridas como los de la costa levantina. En cuanto a la eficacia térmica el tipo C'1 que no lo tenemos aparece en zonas muy elevadas, y el tipo C'2 a las áreas de montaña. El tipo B'1 engloba en España a la región cantábrica, y la meseta superior el B'2 el resto.

3.9.5. Clasificación de Köppen

La clasificación más difundida entre los geógrafos y, por tanto, es necesaria para comprender multitud de publicaciones. Su idea base es que la vegetación constituye una indicación del clima, y bajo ese objeto define diferentes tipos de clima caracterizados por un grupo, un subgrupo y una subdivisión. Los datos climatológicos necesarios para definir el clima según Köppen son los de las temperaturas y las precipitaciones medias. La primera categoría climática la forman los cinco grupos climáticos, nombrados con una letra mayúscula y con las siguientes características genéricas: A tropical lluvioso, B seco, C templado húmedo, D templado de invierno frío, y E polar. Los subgrupos se establecen dentro de los grupos anteriores y se definen por una segunda letra que hace referencia a la distribución estacional de las precipitaciones (f: falta de período seco, s: estación seca en verano; w: estación seca en invierno; m: monzónico; W: desierto; S: estepa; T: tundra; y F: hielo perpetuo). Por último, las subdivisiones nos permiten matizar el régimen térmico mediante una tercera letra minúscula

ALMENDRA	Csa
BARRUECOPARDO	Csa
MIEZA	Csa
SALTO ALDEADAVILA	Csa
SALTO SAUCELLE	Csa
VILVIESTRE PLAGAS	Csa
CASTILLEJO MART. VIEJ.	BSk
SALTO CASTRO	BSk

Esta clasificación no nos evidencia mucha diferenciación en la zona de la DO. En Castillejo y Salto de Castro (las zonas más frías) tenemos la subdivisión BSk (seco estepario seco y frío). Caracteriza amplias zonas de Badajoz, la zona central del Valle del Ebro, amplias zonas al este de las provincias de Toledo, Ciudad Real y Albacete, sur de la



Comunidad de Madrid, y pequeñas zonas del Sistema Ibérico, Valencia y Castilla León. El resto es Csa, la subdivisión Csa (clima templado con verano seco y caluroso) aparece en amplias zonas de Andalucía occidental y central, Castilla La Mancha y el centro de la Comunidad de Madrid (a excepción de las zonas esteparias), las zonas más bajas de Salamanca y Zamora, la costa mediterránea en donde no aparecía el clima más seco, las zonas norte de las islas de Mallorca e Ibiza y la isla de Menoría; y en las islas Canarias en una pequeña zona del interior de Gran Canaria. El tipo Csa caracteriza nuestra zona, siendo la predominante en Castilla León la Csb.

3.9.6. Clasificación de Martín Vidé

La clasificación de Martín Vidé está planteada para su aplicación en España por lo que tiene una gran importancia para la diferenciación climática de los climas de España.

TIPO	SUBTIPO	VARIEDAD	Prec. (mm)	Rég. Pluv.	tm (°C)	Amplitud tér
OCEANICO	ATLANTICO	GALLEGO	1000-2500	Máx Invernal	11-15	8,5-12
	ATLANTICO	ASTURIANO Y CANTABRO	900-1500	y	12-14	10-11
	ATLANTICO	VASCO LITORAL	1100-2000	Míni. Estival	12-14	10-12
MEDITERRANEO	DE MONTAÑA		1000-2500	-	<12	-
	SUBMEDITERRANEO		700-900	-	11-14	14,5-16
	CONTINENTAL	MESETA NORTE	350-550	Máx. inv o prim	10-12,5	16-18
	CONTINENTAL	MESETA SUR	350-550	y mínimo estiva	12-15	18-20,5
	CONTINENTAL	VALLE EBRO	300-550	Máximo equino	13-15	18-20
	DE FACHADA ORIENTAL	CATALAN	550-750	Máx Otoñal	14-17	14-17
	DE FACHADA ORIENTAL	VALENCIANO	400-850	y	15,5-17,5	13,5-16,5
	DE FACHADA ORIENTAL	BALEAR	400-800	Míni. Estival	16-18	13,5-15,5
	MERIDIONAL	LITORAL	400-750	Máx Invernal	17-18,5	10-13,5
	MERIDIONAL	VALLE GUADALQUIVIR	550-650	y	17-18,5	15-18,5
SUBTROPICAL	MERIDIONAL	EXTREMEÑO	450-600	Míni. Estival	16-16,5	16,5-18
	ARIDO O DEL SUDESTE		150-350	Míni. Estival	14,5-18,5	13,5-17,5
	DE MONTAÑA		600-2000	-	<14	-
	LITORAL		75-350	Máx Invernal	18-21	5-7,5
	DE MAR DE NUBES		500-1000	y	13-16	6-8
	DE ALTURA		450-700	Míni. Estival	<12	12-14

Los límites son los citados por los autores no se considerarán de manera rigurosa
 Prec. (mm): Precipitación media anual (mm)
 Rég. Pluv.: Régimen estacional pluviométrico
 tm (°C): temperatura media anual °C
 Amplitud tér: amplitud térmica anual en °C

Fuente: Martín Vide y Jorge Olcina



	Precipitación anual	Régimen mensual	tm	Inc.t
BARRUECOPARDO	1049.15	I-O-P-V-	11.67	18.5
ALMENDRA	568.40	I-P-O-V-	12.82	18.3
SALTO DE CASTRO	594.4	I-O-P-V-	12.94	18.4
CASTILLEJO MART. VIEJ	531	O-I-P-V-	13.26	16.2
MIEZA	710.5	I-O-P-V-	13.60	18.2
VILVIESTRE PLAGAS	672.7	I-O-P-V-	13.96	18.2
SALTO ALDEADAVILA	668	I-O-P-V-	15.33	19.4
SALTO DE SAUCELLE	530.6	I-O-P-V-	16.73	20.3

BARRUECOPARDO	Mediterráneo de Montaña
ALMENDRA	Continental Meseta Sur
SALTO DE CASTRO	Continental Meseta Sur
CASTILLEJO MART. VIEJ	Continental Meseta Sur
MIEZA	Submediterráneo
VILVIESTRE PLAGAS	Continental Meseta Sur
SALTO ALDEADAVILA	Continental Meseta Sur
SALTO DE SAUCELLE	Continental Meseta Sur

Las diferencias las marca como siempre el observatorio de Barruecopardo. El resto (salvo Mieza, por su precipitación) queda encuadrado en la clasificación Continental Meseta Sur.

9.7. Clasificación Agroclimatológica de Papadakis

La clasificación de Papadakis pretende responder a la ecología de los cultivos, redefiniendo los climas en función de variables relevantes en cuanto a la viabilidad de cultivos comerciales. Papadakis da un giro muy importante respecto a clasificaciones anteriores al introducir las temperaturas extremas y el balance de agua en el suelo. Otra de las grandes ventajas de la clasificación de Papadakis es que aporta una descripción de las necesidades climáticas de los cultivos en términos de sus categorías climáticas, lo que es muy útil para estudiar la viabilidad climática de cada cultivo.

El sistema (Papadakis 1960) define un tipo de invierno y un tipo de verano que juntos nos definen el régimen térmico. Por otra parte, en función de las precipitaciones y el balance de agua del suelo, obtenemos el régimen hídrico. Con el régimen térmico y el régimen hídrico obtenemos, finalmente, las unidades climáticas.



Tipo de invierno

El tipo de invierno define la severidad de la estación fría en función de la temperatura media de mínimas absolutas del mes más frío ($t'a1$), la temperatura media de mínimas del mes más frío ($t1$) y la temperatura media de máximas del mes más frío ($T1$).

Datos:

Temperatura media de mínimas absolutas del mes más frío ($t'a1$)

Temperatura media de mínimas del mes más frío ($t1$)

Temperatura media de máximas del mes más frío ($T1$)

Observatorio	$t'a1$	$T1$	$t1$	TIPO DE INVIERNO
VILVIESTRE PLAGAS	-1,9	9.8	2.43	avena fresca av
SALTO ALDEADAVILA	-2,0	10.5	0.75	Citrus Ci
SALTO DE SAUCELLE	-2,0	12.7	2.37	Citrus Ci
MIEZA	-2,2	9	1.87	avena fresca av
ALMENDRA	-3,3	8.9	1.39	avena fresca av
CASTILLEJO MART. VIEJ.	-3,9	10.7	-0.19	Citrus Ci
SALTO DE CASTRO	-4,7	9.9	-0.29	avena fresca av
BARRUECOPARDO	-5,7	6.4	1.68	avena fresca av

Tipo de verano

El tipo de verano define el calor estival. Para definirlo se deben considerar los siguientes datos:

- la estación libre de heladas en meses, bien la mínima (EmLH), la disponible (EDLH) o la media (EMLH) (según régimen de heladas de Papadakis).
- la media de las temperaturas medias de máximas de los 2, 4 ó 6 meses más cálidos ($1/n \cdot \sum_{i=13-n}^{12} T_i$, $n=2,4$ ó 6)
- la media de máximas del mes más cálido (T_{12})
- la media de mínimas del mes más cálido (t_{12})
- la media de la media de mínimas de los dos meses más cálidos ($1/2 \cdot \sum_{i=11}^{12} t_i$).

		Inicio	Final	Días	Meses
ALMENDRA	EMLH (>0 °C)	3-Apr	19-Nov	229.7	7.7
	EDLH (>2 °C)	25-Apr	5-Nov	193.6	6.5
	EmLH (>7 °C)	3-Jun	29-Sep	118.2	3.9
BARRUECOPARDO	EMLH (>0 °C)	18-Apr	16-Nov	212.7	7.1
	EDLH (>2 °C)	5-May	4-Nov	182.5	6.1
	EmLH (>7 °C)	5-Jun	17-Sep	103.9	3.5
CASTILLEJO	EMLH (>0 °C)	5-Apr	14-Nov	222.9	7.4
	EDLH (>2 °C)	29-Apr	2-Nov	187.2	6.2
	EmLH (>7 °C)	11-Jun	13-Sep	93.8	3.1
MIEZA	EMLH (>0 °C)	24-Feb	29-Nov	279.0	9.3



	EDLH (>2 °C)	4-Apr	16-Nov	226.9	7.6
	EmLH (>7 °C)	21-May	12-Oct	143.3	4.8
SALTOALDEAVILA	EMLH (>0 °C)	26-Feb	7-Dec	285.0	9.5
	EDLH (>2 °C)	31-Mar	22-Nov	235.8	7.9
	EmLH (>7 °C)	16-May	23-Oct	159.9	5.3
SALTOCASTRO	EMLH (>0 °C)	10-Apr	10-Nov	213.8	7.1
	EDLH (>2 °C)	1-May	27-Oct	178.7	6.0
	EmLH (>7 °C)	8-Jun	5-Sep	88.8	3.0
SALTOSAUCELLE	EMLH (>0 °C)	24-Feb	3-Dec	282.9	9.4
	EDLH (>2 °C)	26-Mar	20-Nov	238.1	7.9
	EmLH (>7 °C)	14-May	21-Oct	160.5	5.3
VILVIESTRE	EMLH (>0 °C)	26-Feb	5-Dec	283.8	9.5
	EDLH (>2 °C)	15-Apr	18-Nov	217.5	7.3
	EmLH (>7 °C)	28-May	11-Oct	136.2	4.5

TIPO DE VERANO	EmLH	EDLH	T ₁₂ (□C)	t ₁₂	1/nΣ ¹² _{i=13-n} T _i [4]	1/n□Σ ¹² _{i=13-n} T _i [6]	
SALTO DE CASTRO	3.0	6.0	31.4	13.8	29.0	26.2	M Maize
CASTILLEJO MV.	3.1	6.2	31.0	13.3	28.7	25.8	M Maize
BARRUECOPARDO	3.5	6.1	29.1	14.4	26.6	23.7	M Maize
ALMENDRA	3.9	6.5	31.1	14.8	28.1	25.3	M Maize
VILVIESTRE PLAGAS	4.5	7.3	31.3	15.7	29.2	26.3	M Maize
MIEZA	4.8	7.6	30.3	16.0	28.4	25.6	M Maize
SALTO ALDEADAVILA	5.3	7.9	33.7	17.8	31.3	28.5	M Maize
SALTO DE SAUCELLI	5.3	7.9	36.6	18.1	34.0	31.0	M Maize

Régimen térmico

El régimen térmico integra la información del tipo de verano y el tipo de invierno como una forma de aproximarse a la nomenclatura climática clásica; pero aquí se corresponden a una determinada potencialidad climática de la estación fría y la cálida.

Observatorio	TIPO DE INVIERNO	TIPO DE VERANO	Régimen térmico
ALMENDRA	avena fresca av	M Maize	Templado cálido TE
BARRUECOPARDO	avena fresca av	M Maize	Templado cálido TE
MIEZA	avena fresca av	M Maize	Templado cálido TE
SALTO DE CASTRO	avena fresca av	M Maize	Templado cálido TE



VILVIESTRE PLAGAS	avena fresca av	M Maize	Templado cálido TE
CASTILLEJO MART. VIEJ	Citrus Ci	M Maize	Marino cálido Ma
SALTO ALDEADAVILA	Citrus Ci	M Maize	Marino cálido Ma
SALTO DE SAUCELLE	Citrus Ci	M Maize	Marino cálido Ma

Régimen hídrico

El régimen hídrico define la disponibilidad natural de agua para las plantas. Se basa en varios índices definidos a partir del balance hídrico del suelo (método directo) con capacidad de almacenar 100 mm de agua. Los parámetros empleados para definir el régimen hídrico son los siguientes:

El índice de humedad anual es el cociente:

$$I_h = P_{\text{anual}} / ETP_{\text{anual}}$$

Los índices de humedad mensual:

$$I_{h_m} = P_m / ETP_m \text{ si } P_m > ETP_m$$

$$I_{h_m} = (P_m + |VR_m|) / ETP_m \text{ si } P_m < ETP_m.$$

Los meses se dividen en meses:

Mes húmedo: $P_m > ETP_m.$

Mes intermedio: $P_m + |VR_m| > 0,5 \cdot ETP_m.$

Mes seco: $P_m + |VR_m| < 0,5 \cdot ETP_m.$

El índice lluvia de lavado:

$$L_n = \sum_{m=1}^{12} (P_m - ETP_m), \text{ cuando } P_m > ETP_m \text{ (estación húmeda).}$$

Observatorio	Régimen humedad
ALMENDRA	Mediterráneo Húmedo ME
BARRUECOPARDO	Mediterráneo Húmedo ME
MIEZA	Mediterráneo Húmedo ME
SALTO DE CASTRO	Mediterráneo Húmedo ME
VILVIESTRE PLAGAS	Mediterráneo Húmedo ME
CASTILLEJO MART. VIEJ.	Mediterráneo Húmedo ME



SALTO ALDEADAVILA	Mediterráneo Húmedo ME
SALTO DE SAUCELLE	Mediterráneo Húmedo ME

Unidades climáticas

Finalmente, el sistema define las unidades climáticas y sus subdivisiones con los criterios del régimen térmico y el régimen hídrico.

Observatorio	Régimen térmico	Régimen humedad	
ALMENDRA	Templado cálido T	Mediterráneo Húmedo M	Mediterráneo templado
BARRUECOPARDO	Templado cálido T	Mediterráneo Húmedo M	Mediterráneo templado
MIEZA	Templado cálido T	Mediterráneo Húmedo M	Mediterráneo templado
SALTO DE CASTRO	Templado cálido T	Mediterráneo Húmedo M	Mediterráneo templado
VILVIESTRE PLAGAS	Templado cálido T	Mediterráneo Húmedo M	Mediterráneo templado
CASTILLEJO M. VIEJ.	Marino cálido Ma	Mediterráneo Húmedo M	Mediterráneo marítimo
SALTO ALDEADAVILA	Marino cálido Ma	Mediterráneo Húmedo M	Mediterráneo marítimo
SALTO DE SAUCELLE	Marino cálido Ma	Mediterráneo Húmedo M	Mediterráneo marítimo

Quedan evidenciadas las diferencias climáticas en la zona de la DO. Así en Salto de Aldeadávila y Saucelle (claros ejemplos del sector de la DO de menor altitud de temperaturas suaves) reinan temperaturas comparables a las que ocurren en Andalucía y el País Valenciano.

A continuación se indican los requisitos para la Vid (Clasificación Papadakis).

Cultivo	TIPO INVIER	TIPO VERANO	REGIMEN HUMEDAD	OBSERVACIONES
Vid	Ti, o n suaves	M, o más cálidc	Me, o riego	Exigencias en frío análogas a las del trigo. Las heladas tardías le causan daño. El verano no debe ser húmedo. Cuando el clima no es semiárido no neces riego, pero este incrementa la cosecha.

Fuente: Ministerio de Agricultura

Comparando los requisitos del cultivo (sacados de las publicaciones del Ministerio de Agricultura “Caracterización Agroclimática”) con la caracterización climática de la zona siguiendo la clasificación de Papadakis, se concluye, como era de esperar, la viabilidad del cultivo.



3.10. ÍNDICES VITÍCOLAS

Los índices bioclimáticos permiten obtener relaciones entre los elementos del clima y la aptitud vitivinícola de una zona determinada. Estos valores se deben tomar de forma orientativa.

3.10.1. Integral térmica eficaz

Winkler y Amerine establecen un índice térmico que corresponde al número de grados día considerando las temperaturas eficaces durante el período vegetativo (con temperaturas superiores a 10 °C –temperaturas activas-) como el principal responsable de su desarrollo

$$ITE = \sum Te$$

Temperatura eficaz (Te)= Temperatura activa – 10°C

Observatorio	
Barruecopardo	1378,0
Almendra	1557,5
Castillejo	1562,9
Salto Castro	1600,8
Mieza	1745,4
Vilviestre	1779,4
Salto Aldeadávila	2195,9
Salto Saucelle	2507,2

El índice varía entre 1378 y 2500. Los valores se encuentran dentro de la Región II y III, con valores superiores en todos los observatorios de la DO a los 1222 dados por Hidalgo para la región vitivinícola del Duero.

3.10.2. Producto heliotérmico de Branas, Bernon y Levadoux

El índice se estima mediante la expresión:

$$PH = XH \times 10^{-6}$$

PH: producto heliotérmico

X: suma de temperaturas eficaces durante el periodo activo de vegetación

H: suma de horas de luz durante el período activo de vegetación

Observatorio	
Barruecopardo	2,2
Castillejo	2,5



Almendra	2,5
Salto Castro	2,6
Mieza	2,8
Vilviestre	2,8
Salto de Aldeadávila	3,4
Salto Saucelle	3,9

El índice producto heliotérmico introduce junto a las temperaturas la fotobase por lo que resulta de gran interés. Como no hay datos de insolación en los observatorios de la zona se ha cogido el dato del observatorio completo de Zamora. En la zona de estudio se han obtenido valores entre 2,2 y 3,9. Los resultados son coherentes con los ofrecidos por Hidalgo que da un valor de 3,3 para el Duero.

3.10.3. Índice de posibilidades heliotérmicas de Huglin

Este autor propone un índice de evaluación de las posibilidades heliotérmicas de un medio vitícola mediante la expresión:

$$IH = \sum K \cdot [((Ta-10^{\circ}C)+(T-10^{\circ}C))/2] \text{ Desde el 1 de Abril al 30 de Septiembre}$$

IH: índice de posibilidades heliotérmicas

Ta: temperatura activa

T: temperatura máxima diaria

K: coeficiente de longitud de los días que varía de 1,02 a 1,06 entre los 40 y 50 grados de latitud

Observatorio	
Barruecopardo	1887,6
Almendra	2127,6
Castillejo	2170,4
Salto Castro	2227,7
Mieza	2237,7
Vilviestre	2295,0
Salto de Aldeadávila	2694,8
Salto Saucelle	3081,4

El índice refleja muy bien las posibilidades potenciales vitivinícolas de nuestro país, marcando un mínimo de 1500. En la zona de la DO tenemos el mínimo en Barruecopardo con 1887. Por debajo de 3000 se encuentran posibilidades heliotérmicas suficientes y las dificultades que pudieran existir serían motivadas por otras causas. Para Hidalgo el índice de posibilidades heliotérmicas de Huglin en la región vitivinícola del Duero es de 1781, en nuestra D.O. tenemos valores superiores. Exceptuando Salto de Saucelle que nos da un valor muy elevado, tenemos en general valores de unos 2200 inferiores a los 2600 de la Mancha.



3.10.4. Índice hidrotérmico de Branas, Bernon y Levadoux

El índice hidrotérmico se basa en el desarrollo del mildiu, se estima mediante la expresión:

$$P = \Sigma \text{ tm mensual} \cdot \text{mm lluvia mensual (De Abril a Agosto)}$$

Observatorio	
Castillejo	2628,3
Salto Castro	2788,1
Almendra	2863,5
Salto de Aldeadávila	3082,5
Salto Saucelle	3187,4
Vilviestre	3239,9
Mieza	3242,4
Barruecopardo	3596,4

Este índice hidrotérmico es una característica climática importante para poder llegar a fijar la vocación potencial del medio climático, delimitando la posibilidad del cultivo, y la necesidad de recurrir a en casos extremos a híbridos resistentes a criptógamas. Los autores dan un límite máximo para el cultivo económico de 5100. Con valores inferiores a 5100 el ataque del mildiu es benigno. Hidalgo calcula un valor medio para la región vitivinícola de Duero de 2642.

3.10.5. Índice bioclimático de Hidalgo

La aplicación del índice bioclimático de Constantinescu no ha resultado del todo adecuado para las condiciones de España, Hidalgo modifica este índice relacionando la temperatura eficaz (Te) con la iluminación eficaz (Ie), principales responsables de la fotosíntesis, con la precipitación anual P, sin considerar en ninguna momento el número de días de duración del período vegetativo favorable, que implícitamente ya está considerada en Te e Ie:

$$IBC = 0,001 \cdot (\Sigma Te \cdot \Sigma Ie) / (P)$$

Hidalgo señala este índice como el más adecuado y acomodado a las características ecológicas y estructurales de España, con un equilibrio óptimo de IBC 15 (+/- 10).

Observatorio	
Barruecopardo	11,2
Castillejo	12,0
Mieza	12,3
Salto Castro	12,3
Almendra	12,3
Vilviestre	12,4



Salto de Aldeadávila	13,8
Salto Saucelle	15,1

Hidalgo para la región vitivinícola de Duero un valor medio de 6,6, en nuestra zona de estudio los valores son superiores, más cercanos a los valores de la zona central.

3.10.6. Estimación de P.Vossen. Fechas de floración, envero y recolección

P Vossen presenta un modelo que se adapta muy bien a las características climáticas de las principales zonas vitícolas europeas. Los valores son estimaciones obtenidas a partir de datos climáticos y se deben tomar como orientativos. Son valores teóricos medios, siempre es más acertado el considerar las fechas medias tradicionales de la zona.

$$\text{Fecha floración} = 192,1 + 0,7904 \cdot \text{Latitud} - 0,0384 \Sigma \text{tmIV} - 0,0711 \Sigma \text{tmV} - 0,0290 \Sigma \text{tmVI}$$

$$\text{Fecha Envero} = 290,0 + 0,0213 \Sigma \text{tmIV} - 0,0542 \Sigma \text{tmV} - 0,0144 \Sigma \text{tmVI} - 0,0439 \Sigma \text{tmVII}$$

$$\text{Fecha Recolectión} = 351,9 - 0,0586 \Sigma \text{tmIV} - 0,0590 \Sigma \text{tmV} - 0,0335 \Sigma \text{tmVI} - 0,0039 \Sigma (\text{tmVII} + \text{tmVIII} + \text{tmIX})$$

Se obtienen los resultados:

Observatorio	Floración	Envero	Recolección
Almendra	12-6	20-8	6-10
Barruecopardo	17-6	24-8	12-10
Castillejo	11-6	21-8	5-10
Mieza	9-6	19-8	2-10
Salto Aldeadávila	1-6	11-8	23-9
Salto Castro	12-6	20-8	5-10
Salto Saucelle	26-5	8-8	16-9
Vilviestre	10-6	19-8	3-10

Estos resultados son estadísticos obtenidos a partir de expresiones que aparecen en la bibliografía y se introducen a título orientativo. Los resultados son coherentes con las fechas medias de los estados fenológicos de la zona de la D.O. Arribes consultados:

Fechas medias Ahigal Aceiteros (Orientación Sur). Datos gentileza de E. Robles

BROTACION → Última semana Abril y primera de Mayo
 ENVERO → Última semana de julio y primera de agosto
 VENDIMIA → Segunda o tercera semana de Septiembre
 CAIDA HOJA → Última semana Octubre y primera quincena de Noviembre

Fechas medias Ribera de Pelazas (Datos gentileza de Bodegas Ribera de Pelazas)

BROTACION → entre 15 y 25 de Abril
 ENVERO → entre el 5 y 15 de Agosto
 VENDIMIA → entre el 25 de Septiembre y el 5 de Octubre
 CAIDA HOJA → entre el 10 y el 20 de Noviembre



3.11. REFERENCIAS CONSULTADAS

- Almorox, J. 2003. Climatología aplicada al medioambiente y la agricultura. ETSIA. Monografías de la ETSI Agrónomos.
- Calonge, G. 1990. La excepcionalidad climática de los Arribes del Duero. ERIA p. 45-59.
- Capel-Molina, JJ. 2000. El clima de la península Ibérica. Ariel Geografía. p. 281
- FAO. 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO, 56.
- Font, I. 1983. Climatología de España y Portugal. I.N. Meteorología. Madrid.
- García de Pedraza, L. y A. Reija. 1994. Tiempo y clima en España. Meteorología de las Autonomías. Dossat 2000. Madrid. 410 p.
- Hidalgo, L. 1993. Tratado de Viticultura General. Ediciones Mundi-Prensa.
- INM (AEMET). 1995. Guía resumida del clima en España 1961-1990. Series Estadísticas. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General del Instituto Nacional de Meteorología.
- INM (AEMET), 1999. Las precipitaciones máximas en 24 horas y sus períodos de retorno en España. Un estudio por regiones. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General del Instituto Nacional de Meteorología
- INM (AEMET). 2001. Guía resumida del clima en España 1971-2000. Plan Estadístico Nacional 2001-2004. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General del Instituto Nacional de Meteorología
- Martín-Vidé, J. y J. Olcina. 2001. Climas y tiempos de España, Madrid, Alianza Editorial.
- Villalobos, F.J., L. Mateos, F. Orgaz y E. Fereres. 2002. Fitotecnia. Bases y tecnología de la producción agrícola. Ed. Mundi Prensa.



CAPITULO 4.

GEOLOGÍA

CONTENIDO:

1. Introducción
2. Marco Geológico
3. Estratigrafía
 - .1 Materiales Precámbrico y Paleozoicos
 - .2. Mesozoico
 - .3. Cenozoico-Terciario
 - .4. Cenozoico-Cuaternario
4. Petrología
 - .1. Rocas Ígneas.
 - .2. Rocas Ígneas Tardhercénicas
 - .3 Rocas filonianas
5. Litología
6. Fotointerpretación.
 - .1. Metodología
 - .2. Fotointerpretación
 - .3. Leyenda de suelos
 - .4. Fotointerpretación final
 - .5. Correlación y *Soil Survey*
7. Referencias consultadas
 - .1. Geología
 - .2. Fotointerpretación y cartografía



4.1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este capítulo es la identificación y caracterización de las unidades litoestructurales y geomorfológicas que permitan su cartografía y que sirvan de base para la realización primero del mapa de suelos y después de de la zonificación del medio.

Para la realización del capítulo se ha consultado un importante número de publicaciones relacionadas con la zona de estudio. En la mayoría de los casos, se ha hecho referencia a ellas en el texto, pero en otras ocasiones y para facilitar la lectura y hacerla más comprensible se ha obviado la reiteración de citas que sin duda la habrían hecho demasiado farragosa. Al final del capítulo se hace referencia a estas obras.

4.2. MARCO GEOLÓGICO

La zona de estudio se encuentra situada en la zona centro-occidental de España. Administrativamente pertenece a la Comunidad de Castilla y León y más concretamente a las provincias de Zamora y Salamanca. En la figura 2.5 se incluye la distribución del área en relación con las hojas del MTN que son las que utiliza el Instituto Geominero de España como referencia: 367, 368, 395, 396, 422, 423, 424, 449, 450 y 475.

Las características geológicas actuales de la Península Ibérica son el resultado de una serie procesos que dieron lugar a la sedimentación, transformación y deformación de los materiales. Básicamente estos procesos tienen su origen en las interacciones que se desarrollan entre la microplaca Ibérica y las placas tectónicas de su entorno.

En concreto la Geología actual de la Península Ibérica es el resultado de los procesos desarrollados durante dos grandes orogenias: La Orogenia Hercínica desarrollada durante el Paleozoico Superior y la Orogenia Alpina que comenzó a finales del Mesozoico y se extendió durante el Terciario Inferior. Los procesos desarrollados durante estas dos orogenias dieron lugar al levantamiento, hundimiento, formación y destrucción de cadenas montañosas.

A grandes rasgos la configuración actual del relieve peninsular se debe principalmente a la Orogenia Alpina que deformó y modificó los materiales previamente deformados por la Orogenia Hercínica. En síntesis, la dinámica alpina produjo la deformación y fragmentación de materiales muy antiguos (cámbricos y ordovícicos) caracterizados por un comportamiento rígido; y la deformación de materiales algo más modernos (mesozoicos y terciarios), con un comportamiento algo más plástico. Esta orogenia permitió la elevación de una serie de bloques



que dieron lugar a importantes cadenas montañosas como los Pirineos o las Béticas y el hundimiento de otros, que por el contrario determinaron la formación de grandes cuencas sedimentarias de los grandes ríos: Ebro, Duero, Tajo, Guadalquivir...

La zona que nos ocupa se localiza en la mitad occidental de la Península Ibérica y está constituida fundamentalmente por los antiguos materiales (premesozoicos) del basamento hercínico (en adelante **Macizo Hespérico**). Estos materiales son en su mayoría metamórficos y plutónicos, con una pequeña proporción de materiales sedimentarios y si exceptuamos estos últimos, la mayor parte de los materiales son de edad paleozoica aunque junto a éstos aparecen otras rocas más antiguas, de difícil datación, a las que se suele incluir dentro de las precámbricas. En definitiva, se debe entender el macizo como una zona formada por la unión de fragmentos de placas durante sucesivas etapas de colisión que, además han sido afectados por distintas intrusiones magmáticas.

Este basamento o Macizo Hespérico se puede subdividir para su estudio en función de los siguientes elementos:

1. Las características estructurales: vergencia de pliegues y fallas.
2. Las propiedades estratigráficas: discordancias, tipos de sedimentos, edad.
3. El desarrollo y tipos de metamorfismo.
4. La presencia y características de rocas magmáticas.

y en él se distinguen varias zonas bien determinadas:

1. Zona Cantábrica.
2. Zona Asturoccidental-Leonesa.
3. Zona Centroibérica.
4. Zona de Ossa-Morena.
5. Zona Sur Portuguesa.

La DO Arribes se encuentra en la Zona Centroibérica, la de mayor extensión, que se localiza en el centro del Orógeno Hercínico y esta formada por materiales paleozoicos y precámbricos, separados por una discontinuidad bien definida, que han sufrido un intenso metamorfismo y han sido afectados por abundantes intrusiones graníticas. Esta zona se subdivide a su vez en función de sus características en tres dominios:

1. Dominio de Pliegues Recumbentes u “*Ollo de Sapo*”
2. Dominio de Pliegues Verticales
3. Dominio de Galicia Tras-Os-Montes



Martín Serrano (1994) divide la zona desde el punto de vista estratigráfico, en dos regiones, por un lado, la Región de Sanabria *Tras-os-Montes*, caracterizada por el desarrollo gneises glandulares tipo “*Ollo de Sapo*” y por otro lado, la Región de Beira-Salamanca, caracterizada por facies turbidíticas silúrico-devónicas.

En general es una zona muy heterogénea caracterizada por distintos tipos de rocas endógenas. El metamorfismo, muy común, está presente con distintos grados de intensidad, y en aquellas zonas donde se ha desarrollado de alto grado suele ir acompañado de abundantes granitoides. Existen distintas ideas que explican el origen de las rocas metamorizadas durante la Orogenia Hercínica:

1. El metamorfismo hercínico afectó a rocas volcánicas (cenizas, lapilli y productos piroclásticos) hace unos 500 ma (Ordovícico). Este vulcanismo al parecer estuvo asociado a la formación de un *rifting* continental, es decir una abertura en la litosfera continental debido a la existencia de una anomalía térmica provocada por un punto caliente (foco térmico), durante el Cámbrico y el Ordovícico.
2. Roca procedente de una gran intrusión magmática que sufrió metamorfismo durante la Orogenia Hercínica
3. Rocas formadas por sedimentos terrígenos provenientes de una antigua (1500 Ma 1800 Ma) plataforma continental siliciclástica.

La DO Arribes está incluida en el **Dominio de Pliegues Recumbentes u “*Ollo de Sapo*”** que comprende una zona formada por un conjunto de materiales que forman pliegues cuyos planos axiales están volcados hacia un flanco y plegados a su vez. Es resultado es un cabalgamiento, es decir, una estructura de gran extensión, complejidad y difícil interpretar donde unos materiales que recubren a otros.

Esta unidad presenta un gran engrosamiento litosférico ocasionado por la colisión de placas que se desarrolló durante la Orogenia Hercínica y se caracteriza por la existencia de rocas metamórficas de alto grado y de rocas graníticas. También recibe el nombre de “*Ollo de Sapo*” debido a la Formación de “*Ollo de Sapo*” que es un gneis que suele presentar un bandeo claro, oscuro, donde quedan incluidos unos grandes cristales de cuarzo de color azulado o de feldespato. Durante la Orogenia Hercínica esta formación sufrió un gran calentamiento, por lo que las rocas se pudieron llegar a fundir totalmente (migmatitas).

Durante la orogenia Hercínica se desarrollaron tres fases de esquistosidad, metamorfismo de distintos grados e intrusiones plutónicas. Los rasgos más visibles son los últimos en desarrollarse, y consisten en la formación de domos en las zonas de alto grado metamórfico y



cubetas estructurales, allí donde las rocas indican un metamorfismo de grado más bajo (Gilibarchuchi et al., 1983).

Toda la zona se encuentra afectada por un sistema de fallas que se desarrolló durante la última etapa, **etapa tardihercínica**, durante la que se crea una densa red de fallas de desgarre, seguida por una fase tectónica distensiva asociada a la sedimentación pérmica. Durante la **etapa alpina**, las líneas de debilidad originadas durante esta etapa servirán durante el Mesozoico-Cenozoico como límites de las áreas subsidentes que recibirán la sedimentación.

La zona oriental y meridional del Macizo Hespérico septentrional está ocupada por la sedimentación terciaria de la Cuenca del Duero. Este relleno comienza durante el Paleógeno con una sedimentación en ambiente continental, consecuencia de sucesivas secuencias de abanicos aluviales directamente relacionados con levantamientos del Macizo. Los depósitos más antiguos (paleocenos) del borde occidental, están compuestos por areniscas y conglomerados silíceos (facies siderolíticas). El Paleógeno medio-superior de la zona zamorano-salmantina presentan un carácter fluvio-lacustre, y el Neógeno, de materiales detríticos finos, ocupa la mayor parte del NO de la Cuenca. En las zonas del interior de la cuenca se han datado materiales pertenecientes al Neogeno y el Oligoceno. El Mioceno está constituido por facies rojas poco maduras con material heterométrico y polimíctico. El Neógeno superior está constituido, por facies terrígenas relativamente finas y maduras, sobretodo al Norte del Duero (Martín Serrano, 1994).

4.3. ESTRATIGRAFÍA

Los materiales geológicos que se han cartografiado en la zona estudiada corresponden en su mayoría a rocas endógenas antiguas (Precámbricas y Paleózoicas) afectadas fundamentalmente por la Orogenia Hercínica y modificados por la Alpina. Las rocas sedimentarias, relativamente modernas, pertenecen al Terciario y Cuaternario.

Tanto los materiales terciarios, como los cuaternarios son terrígenos (arcillas, arenas, areniscas y conglomerados), con la única diferencia de presentar los cuaternarios una escasa consolidación.

En este apartado se describe la estratigrafía regional con unidades aflorantes y no aflorantes en la DO Arribes pero que permiten comprender su contexto litoestratigráfico.



4.3.1. Materiales Precámbricos y Paleozoicos

Son los materiales más abundantes en la zona de estudio, representan el núcleo de la cadena hercínica. En conjunto se les conoce con el nombre del Complejo Esquisto-Grauváquico, y aparecen junto con rocas prehercínicas y la serie gneísica de “*Olló de Sapo*”. Discordantes sobre estos materiales se encuentran los del Ordovícico.

El Precámbrico esta representado, en la zona, por materiales propios de medios marinos profundos que hacia techo evolucionan a medios de plataforma, es decir ambientes más someros.

Los materiales paleozoicos han sido divididos en dos etapas (prorogénica y sinorogénica) separadas por el límite Devónico-Carbonífero. La etapa preeorogénica tiene características de plataforma, en transición a medios continentales hacia la zona norte. Durante la etapa sinorogénica se producen altas tasas de erosión, con formación hacia el final, de cuencas intramontañosas.

A continuación se refieren las características más importantes de las distintas formaciones que integran la Serie Esquisto Grauváquico. Al final de este capítulo se muestra la correspondencia entre estas formaciones y las agrupaciones litológicas elaboradas durante el estudio de la zona.

1.- Unidad Inferior

Según Rodríguez Alonso, 1985; Rodríguez Alonso y Palacios, 1995, los materiales de esta unidad constituyen la parte basal de una serie potente formada por una alternancia de areniscas y lutitas, con alguna intercalación de conglomerados. Aflora en el Área de las Hurdes-Sierra de Gata en el Dominio de Pliegues Verticales. El medio en el que se produjo la sedimentación corresponde a un abanico marino profundo de facies turbidítica que se desarrolló a la vez que la actividad volcánica que dio lugar a las intercalaciones de roca ígnea de la zona.

2.- Fm. Monterrubio: pizarras y conglomerados

Esta formación forma parte de la Unidad superior del Complejo Esquisto Grauváquico en el área comprendida entre Salamanca y el Sinclinal de Tameses. Según Díez Baldas (1986) esta formación esta formada por más de 2000m de pizarras arenosas y piizarras negras bandeadas, con intercalaciones métricas o decamétricas de areniscas, conglomerados, anfíbolitas y rocas calcosilicatadas (Rodríguez Alonso et al., 1995) y conglomerados arenosos. Esta formación



atribuida al Vendense superior ha sido interpretada como un depósito de plataforma siliciclástica.

3.- Fms. Aldeatejada y Areniscas de Tamames, G. Cándana y Fm. Herrería: areniscas, pizarras y conglomerados.

Representan materiales cámbricos sobre la unidad anterior. Según Díez Balda (1986), Rodríguez Alonso, (1985) y Roltz (1972) esta unidad está constituida por una sucesión potente de pizarras con intercalación de niveles de areniscas, carbonatos y calcoesquistos, que ha techo pasa gradualmente a la Fm Tamames que está compuesta por areniscas y pizarras con niveles carbonatados a techo.

Esta formación se formó en un ambiente correspondiente a una plataforma inter supramareal.

4.- Series Metasedimentarias Indiferenciadas

Como ya se ha referido anteriormente el Complejo Esquisto-Grauváquico está integrado por una sucesión de formaciones distintas. Esta sucesión es claramente distinguible en algunas zonas, no siendo así en otras. Es para este caso, para lo que SIEMCALSA la unidad de Serie Metasedimentaria indiferenciadas en el Dominio de Pliegues Acostados o Recumbentes. El conjunto está formado por esquistos y micaesquistos, con intercalaciones más o menos abundantes de cuarcitas, calizas (mármol), areniscas, rocas calcosilicatadas, anfibolitas y neises de origen volcánico. Las

Series agrupadas en esta unidad son: Serie de Porto, Esquistos de Villacampo,, Miranda do Douro y Cpas de Santa María y Mediana. La edad de estos materiales puede variar entre Precámbrico superior y Cámbrico Inferior de la Unidad Inferior y Superior. La sedimentación se produjo en un ambiente de plataforma externa contemporánea a una actividad volcánica importante.

5. Gneises “Ollo de Sapo”

Estas rocas metamórficas afloran en el núcleo del Antiforme *de Ollo de Sapo*. Esta formación consta de dos tramos. El inferior (300-700m) compuesto por gneises de grano grueso con intercalaciones de grano fino. Estos gneises están compuestos por megacristales de feldespato potásico y cuarzo azulado en una matriz de gris a verde oscura de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasas y micas. El superior (600-1000m) de gneises de grano fino con intercalaciones macroglandulares y niveles de cuarcitas feldespáticas y esquistos a techo. Donde los gneises a parte del tamaño se diferencian de los anteriores en que no presentan feldespato



potásico (Azor et al., 1992). El origen de estos materiales, actualmente y después de diversos trabajos (Villar Alonso, 1990; Wildberg, *et al.*, 1989; Gebauer *et al.*, 1993) es discutido, como ya se ha comentado en un apartado anterior.

6.-Fms. Calizas de Tamames

Son materiales carbonatados que forman un nivel no muy potente, pero de gran continuidad en el Macizo Hercínico. Según Corrales y Valladares, (1980) La formación está constituida por unos 125 m de calizas parcialmente dolomitizadas con niveles de pizarra en la parte superior, donde se sitúan a techo las Pizarras de Endrinal. Por su contenido fosilífero, esta formación ha sido interpretada como un medio de llanura mareal carbonatada durante el Cámbrico inferior.

7.- Serie de los Cabos y equivalentes, Fms. Oville y Barrios: cuarcitas, areniscas y pizarras.

Los materiales de esta unidad se apoyan en contacto discordantes con los materiales infrayacentes. Esta discordancia es equivalente a la Discordancia Sárdica de otras zonas de la península. Según distintos autores (Azor et al., 1992 y San José et al., 1992) la serie, de potencia variable, está compuesta por conglomerados en la base y una alternancia de arenas y arcillas en zonas más altas. Recibe distintos nombres según los distintos dominios. En la zona de Pliegues Verticales se llama Capas de los Montes y Serie roja basa, Capas Intermedias y Serie Púrpura en la de Pliegues Acostados. La sedimentación se ha realizado en una gran diversidad de ambientes, desde fluviales a intermareales restringidos y submareales del Ordovícico inf. (Tremadoc).

8.- Cuarcita Armoricana

Es una unidad muy característica de la zona CentroIbérica, su dureza y potencia dan lugar a fuertes relieves en la zona. La serie está compuesta por bancos de cuarcitas masivas con intercalaciones pizarrosas que pasan de forma continua a las pizarras de la unidad 9 (*o.c.*) La potencia es mayor en las zona de Pliegues Verticales (150-130m) que en la zona de Pliegues Acostados (80-130m).

Desde el punto de vista sedimentológico se ha interpretado como un ambiente de barras arenosas en condiciones supramareales (isla barrera), o submareal de alta energía y la edad en base al contenido faunístico es Ordovícico inf. (Arenig)

9.- Fms equivalentes a las Fms de Luarca, Agüeira



Sobre las unidades anteriores se depositan una formación constituida por dos tramos, uno pizarroso y otro constituido por una alternancia de pizarras y areniscas. Esta unidad está presente tanto en el Dominio de Pliegues Verticales, como en el Dominio de Pliegues Acostados. Apartir del contenido fósil se le ha atribuido una edad ordovícica (Llanvir-Ashgill)

11.- Silúrico: pizarras y areniscas

Sobre una laguna estratigráfica de reducida importancia en la Zona Centro-Ibérica se deposita un conjunto detrítico de granulometría creciente, que comienza con pizarras negras en la base con intercalaciones de arena, que se hacen mayoritarias a techo

12.- Devónico: pizarras, calizas y areniscas

Según distintos autores (Martínez García, 1972; Quiroga, 1982; Antona y Martínez García, 1990) en la zona de San Vitero, esta unidad está constituida por una serie de alternancias grauváquico-pelíticas con abundantes cambios de facies y discordante sobre los materiales silúricos. La unidad ha sido interpretada como un *flych*s *singorogénico*. La Fm. San Vitero no ha sido datada con precisión, ya que, para algunos autores (Quiroga, 1982), en función del contenido fosilífero, pertenece al Devónico inf., pero otras características como los aspectos sedimentológicos, estructurales, metamórficos parecen indicar una edad Devónico sup. – Carbonífero inf.

4.3.2. Mesozoico

Los materiales del Mesozoico, que en línea generales, pertenecen al ciclo de sedimentario alpino no están representados en la zona de estudio. En un contexto más amplio, el Macizo Ibérico, se observan materiales mesozoicos bordeando esta gran estructura, pero, como ya se ha comentado no existen en la zona objeto de este trabajo.

4.3.3. Cenozoico-Terciario

El Terciario ocupa toda la Cuenca del Duero. La sedimentación terciaria se introduce en el Macizo Ibérico a partir de un sistema de fracturación de dirección suroeste-noreste que da lugar a la Cuenca de Ciudad Rodrigo y en la Depresión Peñarán-Alba.

La Cuenca del Duero es una cuenca intraplaca que se individualizó a principios del Paleógeno durante la primera fase compresiva de la Orogenia Alpina. De forma general es una cuenca asimétrica con mayores espesores en el margen Cantábrico, al norte y en el surco asociado a la Cordillera Ibérica, al este (o.c.).



En la zona de estudio se ha cartografía materiales terciarios en las zonas de Fermoselle (ITGE, 423)

Existe una gran diversidad de materiales terciarios, la correlación entre ellos es bastante complicada debido a las características de la cuenca en cuanto a amplitud y diversidad de ambientes. Aun así, debido a criterios estratigráficos y paleontológicos, se han establecido tres etapas en el registro sedimentario separadas por discontinuidades (Corronchano y Armenteros, 1989):

- En el inicio de relleno de la cuenca, a finales del Cretácico, el Macizo Hespérico fue afectado por una intensa alteración bajo clima tropical húmedo, con desarrollo de suelos lateríticos y mantos caolíniticos (Jiménes, 1974; Corrochano, 1977; Bustillo y Martín Serrano, 1980; Molina *et al.*, 1987, 1989, 1990) la erosión de estos mantos de alteración dio lugar a las primeras sedimentaciones en la cuenca (Cretácico sup.-Paleógeno). Esta sedimentación determinó la formación de las series siderolíticas en los bordes oeste y suroeste de la cuenca. Al final de la sedimentación se originaron silcretas y alunitas (Bustillo y Martín Serrano, 1980; Blanco y Cantano, 1983; Molina, 1991; García Telagón, 1995)). En la zona oriental de la cuenca, al final del Cretácico se desarrolla una sedimentación carbonatada que al final de la regresión da lugar a ambientes supramareales y fluvio-lacustres (Floquet *et al.*, 1982), sólo en áreas muy restringidas del NE de la cuenca se continúan depositando sedimentos marinos hasta el límite del Eoceno inf. - medio
- Durante el Eoceno medio se produce una gran inestabilidad tectónica y empiezan a desarrollarse distintos ambientes sedimentarios. En este momento es cuando comienza el desarrollo del segundo período sedimentario que abarca el Eoceno medio- Mioceno inferior. En el borde oeste la serie sedimentaria, no muy potente (400m), está constituida por facies de areniscas (litoarenitas, arcosas, grauvacas) y lutitas con escasas intercalaciones de facies margosas y calizas con abundantes paleosuelos (calcretas, silcretas y suelos aluviales) en la parte superior (Corronchano, 1971; Alonso Gavilán, 1981). Durante el oligoceno y en las primeras etapas del Mioceno, se producen fases de inestabilidad tectónica que originan interrupciones en la sedimentación
- La tercera etapa (Mioceno inferior- Plioceno?) comienza con los materiales depositados después de la última interrupción en la sedimentación y termina también con una



discordancia, a parte de estas dos existen otras discordancias intermedias. Aunque, no se entrará en más detalle al encontrarse estos materiales dentro de la zona de estudio.

- La cuarta etapa, que abarca desde el Plioceno a la actualidad, está marcada los procesos desarrollados durante el cuaternario.

Las series consideradas son las siguientes:

1. Serie Siderolítica: conglomerados, arenas y lutitas.

Esta unidad representa un conjunto de materiales que van desde el Cretácico superior al Paleoceno inferior. Tiene composición siliciclástica con presencia de caolinita, cemento silíceo y óxidos de hierro. Esta formada por conglomerados, areniscas y lutitas de colores blancos, verdes y rojos, en moteados. Mineralógicamente está compuesto por granos de cuarzo, feldespatos y micas en una matriz caolinítica (algo de esmectita). En la base y parte media, los materiales están cementados por goethita y hematites, pero a techo son más frecuentes las silicificaciones con ópalos C y T, junto con alunita en algunas, ocasiones, Bustillo y Martín Serrano, 1080; Bustillo et al., 1982; Blanco y Cantano, 1983). Presenta una potencia variable, unos 40 m en Zamora (Corrachano, 1977) y unos 100m en Salamanca (Alonso Gavilán, 1981). En la zona de Zamora está constituida por distintas litofacies: Costra ferralítica; Facies Montamarta y Facies Zamora (Corrachano, 1977). En la zona de Salamanca se han establecido distintas divisiones y subdivisiones (Jiménez, 1970, 1974; Alonso Gavilán, 1981; Santisteban *et al.*, 1991) . En la primera unidad se pueden disintinguir: Areniscas de Amatos, Areniscas de Salamanca y Areniscas del Río Almar (Jiménez 1970, 1974). En la segunda, Fm Detrítica de Salamanca, compuesta por: Conglomerados de la Peña del Hierro; Areniscas de Terradillos; Areniscas de la Peña Celestina y Conglomerados Silíceos de Arapiles. La tercera, Unidades siderolíticas y silíceas.

2. Serie detrítica eo-oligocena: conglomerados, areniscas y lutitas.

En la zona de estudio, esta unidad está compuesta por materiales de naturaleza siliciclástica como lutitas, areniscas con niveles de conglomerados. Estudios de detalle de distintos autores (Jiménes, 1970, 1972; Corrochano, 1977; Alonso Gavilán, 1981) indican que las areniscas son arcosas, subarcosas, litarenitas y sublitarenitas y en los conglomerados los cantos, son cuarzo y cuarcitas, y en menor proporción liditas, neises y esquistos. En la mayoría



de las sucesiones, abundan los rasgos de rubefacción y hidromorfismo y en algunos horizontes de calcretas. Entre las arcillas heredadas predominan illita, clorita y caolinita y en las neoformadas esmectita y paligorskita en menor proporción. En esta unidad se diferencia un amplio número de unidades y formaciones. En la zona de Zamora, Corronchano (1977) ha definidos dos tramos uno inferior y otro superior. El inferior está compuesto por las Facies de Entrala y la Facies de Torres del Carrizal. El superior está compuesto por las Facies Corrales, Gema, Villabuena del Puente, Toro y Valdefinjas. En la zona de Salamanca, correlacionables con las unidades de zamora, Alonso Gavilán (1981) y Jiménez *et al.*, (1983) han definido las unidades de Areniscas de Villamayor-Cabrerizos, Areniscas de Aldearrubia-Molino del Pico. En esta zona, es discordante sobre la unidad anterior o sobre sustratos ígneos, metamórficos o paleozoicos y a techo se sitúa discordante la unidad neógena. Los ambientes sedimentarios representados en esta unidad son muy variados, van desde sistemas aluviales marginales (abanicos aluviales y ríos trenzados (conglomeráticos y arenosos) hasta sistemas meandriformes. Estos ambientes localmente (zona de Zamora) pueden presentar transición a ambientes lacustres

3. Serie Carbonatada eo-oligocena

Esta serie de edad paleógena integra todo el material carbonatado de que aparece intercalado en la unidad anterior. Su afloramiento más importantes se encuentran el Sinclinal de Villarcayo en Zamora, allí se han descrito la Facies de Valcabado (20m) compuesta por margas arenosas laminadas con peces, la Facies de Cubillos Corrancho, 1977) (20m) compuesta por calizas y margas con restos algales y de moluscos, el Sinclinal de Villarcayo compuesta por calizas, margas y lutitas verdes con gasterópodos, ostrácodos, caráceas y restos algales con una potencia que va desde 90 a 200. Estas facies presentan características eminentemente lacustres, por ejemplo, la Facies Valcabado corresponde a un ambiente de encharcamiento en la llanura aluvial. La Facies de Cubillos se formó en un ambiente lacustre somero. Por encima de estos materiales se disponen discordantes las unidades terrígenas del tramo superior del Paleógeno zamorano (Corronchano, 1977)

4. Series Rojas: lutitas, arenas lutíticas y conglomerados silíceos rojos.

Forman una sucesión detrítica neógena discordante sobre las unidades paleógenas y que se denominan en su conjunto Series Rojas (SIEMCALSA) debido a su coloración rojiza. Esta pigmentación es heredada de la alteración del área fuente. En la zona, son depósitos detríticos



heterométricos de distinta granulometría con ferruginizaciones (goethita), con desarrollo de calcretas en zonas marginales (Martín Serrano, 1988a). Al norte de Zamora la serie presenta un conglomerado basal de cantos, seguido por una sucesión alternante de arenas y arcillas dispuestas en megasecuencia granodecreciente, la potencia de la serie aumenta hacia el este alcanzando los 50 m. junto al río Valderaduey. Los minerales de la fracción arcilla son ilita, esmectita y en menor proporción caolinita y clorita. Según Santiesteban *et al.*, (1991) en los alrededores de Salamanca la serie se divide en dos, la Unidad Roja inferior y la Unidad Roja superior. La primera está formada por arenas arcósicas o subarcósicas con algo de mica y cantos de esquisto y pizarra. La Unidad Roja superior está formada por arcilla y conglomerados con escasos feldespatos y micas. En la zona norte de Salamanca y cerca de Fuentesauco aflora una sucesión de materiales heterométricos de hasta 80 m de potencia con abundantes cantos silíceos y matriz arcillosa rojiza. En estos materiales se describen rellenos de canal compuestos por sedimentos arenosos de color claro y cementación arcillosa y lentejones de conglomerados con estratificación cruzada (Jiménez Fuentes y García Marcos, 1980).

Dentro de la Serie Roja se han incluido distintos conjuntos litológicos, Facies Rojas de Castillejo, Conglomerados de la Armuña, Facies de Mirazamora, Facies de Aspariegos, Conglomerados de Belver, Conglomerados Rojos de Tor, Serie de Valdefinjas, Serie Roja del Cubito, Conglomerado Rojo de Cabezuela y Facies Bureba. El conjunto de la serie ha sido datado como mioceno y se le ha interpretado como un depósito de abanicos aluviales en zonas marginales donde se alternan facies lutíticas de llanura aluvial y conglomerático-arenosa de relleno de canal.

5. Serie conglomerática poligénica miocena: conglomerados poligénicos, arenas, lutitas y arcillas.

Esta unidad es una serie detrítica con litologías heredadas de las áreas fuentes de las que proceden, Así, en la zona de estudio los conglomerados están compuestos por cuarzo, ilita, pizarra y esquisto. Las granulometrías más finas (arenas, limos y lutitas) a parecen en proporción variable que depende, principalmente, de la distancia a los bordes de la cuenca. La característica más distintiva de la unidad es coloración ocre que da nombre a la serie (Santiesteban *et al.*, 1991). Para Martín Serrano (1988a) la serie está formada por un conjunto de cuerpos canalizados de conglomerados (de cuarcitas, cuarzo y en menor proporción pizarras)



que alternan con capas de arenas, limos y arcillas de color ocre-amarillento, con carbonataciones dispersas y nódulos limolíticos.

La unidad recibe distintos nombres locales, Series Ocre, Abanicos de Villagatón, de Vanidades, Combarro-Brazuelo, Castrillo de los Polvazares y Val de San Lorenzo. Se dispone en discordancia sobre la "Serie Roja del Mioceno inferior y en los bordes aparece recubierta, también de forma discordante, por conglomerados silíceos más modernos de la unidad.

El medio sedimentario corresponde a abanicos aluviales de extensión, composición y secuencia de facies controlado por la actividad tectónica, litología de los bordes y cambios climáticos.

6. Facies Tierra de Campos: arenas y lutitas con intercalaciones de calcretas y paleosuelos

Esta unidad está compuesta por arenas blancas bioturbadas y edafizadas con fragmentos líticos, que intercalan rellenos de canal conglomeráticos y arenosos de 1 a 4 m de espesor (Martín Serrano, 1988a). Se incluyen dentro de esta unidad las Facies Villafáfila, Villalpando, las facies Cilleruelo, Carrascal, Garcihernández, Arauzo, Amatos, San Mamés, Navales, Gajates. La edad varía desde Aragoniense (Mioceno medio) en su base López Martínez et al., (1986) a Vallesiense inferior (Mioceno superior) en facies marginales. La unidad muestra una facies de abanicos aluviales en áreas marginales (Facies Grijalba Villadiego y de la Serna, pasando lateralmente a facies de canales anastomosado y meandriiformes efímero con edafizaciones y encharcamientos (Portero et al., 1982a).

7. Facies de las Cuestas: margas, calizas, dolomías, arcillas y yesos

Esta unidad forma una estrecha franja compuesta por una serie de materiales blandos situados por debajo de las calizas del páramo. Cuando estos materiales no se encuentran protegidos por las calizas del Páramo presentan un potente desarrollo de cárcavas.

La unidad presenta una potencia de unos 70 m y está compuesta por margas calizo-dolomíticas blancas y verdes con intercalaciones de arcillas y yesos intersticiales. A lo largo de toda la unidad se observan numerosos rasgos de exposición.

Los datos paleontológicos indican una edad situada entre el Mioceno medio y superior que va desde finales del Astaragiense (Aragoniense superior) al Vallesiense inferior (López et al., 1986). En la zona la unidad se asocia a una sedimentación fluvio-lacustre con asociaciones deltaicas.



8. Calizas inferiores del Páramo: calizas, dolomías y margas con niveles de arcillas magnesianas.

Son los carbonatos que forman el centro y zonas bajas de los relieves de páramo. Según Sánchez de la Torre *et al.*, (1982) forman una sucesión carbonatada con delgados niveles margoso arcilloso con gran contenido fosilífero. No es una unidad que posea mucha representación en la zona de estudio. Para Armentero, (1991), unidad en la zona está formada por calizas (dolomías) compactas, con microfacies de micrita fosilífera y grumosa, biomicritas, intramicrita y biomicritas. Las calizas se presentan en bancos de unos 40 a 45 cm con desarrollo de porosidad móldica (pseudomicrokarst) producido a la actividad de raíces (Mediavilla y Dabrio, 1969)

De acuerdo con el contenido fosilífero López *et al.*, (1986) y Alberdi *et al.*, (1981) asignan a la unidad una edad de Vallesiense. La facies carbonatada representa una sedimentación en lagos carbonatados someros de baja energía y márgenes fluctuantes que da lugar a una amplia gama de texturas de emersión de carácter palustre (Sánchez de la Torre *et al.*, 1982; García del Cura y Ordoñez, 1982; Armenteros, 1986)

9. Serie conglomerática silícea finimiocena: conglomerados, arenas silíceas y lutitas.

La serie está formada por conglomerados, arenas y arcillas cuarcíticas, más concretamente, para Suárez *et al.*, (1994) .

Mediavilla *et al.*, (1995) han determinado una edad del Turoliense superior y Manjon *et al.*, (1982b) una del edad Mioceno superior. El depósito corresponde a una sedimentación de abanicos aluviales originados por la reactivación tectónica finimiocena (Suarez et al., 1994)

4.3.4. Cenozoico-Cuaternario

Los depósitos del Cuaternario constituyen formaciones superficiales de extensión variable con espesores menores a la decena de metros (SIEMCALSA). Son materiales que forman depósitos continentales relacionados con la red fluvial original y/o producidos como consecuencia de la removilización de los materiales terciarios y la erosión de los relieves circundantes.

El hecho geológico más significativo que tuvo lugar durante este período de tiempo, fue la apertura de la Cuenca del Duero. Para Martín Serrano, (1991) esta apertura puede estar relacionada con el basculamiento del meseta o por la captura progresiva de la red fluvial de la



cuenca por la atlántica. El encajamiento de la red tiene como resultado el desarrollo de plataformas aluviales que actualmente han quedado reducidas a estrechas y delgadas superficies escalonadas paralelas al cauce de los ríos (Pérez González *et al.*, 1994).

En la zona de estudio podemos encontrar las siguientes unidades cartográficas:

1. Raña: conglomerados silíceos, arenas y lutitas.

Este depósito constituye los mantos conglomeráticos que bordean las áreas marginales de la Cuenca en relación con el último piedemonte de relleno. Según Pérez González *et al.*, (1994) es una superficie finineógena compleja resultado de procesos de erosión-sedimentación.

Son depósitos que se apoyan discordantes sobre materiales paleozoicos, mesozoicos y terciarios. Teniendo en cuenta su posición morfodinámica en la Cuenca del Duero se han determinado distintas edades: Mioceno medio, tránsito de Mioceno-Plioceno, límite del Plioceno-Pleistoceno. Martín Serrano (1988b) afirma que la raña es un depósito que no se puede definir cronoestratigráficamente y agrupa bajo el término de Raña todos los techos de piedemonte aluvial. En cuanto a su ambiente de formación, el mismo autor (1991) la interpreta como depósitos desarrollados a partir de la sedimentación realizada por ríos trenzados de gravas en ambiente de abanicos aluviales.

2. Coluviones y canchales: gravas, limos y arcillas.

Son depósitos cuya génesis está relacionada con pendientes y/o altitudes elevadas. Son materiales de distintas granulometrías acumulados al pie de los relieves como consecuencia de la caída gravitacional. En la zona de estudio están asociados a resaltes topográficos como los desarrollos por los diques de roca filoniana o a las abruptas márgenes del río Duero

3. Abanicos aluviales, glaciares y superficies complejas: gravas, arenas, limos y arcillas

Los abanicos aluviales y conos de deyección originados a partir de la acción de aguas de arroyada. Estos depósitos se desarrollan como consecuencia de la pérdida de energía del agua debido a un aumento en la sección del cauce o a una disminución de la pendiente. La disminución de la energía de transporte del agua provoca el abandono de la carga que da lugar a estos depósitos de característica forma de abanico. Son comunes en toda la zona de estudio y generalmente están relacionados con flujos estacionales de alta energía.



Los glaciares aluviales son superficies planas con un perfil ligeramente convexo y poco inclinado. Se relacionan con las primeras fases de encajamiento de la red fluvial, con una inclinación de la superficie hacia la zona del cauce. Son superficies de enlace entre los relieves y las zonas bajas de terrazas y llanuras aluviales (Vargas et al., 1991b).

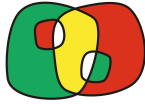
Como en el caso de los dos depósitos anteriores, en la zona de estudio a parecen asociadas a resaltes topográficos (sierras o márgenes del Duero).

4. Terrazas fluviales: conglomerados, arenas, limos y arcillas.

Las terrazas son superficies planas situadas en las vertientes de los valles a distintas alturas pero siempre por encima del curso actual de agua (RIEMCALSA). Para Pérez González et al., (1994) son plataformas estrechas dispuesta paralelas y longitudinalmente a una corriente fluvial. En la zona de estudio las principales corrientes fluviales son el Duero y sus afluentes que desarrollan sistemas de terrazas muy aislados en su recorrido por la zona de estudio en la que se han cartografiado arroyos de distinta importancia que han dado lugar a uno o dos niveles de terraza. Según Martín Serrano, (1988a) estas terrazas son depósitos de potencia irregular (2 a 10m) están formadas por conglomerados cuarcíticos y elementos finos, entre los que destaca caolinita e illita, en la fracción arcillosa.

5. Aluvial y fondos lacustres: cantos, arenas, limos, arcillas.

Son depósitos asociados a cauces de ríos, sus llanuras de inundación y las áreas encharcadas o antiguos fondos de lagunas. Las facies asociadas a los cauces son cantos y gravas sin cementar con matriz areno-arcillosa, de composición y granulometría dependiente de proximidad y constitución del área fuente. En las zonas de encharcamiento los materiales son finos. En otras ocasiones estas zonas deprimidas presentan depósitos arenosos con un elevado porcentaje de limo y materia orgánica.



4.4. PETROLOGÍA

4.4.1. Rocas Ígneas

Para el estudio de las rocas ígneas del Macizo Ibérico, distintos autores (Bellido, et. al, han seguido los criterios:

- Relación del plutón con respecto a las principales fases de deformación de la orogenia Hercínica (pre, sin y post-orogénica).
- Nivel de emplazamiento.
- Características petrológicas-mineralógicas

1. Migmatitas

Como ya se ha explicado en un apartado anterior, son rocas que han sufrido un proceso de metamorfismo intenso llegando a transformarse en migmatitas. El proceso ha sido importante, pero no tanto que no impida reconocer la roca original. .

Son rocas desarrolladas a partir de un metamorfismo regional y han desarrollado una anatexia selectiva durante las primeras fases de deformación hercínica. Estos materiales aparecen, por ejemplo, en la zona de Sanabria (Martínez Garcia, 1973) en la llanura salmantino-zamorana (Martínez Fernandez, 1974b; López Plaza y Carnicero, 1987; Escuder et al., 1995)

En el Domo del Tormes las migmatitas son metapelítas y leucogneises. Se aprecia un paso gradual desde los leucogneises de grano fino con granate a las anatexias de similar composición y textura a un leucosoma rico en feldespatos potásico y una transformación de sillimatinita a moscovita.

2. Leucogranitos de dos micas

En la zona de Aldeadeávilas de la Ribera el Macizo de Fuente de Masueco y en la zona del encajamiento del Duero (El Rostro y el Río de Las Uces) son concordantes con el Complejo Equisto-Grauvaquico. Presenta textura sacaroidea, no porfídico, equigranular muy homogéneo de grano medio-fino (1-3mm). En los afloramientos son observables cristales de cuarzo (1-3mm), feldespatos potásico, con algunos fenocristales de 1-3cm; biotita de 1-3mm, muy fina, definiendo la foliación y la moscovita en secciones romboidales (2-3mm) o como grandes placas xenomorfas de 10-15mm, que suelen tener inclusiones de biotitas y cuarzo.



En algunas zonas aparecen enclaves migmatíticos surmicáceos-biotíticos y suelen mostrar schlieren biotíticos que se disponen según la foliación del granito.

El granito presentan textura holocristalina, algo heterogranular de grano medio-fino con orientación deformativa. Sus componentes principales son cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, moscovita y biotita. Como minerales accesorios hay turmalina, agujas de rutilo, opacos, apatito, circón, un sillimanita (poco frecuente) y óxidos de Fe. En los minerales de cristalización tardía/ o secundarios se encuentran clorita, sericita, moscovita, rutilo sagenítico y feldespato potásico.

3. Granito de grano medio a grueso, biotítico (\pm moscovita), porfídico

Tiene granos de cuarzo (2-3mm), biotita (2-3mm) con escasa moscovita que varía de unas zonas a otras, fenocristales de feldespato potásico (2-3cm).

En el Macizo de la Peña presenta una foliación marcada por la biotita y por los fenocristales de feldespato potásico según N 145-170°E/45-50°SO. Esta estructura orientada desaparece de forma gradual en algunas zonas, pasando a presentar el granito una textura recrystalizada y es donde, suele ser más abundante el contenido en moscovita. Este granito presenta una textura heterogranular hidiomorfo, de grano grueso, con carácter porfídico. Los componentes principales son cuarzo, plagioclasa (oligoclasa ácida), feldespato potásico y biotita. Los minerales accesorios más frecuentes son moscovita, sillimanita, opacos, circón, apatito, coridierita y andalucita. Entre los minerales de cristalización tardía están rutilo, clorita y sericita.

4. Granito de grano medio-fino (leucogranito, tendencia alcalina) de dos micas

Aflora en lajas y en algunas ocasiones forma bolo de reducido tamaño. lo que da lugar a la formación de pequeños berrocales que en topografía se refleja con relieve alomado. La textura es equigranular, muy homogénea con cristales de cuarzo (1-3mm), feldespato potásico no muy individualizado por lo general, como matriz, y en ocasiones como fenocristales; biotita (1-3mm y/o 4-5mm); moscovita en forma de grandes placas (5-10mm), que suele formar orlas sobre las biotitas y tener pequeñas inclusiones de cuarzo. Al microscopio presenta estructura holocristalina, heterogranular de grano medio a medio-fino, con orientación deformativa marcada por las micas. Los minerales principales son cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, biotita y moscovita. Entre los accesorios hay opacos, circones u turmalina, escasa y pequeña. Los minerales de cristalización tardía y secundarios son clorita, sericita, feldespato potásico secundario, moscovita y rutilo.



Estos granitos son los constituyentes principales del Macizo Milano, donde se encuentran muy alterados. Cuando la alteración no los ha destruido totalmente aparecen formando lajas con un marcado diaclasado horizontal que resulta muy patente en los alrededores de Milano. En la zona de Vilvestre todo el macizo presenta una foliación según N120°-130°E observable en la orientación de la biotita y concordante con las estructuras de la zona. La parte sur de macizo está afectado por una banda de cizalla sinistra de dirección N130°-E/50°SO con un movimiento sinistro. Las fracturas que lo afectan (N-S o NE) son poco importantes y por ellas discurre la red fluvial.

5. Granito de grano medio de dos micas (biotita < moscovita) porfídico

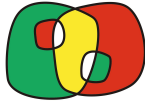
Desde el punto de vista petrográfico este granito presenta una textura holocristalina, heterogranular de grano medio a grueso de dos micas (biotita < moscovita) porfídico con fenocristales de feldespato potásico y orientación deformativa. Los principales minerales son: cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, biotita y moscovita, como accesorios opacos, apatito, circón y turmalina, y clorita, feldespato potásico, rutilo, esfena, sericita, moscovita y fluorita, como secundarios.

Este tipo de granitos está presente en el Macizo de la Presa de Aldeadávila de la Ribera, donde se ha determinado una foliación según N 110°-120°E/90°, marcada por la biotita y por los fenocristales del feldespato potásico. En la mitad sur del macizo se ha cartografiado una banda de cizalla dúctil de dirección N 70°E, con movimiento sinistro. Esto ha determinado el desarrollo de estructuras de estiramiento y una reducción del tamaño del grano y alargamiento de los cristales de cuarzo y feldespato.

El macizo presenta una intrusión de granitos de dos micas con “textura ala de mosca” perteneciente al vecino macizo de La Zarza de Pumareda. También se pueden se han cartografiado enclaves de rocas básicas-intermedias que se encuentran muy transformados y diques de cuarzo (“sierros”).

6. Granito de grano grueso de dos micas porfídico (Facies Mieza).

Es un granito con textura holocristalina inequigranular de grano medio (2-5mm) a grueso (7-10mm) porfídico de dos micas, aunque el contenido en micas puede ser variable, con mayor proporción de biotita que de moscovita. Presenta orientación deformativa definida por la dirección de la biotita y los fenocristales de feldespato. Sus componentes principales son cuarzo, feldespato potásico, plagioclasas, biotita y moscovita, y como minerales secundarios opacos, circón, allanita, monacita, rutilo granular, óxidos de hierro y turmalina, y clorita, rutilo



sagenítico, feldespato potásico, esfena, sericita, moscovita, epidota, zoisita y clinozoisita, como secundarios o de nueva tardía cristalización.

Esa facies presenta una foliación general N130°E/90°, el granito está afectado por una banda de cizalla dextra de dirección N130°E

Estos granitos se han cartografiado en la zona de Aldeadavila de la Ribera y Vilvestre, como en el Macizo de Mieza-Cabeza de Caballo. El macizo presenta un sistema de fallas de dirección N20°-40°E a favor de las que se ha producido la intrusión de diques de cuarzo (“sierros”), como en los granitos descritos en el epígrafe anterior. El granito aflora en bolos redondeados o lajas dando lugar a berrocales. Al oeste debido al fuerte encajamiento del Duero, este granito queda al descubierto y en alguna zona se observa el desarrollo de “panes de azúcar”, como el de la presa de Aldeadávila de la Ribera. Presenta diques más comunes que se pueden observar son de aplitas, pegmatitas y cuarzo (“sierra”) paralelos a las direcciones de fracturas NE

7. Granitos de dos micas, grano grueso y medio

Texturalmente es un granito holocristalino, heterogranular de grano medio a medio-grueso. Los componentes esenciales son cuarzo, feldespato potásico (microclina), plagioclasa, biotita y moscovita, como minerales accesorios son opacos, apatitos, circón, rutilo, óxidos y sillimanita (“fibrolita”), los minerales tardíos o secundarios son clorita, feldespato potásico, moscovita, sericita y rutilo sagenítico. A escala de afloramiento presenta textura de “ala de mosca”, heterogranular de grano medio (2-5mm) a grano grueso (5-8mm), contiene fenocristales de feldespato potásico (5-15mm), la biotita presenta dos tamaños (4-5mm; 7-8mm), suelen presentar orlas de moscovita. Esta última, a parece en grandes placas xenomorfas (10mm) o como pequeñas secciones de tendencia romboidal. La turmalina también es frecuente.

Estos granitos están presentes en el Macizo “La Zarza de Pumareda”, en la zona de Aldeadavila de la Ribera. Este macizo presenta carácter intrusivo. Al norte se ha diferenciado una facies de grano más fino.

El Macizo presenta una foliación N120°-130° E (vertical o buzando hacia el SO), marcada, como en otros casos por la biotita y afectado por estrechas bandas de cizalla dextrales de dirección N140°-150° E verticales. La fracturación principal suele intruir diques de cuarzo (N25° E), en otras ocasiones las fracturas dan lugar a profundos valles que suelen se aprovechados por la red fluvial (ríos Las Uces)



8. Granito de dos micas de grano medio-fino (Granito de Aldeávila de la Ribera)

Presenta las mismas características que los granitos del epígrafe anterior, pero con un tamaño menor.

9 Rocas básicas-intermedias

En la zona de Aldeadavila de la Ribera y Vilvestre, (Martínez Fernández, 1974) son monzonitas y monzodioritas. Aparecen a lo largo de una banda de dirección N 130°E en tres afloramientos Mieza, Cerezal de Peñahorcada y Valderrodrigo. En los tres afloramientos, las rocas básicas están instruidas en cuerpos graníticos siendo muy difícil encontrar el contacto entre los distintos tipos de rocas.

A escala de afloramiento las rocas presentan color oscuro (gris), con tonos verdes, con un tamaño medio-fino (1-3mm), con algunas biotitas de tamaño mayor (5mm) y fenocristales de feldespato potásico. Presentan orientación general según N 110°-130°E marcadas por la biotitas. Al No de Valderrodrigo (X= 707.700; Y=4.550.650) se ha cartografiado un afloramiento de rocas básicas de tamaño de grano medio, color verde oscuro que no presenta ninguna orientación.

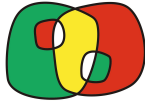
La textura es holocristalina, equigranular de grano medio-fino (1-3mm) con variedades de tendencia porfídica, con fenocristales de feldespato y tipo oclares. Con orientación deformativa.

Los minerales esenciales son plagioclasa, feldespato potásico, piroxeno, anfíbol, biotita y cuarzo. Como accesorios apatitos, allanita, epidota, esfena, opacos, óxidos de hierro de Fe y circón, y sericita, moscovita, clorita, esfena secundaria, epidota-clinozoisita y carbonatos, como minerales secundarios.

En otras áreas de la zona de estudio se han descrito desde gabronoritas olivínicas a granodioritas; y/o rocas ultrabásicas como son las que presentan una escasa proporción de horblenditas. Estas rocas que aparecen en distintos entornos formando yacimientos de pequeñas dimensiones.

Presentan coloraciones gris-verdosas y a veces, casi negras debido a su riqueza en minerales ferromagnesianos. Los minerales a parecen dispuestos dando lugar a distintas estructuras como granudas hipiomorfas, subofíticas, porfídicas y con tamaños que van de grueso a fino, que no presentan un orientación definida o, en algunos caso, una ligera foliación.

Tienen desarrollo de alteraciones concéntricas que produce la formación de bloques redondeados de pequeño o mediano tamaño que generalmente están atravesadas por venas



félsicas centimétricas más leucocráticas y resistentes a la erosión. Originan metamorfismo de contacto que será más intenso cuanto más básica sea la roca y menor la intensidad del metamorfismo regional circundante.

En la Zona Centroibérica se originan como una intrusión temprana dentro del conjunto de granitos postcolisionales. Esto hace que afloren como pequeños stocks en las rocas metamórficas y como enclaves de distintas dimensiones dentro de los granitoides posteriores.

Estas rocas aparecen dispersas por toda el área de estudio. En la Penillanura zamorano-salmantina (área de Sayago) se han cartografiado tonalitas, cuarzomonzonitas y monzodioritas de tipo vaugnerítico con grandes cristales de biotita (3-4cm) (García de los Ríos, 1981), existen otras rocas menos básicas al este de Bermillo de Sayago, los Arribes del Duero y al Oeste de Ledesma (SIEMACALSA) Para distintos autores que han estudiado estas rocas (Martín Fernández, 1974b; López Plaza y Carnicero, 1987) las tonalitas y similares forman láminas subconcordantes encajadas por encima del nivel de los neises glandulares y formando enclaves de pequeño tamaño (centimétrico y milimétrico) dentro de los cuerpos graníticos posteriores.

4.4.2. Rocas Ígneas Tardihercinicas

1. Leucogranito

Estos granitos han sido clasificados por Martínez Fernández (o.c) como leucogranitos o granitos de dos micas con predominio de moscovita de grano medio a fino. Es, por tanto, un granito de grano medio-fino (1-3mm), que ocasionalmente pueden llevar pequeños fenocristales de feldespato potásico (10-15mm) idiomorfos. Los cristales de moscovita son aparecen en forma de grandes placas xenomorfas de hasta 10mm y en pequeños cristales de tendencia romboidal (2-4mm). La biotita se encuentra dentro de los minerales accesorios. Presenta una textura holocristalina equigranular de grano medio-fino. Los componentes principales son: cuarzo, feldespato potásico, plagioclasas (albita), moscovita y biotita; como accesorios opacos, apatito (acicular y redondeado) y circón. Dentro de los minerales de origen secundarios sericita, clorita, feldespato potásico, rutilo sagénico, esfero-leucoxeno.

Macizo del Cerro “Garduño” en la zona de Aldeávilva de la Ribera, está constituido por los granitos descritos anteriormente, pero con la particularidad de que, en su parte este, la biotita es mucho más abundante apareciendo en forma de placas (1-2mm) muy finas. Presenta, también una baja proporción de granates y una alta de turmalina. En este macizo se pueden



apreciar de forma puntual orientaciones ligeras según una dirección N100° E a N 120° E, que dan lugar a valles profundos y estrechos (Valle del río Regato de Vadevoya)

2. Granitos de dos micas con glándular de feldespato potásico y nódulos de cuarzo

En este grupo en la zona de Aldeávilla de la Ribera se han cartografiado un grupo de afloramientos de pequeñas dimensiones de formas redondeadas y con ciertos límites fallados. Son cuerpos instruidos en los materiales que los rodean con los que presenta contactos netos.

Estos granitos presentan textura holocrystalina, heterogranular de grano medio a grueso, en cuyas variedades porfídicas se ven definidas por pequeños fenocristales de feldespato potásico. Los componentes principales son cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, biotita, moscovita, como accesorios los más frecuentes opacos (ilmenita, magnetita), óxidos de Fe, apatito, circón, turmalina y sillimanita, en cuanto a los secundarios sericita, clorita, feldespato potásico, rutilo sagenítico y esfena-leucóxeno.

En función de las características texturales los autores han separados dos grupos distintos:

- Granitos de grano medio, con dos micas, microporfídico

Estos granitos han sido cartografiados en al norte y sur de Pereña, donde han dado lugar a dos sendos resaltes topográficos, Fuente Santa (725m) y Cueto (743m) y otros que no han dado lugar a resalte topográfico.

Las características de estos granitos son que su alteración origina bolos de tamaño métrico que da lugar a berrocales. Los minerales principales son cuarzo (2-4mm), microfenocristales de feldespato potásico (10-15mm) de forma tabular, biotita en placas pequeñas (2-3mm) y finas, moscovita en secciones xenomorfas a subidiomorfas-romboidales y turmalina. El cuarzo, aparte de formar granos, a parece formando nódulos blancos (2-5mm), lo mismo que el feldespato potásico que forma glándulas (5-6cm) de formas rectangulares o cuadradas en las que es posible distinguir pequeñas inclusiones de cuarzo.

En algunas zonas se han cartografiado foliaciones de carácter relicto con direcciones N100°- 110° E, la zona norte de Pereña (422) se pueden observar orientaciones según N 70°E, marcadas por los microfenocristales de feldespatos.

En cuanto a los enclaves, se han descrito de bioitita y migmatita, sobre los que se han desarrollado moscovita tardía sin orientación.

- Granito de grano medio, con dos micas, no microporfídico



Aparecen en pequeños afloramientos, con carácter intrusivo sobre los materiales que los rodean, hecho que se aprecia en el contacto en el río de Las Uces, donde se puede observar una pequeña aureola metamórfica.

Presentan una textura equigranular sacaroidea de tamaño medio (2-5mm)

Los afloramientos, relativamente bien observables en zonas de valles o ríos, se presentan en forma de berrocales constituidos por bolos de redondeados a angulosos. Los minerales más frecuentes son cuarzo, feldespato potásico, biotita, moscovita y algo de turmalina. Como en el caso anterior, el cuarzo puede ser frecuente en la matriz dando lugar a nódulos de color blanco y en ocasiones el feldespato potásico aparece en forma fenocristales de pequeño tamaño (7-10mm). La biotita, moscovita y turmalina tiene las mismas características que los granitos anteriores.

En cuanto a los enclaves, son “restitas” de biotita y migmatita sobre la que ha recrecido moscovita tardía y donde, se puede apreciar abundante turmalina.

4.4.3 Rocas Filonianas

1. Diques de Cuarzo

Este tipo de dique es muy común en toda la comarca, donde recibe el nombre de “Sierro” debido a que aparecen como un resalte topográfico sobre la penillanura. Para García de Figuerola y Parga (1971) este tipo de estructura se forma a partir de una forma de tensión entre dentro de los granitos.

Estos diques presentan las siguientes características:

- a) Están formados por cuarzo lechoso que en algunas ocasiones, presentan mineralizaciones de sulfuros de pirita.
- b) Presenta una dirección constante NE cristalizando a favor de fracturas de edad tardihercínicas.
- c) Tienen longitudes variables (kilómetros a cientos de metros) con recorridos sigmoidales.

2. Filones pegmatíticos de Fuentes de Masueco

Son filones de características ácidas que aparecen intruidos en rocas metamórficas o en rocas graníticas. Son filones de dirección N-S a N20°E subverticales y discordantes con las estructuras regionales del Campo Pegmatítico de la Fregeneda que se encuentra en la zona de Vilvestre (449).



Según López Plaza et al., (1982) estos filones están formados por cuarzo, feldespatos alcalinos y moscovita como minerales esenciales. En cuanto a los accesorios se han encontrado berilo, turmalina, lepidolita y a veces espodumena. La estructura interna es variada, en ocasiones se ha detectado zonación composicional determinada por una mayor concentración de cuarzo en la zona central o viceversa.

El tamaño es, también, muy variable, así, la potencia puede ir desde los 10-20cm, hasta los 10m, con longitudes de decenas a centenas de metros. Los filones más delgados son frecuentemente de carácter pegmoaplítico o de cuarzo (más feldespato y mica). Los contactos con las rocas encajantes son netos y discordantes, con una intensa turmalinización en las cercanías de los filones.

3. Leucogranitos moscovíticos, microgranitos, granitos aplíticos, aplitas y pegmatitas.

Son el tipo de filón más frecuente y abundante. Aparecen formando una densa red en los metasedimentos del Complejo Esquisto-Grauváquico en Valdeávilva de la Ribera, donde han sido agrupadas bajo el epígrafe de “Complejo Laminar Pegmatoide” (O Serie del Alamo) para García Figuerola y Franco (1975), García Figuerola et al., (1983); Carnicero (1980.y 1982) y López Plaza y Carnicero(1987).

Los diques de mayor entidad dan resaltes topográficos y alineaciones que destacan de la penillanura. Se trata de rocas pobres en biotita lo que le confiere un color blanquecino característico que puede adquirir tonos amarillos o rosáceos por procesos de alteración. Son rocas muy sencillas predominando los granitos aplíticos y las aplitas, así como rocas de transición. También se han incluido en el grupo permutitas y micropegmatitas. Siendo siempre rocas leucocráticas.

Presenta contactos netos con la roca encajante de tipo metasedimentaria, pero para concordantes con la esquistosidad principal. También están relacionadas con granitos en los que se han cartografiado diques pegmatíticos, micrograníticos y aplíticos similares.

Los espesores son muy variables, desde pocos centímetros a varios metros. Son rocas de texturas muy heterogéneas, con una gran variación en el tamaño del grano (de fino a muy grueso) y cambios en la textura con sectores micropegmatíticos. No existe una tonalidad marcada, pero en algunos diques se han distinguido una disminución del tamaño hacia las zonas de borde.

En las rocas metasedimentarias encajantes se han desarrollado procesos de alteración inducidos por la intrusión. Así, se ha detectado cristalización de moscovita y turmalina



4.5. AGRUPACIONES LITOLÓGICAS

Todos los materiales de la zona se han asociado, cuando ha sido posible, en función del tipo, de las características y de la edad formando las agrupaciones litológicas que constituyen las distintas **Unidades Litoestratigráficas**, utilizadas en la creación de las series y de las unidades homogéneas del medio (UHM):

4.5.1. Materiales Cuaternarios

Para las agrupaciones de los materiales del Cuaternario se han empleado preferentemente criterios geomorfológicos. Este hecho, ha estado determinado por las características del material cuaternario, dado que todos estos materiales son terrígenos, cuya principal diferencia se basa en el proceso que ha dado lugar al depósito, es decir, el **modelado externo**. Se encuentran los siguientes:

F- Modelado Fluvial

F1- Fondos de Valle

Con este epígrafe se han separado tanto los depósitos de fondo de valle de los ríos principales de la zona, como una gran cantidad de depósitos de ríos secundarios y arroyos. Los depósitos aparecen en disposición lineal siguiendo el recorrido del río. Están caracterizados por presentar el fondo plano y se observa una acumulación de material detrítico, de tono distinto al circundante.

F2- Terrazas fluviales: conglomerados, arenas, limos y arcillas.

En la zona de estudio las principales corrientes fluviales pertenecen a la red hidrográfica del río Duero. Están formadas por conglomerados cuarcíticos y elementos finos, entre los que destaca caolinita e illita, en la fracción arcillosa.

En la zona de Vilvestre se diferencia un único nivel de terraza en el río Alameda Blanca. Este nivel de terraza se encuentra a 1 y 1,5 m de respecto al cauce. La litología de la fracción gruesa está formada por cantos de cuarzo, granitoide y fragmentos de rocas metamórficas, siendo la matriz de limos con una fracción arena importante. Los cantos presentan en general una forma redondeada y en algunos casos subredondeada y angulosas. Los tamaños de los cantos oscilan entre 4-6cm y la edad es Holocena.



G- Modelado de Gravedad

G1- y G2- Coluviones y canchales: gravas, limos y arcillas.

Son materiales terrígenos de distintas granulometrías acumulados al pie de los relieves como consecuencia de la caída gravitacional. Han desarrollado escaso transporte y presentan una variedad litológica grande debido al escaso retrabajamiento de los materiales y su proximidad al área madre. Los depósitos corresponden a zonas de aporte desarrollados sobre materiales graníticos, metamórficos y filonianos, caracterizados por presentar fragmentos rocosos (bloques y cantos) angulosos, poco o nada transformados de la roca madre.

Son depósitos sin compactar de materiales gruesos heterométricos cuando el área fuente son materiales paleozoicos y más finos cuando provienen de una zona terciaria. Se caracterizan por la presencia de bloques y cantos englobados en una matriz areno-limosa. La fracción gruesa suele ser de tamaños variables y formas angulosas, presentando los depósitos desarrollados a partir de granitos, fragmentos subredondeados, debido a procesos de arenización.

T- Modelados Torrenciales

T4- Conos de Deyección

Su desarrollo suele estar restringido a los depósitos de los arroyos. Son de edad Holocena. Su litología depende de los materiales que ha atravesado el curso de agua, que les da lugar. Son arenas y/o limos y su génesis está asociada a la alteración de materiales metamórficos y granitoides.

T5- Abanicos aluviales y materiales tipo raña.

Los abanicos aluviales y conos de deyección originados a partir de la acción de aguas de arroyada. Litológicamente está compuestos por arenas cuarzo-feldespáticas, limos y cantos, Estos últimos de tamaños variables están compuestos por cuarzo, granitoides y fragmentos de rocas metamórficas. El tamaño de los cantos es variable y suele presentar una cierta clasificación. En el centro de los cauces aparecen tamaños que oscilan entre los 40cm y los 4cm, mientras que en los bordes son más reducidos. En general los cantos aparecen redondeados, aunque los tamaños mayores de cuarzo presentan formas subangulosas. La fracción limo se distribuye de forma irregular a lo largo de los cauces, es más importante en zona de cabecera y los tramos donde el sustrato es metamórfico, en



el resto de los tramos, la fracción arena es mayoritaria. Los depósitos tipo raña presentes en la zona de estudio son ortoconglomerados de cantos silíceos redondeados y arenas con matriz areno-arcillosa. Los cantos de cuarcita pueden haber sufrido procesos de alteración (arenización y caolinización) y el conjunto puede estar cementado por costras de óxidos de hierro y manganeso. Para Suarez (1994) su espesor máximo es de 30m pero actualmente lo normal es no encontrar depósitos con potencias mayores a los 10m.

T6- Glacis

Hay dos tipos de distintas edades. Los más modernos se caracterizan por presentar dos fracciones. La menor tamaño presentan una fracción en torno a los 2 cm y compuesta por cantos de cuarzo y rocas metamórficas y la de mayor, con una dispersión de tamaños (6-10cm) y litologías de cuarzo y metasedimentos. Todos los cantos tienen morfologías angulosas. Los más antiguos, están formados por cantos heterométricos (5 a 10cm) y litologías predominantes de cuarzo y cantos de granitoides. La fisonomía es subangulosa. La matriz es arcillo-arenosa con ciertos niveles de tendencia laminar.

D- Otros modelados

D2- Depósitos lagunares.

Con este epígrafe se han separado depresiones más o menos planas, y por lo general asociadas al nacimiento de arroyos. Son depósitos típicos de pequeñas depresiones de fondo más o menos plano. Se originan en área potencialmente encharcable y una característica de los depósitos es que existe una elevada proporción de limos y materia orgánica.

4.5.2. Materiales Terciarios

Estos materiales se corresponden con sedimentos paleógenos de borde de la Cuenca del Duero y del sector centro-occidental de la Fosa de Ciudad Rodrigo (IGME, 475). Se han diferenciado:

C- Conglomerados, arenas, arcosas con cantos metamórficos e ígneos; microconglomerados.

Esta unidad (UTS P3, 475) se corresponde a sedimentos terciarios de borde de cuenca. Presentan rasgos comunes en toda su extensión regional, polaridad sedimentaria y límites definidos por discordancias tectónicas de rango regional. Los depósitos se corresponden a



sedimentos detríticos de carácter continental y constituye la unidad más alta de estas unidades dentro del Paleógeno.

Son materiales que se disponen discordantes sobre los metasedimentos hercínicos y los granitoides. Su espesor oscila entre 1 y 10 m. Estas constituidas por rocas sedimentarias de distintas características. Los conglomerados presentan una moda entorno a los 4mm y presentan líneas de cantos con centiles en torno a los 5 cm. Estas constituidos por cantos subangulosos de cuarzo (10-30%), cuarcita (10-25%), fragmentos de granito (20-55%) y esquistos (0-2%). La fracción arena (gruesa o media) (10%) está constituida por granos de cuarzo (30-35%), fragmentos de granito (40-70%) y feldespato (0-15%) fundamentalmente potásico muy alterado. La matriz micáceo-arcillosa está reorganizada y sus componentes (biotita, moscovita y esmectita) se disponen en torno a los granos, lo que indicaría que es iluvial. Cuando aparecen masivas son frecuentes los rasgos edáficos, o pueden mostrar en la base de las secuencias de una estructura interna que consiste en estratificación en surco de media escala. Las arenas son de grano grueso (1mm – 0.25mm) o medio (0.2mm). Están constituidas por granos de cuarzo (0-35%) de subangulosos a subredondeados, feldespatos fundamentalmente potásico (0-8%) subredondeados y con un grado de alteración muy variable, fragmentos de granitos (0-45%) y de cuarcitas (0-5%). El contenido en matriz micáceo-arcillosa se entre el 10-20% y aparece soportado por granos, sin orientación o fuertemente reorientada. Suelen ser masivas, en cuyo caso se aprecian rasgos edáficos.

Forman cuerpos de geometría tabular y base canalizada con frecuente superficies erosivas internas. Estas superficies representan la morfología cambiante del fondo de canal en crecidas y están asociadas a estructuras sedimentarias de alta energía. Limitan cuerpos de canal rellenos de gravas. Estos depósitos se han interpretado (IGME, 475) como un relleno de canal con una relación anchura/profundidad elevada de posición cambiante dentro de un mismo cauce, propios de ríos de baja sinuosidad

C1- Lutitas y limos. Estos materiales finos se encuentran asociados a una importante cantidad de materia orgánica.

4.5.3. Materiales Precámbricos-Cámbricos: Prehercínicos Y Hercínicos

La petrología es tipo de criterio que se ha elegido para separar estas unidades. Este criterio es bastante obvio en el caso de los materiales metamórficos, o las rocas filonianas, donde las diferencias son claras y fáciles de aplicar. No así en el caso de las rocas ígneas de tipo



granítico, donde la cantidad y la variedad hacen muy complicada la separación de las unidades. El criterio que se ha utilizado para realizar dicha separación en unidades ha sido el textural y mineralógico. Esta elección de estos criterios ha estado determinada por el hecho de ser estas características muy importantes a la hora de determinar la alteración de una roca.

ROCAS FILONIANAS

A1- Filones de rocas ácidas: leucogranitos moscovíticos, microgranitos, granitos aplíticos, aplitas, pegmatitas, leucopegmatitas. Algunos de estos filones son frecuentes en determinadas áreas de la zona de estudio como en el Campo Pegmatítico de Fuente Sauco, Campo de la Fregeneda.

Los diques de cuarzo son muy frecuentes en la provincia de Zamora y Salamanca, donde reciben el nombre de “Sierros”. Dan elevaciones sobre la penillanura y genéticamente García de Figuerola y Parga (1971) los han asociado a zonas de tensión dentro de los granitos. Estos diques intruyen a materiales metamórficos y graníticos, presentando una serie de características comunes y constantes:

- a) formados por cuarzo lechoso
- b) dirección constante hacia el NE, intruyendo a favor de fracturas (tarcihercínicas)
- c) longitud variable de kilómetros a metros con recorridos de forma sigmoidal.

Los filones pegmatíticos de Fuente Sauco intruyen en rocas metasedimentarias y en granitos. Son filones de dirección N-S a N20°E subverticales y discordantes con las estructuras regionales, relacionables con la densa red filinica del Campo Pegmatítico de la Fregeneda, situado más al suroeste del anterior. Los filones están compuestos por pegmatitas graníticas simples formadas por cuarzo, feldespato alcalino y moscovita como minerales esenciales y berilo, turmalina, lepidolita y espodumena como accesorios. Suelen tener potencia variable (10-20cm hasta 10m) y longitudes que van desde decenas a centenas de metros. Los contactos son netos y discordantes,

Los filones constituidos por **Leucogranitos moscovíticos, microgranitos, granitos aplíticos, aplitas y pegmatitas**, son los diques más abundantes constituyen una extensa red encajada en los metasedimentos del Complejo Esquisto-Grauváquico. Este conjunto de rocas está agrupado bajo el término de “Complejo Laminar Pegmatóide” por aparecen como intercalaciones laminares paraconcordantes entre los metasedimentos.



Morfológicamente los diques de mayor tamaño dan pequeños resaltes topográficos y alineaciones que destacan sobre la penillanura. Son rocas pobres en biotita por lo que tienen un color blanquecino. Sus contactos con los metasedimentos suelen ser netos, con un carácter paraconcordante con la esquistosidad principal, presentando como las anteriores, geometría laminar. Las texturas de estas rocas son muy variables, tanto heterogranulares y equigranulares de grano fino a grueso y muy grueso, con sectores de tencia micrográficas y micropegmatíticas. Los minerales principales son cuarzo, feldespato potásico, plagioclasas y moscovita (a veces accesoria) y biotita, andalucita, sillimanita, turmalina y granate, como minerales accesorios.

A2- Filones de rocas básicas intermedias (monzonitas y monzodioritas) y rocas de mezcla. En la zona de Valdeadávila de la Ribera se ha cartografiado bajo esta denominación a filones de dirección N-S a N20°E subverticales y discordantes con las estructuras regionales. Los filones están formados por rocas pegmatíticas graníticas simples (López Plaza *et al.*, 1982) compuestas por cuarzo, feldespatos alcalinos y moscovita como minerales esenciales. En cuanto a los accesorios se han encontrado berilo, turmalina, lepidolita y a veces espodumena. La estructura interna es variada, en ocasiones se ha detectado zonación composicional determinada por una mayor concentración de cuarzo en la zona central o viceversa. El tamaño es, también, muy variable, así, la potencia puede ir desde los 10-20cm, hasta los 10m, con longitudes de decenas a centenas de metros. Los filones más delgados son frecuentemente de carácter pegmoaplítico o de cuarzo (más feldespato y mica). Los contactos con las rocas encajantes son netos y discordantes, con una intensa turmalinización en las cercanías de los filones. En la zona de Vilvestre, los filones pegmatíticos están encajados en rocas metasedimentarias de bajo grado. Son filones de dirección N-S a N20°E subverticales y discordantes con las estructuras regionales y claramente relacionables con los anteriores. Tanto en composición, estructura y edad.

Por su dificultad de separación se han cartografiado junto a los materiales A11 (A21, superficies) y junto a los H42 (A22, laderas).

COMPLEJO ESQUISTO-GRAUVAQUICO

P1- Paragneis pelíticos y semipelíticos con intercalaciones de cuarcitas feldespáticas, leucogneises y gneises cuarzo feldespáticos, ortogneises



metagraníticos y gneises cuarzofeldespáticos migmatíticos, gneises cuarzofeldespáticos y leucogneises cuarzo-feldespáticos (Precámbrico) Estas rocas constituyen lo que se ha llamado la Unidad Inferior (Escuder *et al.*, 1974). Son materiales afectados por un alto grado metamórfico. Este conjunto de rocas se puede dividir en dos grandes grupos. Un conjunto infrayacente fundamentalmente ortogneisico y otro suprayacente constituido por materiales predominantemente metasedimentario, con un contacto subparalelo entre las dos unidades. Esto hace que se interpreten los ortogneises como un basamento y los metasedimentos como una cobertera sedimentaria. El basamento está constituido por ortogneises metagraníticos glandulares que ocupan el área de afloramiento central oriental de esta unidad. Son similares a los que constituyen el Complejo Gnéisicos de Miranda do Douro (Ribero, 1974). Se le ha relacionado con una edad de 618 ± 9 Ma (Lancelot *et al.*, 1985). Estos materiales solo están afectados por la Orogenia Hercínica, en los sectores más bajos de la serie se reconoce la textura original de la roca, que se puede identificar con un granitoide porfídico, isótropo y homogéneo, con megacristales idiomorfos de feldespato potásico. Por debajo se han cartografiado gneises ligeramente glandulares, gneises cuarzofeldespáticos que no han sufrido deformación. La Unidad Fermoselle está situada por encima y está compuesta por una serie de paragneises pelíticos y semipelíticos, en los que se intercalan metagrauvas, gneises plagioclásicos y gneises cuarzo-feldespáticos bandeados y niveles lenticulares de mármoles calcíticos, metadolomías silíceas y gneises calcosilicatados. Estas rocas han sido afectadas por la Orogenia Hercínica. En la base se ha cartografiado un nivel discontinuo constituido por ortocuarcitas blancas o paranfibolitas con gránate-horblenda, sobre el que suele encontrarse una alternancia de metaareniscas claras ricas en feldespato potásico y metapelítas. Hacia la zona superior la serie se hace metapelítica e intercala niveles lenticulares de leucogneises de grano medio-fino con gránate. Esta serie intercala ortoanfibolitas y ortogneises con gneises máficos subordinados.

P2- Metasedimentos pelíticos-samíticos, Facies “Ollo de Sapo” (Cámbrico medio a Ordovícico Inferior) Este conjunto de rocas se puede identificar con la Unidad Superior del Complejo Esquisto-Grauvaquico (Escuder *et al.*, 1974). Esta unidad está compuesta por dos grandes grupos uno inferior azoico o grupo Douro y uno fosilífero o superior (Ribeiro, 1974). En la zona de estudio se ha cartografiado materiales correspondientes al



grupo azoico inferior. Se trata de un sucesión monótona de materiales turbidíticos constituidos por una alternancia rítmica de metapelitas y metasiltitas. Como ya se ha referido en apartados anteriores dentro de este grupo se han definido la Formación Río Pinhao, la Formación Pinhao y la Formación Desejosa. La Primera está constituida por una alternancia de metagrauvas y metagrauvas cuarzosas con niveles de metapelitas grises, gris oscura y verdes. Las metagrauvas presentan espesores medios y gruesos (entre 20cm y 2m). Localmente se observan tramos de filitas grafitosas e intercalaciones lenticulares de microconglomerados con matriz calcosilicatada de potencia menor de 50m. Los niveles de rocas calcosilicatadas presentan una potencia de 1 a 3cm. Los estratos metaarenosos presentan estructuración interna gradada. La Formación Pinhao es una serie potente de pizarras cloríticas con delgados niveles de metagrauvas cuarcíticas, cuarcitas impuras y rocas calcosilicatadas, que pueden llegar a ser muy abundantes. Constituye una unidad muy fina de carácter rítmico. Se detectan ripples como estructuras sedimentarias. La Formación Desejosa está caracterizada por una alternancia subcentímetra-milimétrica de metasiltíticos cuarzosos con metapelitas oscuras de gran continuidad lateral que da a la roca un aspecto de bandeado. Localmente se existen capas de metagrauvas y metagrauvas cuarzosas.

P3- Niveles cuarcíticos y microconglomeráticos, pizarras, cuarcitas, areniscas, conglomerados y brechas. (Ordovícico inferior a Devónico). Esta unidad se identifica con el grupo fosilífero de la Unidad Superior. Esta presente en la zona de Vilvestre y (Rebelo y Romano, 1986) han distinguido tres formaciones distintas: la Formación Quinta da Ventosa, la Formación Cuarcítica y la Formación Xistenta. La Formación Cuarcítica se corresponde con las Cuarcitas Armóricas y se pueden identificar con cuarcitas masivas bien estratificadas y normalmente seleccionadas y calibradas. Esta formación, a su vez está formada por distintos tramos (ITGE, 448):

- Cuarcitas inferiores. Constituida por una alternancia de cuarcitas y pizarras más o menos arenosas (metapelitas y metasiltitas)
- Pizarras intermedias, alternancia de pizarras y pizarras cuarcíticas grises y negras que pueden alternar con niveles metasiltíticos y metaarenosos e grano muy fino.
- Cuarcitas superiores, son niveles formados por cuarcitas con pizarras más o menos arenosas.
- Areniscas superiores, niveles constituidos por alternancia de metapelitas, metasiltíticas y metaareniscas de grano fino.



ROCAS ÍGNEAS PRE-SIN-TARDIHERCÍNICAS

H0- Granitos indiferenciados, granitoides inhomogéneos migmatíticos y microporfídicos, granitos de dos micas inhomogéneos. Por su dificultad de separación se han cartografiado junto a los materiales H9.

H3- Ortogneises metagraníticos glandulares y gneises cuarzofeldespáticos migmatíticos, gneis cuarzo feldespáticos, ortogneises tonalíticos y gneises máficos subordinados.

Esta unidad agrupa materiales metamórficos e ígneos, en la zona de Lumbrales se ha identificado con granitos prehercánicos.

H4.- Granitos de grano medio a grueso con textura Ala de Mosca y en algunas zonas con abundancia de diques de cuarzo. Son (ITGE, 475) leucogranitos de grano medio a grueso, y en ocasiones a muy grueso, con textura de “ala de mosca”. Composicionalmente es un granito de dos micas, caracterizado por tener cristales de biotita de gran tamaño que contrasta con una matriz clara. Al microscopio está formado por cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico, biotita y moscovita, como accesorios apatito, circón, opacos y sillimanita. La textura es inequigranular de grano grueso, a veces porfídica con fenocristales de feldespato potásico de hasta 3cm, mal definidos y con placas de biotita de gran tamaño que puede llegar a tener hasta 10mm y moscovita de hasta 3mm. El cuarzo forma agregados alargados de cristales de tamaño variable, con bordes suturados. Las plagioclasas son abundantes de tamaño medio. El feldespato potásico puede aparecer en formar un fenocristal mal definido y muy rico en inclusiones de plagioclasa, apatito, biotita y circón; en la mayoría de los casos tienen tamaño medio con maclas de microclima. La biotita forma cristales muy grandes que en ocasiones pueden estar sustituidos por moscovita y con pocas inclusiones de apatito y circón. La moscovita aparece en cristales de tamaño variable que en ocasionalmente pueden llegar a ser tan grandes como los de biotita. La moscovitas pueden tener textura poiquilíticas que le permiten tener inclusiones de cuarzo.

H5.- Granito de grano medio y medio-grueso de dos micas (a veces con moscovita dominante) y textura porfídica

En la zona de Vilvestre (IGTE, 448/9) aflora en bolos redondeados de tamaño métrico, dando berrocales, a veces se les considera enclaves dentro las rocas graníticas y por sus características en el campo se les considera el techo de la cúpula granítica. Son



leucogranitos de dos micas, con fenocristales de cuarzo (5-7mm), feldespatos de (7-8mm) y biotita (3-4mm), es frecuente encontrar concentraciones de turmalina con tamaños menores a 10mm. El tamaño del grano es de grano grueso-muy grueso que disminuye a grueso-medio hacia el borde del macizo. Presenta enclaves de tipo metamórfico y de biotita.

Los cristales de cuarzo son de forma globosa formados por subgranos y extinción ondulante. Tienen inclusiones de feldespato potásico, plagioclasa, biotita, moscovita, apatito y circón.

El feldespato potásico es microclima y presenta cristales aislados o en fenocristales de hábito anhedral-subhedral que le dan al granito un carácter porfídico. Suele presentar maclas de microclima, no presenta perfitas, sustituye parcialmente a la plagioclasa y como inclusiones tienen plagioclasas, biotita, moscovita, cuarzo y apatito.

La plagioclasa se encuentra en cristales aislados o en agregados de varios individuos de hábito anhedral-subanhedral, y en ocasiones formando fenocristales. El contenido en anortita es de 0-10%, siendo el resto albita. Tienen inclusiones de cuarzo, biotita, moscovita y apatito.

La biotita aparece en cristales aislados, o en agregados de 2-3 individuos, con tamaño variable, llegando a medir de 5-7mm, esto ocurre en la zona central del macizo donde el tamaño del granito es mayor. Presenta pleocroismo de colores marrón rojizo a amarillo claro. Como inclusiones tiene opacos, circón, apatito y cuarzo.

La moscovita aparece en hábitos anhedrales-subanhedrales, a veces con forma romboedrales y cuarzo como inclusiones, apatito y circón. Como minerales accesorios presenta apatito, que en cristales grandes tienen inclusiones de circón.

H6.- Granito de grano grueso no porfídico de dos micas.

Este granito intruye en el Complejo Esquisto-Grauváquico, presentan como en el caso anterior, enclaves de tipo metamórfico. Aflora en bolos de tamaño métrico, dando lugar a berrocales que presentan una fuerte alteración. En muestra de mano se observa cuarzo de tamaño de 4-5mm y otros, redondeados, de 10-15mm. El feldespato potásico tienen tamaño de 5-7mm y en ocasiones fenocristales de 2-3cm. Las micas aparecen en cristales aislados, el tamaño de la biotita es de 2-3mm con forma exagonal. La moscovita tiene tamaños variables, unos grandes de 15mm que a veces presentan inclusiones de biotita y otros de forma romboidales de tamaños de 2-3mm.



En las observaciones a microscopio el cuarzo aparece en cristales anhedrales de tamaño variable, con extinción ondulante, poco marcada. Tiene inclusiones de opacos, circones, apatitos, moscovitas, plagioclasas y feldespato potásico. El feldespato potásico es microclima que aparece como cristales generalmente aislados y a veces, con grandes tamaños (7mm) formando fenocristales. Como inclusiones tiene cuarzo, plagioclasa, moscovita, biotita y apatito. La plagioclasa aparece como cristales aislados o en agregados de 2-4 individuos maclados, con inclusiones de cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico, biotita, moscovita y apatito. La biotita normalmente se encuentra en cristales aislados, o en agregados de tamaño variable y pleocroismo marrón rojizo amarillo claro. Como inclusiones tiene opacos, circones y apatito. La moscovita se encuentra en una proporción igual o mayor que la biotita, con un tamaño variable e inclusiones como cuarzo, apatito, opacos, sillimanita y biotita. El apatito es el mineral accesorio más característico y aparece en pequeños cristales idiomorfos hexagonales, o cristales de gran tamaño de forma redondeada con inclusiones de pequeños circones. También aparece sillimanita, pero no hay circones de gran tamaño, como en otros granitos.

H7.- Granito de grano medio a medio grueso de dos micas y porfídico.

A escala de afloramiento (IGTE,422) se observa que posee granos de cuarzo de 2-3mm, biotita de 2-3mm, con algo menos de moscovita. El carácter porfídico está marcado por la existencia de fenocristales de 2-3cm de feldespato potásico, dando lugar a una textura orientada que desaparece de forma gradual hacia otras zonas que es más abundante la moscovita. Texturalmente es un granito heterogranular hipidiomorfo de grano grueso, con carácter porfídico, los constituyentes principales son cuarzo plagioclasa (oliciasa ácida), feldespato potásico y biotita. Los minerales accesorios son moscovita, sillimanita, opacos, circón apatito y andalucita.

El cuarzo es alotriomorfo que puede estar dividido en subgranos, presentando extinción ondulante, otros cristales pueden formar parte de agregados policristalinos. Puede tener inclusiones de biotita, sillimanita, apatito y plagioclasa.

La plagioclasa forma cristales de tamaño variable con hábito anhedral, a veces presenta una débil zonación concéntrica difusa, tiene macla polisintética e inclusiones de biotita, sillimanita, cordierita, andalucita, cuarzo, circón y apatito.

El feldespato potásico se encuentra en forma de megacristales subidiomorfos que tienen sus límites suturados con el resto de los minerales de la roca. Pueden presentar maclas y



contener inclusiones de todos minerales primarios, siendo las plagioclasas las más comunes.

La biotita aparece en forma de pequeños cristales idiomorfos variables (subidiomorfos e irregulares). Su coloración varia de castaño rojiza a amarillo claro y pueden encontrar formando cristales aislados o agregados de pocos individuos. Como inclusiones

H8.- Granito de grano medio fino de dos micas, leucogranitos de grano medio dos micas

Presentan una facies bastante homogénea con la excepción de tener alguna tendencia porfídica. Los contactos con la roca encajante son homogéneos. Los granitos prehercinicos que aparecen en la zona de Lumbrales, al microscopio están formados por cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico, moscovita y biotita. Como minerales accesorios tienen circón, rutilo, apatito, opacos y en ocasiones tiene turmalina y granate, siendo frecuentes sillimanita y andalucita. Debido a que han sufrido muchas deformaciones no es posible presentar una caracterización petrológica general de este grupo (GITE, 474/5). En la misma zona aparecen otros granitos de edad posterior, pero que presentan las mismas características texturales. Están compuestos por plagioclasa, feldespato potásico, moscovita y biotita, los accesorios, los mismos que en el caso anterior y además xenotima.

Las plagioclasas son anhedrales o subhedrales y de tamaño muy variable, llegando a presentar 3-4mm, presentan maclas, pueden tener inclusiones de biotita, circón y rutilos aciculares, estando algunas muestras corroídas por cuarzo. Presentan una alteración de variable intensidad que transforma la plagioclasa a sericita-moscovita, fluorita y agregados cristalinos de color pardo.

El feldespato potásico es casi siempre anhedral con gran diversidad de tamaños, algunos de ellos llegando a alcanzar entre 4 y 5,5, mm.. Pueden presentarse en cristales aislados, formando agregados o como cristales intersticiales. Algunos están maclados y llegar inclusiones de plagioclasa, biotita, rutilo acicular y apatito.

El cuarzo, como el resto de los minerales, es muy heterogéneo y si forma agregados puede llegar a los 6-7mm, es anhedral con contactos suturados y presenta extinción ondulante. Puede llegar inclusiones de plagioclasa, biotita, feldespato potásico, circón y rutilos aciculares.



La biotita forma cristales subhedrales o anhedrales es frecuente que aparezca como cristales aislados de tamaños inferiores a 2-2,5mm. Presenta pleocroísmo de castaño muy intenso a amarillo, e ingloba apatito, circón, rutilo granular, opacos anhedrales y puede ser rica en halos pleocroicos. Suele presentar alteración a clorita.

La moscovita no suele estar asociada a la biotita. A veces puede crecer en continuidad cristalográfica con la biotita, aunque es más frecuente encontrarla asociada al feldespato potásico y a la plagioclasa, o intercreciendo con el cuarzo. Puede formar pseudomorfo con la cordierita y como producto de alteración de la andalucita. Suele ser de tamaño parecido a la biotita o un poco mayor (2,5-3mm).

La cordierita aparece transformada a agregados de moscovita, clorita o micas verdes \pm biotita. La andalucita está prácticamente transformada a moscovita.

También en la zona de Lumbrales, se ha cartografiado un leucogranito de dos micas y textura holocristalina. Presenta los mismos minerales esenciales de los anteriores, y enguanto a los accesorios también son los mismos, junto con allanita.

El cuarzo aparece en agregados de cristales anhedrales y suele presentar pequeñas inclusiones de moscovita y plagioclasa.

El feldespato potásico es microclina y en ocasiones, sustituye a la plagioclasa. Es muy rico en inclusiones como cuarzo, moscovita, biotita, apatito y plagioclasa.

La plagioclasa es generalmente albita, con una pequeña proporción de anortita (<5%). Como inclusiones tiene cuarzo, moscovita, feldespato potásico y apatito.

La biotita presenta hábito anhedral y un pleocroísmo que varía de marrón rojizo a amarillo claro. Aunque puede presentarse en cristales aislados, es común, que aparezca asociada a moscovita debido a que ésta la puede sustituir o crecer en continuidad óptica con ella. En otras ocasiones, la moscovita puede estar asociada a los cristales de feldespato o la plagioclasa.

El mineral accesorio, como en los casos anteriores, más característico es el apatito que aparece incluido en la mayoría de los minerales de la roca.

H9.- Granito de grano medio o grueso de dos micas con fenocristales de feldespato.

Son granitos muy heterogéneos tanto a escala de afloramiento, como a nivel textural dado que el feldespato, que lleva, suele tener tamaños comprendidos entre los 2-5cm a los 7cm. En Vilvestre (IGTE, 423) este granito forma la Facies de Mieza que presenta continuidad en la zona hacia el Norte en la zona de Aldeávilva de la Ribera (ITGE,



422). Presenta un contacto intrusivo con los materiales metamórficos del Complejo Esquisto-Grauváquico.

A nivel de afloramiento es un granito de textura inequigranular de grano medio (2-5mm) a grueso (7-10mm), porfídico, de dos micas, aunque con un contenido variable, siendo el contenido de biotita es mayor que el de moscovita. Suele aflorar en forma de bolos, y a nivel de afloramiento suele presentar las siguientes características (ITGE, 448)

El cuarzo tienen un tamaño de 3-5mm, pero algunos pueden llegar a 7mm, con forma redondeada. El feldespato potásico se encuentra dentro de la matriz o bien formando fenocristales de 3-5 cm, llegando a alcanzar los 7-8cm (“dientes de caballo”), con formas rectangulares o hexagonales. Presentan inclusiones de biotita, que le proporcionan una cierta zonación, y de cuarzo y moscovita. La biotita tiene tamaños de 2-4mm y forma finas láminas que pueden llegar a los 5mm. La moscovita forma láminas de 2-4mm, que pueden dar lugar a orlas sobre biotita o no.

A escala microscópica, la facies presenta textura holocristalina, inequigranular de grano medio, a veces porfídica. Los principales son cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, biotita y moscovita. Los minerales accesorios más frecuentes son opacos, apatitos, circón, allanita, monacita, rutilo granular, óxidos de Fe y turmalina.

El cuarzo se presenta en agregados de formas globosa o alargados. Los cristales de hábito anhedral tienen extinción ondulante con tendencia a formar subgranos. En otras ocasiones los límites del cuarzo son rectos lo indica una recristalización. Como inclusiones tiene rutilo, apatito y biotita.

El feldespato potásico se encuentra principalmente como cristales de textura porfídica y menos frecuente con carácter intersticial dentro de la matriz. Cuando es microclima presenta macla y suele tener inclusiones de cuarzo, biotita, plagioclasa, apatito y moscovita.

La plagioclasa tiene hábito subhedral, a veces euhedral y suele aparecer en formando agregados de dos a cuatro individuos. Presenta procesos de alteración convirtiéndose en sericita y moscovita.

La biotita forma cristales aislados o formando agregados de varios individuos fuertemente orientados. Presenta un hábito anhedral o subhedral, con pleocroísmo que varía de marrón rojizo a amarillo. Los procesos de alteración la transforman a clorita.



La moscovita es de carácter secundario y se ha descrito de varios tipos. Los minerales accesorios son el apatito, turmalina, circón.

4.6. FOTOINTERPRETACIÓN

4.6.1. Metodología y preparación del material

Además de los fotogramas aéreas (contactos y ortofotos), que son el soporte básico del estudio, ha sido preciso recabar la información antecedente relacionada con el área de influencia de la DO Arribes, como por ejemplo: fotografías de satélite, hojas de vuelo, mapas topográficos, geológicos y geomorfológicos y otros mapas temáticos como el de vegetación, el forestal, el de usos y aprovechamientos, el de clases agrológicas, etc, así como antiguos mapas de suelos y sus informes respectivos.

Los contactos de la zona de estudio, se han elegido partiendo de las hojas de vuelo. Posteriormente han sido estudiados y analizados estereoscópicamente, a fin de tener una perspectiva amplia del relieve general, las geoformas, la erosión, los patrones de drenaje, el uso de la tierra y la apariencia general de la vegetación. Después, estos fotogramas han sido controlados en el campo, para determinar el significado de los rangos de variación de los tonos y para aprender las causas locales de las diferencias tonales, tales como la textura y otras características del suelo, la vegetación, la humedad, la pedregosidad, la erosión, los afloramientos rocosos, etc.

Sobre dicho material se ha realizado un control de calidad para verificar que el área barrida por el vuelo cubre la totalidad de la superficie incluida en la DO, que la naturaleza de las imágenes es la adecuada para el objetivo previsto y que el recubrimiento estereoscópico es el correcto, es decir, se ha comprobado que el solapamiento entre dos fotografías consecutivas sea del 60% del total de la fotografía y de un 15%-30% entre dos bandas sucesivas.

Una vez supervisado el material se procede a la preparación del mismo. Se orientan los fotogramas en dirección norte teniendo en cuenta que dada la latitud de España, la sombra de un objeto al incidir el sol sobre él, describe un semicírculo proyectado hacia el norte. Y simultáneamente se organiza el conjunto del material fotográfico en relación a las hojas 1:25.000 del Instituto Geográfico Nacional con el fin de optimizar el manejo del material a lo largo del proyecto.



Antes de comenzar el proceso de fotointerpretación se sistematiza el soporte fotográfico según la metodología de las líneas de coincidencia (LC, *match lines*). Se han dibujado las LC en todas las fotografías para que puedan ser delineados los datos de interés para diferenciar los suelos. Estas líneas son límites del área a ser cartografiada sobre la fotografía. Pueden dibujarse con o sin la ayuda de un estereoscopio. Usando el método estereoscópico, se dibuja una línea recta a mitad de camino, a través del área de superposición y paralela al borde de la fotografía. Esta línea recta es entonces transferida estereoscópicamente a la fotografía adyacente.

En terrenos abruptos o montañosos, esta línea, es usualmente transferida señalando los puntos más altos, o crestas, y los puntos más bajos, o fondos de la red de drenaje y conectando luego estos puntos mediante una serie de líneas rectas.

En áreas de terreno abrupto, como el que nos ocupa en la DO, una LC rectilínea sobre una fotografía, será muy irregular, cuando sea transferida a la fotografía adyacente. Las LC rectilíneas, pueden transferirse sin la ayuda del estereoscopio, es decir, bosquejando la línea; coincidiendo con los sitios más altos o con las zonas bajas, la línea parecerá curvarse. Sobre un terreno llano, las LC se pueden transferir, conectando los mismos puntos de referencia, mediante una línea recta.

En ambos métodos, el proceso se continúa a través de todo el área de reconocimiento, transfiriendo las LC a la siguiente fotografía sobre la línea de vuelo y a las sucesivas fotografías adyacentes, sobre las líneas de vuelo adyacentes.

Las LC pueden seguir características destacadas de la superficie del suelo, tales como carreteras, vías de tren, ríos, lindes o estructuras de parcelación. Si los caracteres físicos y culturales están concentrados a lo largo de una carretera, la LC se dibuja donde es menos difícil hacer coincidir las delineaciones del suelo y otras características.

Sobre las fotografías se colocan láminas transparentes, en las que a posteriori se delinearán los datos de interés para la diferenciación de suelos, debidamente codificadas para su ulterior identificación y construcción del mapa base.

El dibujo completo de las LC con sus referencias adicionales (N, FA adyacentes, etc.), ha sido un trabajo lento y tedioso. Sin embargo gradualmente y a lo largo del trabajo completo, se han obtenido numerosos beneficios y recuperado con creces el tiempo invertido.

Se seleccionaron un total de 20 modelos que suponen un 10% de la superficie total a fotointerpretar. Estos modelos muestran secciones representativas y potencialmente



extrapolables al resto del área de estudio y se estudian estereoscópicamente, para tener una perspectiva amplia de la topografía, las geoformas, los patrones de drenaje, el uso de la tierra y la apariencia general de la vegetación.

Estos fotogramas una vez interpretados se controlan en campo, para determinar el rango y significado así como para aprender las causas locales de las diferencias en los tonos, tales como la textura del suelo, la vegetación, la humedad, la pedregosidad, los afloramientos rocosos, etc.

En la figura 4.1 se muestra un diagrama de flujos de una fotointerpretación aérea sistemática en el que el paisaje de las imágenes, determina los pasos a seguir. Se ha considerado básico, en este ejemplo, el de los tipos fisiográficos (*landtypes*) y vías de drenaje. Si están presentes las vías de drenaje, la densidad del drenaje ofrecerá una clave adicional a tener en cuenta, para los diferentes pasos a seguir en la interpretación (Fig 4.2).

4.6.2. Fotointerpretación inicial

Una vez analizada y comprendida la complejidad geomorfológica del entorno, se inicio la fotointerpretación sistemática de toda el área de estudio. Se trata de una fotointerpretación inicial que va acompañada de un proceso de creación de la leyenda para la jerarquización del paisaje. Simultáneamente se comienzan a construir los primeros mapas-base a escala 1:20.000 y a seleccionar los transectos fundamentales para las campañas de prospecciones edafológicas.

Una comparación de unidades basado en características físicas y culturales, como las reconocidas en los fotogramas, nos conducen a la tercera fase en fotointerpretación, la de clasificación (fig 4.1). De hecho, las fases de análisis y clasificación, pueden separarse muy difícilmente. Por ejemplo, analizando pendientes se clasifican automáticamente montañas o colinas según que la pendiente sea cóncava, convexa, o recta y con clases diferentes de pendiente, aunque después del trabajo de campo la clasificación podría ser ajustada.

Cuando los objetos del estudio son visibles sobre los fotogramas, la clasificación suministra toda la información requerida. Este no es el caso de los estudios de reconocimiento de suelos y estudios de vegetación. Nunca un suelo aparece directamente sobre las fotos aéreas, sólo se aprecian las formas del terreno.

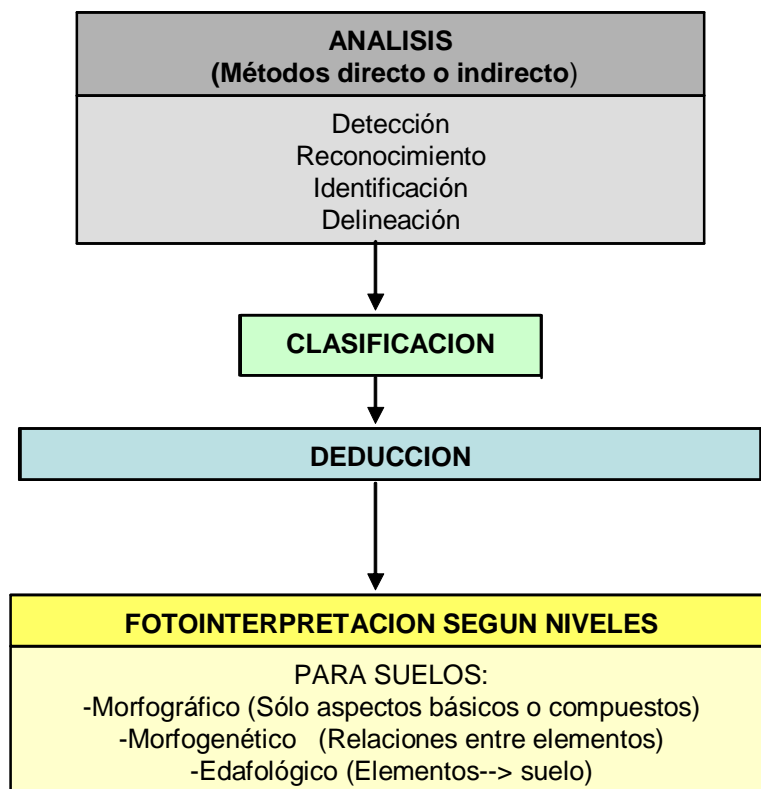


Figura 4.1.- Esquema Metodológico del Proceso de Fotointerpretación

Es por medio de los hechos geomorfológicos y patrones de vegetación que de la fotointerpretación aérea se puede obtener provecho para inferir conclusiones de naturaleza edafológica. Entonces, debe quedar claro que la descripción y la clasificación de las unidades de interpretación todavía no revelan la identidad de los objetos bajo estudio, el suelo o unidad ecológica correspondiente. Para esto, es imprescindible el trabajo de campo.

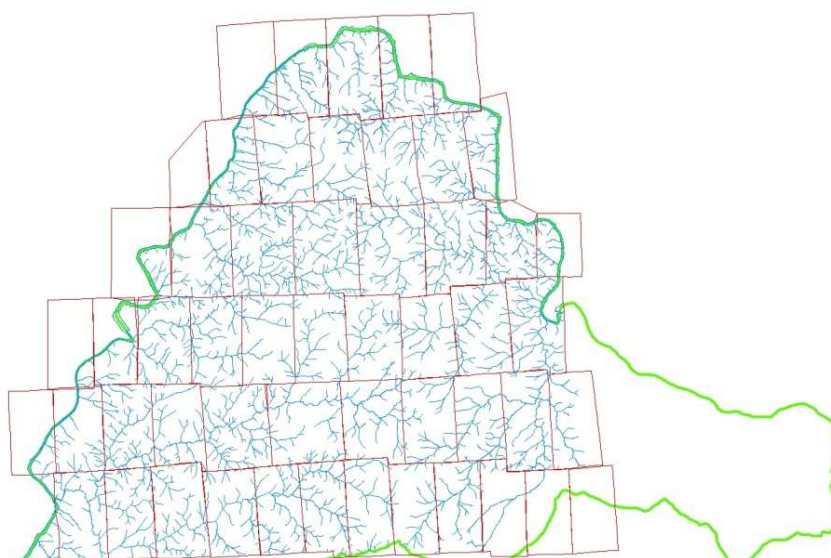
Del mapa de fotointerpretación realizado se hace preciso pasar al mapa de suelos, objetivo principal de este estudio. En la figura 4.1 se esquematiza el procedimiento seguido.

4.6.3. Leyenda de suelos

Paralelamente se confecciono la Leyenda de Suelos tras una fase de análisis detallado de la información obtenida durante las primeras prospecciones de campo en toda la zona de estudio. La leyenda se codificó para facilitar su uso sobre el terreno.



Figura 4.2. Red de drenaje de la DO Arribes (detalle de la zona norte) obtenida por fotointerpretación: en la ortofoto y digitalizada



Con los modelos seleccionados se pretende la mayor variabilidad de paisajes representativos de toda la denominación de origen. Cada una de estas áreas modelo ocupa una superficie aproximada de 450 ha, con lo que el conjunto de las veinte representa un total de 9000 ha.

Paralelamente se montaron los mapas-base, de dichas áreas, a la escala del fotograma (1:20.000) de fácil manipulación en el campo.

Posteriormente se llevaron a cabo los sondeos en las áreas modelo seleccionadas, con el fin de conocer en términos porcentuales el comportamiento de los suelos en las distintas unidades del paisaje. Sobre los mapa-base (1:18/20.000) se ubicaron los puntos controlados acompañados con la leyenda correspondiente a la descripción en ese punto.



En las áreas modelo seleccionadas se procede al trazado de transectos, lugares representativos para el programa de trabajo de campo.

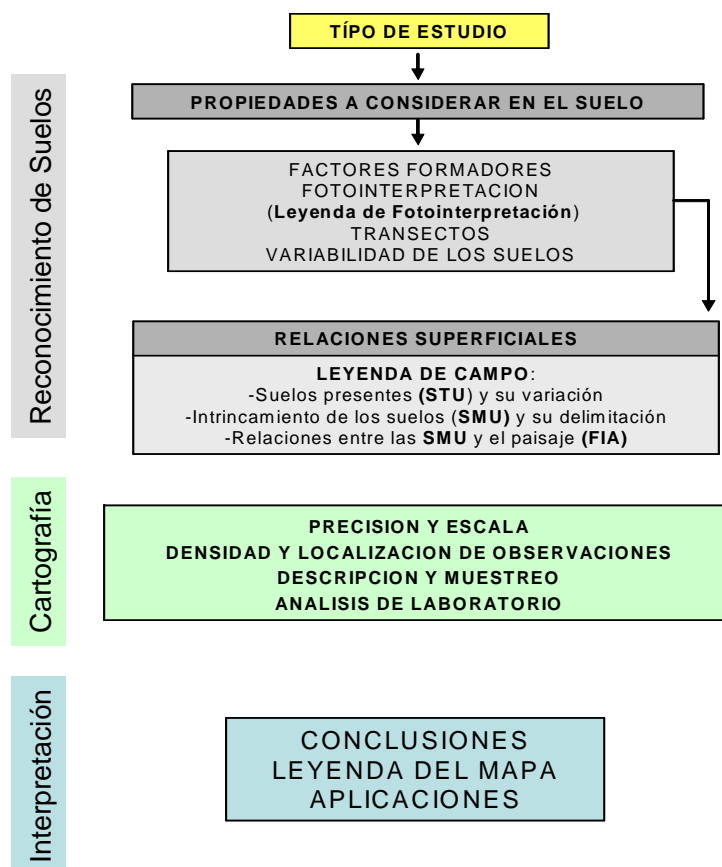


Figura 4.3.- Esquema Metodológico del Estudio de Suelos (SOIL SURVEY)

4.6.4.- Fotointerpretación final

Una vez finalizada la fotointerpretación inicial se procedió a la realización de los primeros ajustes de las delineaciones, a partir de la información recogida en campo.

Por último, se procedió a la confección de los mapas-base fotoedafológicos a escala 1:25.000, tomando como base los topográficos. Estos mapas resumen todas las delineaciones fotoedafológicas efectuadas sobre los diversos acetatos.

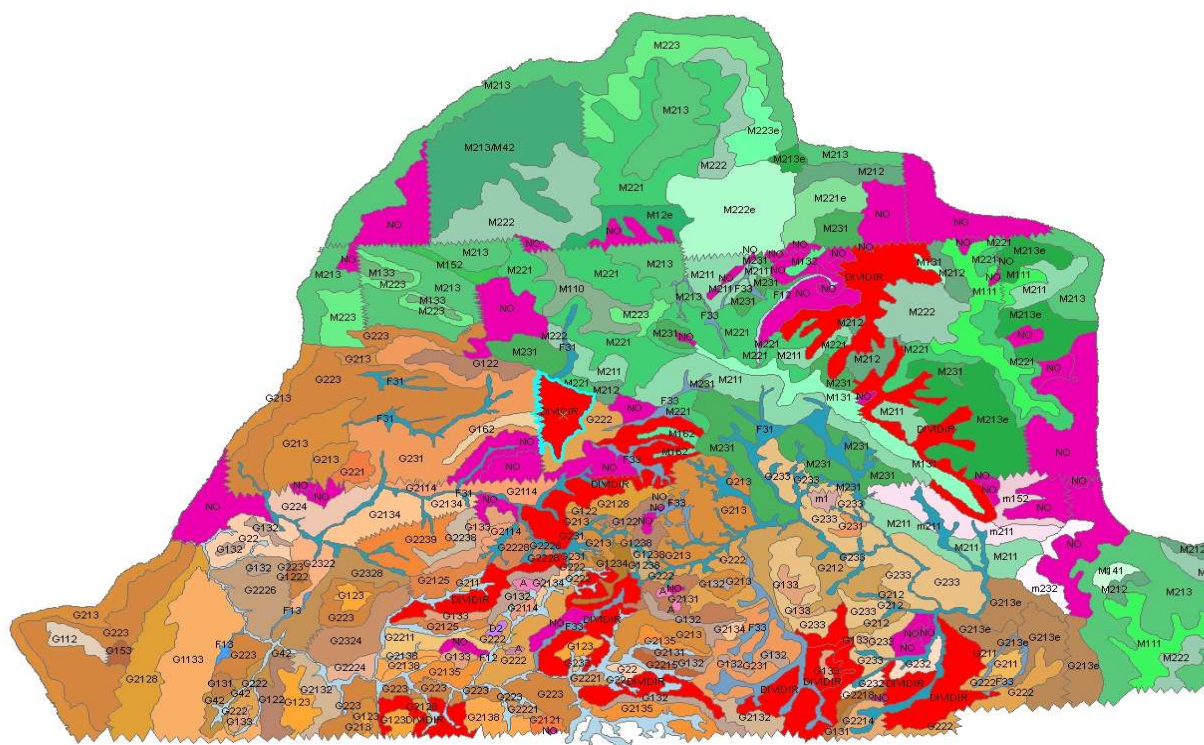


Fig 4.4. Fotointerpretación aérea (FIA) de la DO Arribes (Zona norte)

Al mismo tiempo se puso en marcha la digitalización transfiriendo la información al mapa digital (1:25.000) después de haber elaborado una metodología de transferencia de la información básica (fotograma) al mapa georreferenciado a través de las ortofotos. Se desarrollan protocolos de entrada de la información a partir de un sistema CAD, utilizando como base la información en formato magnético facilitada por la CA. Asimismo se depura la información digitalizada con el fin de incorporarla a un Sistema de Información Geográfica que permita un manejo más dinámico de los datos en las siguientes fases del estudio y la posibilidad de reelaborar continuamente la información, en función de mejoras o cambios en los criterios.

Del mismo modo, con el fin de transferir al formato digital la ubicación de los perfiles descritos y la información codificada relativa a los sondeos realizados, se han implementado aplicaciones que permitan su correcta georreferenciación.



Tabla 4.1a. Leyenda de Fotointerpretación (Unidades FIA: agrupaciones litológicas)

SÍM-BOLO	BREVE REFERENCIA	
D2	Depósitos lagunares	
D3	Depósitos endorreicos	
F3	Modelado fluvial	
G1	Modelado de gravedad	
T6	Modelado torrencial	
C1	Terciario	
A1	Rocas ácidas	
P1	Precámbrico	Complejo esquistograuwaquico
P2	Cámbrico Medio/Ordovícico Superior	
P3	Ordovícico Superior/Devónico	
H3	Ortogneis y gneis	Rocas ígneas pre-sintardihercínicas
H4	Granitos de grano medio y grueso	
H5	Granitos de grano medio y medio-grueso de dos micas	
H6	Granitos de grano grueso, de dos micas, no porfídico	
H7	Granitos de grano medio a medio grueso, de dos micas, porfídico	
H8	Granitos de grano medio-fino, de dos micas y leucogranitos (tipo Formariz)	
H9	Granitos de grano medio a grueso, de dos micas, con fenocristales de feldespato (tipo Almeida)	

4.6.5. Correlación y Soil Survey

Con la FIA realizada y la leyenda definitiva se procede al reconocimiento de suelos propiamente dicho. En una primera fase se distinguen grandes unidades de paisaje sobre la base de las distintas litologías que lo conforman (Tabla 4.1a). Hecha esta segregación inicial, la jerarquización posterior obedece a factores tales como el origen de las geoformas (fluvial, estructural,...), el origen específico (edad...), y también elementos morfométricos como relieve interno, densidad de la red de drenaje, pendientes...(Tabla 4.1b).



Tabla 4.1b. Leyenda de Fotointerpretación (Unidades FIA: subdivisiones)

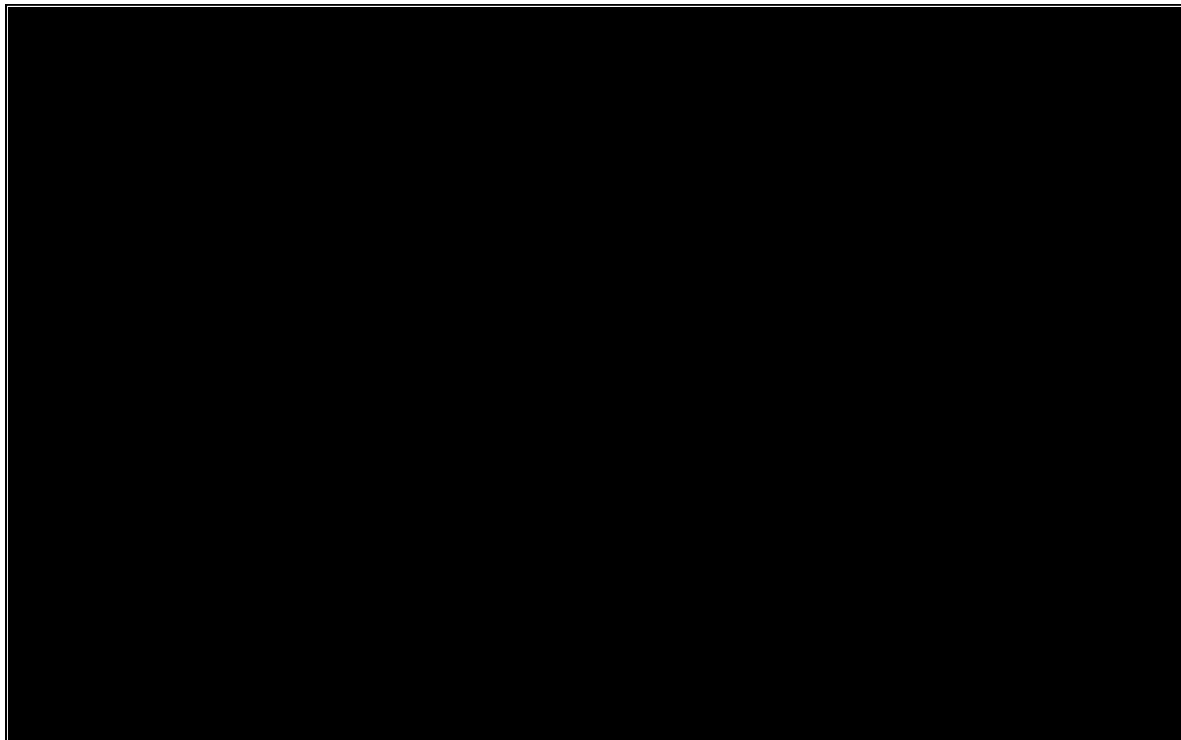


Tabla 4.1c Áreas Misceláneas

TIPO	DESCRIPCIÓN
Ma AUTOVIAS	Zonas cubiertas por vías de comunicación
Mk CANTERAS	Excavaciones abiertas en las que el suelo o material
Mu NÚCLEOS URBANOS Y ÁREAS ASOCIADAS	Zonas edificadas
Mc TIERRAS DE CÁRCAVAS MUY ABUNDANTES	Áreas donde la erosión ha dado lugar a una red de cauces.
Mm TIERRAS DE MONTE NATURAL	Zonas con recubrimiento forestal denso.
Mq TIERRAS QUEBRADAS	Áreas estériles muy inclinadas y disectadas por numerosos
Mr TIERRAS DE AFLORAMIENTOS ROCOSOS	Exposición de lechos rocosos desnudos interrumpidos por
Mt TIERRAS DE TALUD	Áreas de elevada pendiente en las que aparece expuesto
Mx TIERRAS DE CERROS AISLADOS	Cimas de cerros aislados en las que aflora el material
Me: TIERRAS DE ESCOMBRERAS	Cuaternario antrópico. Amontonamiento de cantos



Áreas misceláneas. Con motivo de esperar a validar el modelo suelos-paisaje (comprobar la veracidad de los límites propuestos) con la confirmación por parte del laboratorio de las determinaciones analíticas, no se ha procedido a trasladar la leyenda de fotointerpretación al formato digital para evitar caer en redundancias y duplicidad de trabajos. En general se trata de áreas donde esencialmente no existe suelo, si bien, se han incluido también en esta categoría aquellas unidades destacables por su valor ecológico natural (Tabla 4.1c).

4.7. REFERENCIAS CONSULTADAS

4.7.1. Geología

- Alonso Gavilán, G. 1981. *Relationships between the mineral association, chemicals composition and physical properties of the chlorite series*. *Am. Miner.*, 47:851-870
- Alonso Gavilán, G. y Cantano, M. 1987. La Formación Areniscas de Ciudad Rodrigo: Ejemplo de sedimentación controlada por paleorrelieves (Eoceno, Fosa de Ciudad Rodrigo)
- Azor, A.; González Lodeiro, F.; Martín Parr, L.M.; Martínez Catalán, J. R. y Pérez-Estaún, A. 1992. Estratigrafía y Estructura del Paleozoico en el Dominio del Olló de Sapa. En: J.C. Gutiérrez Marco, J. Saavedra, y I. Rábano (Eds): Paleozoico Inferior de Ibero-América, Universidad de Extremadura, págs. 469-483
- Bellido Mulas, F.; González Lodeiro, F.; Klenn, e.; Martínez Catalán, J.L. y Pablo Macia, M.G. 1987. Las rocas graníticas hercínicas del Norte de Galicia y Occidente de Asturias. *Memorias del IGME*, 101: 1-157
- Corrachano, A. 1977. Estratigrafía y sedimentología del Paleógeno de la provincia de Zamora. Tesis Doctoral. Univ. Salamanca. 336 págs.
- Díez Balda, M.A., Vega, R. 1992. La estructura del dominio de los Pliegues Verticales de la Zona Centro Ibérica. In: Paleozoico Inferior de Ibero-América
- Díez Baldas 1986. El Complejo Esquisto-Grauváquico, las Series Paleozoicas y las estructuras hercínicas al sur de Salamanca. *Acta Salamanticensis*, Ciencias, 52. Edic. Univ. Salamanca 162 págs.
- Escuder Viruete, J. Arenas, R. y Martínez Catalán, J.R. 1974. Evolución tectonotermal asociada con extensión a escala cortical: ejemplo hercínico del Domo Gneísico de Tormes (NO Salamanca, Macizo Ibérico) *Cuad. Lab. Xeol. Laxe*, 19:273-304
- García de Figuerola y Parga 1971. Una estructura interesante: el sinclinal Ordovício-Silúrico de Sequero-Ahigal de los Aceiteros. *Stud. Geol. Salmanticensis*, II: 45-56
- Gutiérrez Elorza, M. 1994. Geomorfología de España. Ed. Rueda
- ITGE (v.a) Mapas de Geología. Escala 1:50.000. (395, 396, 422, 423, 424, 450, 475).
- ITGE. Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja 423. Fermoselle. Segunda Serie. Primera Edición. (ITGE, 450).-
- ITGE, 2000. Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja 422. Aldeadávila de la Ribera. Segunda Serie. Primera Edición.
- ITGE, 2000. Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja 475. Lumbrales. Segunda Serie. Primera Edición.
- ITGE, 2000. Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja 448/9. Vilvestre. Segunda Serie. Primera Edición.
- Jiménez, E. 1970. Estratigrafía y paleontología del borde sur-occidental de la Cuenca del Duero. Tesis Doctoral. Univ. Salamanca. 323 págs.
- Jiménez, E. 1972. El Paleógeno del borde SO de la Cuenca del Duero. I: Los escarpes del Tormes: *Stvd.Geol. Salmanticensis*, 3:67-110
- Jiménez, E. 1973. El Paleógeno del borde SO de la Cuenca del Duero. II: La falla Alba Villiria y sus implicaciones estratigráficas y geomorfológicas: *Stvd. Geol. Salmanticensis*, 5:107-136
- Jiménez Fuentes y García Marcos. 1980.
- Julivert, M. 1983. La estructura de la Zona Cantábrica. En: Geología de España. Libro Jubilar J.M. Ríos. ITGE
- Lancelot, J.r.; Allegret, Al y Ponce de León, M. 1985. *Outline of Upper Precambrian and Lower Paleozoic evolution of the Iberian Peninsula according to U-Pb dating of zircons*. *Earth. Planet. Sci. Letters*, 74:325-337
- López Martínez et 1986



- López Plaza, M.; Carnicero, A. y Gonzalo, J.C. 1982. Estudio geológico del campo filoniano de La Fregeneda (Salamanca). *Stvd. Geol. Salmanticensis*, XVII, págs. 89-98
- Lotze. 1975.
- Martín Serrano, A. 1988. El relieve de la región occidental zamorana. La evolución morfológica de un borde del Macizo Hespérico. Inst. Est. Zamoranos Florián de Ocampo. Dip. Zamora. 306 págs.
- Martín Serrano, A. 1991. La definición y el encajamiento de la red fluvial actual sobre el Macizo Hespérico en el marco de geodinámica alpina Rev. Soc. Geol. España, 4(3-4): 337-351
- Martín Serrano, 1994. En: Geomorfología de España. Gutiérrez Elorza, M. (Eds) Ed. Rueda.
- Martínez Fernández, F.J. 1974. Estudio área metamórfica y granítica de los Arribes del Duero (Provincias de Salamanca y Zamora) Tesis Doctoral. Univ. Salamanca. 286 pp
- Martínez García, 1973.
- Martínez García, 1990.
- Mediavilla et al 1995.
- Megías, A.G. 1982. Introducción al análisis tectosedimentario: aplicación al estudio dinámico de cuencas. Actas V Congr. Latinoamericano. Geol., 1:385-402
- Meléndez Hevia, I. 2004. Geología de España. Una historia de seiscientos millones de años. Ed. Rueda. Madrid.
- Pérez González et 1994
- Quiroga, J.M. 1982. Estudio geológico del Paleozoico del O de Zamora. Trab. Geol. Univ. Oviedo, 12:205-226
- Rebello, J.A. y Romoano, M. 1986. *A contribution to the lithostratigraphy and the paleontology of the lower paleozoic Rocks of the Moncorvor region, northeast Portugal*. Com. Ser. Geolo. Portugal, 72:45-57
- Ribeiro, A. 1974. *Contribution à l'étude tectonique de Tras-os-Montes Oriental*. Serv. Geol. Portugal 54:115-128
- Rodríguez Alonso, M. D. 1985. El CEG y el Paleozoico en el centro-oeste español. *Acta Salmanticensis*, Ciencias, 51. Univ. Salamanca. 174 págs.
- Rodríguez Alonso, Palacios 1995
- Roltz, P. 1972. *Beiträge zum Aufbau des junprä-Kambrischen und altpaläozoischen Grundgebirges in den Procincen Salamanca und Cáceres (Sierra Tamames, Sierra de Francia und östliche Sierra de Gata), Spanien (Auszug)*. Thechichen Universität München.
- SIEMSALSA. 1997. Mapa Geológico y Minero de Castilla y Leon Escala 1:400.000
- Sánchez de la Torre. 1982
- San José et al 1992
- Santisesteban et 1991
- Suarez et al 1994
- Vargas et al 1991b

4.7.2. Fotointerpretación y Cartografía

- ALCALA,B.,MONTURIOL,F. (1984) Cartografía automática de suelos. Ensayos de una metodología aplicable a escalas detalladas. An.Edaf. y Agrob.,43:1557-1578
- ALCALA,L.,MONTURIOL,F. (1985) Los índices de similitud y su relación con diferentes tipos de características en el análisis numérico de suelos.An.Edaf. y Agrob.,45:1401-1420
- BEEK, K.J. (1978) Land evaluation for agricultural development.Publication 23, ILRI, Wageningen,333:
- BOULAIN,J. (1980) Pédologie appliquée.Masson, París,:215-
- DENT,D., YOUNG,A. (1981) Soil survey and land evaluation.George Allen Ed., London,:263-
- CALA,V.,JIMENEZ,R.,RODRIGUEZ,J.,GUERRA,A. (1986) Contribución a la evaluación edáfica de suelos mediante el estudio del comportamiento de diversos metales pesados.An.Edaf. y Agrob.,45:681-696
- CEE (1990) Computerized land evaluation data bases in the european Communities.Bureau of Land Data, Denmark,-
- CORRAL,L.,GIL,J.,PANEQUE G. (1987) Reconocimiento y evaluación de suelos del valle del Guadalquivir: zona Marmolejo-Menjibar. (Jaen). II. Unidad geomorfológica 1 (Vegas y terrazas).An.Edaf. y Agrob.,46:313-338
- CORRAL,L.,GIL,J.,PANEQUE G. (1987) Reconocimiento y evaluación de suelos del valle del Guadalquivir: zona Marmolejo-Menjibar. (Jaen). III. Unidad geomorfológica 2 (Campiña baja).An.Edaf. y Agrob.,46:339-356
- DELGADO,G.,AGUILAR,J. (1984) Aplicación del sistema Riquier-Fao a la cartografía de suelos de la zona de Linares (Hoja topográfica a escala 1:500000, 905).An.Edaf. y Agrob.,43:1077-1090



- DELGADO,G.,AGUILAR,J. (1984) Aplicación de métodos paramétricos a la evaluación de la aptitud para uso agrícola de los suelos, de la zona de Linares (Hoja topográfica a escala 1.50000, 905).An. Edaf. y Agrob.,43:1091-1106
- DELGADO,G.,AGUILAR,J. (1984) Caracterización de la capacidad agrológica de los suelos de la zona de Linares.(Hoja topográfica a escala 1:50000, 905) basada en un mapa edafológico.An.Edaf. y Agrob.,43:1515-1526
- DELGADO,G.,AGUILAR,J. (1983) Aplicación del "Sistema de clasificación de las condiciones de fertilidad del suelo" a la cartografía de suelos de zona de Linares.An.Edaf. y Agrob.,42:2107-212
- FAO (1954) Reconocimientos edafológicos para la habilitación de tierras.FAO,Estudios agropecuarios n1 20, Roma,;123-
- FAO (1972) Evaluación de tierras para fines rurales.Proyecto regional
FAO/PNUD RLA, Wageningen, 6-12/Oct/1972,132:-
- FAO (1990) Etudes et prospections pédologiques en vue de l'irrigation.Bull. Pedol. de la FAO n1 42,;180-
- FAO (1990) Evaluación de tierras para la agricultura en regadío: directivas.Boletín de Suelos de la FAO n1 55, Roma,288:-
- FERNANDEZ,J.,ORTEGA,E.,PARRAGA,J.,AGUILAR,J. (1983) Estudio edáfico de los suelos del sector Salar-Alhama(Granada).An.Edaf. y Agrob.,42:2029-2050
- FIGUERUELO,M.OE.,GUTIERREZ,F.,TRUJILLO,M.II. (1987) Viñedos Canarios. Zona de Acetejo. I. Climatología.An.Edaf. y Agrob.,46:977-988
- FREDEN,S.C.,MERCANTI,E.P.,FRIEDMAN,D.B. (1974) Third Earth Resources Technology Satelite (ERTS).Nat.Aeron. & Space Admin.,Washington,2:179
- GARCIA,I.,SIMON,M.,POLO,A. (1985) Aplicación de un análisis multivariante a los suelos de la Alfaguara (Sierra de Alfacar-Granada).An.Edaf. y Agrob.,45:1045-105
- GIL,J.,CORRAL,L.,PANEQUE,G. (1987) Reconocimiento y evaluación de suelos del Valle del Guadalquivir: Zona Marmolejo-Menjibar (Jaen). IV. Unidad geomorfológica III (Campiña Alta).An.Edaf. y Agrob.,46:601-620
- GIL,J.,CORRAL,L.,PANEQUE,G. (1987) Reconocimiento y evaluación de suelos del Valle medio del Guadalquivir. Zona Marmolejo-Menjibar. (Jaen) V. Evaluación de la capacidad de uso.An.Edaf. y Agrob.,46:687-694
- GIL,J.,CORRAL,L.,PANEQUE,G. (1987) Reconocimiento y evaluación de suelos del Valle del Guadalquivir: Zona Marmolejo- Menjibar (Jaen). I. Relaciones Geomorfología-Suelos.An.Edaf. y Agrob.,46:67-90
- GONZALEZ,J.,GONZALEZ,C.,LOPEZ,A. (1984) Contribución al estudio de los suelos de la Sierra del Pozo (Jaen).An.Edaf. y Agrob.,43:711-726
- HERNANDEZ,G. (1985) Aplicación del método paramétrico para la evaluación de la aptitud de las tierras.An.Edaf. y Agrob.,45:1701-1716
- HERNANDEZ,G.,MARINO,M.,MAPLES,M.,FLORES,M. (1984) Aproximación paramétrica para la evaluación de la aptitud de las tierras.An.Edaf. y Agrob.,43:735-754
- IRIARTE,A.,GARCIA,J.L.,BARAHONA,E. (1987) Estudio de los suelos de la depresión Guadix-Baza (Granada). I: Distribuciones de frecuencia y relaciones entre las propiedades de los horizontes superiores e inferiores.An.Edaf. y Agrob.,46:695-712
- JAMAGNE,M. (1967) Bases et techniques d'une cartographie des sols.Annales Agronomiques, número hors série,V.18:142-
- JIMENEZ,R.,IBAÑEZ,J.J. (1986) Suelos con caracteres turbosos del Sistema Central. Problemática de su clasificación.An.Edaf. y Agrob.,45:1257-1270
- MORENO,J.,ESTAÑ,M.T.,MARTINEZ,V.,BOLARIN,M.C. (1986) Aplicación del análisis factorial a la evaluación de la fertilidad de suelos.An.Edaf. y Agrob.,45:151-162
- MORENO,C. (1989) Levantamientos Agrológicos.Trillas, México,;102-
- NIEVES,M.,TORCAL,L. (1983) Introducción a la practica de la fotointerpretación.INIA, Ministerio de Agricultura, Madrid,38:-
- PEREIRA,H.C. (1974) Land use an water resources.Cambridge Univ. Press,246:-
- RECIO,J.M.,CORRAL,L.,PANEQUE,G. (1986) Estudio de suelos en la comarca de Los Pedroches (Córdoba). I. Análisis de factores medioambientales y de sus relaciones con la fertilidad química de los suelos.An.Edaf. y Agrob.,45:989-1012
- RECIO,J.N.,CORRAL,L.,PANEQUE,G. (1986) Estudio de suelos en la comarca de Los Pedroches (Córdoba). II. Cartografía y clasificación de suelos.An.Edaf. y Agrob.,45:933-948
- ODRIGUEZ,J.,CALA,V. (1987) Aplicación de modelos de regresión múltiple para evaluar la variabilidad estadística de contenidos de metales pesados en función de parámetros edáficos.An.Edaf. y Agrob.,46:549-558



- SERVAT,E. (1966) Sur quelques problemes de cartographie pedologique en region mediterraneenne.Conferencia de Suelos Mediterráneos, Madrid,1:407-412
- SMITH,J.T. (Ed) (1968) Manual of color aerial photography.Amer.Soc.of Photogrammetry, Virginia (USA),:550-
- STORIE,R.E. (1970) Manual de Evaluación de Suelos.Unión Tipográfica Editorial Hispano-Americana, México, 225 pp
- UNESCO-ILRI (1986) Guidelines for soil survey and land evaluation inecological research.MAB Technical Notes 17,,-
- USBR (1963) Irrigated Land Use. 2: Land Classification.United States. Bureau of Reclamation Manual,-
- VINK,A.P.A. (1975) Land use in advancing Agriculture.Springer-Verlag, Berlín,:395-
- VINK,A. (1978) Aspects de pedologie appliquées.Ed. de la Bacconnière, Neuchâtel (Suisse),:173-
- WAMBEKE,A., FORBES,T. (1986) Guidelines for using Soil Taxonomy in the names of soil map units.SMSS Technical Monograph n1 10, USDA,:75-
- WEBSTER,R.,BECKETT,P.H.T. (1970) Terrain clasification and evolution using air photography: a review of recent work at Oxford.Photogrammetria,26:51-70
- WESTERN,S. (1978) Soil survey contracts and quality control.Clarendon Press, Oxford,:283



CAPITULO 5.

VEGETACIÓN, USOS Y ESTRUCTURAS

CONTENIDO:

1. Introducción
2. Vegetación Potencial
3. Pisos Bioclimáticos
4. Usos del suelo y distribución del viñedo
5. Estructuras agrarias
6. Referencias consultadas



5.1. INTRODUCCIÓN

La distribución de la vegetación viene determinada por una serie de factores entre los que destacan: topografía del relieve, litología, clima, suelo, etc. Estos factores son estudiados con suficiente detalle en los capítulos correspondientes y no creemos necesario insistir de nuevo sobre ellos.

A ellos hay que añadir la acción del hombre, sobre todo, en una región antropomorfizada como la DO Arribes. Esta intervención humana modifica en gran medida el paisaje vegetal primitivo y es necesario tener en cuenta el importante papel que ha tenido para intentar explicar de forma general la distribución de los matorrales y de la vegetación dentro de la DO Arribes. Esta influencia es muy diferente en cada uno de los grandes espacios en que dividimos la DO Arribes, en concreto las superficies superiores y los/las propios/as Arribes, que han sufrido de manera diferente los sucesivos procesos de ocupación humana.

En este apartado, comentamos en primer lugar las series de vegetación y después la vegetación, los usos y los aprovechamientos del suelo, con especial interés en el viñedo.

5.2.- PISOS BIOCLIMATICOS

La variabilidad de los factores naturales condicionan la vegetación de la DO Arribes y determinan la existencia de formaciones vegetales marcadamente diferenciadas. La bioclimatología, especialmente en las montañas elevadas nos permite definir una zonación altitudinal, (pisos bioclimáticos), como espacios comprendidos entre determinados valores climatológicos, y ocupados por una serie de comunidades vegetales que se suceden y los caracterizan. Dentro de cada uno de estos pisos bioclimáticos aparece no sólo un tipo de vegetación en equilibrio con el clima, sino el conjunto de aquellos que, además de desarrollarse dentro de este intervalo climático definido, están sujetos a otros factores como el suelo, la topografía o la acción humana.

Sobre la base de los trabajos de Salvador Rivas-Martínez (1987), la DO Arribes se inserta dentro de la Región Mediterránea, dentro de la Provincia biogeográfica Carpetano-Ibérico-Leonesa (IX, fig 5.1), en el Sector biogeográfico Salmantino (28, fig 5.2) y en el piso bioclimático Supramediterráneo, uno de los cinco definidos en la Península Ibérica (G, fig 5.3).

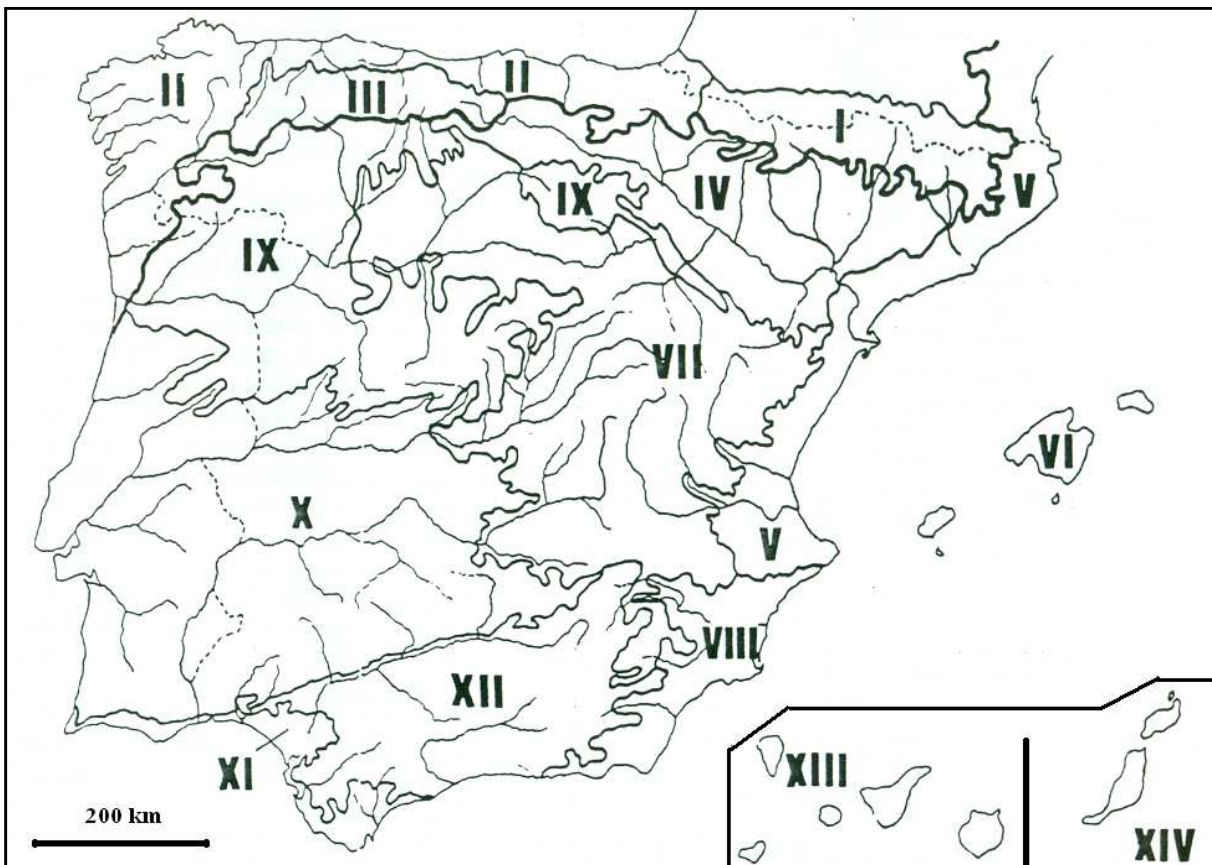
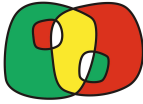


Fig 5.1. Provincias biogeográficas de España y Portugal (Rivas-Martínez). La DO Arribes se localiza dentro de la Carpetano-Ibérico-Leonesa (IX).

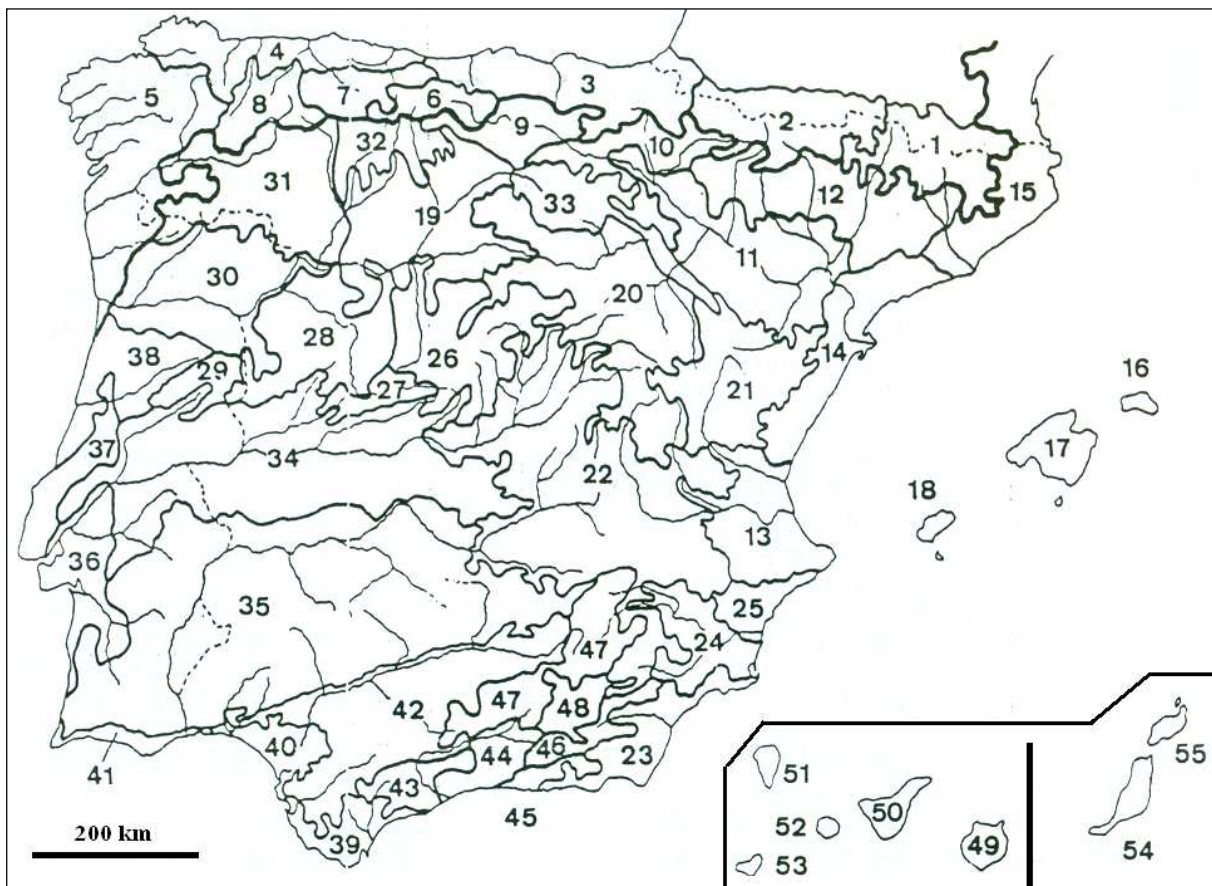


Fig 5.2.- Sectores biogeográficos de España y Portugal (Rivas-Martínez). La DO Arribes se sitúa dentro del Sector Salmantino (28).



Fig 5.3. Series y Faciaciones de la DO Arribes dentro del Piso bioclimático Supramediterráneo según Rivas-Martínez (escala original 1:400.000).

Piso supramediterráneo. El piso bioclimático supramediterráneo caracteriza a toda la zona y presenta unos inviernos rigurosos donde la el mes más frío tiene una temperatura media de las mínimas muy baja ($-1^{\circ}\text{C} < m < -4^{\circ}\text{C}$) y una temperatura media de las máximas baja ($2/3^{\circ}\text{C} < M < 8/9^{\circ}\text{C}$), las heladas comienzan en octubre y persisten hasta bien entrado el mes de mayo (período libre de heladas entre mayo y octubre, $V < H < X$), la temperatura media anual es también baja ($8^{\circ}\text{C} < T < 13^{\circ}\text{C}$) y el índice de termicidad [$It = (T + m + M) / 10$] varía entre 60/70 y 200/210. Se trata de un piso que en España ofrece una gran variedad de condiciones pluviométricas (ombroclima de seco a hiperhúmedo) que se corresponden con una notable heterogeneidad de la cobertura vegetal. Siguiendo a S. Rivas-Martínez (1987) se distinguen en la zona dos grandes grupos de series: los melojares y los encinares.



5.3. SERIES DE VEGETACIÓN

En este apartado se describen las principales series climatófilas presentes en nuestra zona de estudio (fig 5.3), señalando tanto las etapas climax (óptimo maduro y estable del ecosistema vegetal, vegetación arbórea) como sus series de degradación (matorrales y pastos).

5.3.1. Serie de los Melojares

El nombre completo de la serie que se reconoce en la zona y que figura en el mapa (18e, fig 5.3) es **SERIE SUPRAMEDITERRÁNEA SALMANTINA-LEONESA Y ORENSANO-SANABRIENSE SUBHÚMEDA SILICÍCOLA DE *Quercus pyrenaica* o DEL Robre melojo (*Genista hystrix-Querceto pyrenaicae sigmetum*)** que también se reconoce como **robledales de melojos**.

Esta serie silicícola tiene su óptimo en la provincia corológica Carpetano-Ibérico-Leonesa en la que tiene su centro genético y de dispersión un buen número de especies características de estos ecosistemas (*Quercus pyrenaica*, *Genista florida*, *Genista cinerascens*, *Adenocarpus complicatus*, *Genistella tridentata*, *Erica aragonensis*,...). El territorio ocupado por esta serie en la DO Arribes es notable y se circunscribe a la parte superior de la superficie de arrasamiento en su zona más oriental.

Las etapas de sustitución del grupo son primero los matorrales retamoides o piornales (*Genistion floridae*) y en etapas más degradadas los brezales o jarales (*Ericenion aragonensis*, *Cistion laurifolii*). A continuación se relacionan algunos bioindicadores de de las etapas de regresión de esta serie:

Nombre fitosociológico	Árbol dominante	I. Bosque	II. Matorral denso	III. Matorral degradado	IV. Pastizales
<i>Genisto falcatae-Querceto pyrenaicae sigmetum</i>	<i>Quercus pyrenaica</i>	<i>Quercus pyrenaica</i> <i>Genista falcata</i> <i>Luzula forsteri</i> <i>Teucrium scorodonia</i>	<i>Cytisus scoparius</i> <i>Cytisus multiflorus</i> <i>Genista hystrix</i> <i>Pteridium aquilinum</i>	<i>Echinopartum ibericum</i> <i>Cistus laurifolius</i> <i>Calluna vulgaris</i> <i>Santolina semidentat</i>	<i>Agrostis castellana</i> <i>Dactylis hispánica</i> <i>Aira praecox</i>

5.3.2. Serie de los Encinares

En la península tienen una gran extensión los carrascales o encinares de hoja redondeada (*Quercus rotundifolia*) que aparecen desde al piso termomediterráneo hasta el supramediterráneo sobre todo tipo de sustratos.



Las series supramediterráneas silicícolas secas y subhúmedas, o topográficamente húmedas, de la carrasca o encina (*Quercus rotundifolia*), corresponden en su estado maduro climax a bosques densos de encinas, en las pueden hallarse enebros (*Juniperus oxycedrus*) o quejigos (*Quercus faginea*) y, en algunas ocasiones, alcornoques (*Quercus suber*) o robles melojos (*Quercus pyrenaica*).

El nombre completo de la serie que se reconoce en la zona y que figura en el mapa (24b, fig 5.3) es **SERIE SUPRAMESOMEDITERRÁNEA SALMANTINA Y ORENSANO-SANABRIENSE SILICÍCOLA DE *Quercus rotundifolia* o DE LA Encina (*Genista hystrixis-Querceto rotundifoliae sigmetum*)** que también se reconoce como **encinares**.

Esta serie, algo más suboceánica, sustituye en las zonas occidentales de la península a otras series más continentales. Se localiza en las zonas más occidentales de la DO y está relacionada con los/las propios/as arribes. Las diferentes faciaciones se localizan en franjas subparalelas a las curvas de nivel empezando por la Faciación típica o supramediterránea (24b) y en zonas muy aisladas más meridionales la Faciación subhúmeda con *Quercus faginea* (24ba), en las cuestas y laderas medias la Faciación mesomediterránea con *Retama sphaerocarpa* (24bb) y, finalmente, en las áreas más próximas al río Duero, la Faciación termófila o mesomediterránea inferior con acebuches (24bc).

A continuación se relacionan algunos bioindicadores de de las etapas de regresión de esta serie:

Nombre fitosociológico	Árbol dominante	I. Bosque	II. Matorral denso	III. Matorral degradado	IV. Pastizales
<i>Genistohystrixis-Querceto rotundifoliae sigmetum</i>	<i>Quercus rotundifolia</i>	<i>Quercus rotundifolia</i> <i>Genista hystrix</i> <i>Daphne gnidium</i> <i>Hyacinthoides hispanica</i>	<i>Genista hystrix</i> <i>Cytisus multiflorus</i> <i>Cytisus scoparius</i> <i>Retama sphaerocarpa</i>	<i>Cistus ladanifer</i> <i>Halimium ocymoides</i> <i>Helichrysum serotinum</i> <i>Halimium viscosum</i>	<i>Stipa gigantea</i> <i>Agrostis castellana</i> <i>Poa bulbosa</i>

5.4. TIPOS ESTRUCTURALES

Los componentes principales de los diferentes tipos que aparecen en la DO (fig 5.4) son zonales (subesclerófilo y esclerófilo) e intrazonales (fisurícola o cisurícola):

Subesclerófilo: *Quercus pyrenaica* como predominante y, en menor extensión, *Quercus faginea*, *Acer monspessulanum* y *Celtis australis*. Ocurren áreas de mezcla de ambos robles, así como de robles esclerófilos con arces y almeces.



Esclerófilo: *Quercus suber*, *Quercus ilex rotundifolia* y *Olea europaea sylvestris* como predominantes y, en menor extensión, *Quercus faginea*, *Acer monspessulanum* y *Celtis australis*. Los componentes arbóreos se mezclan de forma excepcional en la DO con los de tipo S por razones como la intrazonalidad parcial, el aprovechamiento, los espectaculares microclimas, la especificidad y complejidad del sustrato etc: mezclas de encinas, alcornoques, acebuches, almeces y arces duros.

Fisurícola o Cisurícola: se localiza de forma dispersa, presentando cubiertas enraizadas en las grietas de los roquedos compactos o en los berrocales con reducción de vacíos por diaclasado o repisas con derrubios térreos.

La distribución geográfica de las especies principales y de las cubiertas no relacionadas se incluyen en la figura 5.5.

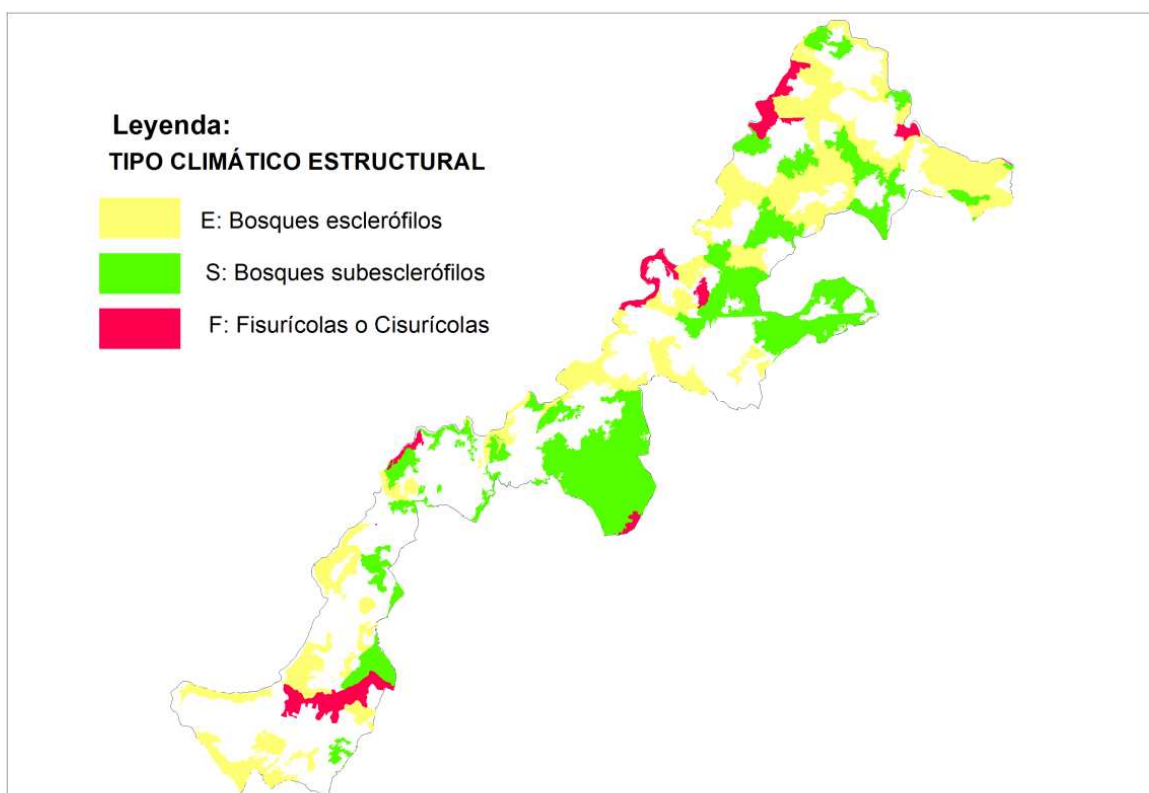


Fig 5.4. Tipos estructurales de la vegetación en la DO Arribes (Elaboración propia a partir de datos de MFE).

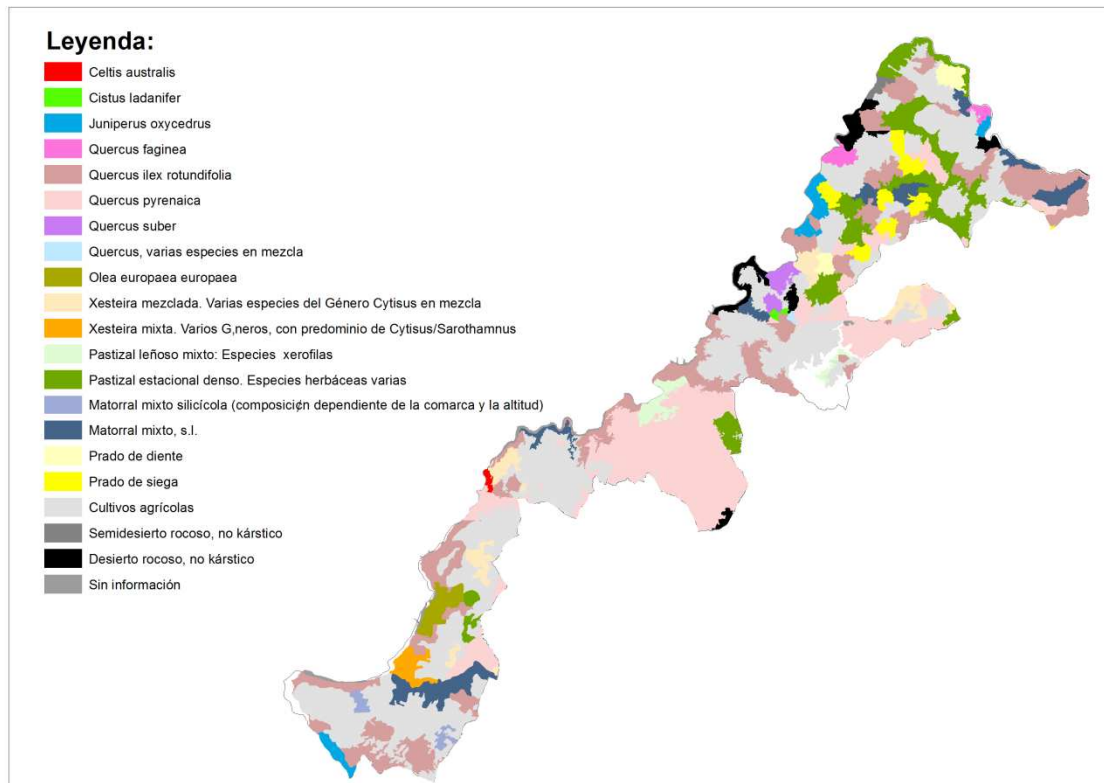


Fig 5.5. Especies principales en la DO Arribes (Elaboración propia a partir de datos de MFE).

5.5. USOS DEL SUELO Y DISTRIBUCIÓN DEL VIÑEDO

En la figura 5.6 se incluye la distribución de los usos del suelo elaborada a partir de datos del SIGPAC

En la figura 5.7 se incluye la distribución de las parcelas de viñedo elaborada a partir de datos del Registro vitícola y en la figura 5.8 la distribución de las variedades más importantes utilizadas en la DO Arribes

Todos estos elementos así configurados son importantes en el modelo de zonificación utilizado porque aportan los datos georreferenciados para arbitrar alguno los criterios de exclusión y para implementar elementos de la validación.

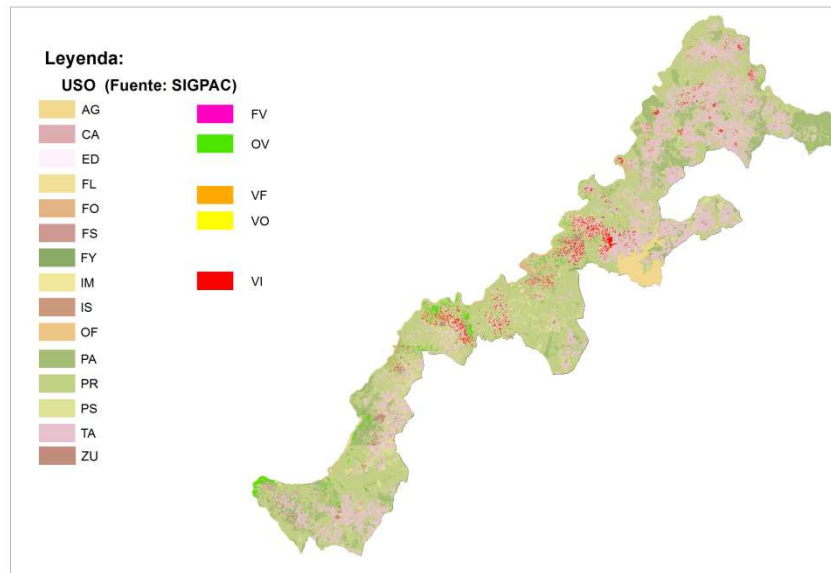


Fig 5.6. Usos del suelo en la DO Arribes (Elaboración propia a partir de datos del SIGPAC).

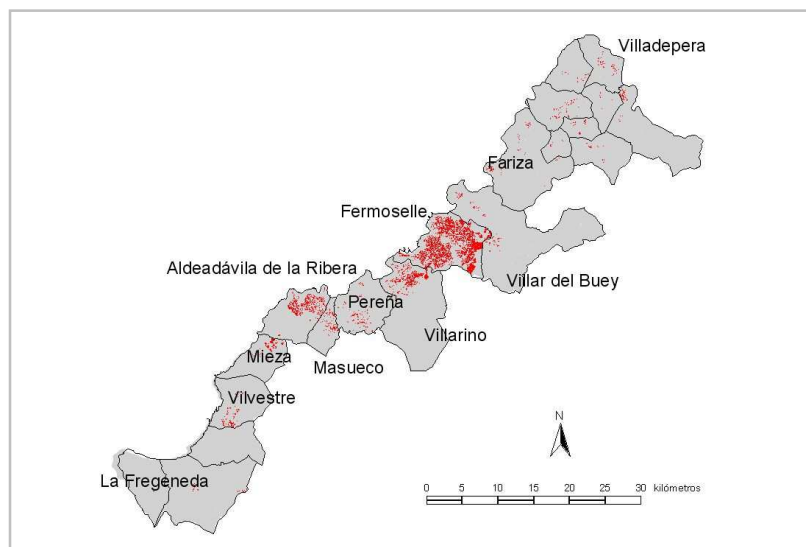


Fig 5 7. Distribución de la superficie de viñedo en la DO Arribes (Elaboración propia a partir de datos del Registro Vitícola).

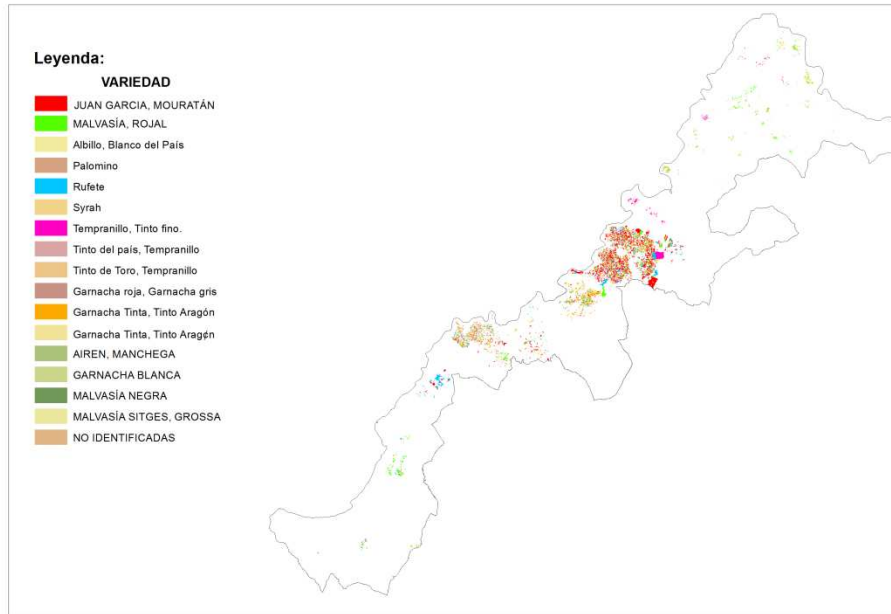


Fig 5 8. Distribución de la superficie de ocupación de las variedades de vid en la DO Arribes (Elaboración propia a partir de datos del Registro Vitícola).

5.6. ESTRUCTURAS AGRARIAS

La microparcelación de las explotaciones agrarias es un problema que influye de forma importante en el desarrollo de la viticultura moderna.

Este apartado trata de la influencia de la geología y de la geomorfología en las estructuras agrarias, y más concretamente en la microparcelación vitícola, como condicionantes de la evolución y el desarrollo de determinadas Denominaciones de Origen (DO). Como referencia se comparan las estructuras agrarias producida por la división parcelaria de la DO Arribes con otras dos ya estudiadas (Bierzo y Toro) de situación y elementos de influencia son equiparables.

Los motivos que influyen en la elección de una determinada parcela para plantar viñedo dentro de una denominación se relacionan con elementos tan diferentes como la situación socioeconómica y familiar, la proximidad al centro urbano, la competencia entre cultivos, la valoración y la tradición vitícola local y las peculiaridades de las propias estructuras parcelarias.



La situación actual de las estructuras parcelarias es el resultado de su adaptación durante centenares de años a condiciones muy diversas de explotación agrícola. En esta adaptación tienen una gran influencia las condiciones del medio.

La realización previa (Gómez-Miguel & Sotés, 1998-2010) de las zonificaciones del *terroir* en las DO Toro, DO Bierzo y DO Arribes permite disponer de datos relacionados con diferentes variables del medio que influyen directamente en las condiciones de explotación de la vid en las zonas de producción por ellas amparadas.

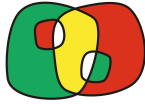
La cartografía de las unidades lito-estratigráficas, del paisaje, del suelo y del clima, que caracterizan las Unidades Homogéneas del Medio (UHM), y la información parcelaria procedente del Registro Vitícola (CA de Castilla y León, 1998-2008) adecuadamente manejadas en un GIS específico permiten analizar la distribución y la parcelación de la viña en función de cada uno de estos componentes.

Tabla 5.1. Superficies y parcelas en la DO Toro, DO Bierzo y DO Arribes

CONCEPTO	DO TORO	DO BIERZO	DO ARRIBES
Número total de parcelas	30360	532173	137561
Superficie total (ha)	76076.43	140672.08	101969.94
Número total de parcelas de viñedo	3778	38717	11598
Superficie de viñedo (ha)	4887.12	3785.33	1666.79
Número total de parcelas sin viñedo	26582	493456	125963
Superficie total por parcela (ha)	2.50	0.26	0.74
Superficie por parcela de viñedo (ha)	1.29	0.10	0.14
Superficie sin viñedo (ha)	71189.32	136886.15	100303.15
Superficie sin viñedo por parcela (ha)	2.68	0.28	0.80
Relación entre superficies de parcela sin viñedo y parcelas de viñedo	2.07	2.84	5.54

La DO Arribes ocupa una superficie de 101.969,94 ha y está situada al oeste del río Duero, la DO Bierzo ocupa una superficie de 140.672,08 ha y está situada en la cuenca del río Sil, y finalmente, la DO Toro ocupa una superficie de 76.076,43 ha y está situada al oeste de la cuenca del río Duero (tabla 5.1).

Los patrones de distribución del viñedo en las tres DO sigue pautas diferentes: en la DO Arribes hay 1.666,79 ha de viñedo que se concentran preferentemente en la zona central y se extienden de forma muy dispersa hacia el norte y hacia el sur; en la DO Bierzo hay 3.785,33 ha de viñedo y la vid se localiza preferentemente en una orla que bordea el núcleo central de



la fosa con mayor desarrollo hacia el norte; y en la DO Toro hay 4.887,12 ha de viñedo que se distribuye de forma bastante homogénea por toda la región (fig 2).

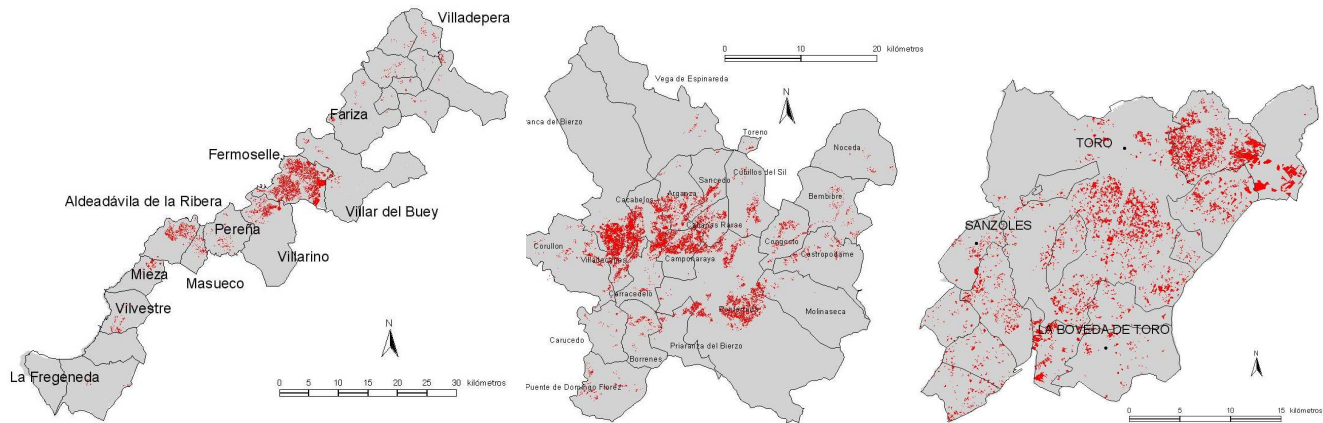


Fig 5.9. Diferentes formas de ocupación por el viñedo (en rojo) en las zonas de protección de la DO Arribes (izquierda), de la DO Bierzo (centro) y de la DO Toro (derecha)

El tamaño medio de las parcelas es diez veces superior en la DO Toro que en la DO Bierzo y en ésta, tres veces inferior que en la DO Arribes y el tamaño medio de las parcelas de viñedo es casi trece veces superior en la DO Toro que en la DO Bierzo y en la DO Arribes. En definitiva, en las tres DO se aprecia una selección del tamaño medio de las parcelas a favor de otros aprovechamientos: la superficie medio de las parcelas sin viñedo es más de dos veces superior en Toro (2,07) y en Bierzo (2,84), pero más de cinco veces superior (5,54) en Arribes que la superficie de las parcelas de viñedo.

Los factores de decisión considerados para la elección del lugar de implantación del viñedo son el material geológico (litoestratigrafía), la altitud y el paisaje (geoforma, pendiente y orientación) muy interrelacionados y de difícil segregación.

La tipología de las rocas, incluidas sus especificidades estratigráficas (litoestratigrafía), es uno de los elementos que condiciona el cultivo de la vid en las tres zonas.

La DO Arribes está constituida por una superficie de arrasamiento que incluye un conjunto de incisiones profundas y cañones relacionados con el río Duero y su red asociada y en ella predominan los graníticos, los esquistos, los gneis y las cuarcitas que constituyen los materiales preferentemente paleozoicos recubiertos localmente con restos de glaciares y materiales pliocuaternarios que también rellenan algunas depresiones. Los viñedos se concentran en las zonas más alteradas y con acumulaciones más intensas especialmente relacionadas con la zona esquistosa y granítica (fig 7).



La DO Bierzo se desarrolla en una cuenca de hundimiento intramontañosa rellena con materiales de terrazas, glaciares y rañas pliocuaternarios que enlazan localmente a través de las series detríticas terciarias con los materiales cuarcíticos y esquistosos que culminan en los bordes montañosos primarios de cierre de la cuenca. Determinadas unidades terciarias, sobre todo las arenas lutíticas y conglomerados silíceos de las series rojas y las arenas, lutitas y arcillas magnesianas de la serie conglomerática poligénica miocena son las de mayor importancia y, junto con los glaciares, soportan más del 85 % del viñedo y dan especificidad al vino de la DO Bierzo (fig 3).

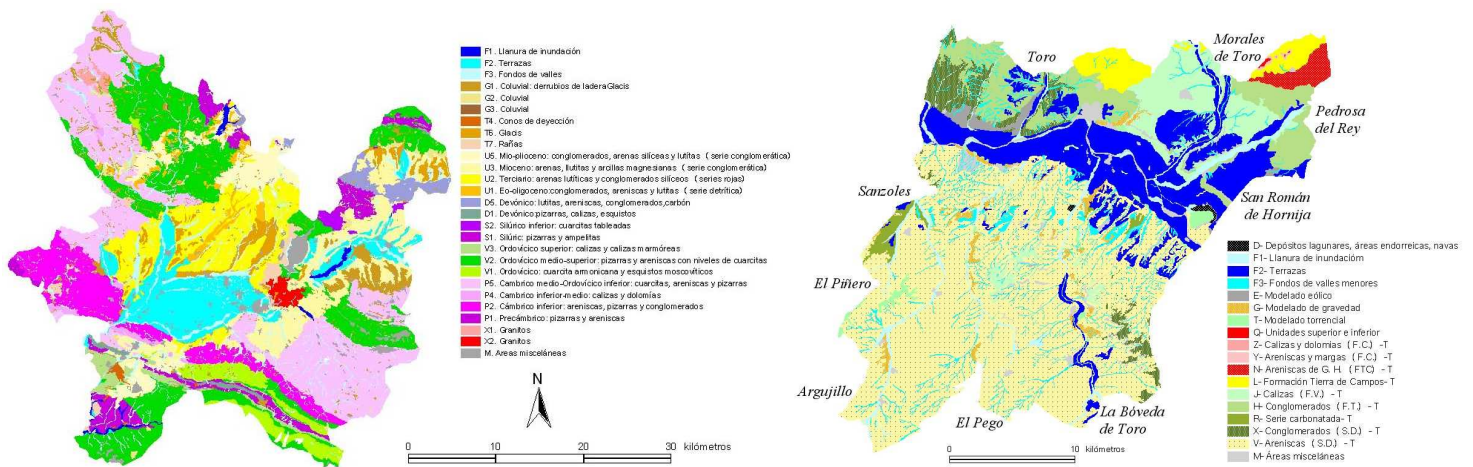


Fig 5.10. Marco lito-estratigráfico de la DO Bierzo (izquierda) y de la DO Toro (derecha). Ver la litoestratigrafía de la DO Arribes en el capítulo 4.

La DO Toro está constituida por las calizas y los materiales detríticos, carbonatados, de las series terciarias y por los materiales cuaternarios que forman los glaciares y de las terrazas medias y bajas del río Duero. El 78,3 del viñedo se concentra especialmente en los materiales de terraza del río Duero y en las areniscas de la serie detrítica terciaria, principalmente por su elevada extensión superficial (fig 5.10).

Los elementos que configuran el paisaje en las tres denominaciones consideradas son complejos y muy diferenciados. En este apartado nos vamos a referir expresamente a las unidades geomorfológicas (geoformas), la altitud y la pendiente.

La información se obtiene a partir de una fotointerpretación aérea (FIA) detallada con una leyenda formada por varios dígitos (litología, geoforma, pendiente, orientación, erosión,...). La importancia de la cartografía de estas unidades radica en el hecho de que los



atributos citados están asignados a cada una de ellas. En la DO Bierzo, por ejemplo (Fig 5), la distribución general de viñedo por agrupaciones litológicas (ya comentada más arriba) y unidades FIA permite realizar cuatro grandes grupos de litología/paisaje: en primer lugar, carecen de interés vitícola las geformas labradas en el precámbrico y en el paleozoico (D, S, V, P, X) que ocupan una superficie importante y sin apenas viñedo; en segundo lugar, el modelado fluvial (F) con especial interés en las terrazas medias del río principal (F21 y F22) con un 7,3 % del viñedo y los valles secundarios (F31 y F32) con 5,2 % (Estas unidades están en un momento crucial en las que el viñedo compite con los frutales, fig 7); en tercer lugar, las unidades relacionadas con conos de deyección, glaciares y rañizos (T) en los que destaca el interés por la T6 con un 9,3 % de viña; finalmente, las unidades del Terciario (U2 y U3) agrupan más del 75 % del viñedo.

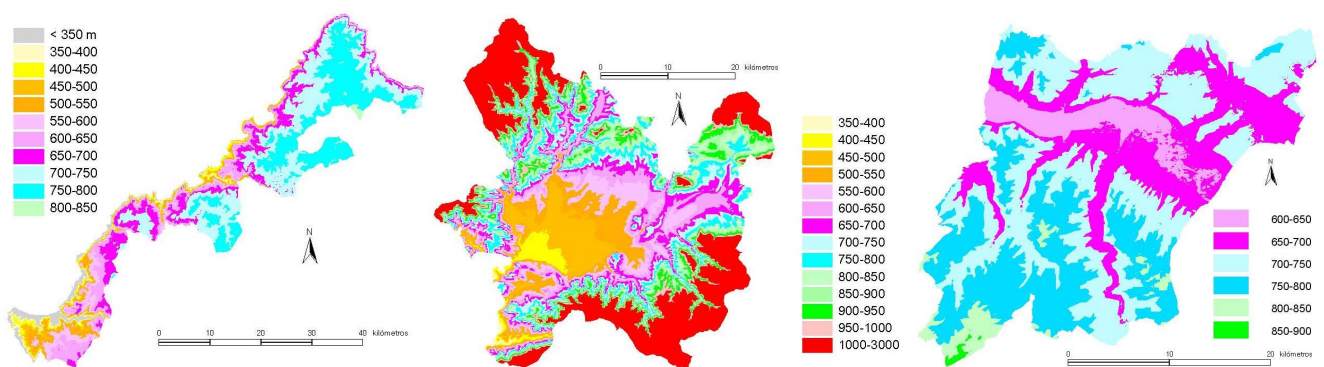


Fig 5.11. Altimetría en la DO Arribes (izquierda), en la DO Bierzo (centro) y en la DO Toro (derecha): idénticos colores representan el mismo intervalo de altitud

El relieve de la DO Arribes es muy variado y presenta superficies con ondulaciones suaves en la zona de arrasamiento y paredes verticales relacionadas con las incisiones y, entre ambas, transiciones de formas intermedias (fig 5.13). La altitud varía desde menos de 350 m hasta más de 800 m y el viñedo se localiza preferentemente en el intervalo 650-700 m con porcentajes medios entre 600 y 650 m y entre 700 y 750 m y mínimos en las cotas más altas o demasiado bajas. Los afloramientos rocosos y la pedregosidad son protagonistas en toda la DO. Precisamente la retirada de los bloques de piedras ha originado la formación de cercados (“cortinas”) con consecuencias relativamente contradictorias: por un lado, conforman un paisaje excepcionalmente bello (enoturismo), mientras que por otro, dificultan el incremento



del tamaño de las parcelas (concentración parcelaria) y son un impedimento para la tecnificación del cultivo (fig 5.14).

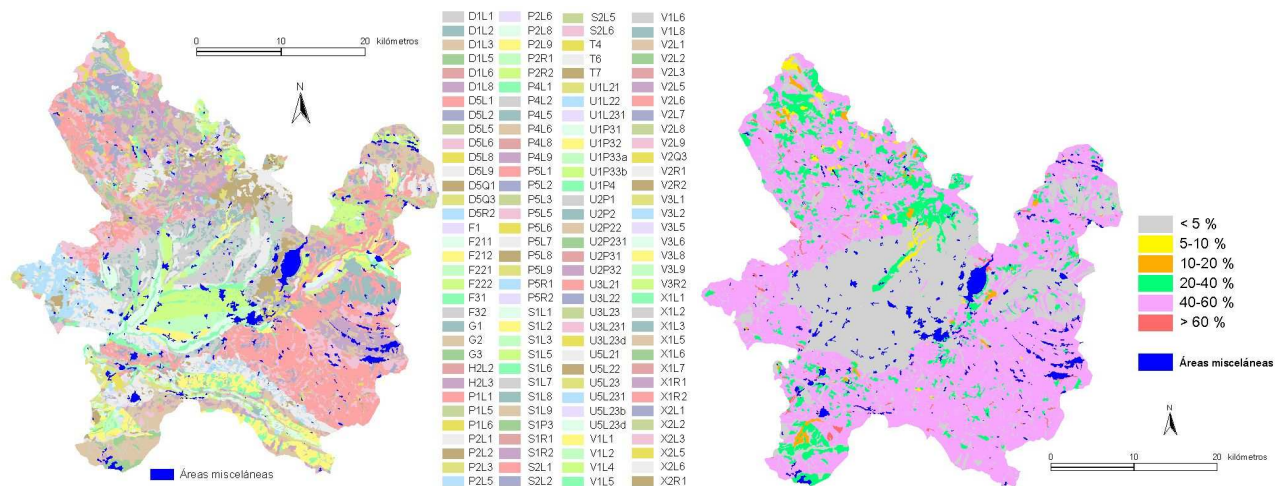


Fig 512. Paisaje (Geoformas) y pendientes en la DO Bierzo. Ver los mismos elementos de la DO Arribes en el capítulo 4.

En la DO Bierzo, las isohipsas forman orlas concéntricas que se inician a la salida del río Sil, al oeste de la denominación, y ascienden hacia el exterior pasando desde 300 m hasta más de 1000 m con pendientes muy variables: planas en los aluviales, medias y altas en los relieves terciarios y muy elevadas en los relieves montañosos. El viñedo se concentra, preferentemente en orientaciones sur, entre 450 y 650 m (85,5 %) y sólo existen zonas en los bordes montañosos de la cuenca con afloramientos rocosos y pedregosidad que impiden la tecnificación del cultivo.

DO Toro la diferencia de cotas es pequeña (650-825 m) y las formas son planas y suaves en el relieve cuaternario y onduladas en las superficies de enlace terciarias con pendientes inferiores al 20 %. No existen zonas con afloramientos rocosos, ni pedregosidad que impida la tecnificación del cultivo. En este contexto el viñedo se distribuye de forma bastante homogénea por toda la DO, aunque prefiere los relieves ligeramente ondulados y alomados de las areniscas terciarias y las terrazas medias del río Duero (fig 5.14).

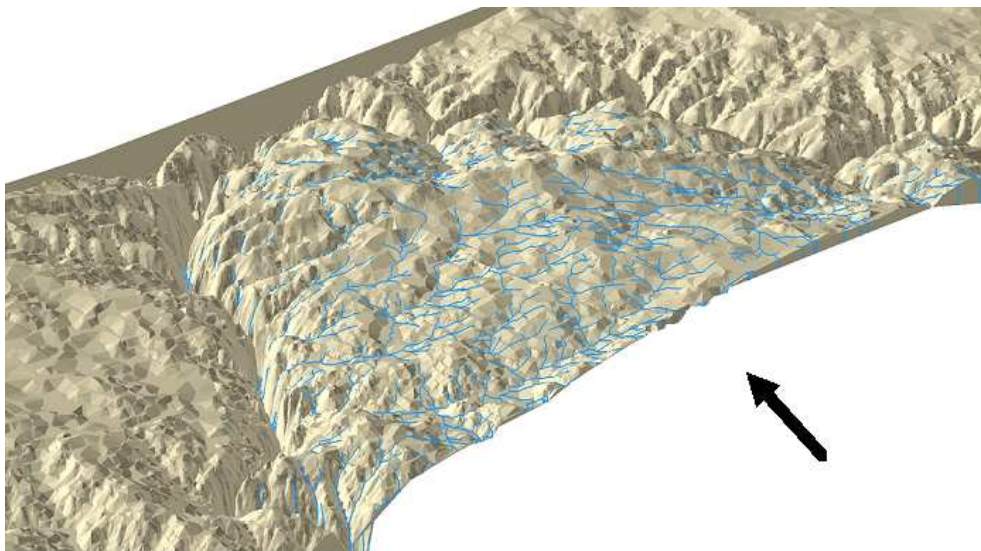


Fig 5.13. Red de drenaje (zul) sobre un fragmento del modelo digital del terreno superpuesta a la ortofoto que destaca el cañón que forma el río Duero al norte de la DO

Arribes

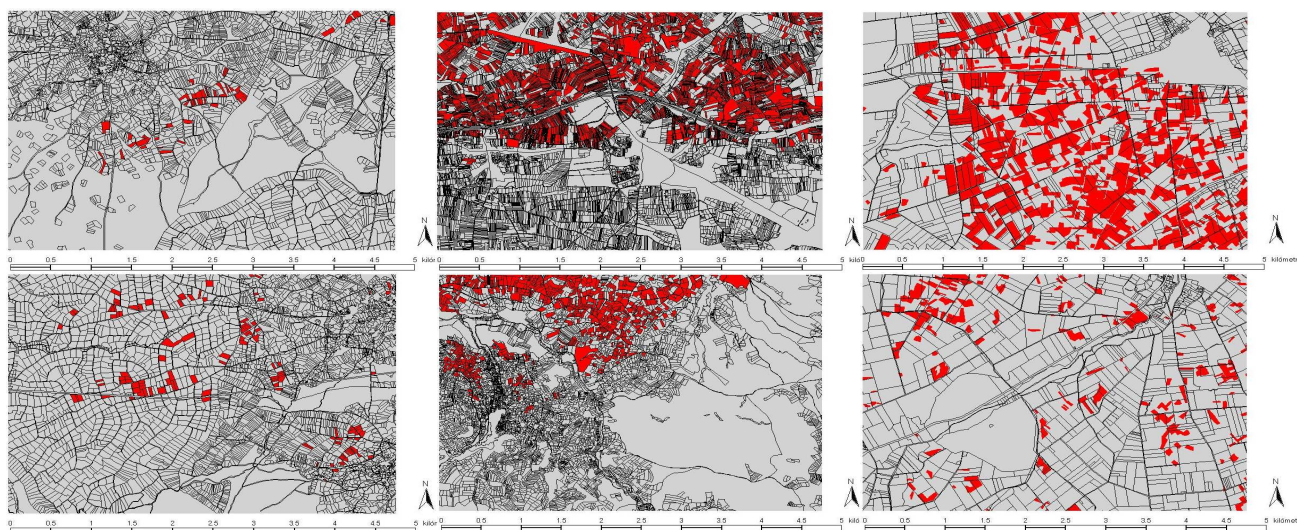


Fig 5.14. Ejemplos de patrones de microparcelación: a) izquierda, en la DO En la DO Arribes (arriba: competencia norte-sur por la litología; abajo: evolución positiva en la zona concentrada de la izquierda); b) centro, en la DO Bierzo (arriba: competencia viña-frutales por la geomorfología; abajo: competencia viña-monte por las litogeofomas); c) derecha, en la DO Toro (arriba: terrazas del Duero ; abajo: serie detrítica terciaria). Detalles a la misma escala, (en rojo-denso la viña).

A modo de conclusión, es importante resumir las afirmaciones realizadas:



- En las tres DO se aprecia una selección del tamaño medio de las parcelas a favor de otros aprovechamientos: la superficie medio de las parcelas sin viñedo es más de dos veces superior en Toro (2,07) y en Bierzo (2,84), pero más de cinco veces superior (5,54) en Arribes que la superficie de las parcelas de viñedo;
- En la DO Toro, las unidades litoestratigráficas y las geoformas de mayor interés (formas planas y suaves de las superficies onduladas y alomadas de la serie detrítica y de las terrazas del río Duero con una pequeña e interesante diferencia de cotas, 650-825 m), sin impedimentos específicos para la producción de vinos de calidad y con parcelas relativamente grandes, se distribuyen de forma bastante homogénea por toda la DO y el viticultor puede seleccionar sin problemas las de mejor calidad y con estructura más adecuada;
- En la DO Bierzo, sus posibilidades de elección son mucho menores. Las unidades litoestratigráficas y las geoformas de mayor interés (laderas terciarias de las series rojas y de la serie conglomerática poligénica con exposición sur, entre 450 y 560 m y con media y alta pendiente) con algunos impedimentos específicos (exposición, altitud, pendiente,...) para la producción de vinos de calidad y con parcelas de tamaño medio, se concentran en lugares específicos orlando las terrazas del Sil del centro de la cuenca y el viticultor debe seleccionar las de mejor calidad y con estructura adecuada únicamente en esta zona;
- En la DO Arribes, sus posibilidades de elección son aún menores. Las unidades litoestratigráficas y las geoformas de mayor interés (las zonas entre 650 y 700 m, más alteradas y con acumulaciones más intensas, especialmente relacionadas con el área esquistosa y granítica) coexisten con problemas de pendiente, frecuentemente asociados a la poca profundidad del suelo y/o a afloramientos rocosos o de pedregosidad, muchas veces insalvables, o bien, si estos se han sorteado por el esfuerzo de siglos, la microparcelación impide la tecnificación del cultivo de la vid.

5.7. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ALCARAZ ARIZA, F. y cols. (1987). La vegetación de España. Universidad de Alcalá de Henares. Madrid.
- BRAUN-BLANQUET, J. y O.BOLOS (1957). Les groupements vegetaux du bassin moyen de L'Ebre et leur dynamisme. Anal. Est. Exper. Aula Dei 5(1-4): 1-266. Zaragoza.
- Comunidad Autónoma de Castilla y León (1998-2008). Registros Vitícola de la DO Arribes, DO Bierzo y DO Toro. Valladolid
- Gómez-Miguel, V. & V. Sotés (1998-2010). Delimitación de zonas vitícolas en la D.O. Toro, en la D.O. Bierzo. ETSIA. Universidad Politécnica de Madrid.
- ICONA. 1990. Mapa forestal de España: memoria general. Madrid. 191 pp
- ICONA. 1991. Mapa forestal de España: Alcañices /hoja 3-4). Madrid. 139 pp
- ICONA. 1993. Mapa forestal de España: Vitigudino (hoja 3-5). Madrid. 159 pp
- LOSA, T.M. 1949. Contribución al estudio de la flora y la vegetación de la provincia de Zamora. CSIC. Barcelona. 165pp
- MAPA 1984. Mapa de cultivos y aprovechamientos de la provincia de Zamora. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid. 152 pp
- MAPA 1985. Mapa de cultivos y aprovechamientos de la provincia de Salamanca. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid. 165 pp
- MONSERRAT, P. (1966). La vegetación de la cuenca del Ebro. Publ. Centr. Pir. Biol. Exp. Jaca.
- RIVAS GODAY, S. y S. RIVAS-MARTINEZ (1967). Matorrales y tomillares de la Península Ibérica comprendidos en la clase Ononido-Rosmarinetea Br.BI. 1947. Anal. Inst. Bot. A.J. Cavanilles 25: 5-201. Madrid
- RIVAS-MARTINEZ, S. (1970). Comunidades Gipsícolas del centro de España. Anal. Inst. Bot. A.J. Cavanilles. 27: 193-224 Madrid.
- RIVAS-MARTINEZ, S. (1984). Pisos bioclimáticos de España. Lazaroa 5: 33-43. Madrid.
- RIVAS-MARTINEZ, S. (1987). Memoria del Mapa de Series de Vegetación de España. I.C.O.N.A. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.



P R O G R A M A
COOPERACIÓN TRANSFRONTERIZA
E S P A Ñ A ~ P O R T U G A L
COOPERAÇÃO TRANSFRONTEIRIÇA
2 0 0 7 ~ 2 0 1 3

Unión Europea
Fondo Europeo de Desarrollo
Regional



Invertimos en su futuro

CAPITULO 6.

SUELOS

CONTENIDO:

1. Introducción
2. Metodología
3. Antecedentes
4. Resultados
5. Referencias consultadas



6.1. INTRODUCCIÓN

En el estudio del medio de la DO Arribes ya se ha analizado en los capítulos precedentes los **factores extrínsecos** de mayor importancia e implicados en la definición de suelo en la región.

Este capítulo trata del estudio del suelo y más específicamente de la distribución geográfica de los suelos en la DO. En primer lugar, se analizan los antecedentes cartográficos que existen sobre toda o parte de la zona de estudio y a continuación se describen los suelos a partir del mapa de suelos elaborado en el Inventario del Recurso Suelo llevado a cabo durante los últimos dos años.

6.2. METODOLOGÍA

La metodología ya se describió con suficiente detalle en el capítulo primero. Sin embargo, es necesario recordar aquí algunos de los elementos específicos llevados finalmente a cabo en comparación con los previstos.

Para sustentar -tanto en forma general como particular- el levantamiento de suelos y otros temas estrechamente vinculados, se siguieron las normas de Soil Survey Manual (USDA, 1962, 1999), Wambeque & Forbes (1986) y Soil Taxonomy (1975, 2000). Una guía indispensable para el tratamiento integral de estos temas puede verse en FAO (1979). La clasificación de los suelos se realizó empleando Soil Taxonomy en dos versiones: primera, empleando la que se ha utilizado en los trabajos de zonificación precedente (USDA, 1994) y segunda, su más moderna edición traducida al castellano (USDA, 2006).

En el mapa de suelos, se diferencian distintas unidades por medio de límites lo que constituye una delineación. El conjunto de cada delineación con la misma etiqueta constituye una unidad cartográfica. El contenido de estas unidades cartográficas se especifica en términos de unidades taxonómicas. Una de ellas, que contiene suelos con características muy similares, es denominada como serie de suelos. Esta, además de admitir una cierta gama de variabilidad, también puede incluir algunos cambios que escapan a la homogeneidad requerida para la serie, los que son considerados como inclusiones. También puede tratarse de unidades cartográficas compuestas, las que agrupan dos o más suelos distintos con series diferenciadas o indiferenciadas. Ante esta alternativa, las unidades cartográficas pueden conformar consociaciones, asociaciones y complejos, grupos indiferenciados y términos cognados. En el caso de las asociaciones y complejos, es imprescindible indicar el porcentaje relativo de cada



una de las series que la componen, en tanto que en las unidades citadas al final está compuesto por dos o más suelos con potencialidad similar para el uso, los que no presentan ni patrón de distribución ni porcentajes constantes. Estas unidades compuestas tienen su razón de ser, en las limitaciones que plantean problemas de escala (asociaciones), o en lo intrincado de la distribución con que suelen presentarse los suelos (complejos). Para el diagnóstico de las series, entre otros, se siguió el criterio de la textura de la sección de control para familia y serie de suelos tal como se aconseja con amplitud en la literatura específica.

La fotointerpretación (FIA) inicial se llevó a cabo utilizando un estereoscopio de espejos Wild de 3* y 8* sobre los contactos aéreos a escala 1:20.000. Para la delimitación de las distintas unidades se siguieron los criterios geomorfológicos (principalmente relieve, litología, drenaje) y de patrones fotográficos asociados a texturas y tonos fotográficos definidos, etc. En esta etapa se elaboró la leyenda de fotointerpretación, cuyos elementos del paisaje han sustentado básicamente el esquema geomorfológico como base principal para respaldar el levantamiento de suelos.

El diseño del muestreo se basó en la fotointerpretación y en el trabajo de campo se realizaron 513 perfiles, todos ellos descritos y muestreados, y 1796 sondeos en 37 modelos (50/60 sondeos por cada parte útil del fotograma seleccionado) de acuerdo con las directrices de la guía USDA (2000). El número de observaciones total es de 2.309, lo que hace una relación de 2.25 observaciones /km², pero si tenemos en cuenta que la superficie ocupada por las áreas misceláneas es muy grande (ver más adelante) la densidad efectiva se multiplica de una forma importante.

Tabla 6.1 Relación de Perfiles y Muestras

SITUACIÓN	PERFILES	SONDEOS	TOTAL OBSERVACIONES	MUESTRAS
PREVISTOS	466	1552	2.018	
REALIZADOS Y ANALIZADOS	513	1796	2309	712

Cada lugar de control se ubicó con precisión en los fotogramas aéreos, se localizaron con técnicas GPS y se tomaron diapositivas de todos los perfiles y sus paisajes correspondientes.

Los análisis físicos, químicos y fisicoquímicos de las diferentes muestras fueron realizados por el Laboratorio AGRIQUEM de acuerdo con los métodos previstos.

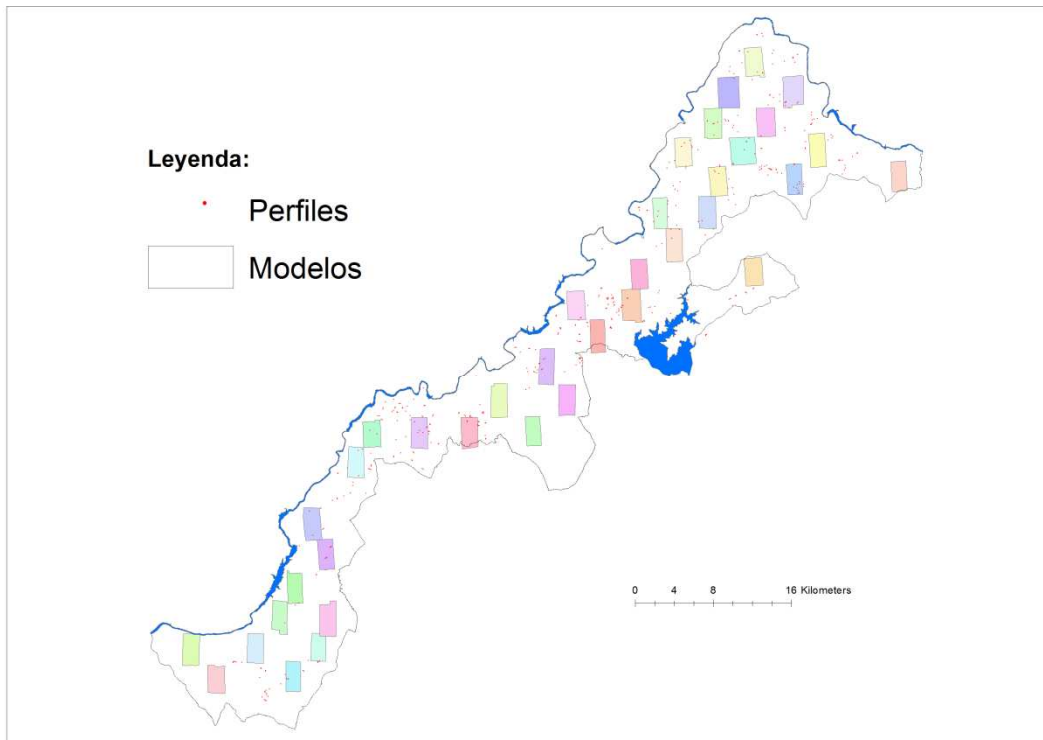
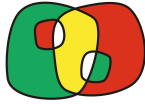


Fig 6.1. Diseño del muestreo y distribución de las observaciones (459 calicatas y 37 modelos) en la DO Arribes

Las características técnicas del mapa de suelos resultante de la DO se incluyen en la tabla 6.2. La finalidad última del estudio es la delimitación y caracterización de zonas vitícolas en el ámbito de la Denominación de Origen Arribes como complemento informativo y ejecutivo sobre planificación y ordenación del cultivo, estudios económicos y técnicos de viabilidad de la transformación de tierras en viñedo y diseño de experiencias para la mejora del cultivo.

6.3. ANTECEDENTES

El análisis de los antecedentes ha aportado una información desigual en cuanto al conocimiento de la zona que resulta, por lo tanto de muy diversa utilidad.

En concreto, se dispone de información sobre los siguientes mapas de suelos que incluyen total o parcialmente la DO Arribes. De menor a mayor escala son los siguientes:

6.3.1. Mapa de Suelos de España (1:2.000.000)

El Mapa de Suelos de España (1:2.000.000) publicado dentro del Atlas Geográfico Nacional (Nieves y Gómez-Miguel, 1990). La leyenda se ha realizado con el antecedente



inmediato del momento de la sistemática propuesta para este trabajo, la escala, sin embargo, es demasiado pequeña.

Tabla 6.2. Características Técnicas del IRS

CONCEPTO		DO Arribes
Nivel Escala Cartografía		Detallado 1:25.000 ST USDA (2006)
Finalidad	Grado de Utilidad Finalidad general y uso Áreas Modelo	Ejecutivo Planificación, Ordenación de la vid, Proyectos, Diseño de Experiencias, Manejo de Cultivos No existen
Características	Eficiencia edafológica Grado de Análisis Densidad real Superficie (km ²) Número de observaciones Relación calicatas/sondeos Nº C/nºS	20 0.65 2.25 1.009 2.309 0.3 513/1.796
Factor de Calidad	Unidades Factor de Calidad	28 Excelente

6.3.2. Mapa de Suelos de España (1:1.000.000)

Existen varios mapas de suelos de España publicados a escala 1:1.000.000. En el primero de ellos, realizado según la leyenda del Consejo Superior de Investigaciones Científicas de los años sesenta (Guerra et al., 1968), se recoge la información de mapas anteriores y es la base de el segundo, realizado recientemente bajo los auspicios de la FAO (FAO, 1985) y obviamente con su leyenda. La escala, al igual que en el caso anterior, y la propia leyenda limitan su utilidad para este estudio.

6.3.3. Mapa de Suelos del Atlas Forestal de España (1:800.000)

Este mapa de suelos de España es publicado desde 1990 como mapa temático del Atlas Forestal de España por el Ministerio de Agricultura (Nieves y Gómez-Miguel, 1990-1999). La leyenda se ha realizado con el antecedente inmediato del momento de la sistemática propuesta para este trabajo, la escala, sin embargo, sigue siendo demasiado pequeña.



6.3.4. Mapa de Suelos de la Comunidad de Castilla y León (1:500.000)

6.3.4.1. Mapa Agronómico Nacional

Este mapa de suelos ha sido elaborado por el equipo del Mapa Agronómico Nacional del Ministerio de Agricultura en los años setenta y no ha tenido una gran difusión posiblemente por el desequilibrio entre la escala y la elección de la unidad cartográfica/unidad taxonómica. No se dispone de memoria.

6.3.4.2. Junta de Castilla y León

Este mapa de suelos ha sido elaborado por la Dirección General de Medio Ambiente y Urbanismo de la junta de Castilla y León (Forteza et al., 1988) a escala 1:400.000 y publicado a escala 1.500.000. La publicación no refleja la calidad del mapa original y limita mucho su utilización. La leyenda de origen contiene 175 unidades cartográficas mientras que la de publicación sólo incluye las unidades taxonómicas principales. Se han utilizado los perfiles de la zona incluidos en la memoria.

6.3.5. Mapa de Suelos Provinciales (1:200.000)

6.3.5.1. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

a) Los Suelos de la Provincia de Zamora (IOATO, 1964). Este mapa se realiza en los años sesenta a escala 1:200.000 y está publicado por el CSIC. La fecha de publicación y la metodología del momento limitan su utilización. Sólo la zona sureste de la provincia pertenece a la denominación y describe tierras pardas, suelos pardos, suelos aluviales, litosuelos y áreas de mal drenaje.

b) Los suelos de la Provincia de Salamanca (IOATO 1964). Se puede realizar una reseña similar al del caso anterior.

6.3.5.2. Mapa Agronómico Nacional (MAN)

a) MAN. 1970. Mapas provinciales de suelos: Salamanca. Mapa Agronómico Nacional. Ministerio de Agricultura. Madrid. 471pp.

El Mapa de Suelos de la Provincia de Salamanca fue publicado por el Mapa Agronómico Nacional del Ministerio de Agricultura en 1970. La escala (Mapa de suelos a escala 1:200.000) y la leyenda son las causas principales de que esta publicación no sea útil para los objetivos de este trabajo.



b) MAN. 1967. Mapas provinciales de suelos: Zamora. Mapa Agronómico Nacional. Ministerio de Agricultura. Madrid. 511pp. (Mapa de suelos a escala 1:200.000)

El Mapa de Suelos de la Provincia de Zamora fue publicado por el Mapa Agronómico Nacional del Ministerio de Agricultura en 1967, emplea la clasificación de Baldwin e incluye una proyección provincial de grandes grupos. La cartografía propiamente dicha publicada a escala 1:200.000 es una distribución de las denominadas series y texturas superficiales.

6.3.6. Mapa de Suelos Comarcales o Regionales

a) CEBAS 1958. Fertilidad de los suelos de la provincia de Salamanca.. CSIC. Diputación Provincial de Salamanca. 119pp.

b) IOATO 1962. Memoria del mapa de suelos de la Cuenca Media del Río Tormes (Salamanca). IOATO. Diputación Provincial de Salamanca. 63pp. (Mapa de suelos a escala 1:75.000).

6.4. RESULTADOS

6.4.1. Instrumentos para la Correlación

6.4.1.1. FIA

En el mapa de la figura 6.2 se incluye la distribución geográfica de las unidades FIA descritas en el capítulo correspondiente y utilizadas en la correlación.

6.4.1.2. Litología

En el mapa de la figura 6.3 se incluye la distribución geográfica de las unidades litoestratigráficas que han sido descritas en el capítulo correspondiente y son utilizadas en la correlación

6.4.1.3. Relación FIA/Observaciones

Una vez realizado el muestreo estamos en disposición de mostrar los elementos más importantes para la correlación entre la distribución geográfica de los suelos y el paisaje.

En este sentido se incluye en la tabla 6.3 el número de perfiles realizados en cada una de las principales unidades FIA (dos dígitos: agrupaciones litológicas).

Con este instrumento asignamos las STU a cada una de las SMU (exceptuando algunas geoformas con escasa representación de perfiles dada su mínima extensión superficial) y lo que



es más importante la asignación de la distribución porcentual dentro de cada una de las unidades cartográficas que es, sin duda, el objetivo más importante de la campaña de sondeos.

Tabla 6.3 Relaciones FIA/Observaciones

UNIDADES FIA<>Litología	PERFILES	SONDEOS	MUESTRAS
D2	10	37 modelos con una moda de 50 sondeos cada uno	Todos los perfiles analizados con 1, 2 ó 3 muestras cada uno
F3	44		
G1	5		
T6	13		
F3	14		
C1	10		
A1	12		
H3	51		
H4	21		
H5	70		
H6	16		
H7	19		
H8	44		
H9	16		
P1	75		
P2	81		
P3	8		
AM	4		
TOTALES	513	1796	712

6.4.2. Unidades Taxonómica

A pesar de la diversidad de los factores extrínsecos se puede afirmar que no existe una importante variabilidad de suelos en la región. En las tablas 6.4 se incluyen las unidades taxonómicas de la DO Arribes de acuerdo con la metodología propugnada por Soil Taxonomy (USDA, 2006), de la versión anterior (USDA, 1994) utilizada en los estudios anteriores de zonificación de las DO de Castilla y León y una tentativa de correlación con FAO (1990). Los tres órdenes de suelos identificados en las unidades principales (excuyendo los otros dos que sólo aparecen como meras inclusiones) son una prueba adicional de la escas complejidad de la región. (6.4.0). Estos órdenes se distribuyen en las series (6.4.1), los grupos cognados fluvéntico y áquico (6.4.2) y en las familias (6.4.3) cuya clasificación se indica.



En la tabla 6.5 se incluyen las áreas misceláneas y las unidades cartográficas al nivel utilizado en la leyenda del mapa de suelos. En las figuras respectivas (fig 6.4 y 6.5) se representa su distribución geográfica.

Tabla 6.4.0. Unidades Taxonómicas (Ódenes, Subórdenes y Grupos)

ORDEN	USDA, 2006		USDA, 1994		FAO, 1990 (Tentativa de correlación)
	SUBORDEN	GRAN GRUPO	SUBORDEN	GRAN GRUPO	
MOLLISOL*	XEROLL	HAPLOXEROLL	XEROLL	HAPLOXEROLL	Phaeozem cálcico Phaeozem háplico
ALFISOL	XERALF	PALEXERALF HAPLOXERALF	XERALF	PALEXERALF HAPLOXERALF	Planosol háplico Luvisol háplico
	AQUALF*	EPIAQUALF	AQUALF	EPIAQUALF	Luvisol ácuico
INCEPTISOL	AQUEPT	EPIAQUEPT	AQUEPT	EPIAQUEPT	Gleysol háplico
	XEREPT	HAPLOXEREPT	OCHREPT	XEROCHREPT	Cambisol
ENTISOL	AQUENT*	FLUVAQUENT EPIAQUENT	AQUENT	FLUVAQUENT EPIAQUENT	Fluvisol acuíco Leptosol acuíco
	FLUVENT	XEROFLUVENT	FLUVENT	XEROFLUVENT	Fluvisol
	ORTHENT	XERORTHENT	ORTHENT	XERORTHENT	Leptosol Regosol
VERTISOL*	XERERT	HAPLOXERERT	XERERT	HAPLOXERERT	Vertisol háplico

(*). Sólo como inclusiones aisladas.

6.4.3. Unidades Cartográficas

La Asociación es una unidad cartográfica que contiene dos o más taxa disímiles o áreas misceláneas que se presentan con un patrón conocido. Los componentes principales de la asociación deben ser cartografiados a una escala aproximada de 1:25.000. Las asociaciones utilizadas en la DO se incluyen en la tabla 6.6.

El Complejo es una unidad cartográfica que contiene dos o más taxa disímiles o áreas misceláneas que se presentan con un patrón conocido. Los componentes principales de la asociación no deben ser cartografiados a una escala aproximada de 1:25.000. Los complejos utilizados en la DO se incluyen en la tabla 6.6.

El Grupo no Diferenciado consiste en dos o más taxa que no están consistentemente asociados geográficamente, pero que se incluyen en la misma unidad cartográfica debido a que el uso y manejo es el mismo o muy similar para usos comunes. Los grupos no diferenciados utilizados en la DO se incluyen en la tabla 6.6.



Tabla 6.4.1. STU: Series

SIMBOLO STU	CLASIFICACIÓN (USDA, 2006)			FAMILIAS		
	GRAN GRUPO	SUBGRUPO	TEXTURAL	TEMPERATURA	MINERALÓGICA	LITOLÓGÍA
A01	XERORTHENT	DYSTRICO	EFf(l)	MESICA	NO CALCAREA	F3
A02	XERORTHENT	DYSTRICO	EF(l)	MESICA	NO CALCAREA	P1
A03	XERORTHENT	DYSTRICO	EF(l)	MESICA	NO CALCAREA	H3
A04	XERORTHENT	DYSTRICO	EF(l)	MESICA	NO CALCAREA	H5
A05	XERORTHENT	DYSTRICO	EF(l)	MESICA	NO CALCAREA	H8
A06	XERORTHENT	DYSTRICO	Ar	MESICA	NO CALCAREA	P1
A07	XERORTHENT	DYSTRICO	Ar	MESICA	NO CALCAREA	H3
A08	XERORTHENT	DYSTRICO	Ar	MESICA	NO CALCAREA	H4
A09	XERORTHENT	DYSTRICO	Ar	MESICA	NO CALCAREA	H8
A10	XERORTHENT	DYSTRICO	Fg	MESICA	NO CALCAREA	P2
A11	XERORTHENT	DYSTRICO	F(l)	MESICA	NO CALCAREA	F3
A12	XERORTHENT	DYSTRICO	F(l)	MESICA	NO CALCAREA	P1
A13	XERORTHENT	DYSTRICO	F(l)	MESICA	NO CALCAREA	H4
A14	XERORTHENT	DYSTRICO	F(l)	MESICA	NO CALCAREA	H5
A15	XERORTHENT	DYSTRICO	F(l)	MESICA	NO CALCAREA	H7
A16	XERORTHENT	DYSTRICO	F(l)	MESICA	NO CALCAREA	H8
A17	XERORTHENT	DYSTRICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCAREA	P2
A18	XERORTHENT	DYSTRICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCAREA	H3
A19	XERORTHENT	DYSTRICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCAREA	H6
A20	XERORTHENT	TYPICO	EFf(l)	MESICA	NO CALCAREA	H7
A21	XERORTHENT	TYPICO	F(l)	MESICA	NO CALCAREA	P2
A22	XEROFLUVENT	TYPICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCAREA	F3
A23	DYSTROXEREPT	TYPICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCAREA	H5
A24	DYSTROXEREPT	TYPICO	EFf(l)+Fg	MESICA	NO CALCAREA	P2

Para algunos propósitos es necesario incluir en los nombre de las unidades cartográficas atributos de áreas aún cuando estos sean más bien atributos de segmentos de paisaje y no de los taxa de referencia usados para denominar la unidad cartográfica. Las Áreas Misceláneas esencialmente no tienen suelo; la mayoría tienen inclusiones de suelos. Si la cantidad de suelos excede los límites para las inclusiones, la unidad cartográfica se denomina como un complejo o una asociación de un área miscelánea y suelos. En la tabla 6.7 se incluyen las áreas misceláneas consideradas en la DO



Tabla 6.4.2. STU: Grupos Cognados

SIMBOLO STU	CLASIFICACIÓN (USDA, 2006)		FAMILIAS			
	GRAN GRUPO	SUBGRUPO	TEXTURAL	TEMPERATURA	MINERALÓGICA	LITOLOGÍA
CNF01	DYSTROXEREPT	FLUVENTICO	Fg(l)	MESICA	NO CALCA	D2
CNF01	XEROFLUVENT	TYPICO	EFf(l)	MESICA	NO CALCA	D2
CNF01	XEROFLUVENT	TYPICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCA	D2
CNF01	XEROFLUVENT	TYPICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCA	D2
CNF01	XEROFLUVENT	TYPICO	Fg(l)	MESICA	NO CALCA	D2
CNF02	XEROFLUVENT	TYPICO	Ar	MESICA	NO CALCA	F3
CNF02	XEROFLUVENT	TYPICO	EFf(l)	MESICA	NO CALCA	F3
CNF02	XEROFLUVENT	TYPICO	EFf(l)	MESICA	NO CALCA	F3
CNF02	XEROFLUVENT	TYPICO	EFg(l)	MESICA	NO CALCA	F3
CNF02	XEROFLUVENT	TYPICO	Fg(l)	MESICA	NO CALCA	F3
CNF02	XEROFLUVENT	TYPICO	Fg(l)	MESICA	NO CALCA	F3
CNF02	XEROFLUVENT	TYPICO	Fg(l)	MESICA	NO CALCA	F3
CNF03	XEROFLUVENT	THAPTOALFICO	EFf(l)	MESICA	NO CALCA	C1
CNF03	XEROFLUVENT	THAPTOALFICO	EFf(l)	MESICA	NO CALCA	C1
CNF03	XEROFLUVENT	TYPICO	EFf(l)	MESICA	NO CALCA	C1
CNF03	XEROFLUVENT	TYPICO	EFf(l)	MESICA	NO CALCA	C1
CNF04	HAPLOXEREPT	FLUVENTICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCA	P2
CNF04	XEROFLUVENT	MOLLICO	Fg(l)	MESICA	NO CALCA	P2
CNF04	XEROFLUVENT	TYPICO	EFg(l)	MESICA	NO CALCA	P2
CNF04	XEROFLUVENT	TYPICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCA	P2
CNF04	XEROFLUVENT	TYPICO	Fg(l)	MESICA	NO CALCA	P2
CNF04	XEROFLUVENT	TYPICO	Fg(l)	MESICA	NO CALCA	P2
CNF04	XEROFLUVENT	TYPICO	Fg(l)	MESICA	NO CALCA	P2
CNF05	HAPLOXEREPT	FLUVENTICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCA	P1
CNF05	HAPLOXEREPT	FLUVENTICO	Fg(l)	MESICA	NO CALCA	P1
CNF05	XEROFLUVENT	MOLLICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCA	P1
CNF05	XEROFLUVENT	TYPICO	EFf(l)	MESICA	NO CALCA	P1
CNF05	XEROFLUVENT	TYPICO	EFg(l)	MESICA	NO CALCA	P1
CNF05	XEROFLUVENT	TYPICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCA	P1
CNF05	XEROFLUVENT	TYPICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCA	P1
CNF05	XEROFLUVENT	TYPICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCA	P1
CNF05	XEROFLUVENT	TYPICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCA	P1
CNF06	XEROFLUVENT	TYPICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCA	H9
CNF07	XEROFLUVENT	TYPICO	EAr	MESICA	NO CALCA	H3
CNF07	XEROFLUVENT	TYPICO	EFf(l)	MESICA	NO CALCA	H3
CNF07	XEROFLUVENT	TYPICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCA	H3
CNF07	XEROFLUVENT	TYPICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCA	H3
CNF07	XEROFLUVENT	TYPICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCA	H3
CNF07	XEROFLUVENT	TYPICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCA	H3
CNF07	XEROFLUVENT	TYPICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCA	H3
CNF07	XEROFLUVENT	TYPICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCA	H3
CNF07	XEROFLUVENT	TYPICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCA	H3
CNF08	DYSTROXEREPT	FLUVENTICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCA	H4
CNF08	XEROFLUVENT	TYPICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCA	H4
CNF08	XEROFLUVENT	TYPICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCA	H4
CNF09	XEROFLUVENT	AQUICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCA	H5
CNF09	XEROFLUVENT	MOLLICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCA	H5
CNF09	XEROFLUVENT	MOLLICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCA	H5
CNF09	XEROFLUVENT	TYPICO	Ar	MESICA	NO CALCA	H5
CNF09	XEROFLUVENT	TYPICO	EFf(l)	MESICA	NO CALCA	H5
CNF09	XEROFLUVENT	TYPICO	EFf(l)	MESICA	NO CALCA	H5
CNF09	XEROFLUVENT	TYPICO	EFf(l)	MESICA	NO CALCA	H5
CNF09	XEROFLUVENT	TYPICO	EFf(l)	MESICA	NO CALCA	H5
CNF09	XEROFLUVENT	TYPICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCA	H5
CNF09	XEROFLUVENT	TYPICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCA	H5
CNF09	XEROFLUVENT	TYPICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCA	H5
CNF09	XEROFLUVENT	TYPICO	Fg(l)	MESICA	NO CALCA	H5
CNF09	XEROFLUVENT	TYPICO	Fg(l)	MESICA	NO CALCA	H5
CNF09	XEROFLUVENT	TYPICO	Fg(l)	MESICA	NO CALCA	H5
CNF09	XEROFLUVENT	TYPICO	Fg(l)	MESICA	NO CALCA	H5
CNF10	XEROFLUVENT	TYPICO	Ar	MESICA	NO CALCA	H6
CNF10	XEROFLUVENT	TYPICO	EFf(l)	MESICA	NO CALCA	H6
CNF10	XEROFLUVENT	TYPICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCA	H6
CNF11	XEROFLUVENT	TYPICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCA	H7
CNF11	XEROFLUVENT	TYPICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCA	H7
CNF12	XEROFLUVENT	TYPICO	EFf(l)	MESICA	NO CALCA	H8
CNF12	XEROFLUVENT	TYPICO	EFf(l)	MESICA	NO CALCA	H8
CNF12	XEROFLUVENT	TYPICO	EFf(l)	MESICA	NO CALCA	H8
CNF12	XEROFLUVENT	TYPICO	EFf(l)	MESICA	NO CALCA	H8
CNF12	XEROFLUVENT	TYPICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCA	H8
CNF12	XEROFLUVENT	TYPICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCA	H8
CNF12	XEROFLUVENT	TYPICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCA	H8
CNF12	XEROFLUVENT	TYPICO	Fg(l)	MESICA	NO CALCA	H8
CNF12	XEROFLUVENT	TYPICO	Fg(l)	MESICA	NO CALCA	H8
CNF13	DYSTROXEREPT	FLUVENTICO	EFf(l)	MESICA	NO CALCA	H9
CNF13	XEROFLUVENT	TYPICO	Ff(l)	MESICA	NO CALCA	H9



Tabla 6.4.3. STU : Familias

SIMBOLO	CLASIFICACIÓN (USDA, 2006)		FAMILIA	LITOLOGÍA
	STU	GRAN GRUPO	TEXTURAL	
DxpT1	DYSTROXEREPT	TYPICO	Ar	H5
DxpT2	DYSTROXEREPT	TYPICO	EFf(l)	P1
DxpT3	DYSTROXEREPT	TYPICO	Ff(l)	H8; G1; H4
DxpT4	DYSTROXEREPT	TYPICO	Fg(l)	P1
EanT1	ENDOQUENT	TYPICO	EFf(p)	F3
Hxa1	HAPLOXERALF	INCEPTICO	Ff(l)	P1
HxaM1	HAPLOXERALF	MOLLICO	Ff(l)	P2
HxaM2	HAPLOXERALF	MOLLICO	Fg(l)	P3
HxaP3	HAPLOXERALF	THAPTOALFICO	EFf(p)	T6
HxaU1	HAPLOXERALF	ULTICO	Ac(l)	H8; P3
HxaU2	HAPLOXERALF	ULTICO	EAc(l)	C1; F3
HxaU3	HAPLOXERALF	ULTICO	EFf(l)	T6
HxaU4	HAPLOXERALF	ULTICO	Ff(l)	P2
HxpT1	HAPLOXEREPT	TYPICO	EFg(l)	P2
HxpT2	HAPLOXEREPT	TYPICO	Ff(l)	P1; F3; P2
HxpT3	HAPLOXEREPT	TYPICO	Fg(l)	P1; P2
PxaQ1	PALEXERALF	AQUICO	EAc(l)	C1
PxaQ2	PALEXERALF	AQUICO	EFf(p)	T6
PxaU1	PALEXERALF	ULTICO	Ac(l)	P1; C1
PxaU2	PALEXERALF	ULTICO	EAc(l)	C1
PxaU3	PALEXERALF	ULTICO	EAc(p)	H6
RxaT1	RHODOXERALF	TYPICO	Ff(p)	P1
XonQ1	XERORTHENT	AQUICO	EFf(l)	P2
XonQ2	XERORTHENT	AQUICO	EFg(l)	F3
XonQ3	XERORTHENT	AQUICO	Ff(l)	H3;
XonD1	XERORTHENT	DYSTRICO	Ar	H6; H5; P2; H7;
XonD2	XERORTHENT	DYSTRICO	EAr	H5;P1; H3
XonD3	XERORTHENT	DYSTRICO	EFf(l)	P2; A1; H4; C1
XonD4	XERORTHENT	DYSTRICO	EFg(l)	P2; H4
XonD5	XERORTHENT	DYSTRICO	Ff(l)	T6; H9; G1
XonD6	XERORTHENT	DYSTRICO	Fg(l)	G1
XonL1	XERORTHENT	LITHICO	Ar	H8; P1; H5; H3;P2
XonL2	XERORTHENT	LITHICO	EAr	P1; H6
XonL3	XERORTHENT	LITHICO	EFf(l)	H5; H6; P1; H3
XonL4	XERORTHENT	LITHICO	EFg(l)	P2; P1
XonL5	XERORTHENT	LITHICO	Ff(l)	H3; P1; H4; H7
XonL6	XERORTHENT	LITHICO	Ff(l)	P2; H4; H8; H7; F3; P
XonP1	XERORTHENT	THAPTOALFICO	EFf(l)	C1
XonP2	XERORTHENT	THAPTOINCEPTICO	EFf(l)	H4
XonT1	XERORTHENT	TYPICO	Ac(l)	P2
XonT2	XERORTHENT	TYPICO	Ac(p)	P2
XonT3	XERORTHENT	TYPICO	Ar	P1; H8; H3; G1
XonT4	XERORTHENT	TYPICO	EAr	H5
XonT5	XERORTHENT	TYPICO	EFf(l)	H5; P1; H3; F3
XonT6	XERORTHENT	TYPICO	EFg(l)	P2; H5
XonT7	XERORTHENT	TYPICO	Ff(l)	H6; H3; P1; H7; A1
XonT8	XERORTHENT	TYPICO	Fg(l)	H5; F3

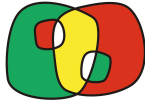


Tabla 6.5. Leyenda del Mapa de Suelos (SMU y fases) con la superficie cartografiada de cada unidad

SMU2	SUPERFICIE (ha)	SMU2	SUPERFICIE (ha)	SMU2	SUPERFICIE (ha)	SMU2	SUPERFICIE (ha)
01C1	955,48	13C2a	1276,63	19C4?	4,48	24C1gb	12,95
02C1	404,52	13C2b	590,58	19C4a	273,4	24C2a	258,66
03C1	509,31	13C2c	798,02	19C4b	508,53	24C2b	643,46
04C1	389,93	13C3a	1601,33	19C4c	376,06	24C2c	584,77
05C1	10,97	13C3b	978,8	20C15	3,89	24C2ga	29,02
06C1	13028,47	13C3c	2841,99	20C1a	1838,36	24C2gb	3,85
07C1b	12,98	14C3a	4,07	20C1b	713,4	24C3a	493,1
07C4a	250,44	14C3b	30,77	20C1c	807,89	24C3b	653,37
07C4c	16,34	14C3c	2,2	20C1ga	85,15	24C3c	1831,5
07C4ga	18,74	14C4a	7,36	20C1gb	25,52	24C3ga	22,8
08C1a	77,47	14C4b	7,14	20C2a	2122,75	24C3gb	15,09
08C2a	734,88	14C4c	63,32	20C2b	1787,58	24C4	20,32
08C3a	63,64	15C4	45,09	20C2c	1406,29	25C4	20
08C3b	42,72	15C4a	132,18	20C2ga	15,52	25C4a	259,97
09C1a	19,58	15C4c	11,56	20C2gb	11,36	25C4b	307,89
09C1b	35,73	16C1a	490,42	20C3a	938,57	25C4c	174,87
09C1c	13,02	16C1b	163,23	20C3b	1296,12	26C1a	1756,28
09C2a	31,96	16C1c	66,89	20C3c	3616,84	26C1b	832,81
09C2b	26,97	16C1ga	67,57	20C3ga	6,21	26C1c	643,82
09C2c	9,91	16C2a	386,1	20C6a	7,72	26C1f	7,71
09C3a	97,94	16C2b	187,22	20C6b	21,89	26C1ga	325,88
09C3b	57,92	16C2c	106,2	20C6c	6,03	26C1gb	62,99
09C3c	37,59	16C2ga	38,84	21C4	78,82	26C2a	1518,15
09C3gb	19,19	16C3a	490,74	21C4a	239,33	26C2b	963,8
10C4	172,08	16C3b	329,51	21C4b	103,21	26C2c	849,44
10C4a	1604,17	16C3c	476,58	21C4c	82,23	26C2ga	187,57
10C4b	33,22	16C3ga	26,71	22C18	21,89	26C3a	686,12
10C4c	30,37	17C4	11,84	22C1a	1009,53	26C3b	1060,98
11C1	4,29	17C4a	95,09	22C1b	279,6	26C3c	2400,15
11C1a	1668,02	17C4b	9,98	22C1c	504,05	26C3ga	126,6
11C1b	189,74	17C4c	277,89	22C1ga	32,03	26C3gb	20,37
11C1c	107,87	18C1a	900,06	22C2a	626,97	26C3gc	16,41
11C2	7,62	18C1b	500,5	22C2b	951,26	26C6a	20,76
11C2a	2351,56	18C1c	660,43	22C2c	664,32	26C8c	2,43
11C2b	539,96	18C1ga	96,87	22C2ga	6,15	27C4	13,69
11C2c	179,68	18C1gb	36,42	22C35	10,3	27C4c	35,11
11C2ga	30,94	18C27	23,84	22C3a	313,19	28C1a	186,16
11C3a	4496,91	18C2a	632,69	22C3b	593,35	28C1b	87,58
11C3b	1108,71	18C2b	485,03	22C3c	1744,57	28C1c	33,83
11C3c	1936,72	18C2c	491,21	22C3ga	7,59	28C2	17,64
11C5a	11,24	18C2ga	23,12	23C4	115,09	28C2a	173,01
12C4	94,68	18C2gb	8,06	23C4a	75,85	28C2b	42,31
12C4?	37,18	18C2gc	7,28	23C4b	263,31	28C2c	136,52
12C4a	957,83	18C3a	526,21	23C4c	52,98	28C3a	103,01
12C4b	90,41	18C3b	764	23C4g	4,87	28C3b	92,69
12C4c	40,35	18C3c	2722,07	23C4gc	28,53	28C3c	487,55
13C1a	1548,52	18C3ga	8,76	24C1a	484,67	Ma	2109,43
13C1b	374,01	18C3gb	4,77	24C1b	358,89	Mk	2,21
13C1c	656,78	18C3gc	9,27	24C1c	189,06	Mr	5,52
13C2a	1276,63	19C4	423,87	24C1ga	62,35	Mu	659,87



Tabla 6.6. Contenido de las SMU en términos de las STU

SMU	STU 1 ^a		STU 2 ^a		STU 3 ^a		STU 4 ^a		INCLUSIONES			LITO-LOGÍA	SUPERFICIE %		
	STU 1 ^a	%	STU 2 ^a	%	STU 3 ^a	%	STU 4 ^a	%	INCL 1 ^a	%	INCL 2 ^a			%	OTRAS INCLUSIONES
01C	CNF01	0.50	A11	0.25	DxpT3	0.20			A22	0.05				D2	0.98
02C	A11	0.35	CNF01	0.30	A22	0.25			DxpT	0.10				D3	0.42
03C	XonD5	0.40	XonD6	0.30	DxpT3	0.20			XonT3	0.10				G1	0.52
04C	XonD5	0.40	HxaU3	0.30	DxpT3	0.20			PxaQ2	0.05	HxaP3	0.05		T6	0.40
05C	XonT5	0.40	XonT8	0.30	A11	0.20			XonQ2	0.05	EanT1	0.05		F1	0.01
06C	A11	0.30	A01	0.25	A22	0.20	CNF02	0.15	XonT5	0.05	EanT1	0.05	XonT8;HxaU2;HxpT2	F3	12.51
07C	PxaU2	0.35	HxaU2	0.30	PxaU1	0.25			XonD3	0.10				C1	0.31
08C	HxaU2	0.35	PxaU1	0.30	XonD3	0.20	CNF03	0.10	PxaQ1	0.05	PxaU2	0.05	XonP1	C1	0.94
09C	HxaU1	0.35	DxpT2	0.30	XonD1	0.25			XonT2	0.05	PxaU1	0.05	XonD2	P3	0.36
10C	A10	0.35	A24	0.20	A17	0.20	A21	0.15	CNF04	0.05	HxpT1	0.05	HxpT3;HxpT5;XonD1	P2	1.89
11C	A10	0.40	A17	0.25	A21	0.15	CNF04	0.10	A04	0.05	XonL6	0.05	XonL1;XonL4;XonT1;XonT2	P2	12.97
12C	A02	0.35	A12	0.25	A06	0.20	CNF05	0.10	DxpT2	0.05	HxpT2	0.05	RxpT2	P1	1.25
13C	A12	0.35	A06	0.25	A02	0.20	CNF05	0.10	XonL5	0.05	DxpT4	0.05	HxpT3;PxaU1	P1	9.72
14C	XonL1	0.40	XonD3	0.35	XonT7	0.25							XonL2	A1	0.12
15C	A18	0.35	A07	0.30	A03	0.20	CNF07	0.10	XonL7	0.05	DxpT3		XonT3	H3	0.19
16C	A18	0.40	A03	0.25	A07	0.20	CNF07	0.10	XonL5	0.05	XonT3		DxpT3	H3	2.90
17C	A13	0.40	XonD3	0.25	A08	0.20	DxpT3	0.10	XonL6	0.05				H4	0.41
18C	A13	0.35	A08	0.25	XonL5	0.20	CNFF08	0.15	DxpT3	0.05				H4	7.51
19C	A14	0.35	DxpT1	0.25	A04	0.20	A23	0.10	XonL3	0.05	CNF09	0.05	XonL5	H5	1.63
20C	A14	0.35	A04	0.25	A23	0.20	CNF09	0.10	XonT6	0.05	XonL4	0.05	XonT8;XonT5;XonL5	H5	15.00
21C	A19	0.30	XonT7	0.25	XonD1	0.20	XonL3	0.15	PxaU3	0.05	CNF10	0.05		H6	0.52
22C	A19	0.35	XonL2	0.25	XonT7	0.20	CNF10	0.15	XonL3	0.05				H6	6.94
23C	A15	0.40	A20	0.25	XonT1	0.20	XonD1	0.10	XonL5	0.05			XonL6	H7	0.55
24C	A15	0.35	XonD1	0.25	A20	0.20	XonL5	0.10	CNF11	0.05	XonT1	0.05	XonL6	H7	5.66
25C	A16	0.35	A05	0.25	A09	0.20	DxpT3	0.10	XonT3	0.05	XonL1	0.05	HxaU1	H8	0.78
26C	A16	0.45	A09	0.25	A05	0.20	CNF12	0.10	DxpT3	0.05	XonT3	0.05	XonL1;HxaU1	H8	11.21
27C	XonD5	0.40	XonT7	0.30	XonL6	0.30							CNF13;XonT3;XonT5	H9	0.02
28C	XonL6	0.40	XonD5	0.30	XonT7	0.20	CNF13	0.10					XonL5;XonT3;XonT5	H9	1.43
Ma														Ma	2.16
Mk														Mk	0.00
Mr														Mr	0.01
Mu														Mu	0.68
													TOTAL		100.00

La Fase es una subdivisión de un taxon del sistema taxonómico de clasificación de suelos o de una variante. También se usan nombres de fases para la subdivisión de áreas misceláneas. Las fases de suelos son unidades funcionales de suelos que se pueden utilizar en cualquier categoría. Las fases utilizadas en la DO se incluyen en la tabla 6.8.

6.4.4. Descripción de las STU

En las tablas que se incluyen en el apéndice se encuentran los datos analíticos de cada una de las unidades taxonómicas que participan en la composición de las unidades cartográficas que forman la leyenda del mapa de suelos.

Se han calculado los valores medios, máximos, mínimos y desviación típica de n perfiles de cada uno de los datos físicos, químicos y fisicoquímicos de cada unidad taxonómica.



Tabla 6.7. Áreas Misceláneas (ver fig 6.4)

S	Áreas Misceláneas
Mi	Áreas inundables
Mk	Canteras
Mm	Masas boscosas y de monte
Mt	Zonas de taludes
Mu	Áreas urbanas

Tabla 6.8. Unidades Cartográficas: Fases

S	PENDIENTE	S	OTRAS
	Sin fase de pendiente	D	Disecciones frecuentes (excluida en 4)
1	< 10 %	g,G	Carácter áquico atenuado y acentuado
2	10-25 %	P,p	Pedregosa, gravosa
3	> 25 %	a,b,c	Afloramientos rocosos:pocos, comunes,abundantes
4	< 10 % y omplejas	L	Lítica (incluye subgrupos líticos)
		W	Suelos moderadamente profundos (0.5-1 m)

6.5. REFERENCIAS CONSULTADAS (ver &2.5)

- CEBAS 1958. Fertilidad de los suelos de la provincia de Salamanca.. CSIC. Diputación Provincial de Salamanca. 119pp.
- Forteza, J. et al., 1988. Mapa de Suelos de Castilla y León. Junta de Castilla y León. 98pp (Mapa de suelos a escala 1:500.000)
- IOATO 1962. Memoria del mapa de suelos de la Cuenca Media del Río Tormes (Salamanca). IOATO. Diputación Provincial de Salamanca. 63pp. (Mapa de suelos a escala 1:75.000).
- IOATO 1964. Los suelos de la Provincia de Zamora. IOATO. Diputación Provincial de Zamora. 89pp. (Mapa de suelos a escala 1:200.000).
- IOATO 1964. Los suelos de la Provincia de Salamanca. IOATO. Diputación Provincial de Salamanca. 139pp. (Mapa de suelos a escala 1:200.000).
- MAN. 1967. Mapas provinciales de suelos: Zamora. Mapa Agronómico Nacional. Ministerio de Agricultura. Madrid. 511pp. (Mapa de suelos a escala 1:200.000)
- MAN. 1970. Mapas provinciales de suelos: Salamanca. Mapa Agronómico Nacional. Ministerio de Agricultura. Madrid. 471pp. (Mapa de suelos a escala 1:200.000)

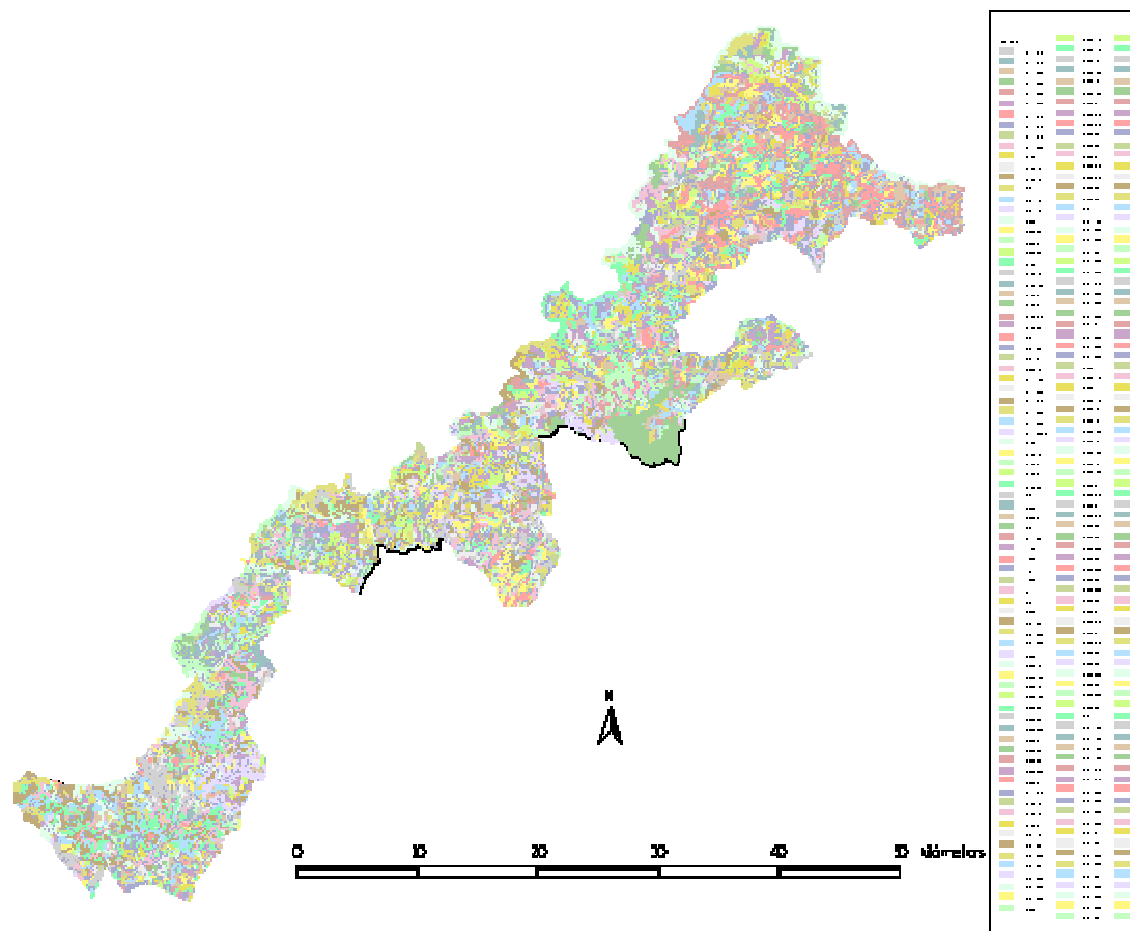


Figura 6.2 Distribución geográfica de las unidades FIA (ver cap 4) en la DO Arribes utilizadas en la correlación. (escala original 1:25.000)

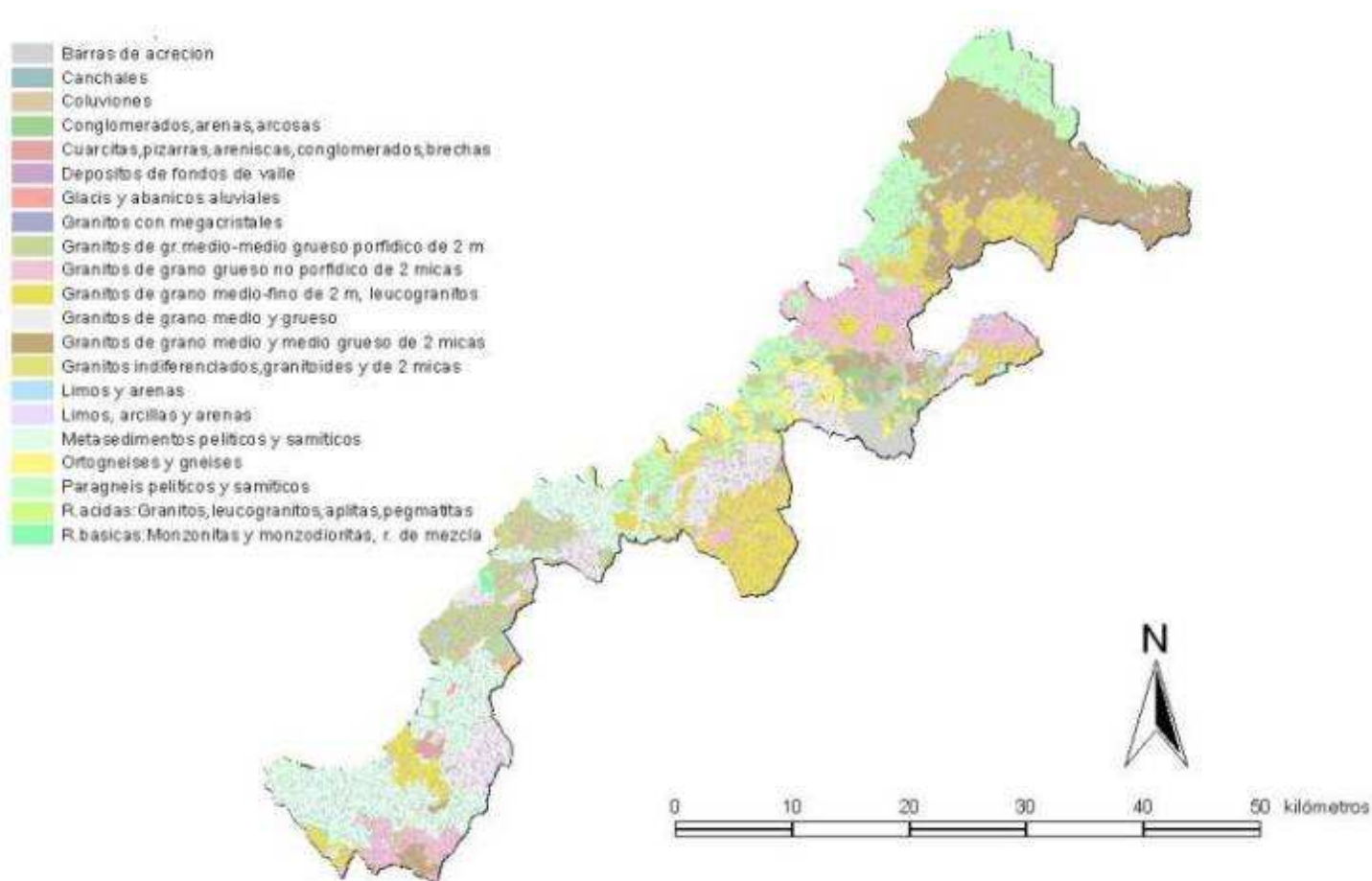


Figura 6.3 Distribución geográfica de las agrupaciones litoestratigráficas (ver cap 4) en la DO Arribes utilizadas en la



correlación y en la creación de STU (escala original 1:25.000)

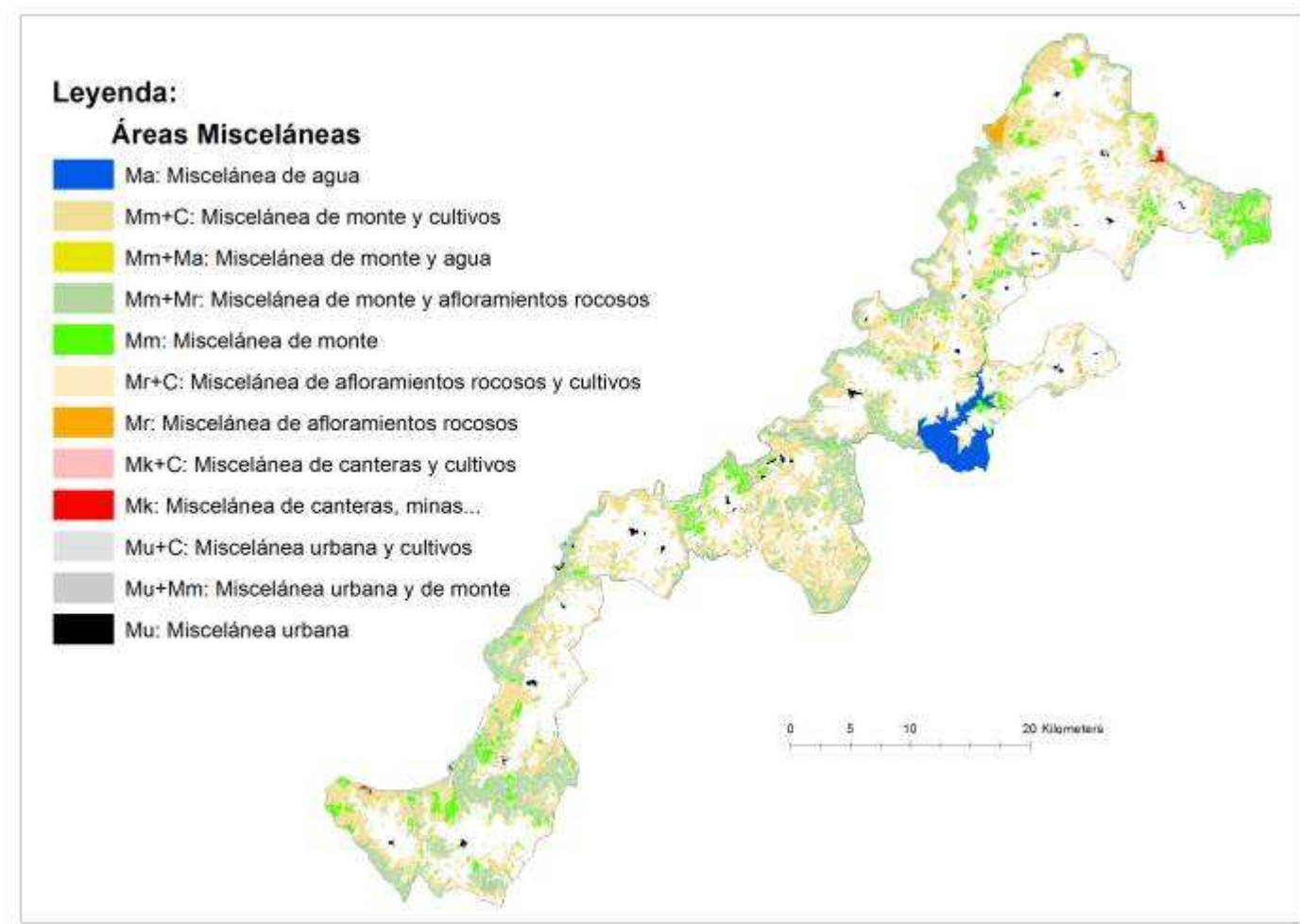




Figura 6.4 Distribución geográfica de las áreas misceláneas (ver texto) en la DO (escala original 1:25.000)

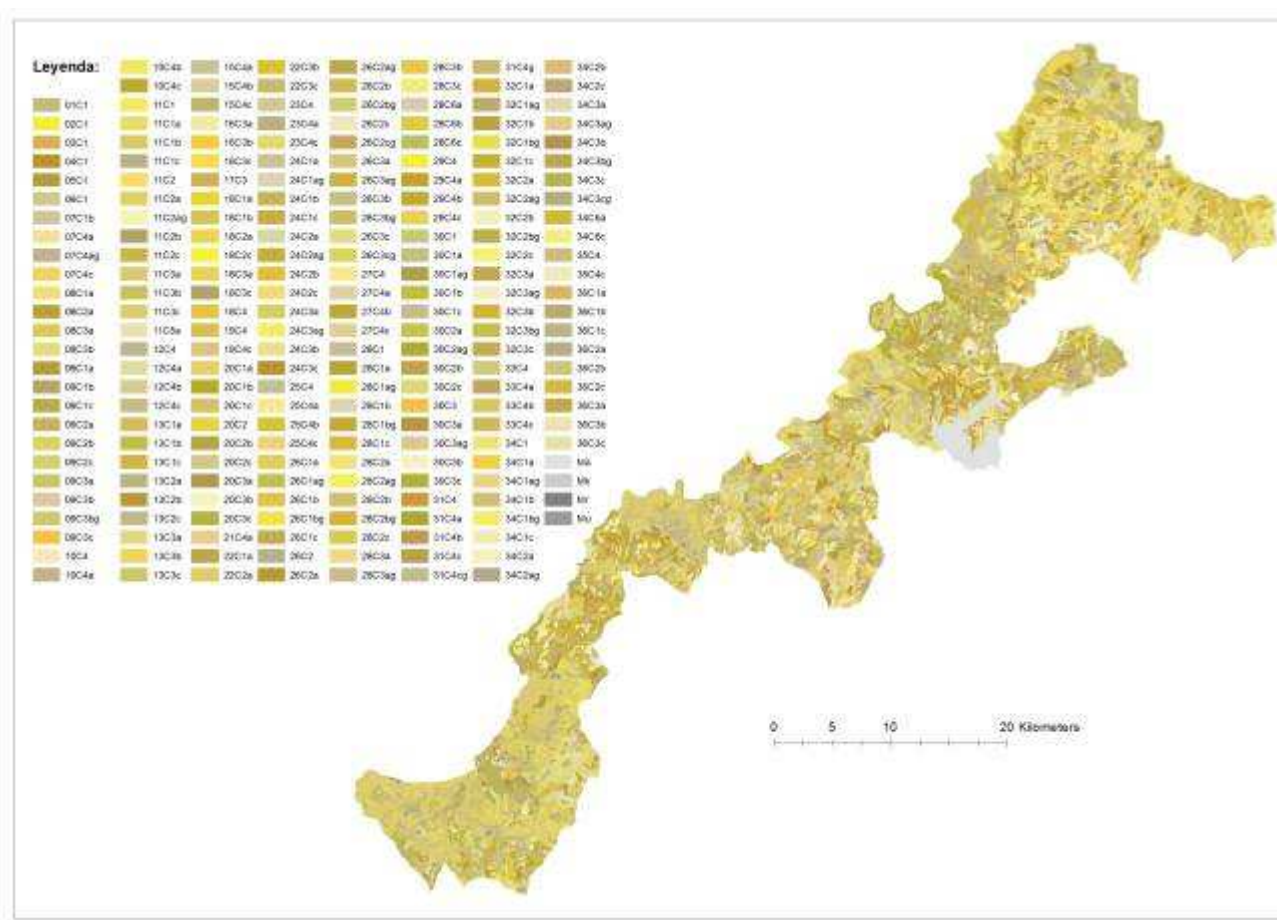


Figura 6.5. Mapa de suelos (escala original 1:25.000): distribución geográfica de las unidades cartográficas de suelo, incluyendo las fases descritas (ver texto) en la DO Arribes



CAPITULO 7. ZONIFICACIÓN DEL TERROIR

CONTENIDO:

1. Introducción
2. Zonificación : factores, elementos y parámetros de influencia
3. Los métodos para la evaluación de zonas vitícolas/zonificación
4. Sistema propuesto para la delimitación de zonas vitícolas/zonificación
 - .1. Elección y evaluación de parámetros.
 - .2. Integración de parámetros
 - .3 Validación
5. Resultados
 - .1. Zonificación de el Clima
 - .2. Zonificación de la Vegetación, de la Litología y de la Geomorfología
 - .3. Zonificación de el Suelo
 - .4. Zonificación general: Integración de Resultados y validación
6. Conclusiones
7. Referencias consultadas



7.1. INTRODUCCIÓN

Como se ha dicho en el capítulo 2, por *zonificación* se entiende la investigación del territorio con el fin de repartirlo en zonas relativamente homogéneas como resultado de la interacción entre el viñedo y el ambiente (Fregoni *et al.*, 1998).

En concreto, la metodología se basa en un análisis del medio que incluye la integración de variables referentes al clima, la vegetación, la topografía, la litología, la morfología del relieve y el suelo y la distribución y productividad del viñedo y ha sido descrita en trabajos anteriores (Gómez-Miguel *et al.*, v.a., Sotés *et al.*, v.a.). El resultado final es un mapa cuyas unidades cartográficas (SMU) sintetizan las relaciones entre Unidad Litológica, Geoforma y Serie de Suelos. El tratamiento de la información generada en las capas tratadas por un Sistema de Información Geográfica (GIS) da como resultado la cuantificación de los contenidos y la posibilidad de su tratamiento estadístico. Este método permite abordar importantes cuestiones planteadas actualmente en la viticultura del país, a saber:

- Delimitación de zonas vitícolas en función de los parámetros que definen el medio y que están implicados en la calidad del producto
- Discriminación de zonas en función de la calidad
- Ordenación del cultivo de la vid
- Selección de parcelas experimentales localizadas en cada una de las zonas previamente discriminadas como base a la investigación
- Aplicación de datos particulares a explotaciones previa la identificación de las unidades taxonómicas que las constituyen

7.2. ZONIFICACIÓN: FACTORES, ELEMENTOS Y PARÁMETROS DE INFLUENCIA

La producción de vinos de calidad es el resultado de la interacción de factores del medio y actividades humanas que componen un sistema cuyas relaciones manifiestan una gran complejidad y en el que la importancia relativa de sus elementos no puede considerarse definitivamente determinada.

La calidad de un vino puede ser definida en sentido amplio como la capacidad para elegir y Vedel (1984) liga esta elección a los factores extrínsecos (mercado, etc) y a los intrínsecos que se tienen en cuenta de manera preferente en la apreciación cualitativa, en la intervienen los productos examinados (vinos), los examinadores (consumidores y degustadores) y los factores externos de intervención (medio ambiente, etc).

Este autor considera necesario analizar los caracteres organolépticos implicados en cada uno de los aspectos de la calidad (situación en una escala preestablecida, grado de satisfacción y nivel de conveniencia) y sus relaciones con el equilibrio del vino (acidez,



astringencia y suavidad -azúcar, untuosidad, pseudotermia-), el tipo de bouquet y la persistencia aromática intensa.

A la hora de estudiar los factores que influyen en la calidad intrínseca es habitual distinguir entre los permanentes relacionados con el medio (clima, geología y suelo) y la planta (variedad y patrón) y las actividades humanas ligadas a la producción y transformación de los productos de la viña. Es la importancia relativa que se da a cada uno de estos factores la que condiciona diferencias en el modelo usual en cada una de las zonas mundiales de producción. Varios autores (Mesnier, 1984; Scienza *et al.*, 1995) enfrentan el modelo de las regiones europeas con tradición vitícola de calidad en las que se prima la importancia del medio a las regiones que tienen antecedentes más amplios en la transformación y mercado.

Los distintos factores del medio y el viticultor condicionan de tal manera la producción de vinos de calidad que Branäs (1993) llega a afirmar que las variedades son apátridas y que el clima y el suelo son los verdaderos factores de la calidad con el irremplazable trabajo del hombre: evitar el exceso de vigor, buscar rendimientos moderados, etc. En la figura 2.3 se muestra nuestra elección secuencial en cuyo tetraedro vitícola de base se centra la metodología propuesta.

El medio físico caracteriza, la población vegetal determina y la acción del hombre orienta la producción (Parodi, 1997). En definitiva, *terroir*, *vocación vitícola (ambiental)* y *zonificación* son los tres conceptos sobre los que se asientan los resultados que aquí se presentan. El *terroir* condiciona las peculiaridades de los vinos y su cartografía y caracterización geográfica es un avance importante en la búsqueda de la calidad y tipicidad del vino, sobre todo por su valor en cuanto a la síntesis y a la simplificación del estudio de los factores ambientales. En el viñedo se ha usado el concepto de *vocación ambiental* integrando la información climática, edáfica, topográfica y cultural con la expresión vegetativa, productiva y cualitativa del viñedo. De forma inmediata, se puede asociar el término *de zonificación* como subdivisión (clasificación, en definitiva) de un territorio en base a las características ecopedológicas y topográficas (Fregoni, 1992).

En el conjunto de los factores que definen el paisaje se aíslan los considerados de mayor importancia tanto por su influencia directa en la planta/producto (clima/geología/suelo), como por su valor ecológico indicativo (vegetación), como los que aportan información sobre la tradición vitícola y agrícola (usos y aprovechamiento del suelo y distribución del viñedo).

La discusión sobre la influencia favorable y/o desfavorable de los elementos más destacados recogidos de las referencias bibliográficas más próximas a la Viticultura y utilizados en la caracterización de las zonas vitícolas nos permite abordar su selección y cuantificación.



El **clima** influye directamente en el desarrollo vegetativo de la planta y en la calidad, resaltando el equilibrio específico de la variedad y permitiendo, en mayor o menor medida, la expresión de sus potencialidades en las características del bouquet (Vedel, 1984) e influye notablemente en la composición del vino: azúcar, acidez, polifenoles, etc (Fregoni, 1985, Riou *et al.*, 1991).

Este factor manifiesta su influencia a través de sus elementos (insolación, temperatura, precipitación, etc) y los análisis que los relacionan con la calidad de la vendimia a diferentes escalas (macroclima: Branas, 1946, Winkler, 1962, Constantinescu, 1967, Huglin, 1978, Hidalgo, 1980 y Riou *et al.*, 1995; mesoclima: Becker, 1978, Becker *et al.*, 1994, Carbonneau *et al.*, 1992, Becker *et al.*, 1994; microclima: Carbonneau, 1980, Carbonneau *et al.*, 1992), aunque sin duda muy utilizados, manifiestan problemas de generalización debido principalmente a la dificultad de aislar los verdaderos factores de calidad y por ello tienen una mayor aplicación en la separación de unas zonas vitícolas de otras que no lo son a causa de limitaciones climáticas amplias.

En la mayoría de las regiones vitícolas de nuestro entorno sólo existen limitaciones en condiciones meso y microclimáticas y por variaciones en los elementos climáticos, que podíamos considerar infrecuentes, que entrañan anomalías interanuales, estacionales o diarias y que perturban el funcionamiento de la viña pero de ningún modo limitantes, pero a pequeña escala (macroclima), y de acuerdo con estos índices, las denominaciones consideradas pueden ser consideradas con vocación vitícola sin limitaciones ni diferencias determinantes.

A este respecto, existe un cierto acuerdo en admitir que los elementos del clima que influyen de una forma más determinante en la calidad son la luz/insolación, la temperatura y la precipitación (Huglin, 1987, Jackson y Lombard, 1993,...), pero a menudo las referencias citan sólo datos cualitativos:

- uvas expuestas directamente al sol presentan tasas de ácido málico (más sólidos solubles y más fenoles) menos elevadas que las situadas a la sombra.
- la obtención de vinos rojos de color elevado encuentra dificultades en condiciones climáticas frescas o muy cálidas.
- el potencial aromático de numerosas variedades, sobretodo blancas, sólo pueden manifestarse bajo climas templado frescos en los que la maduración es lenta y prolongada.
- una sequía extrema durante determinados períodos puede frenar la asimilación y ser perjudicial para una correcta maduración. El estrés se relaciona con más fenoles y antocianos y menos malatos, pero apenas tiene tales efectos cuando comienza el envero, ni durante la maduración, aunque si la retrasa.
- un exceso de agua en determinados períodos, particularmente durante la maduración, ejerce una influencia negativa sobre la calidad organoléptica de los vinos. El exceso alarga la maduración, aumenta el tamaño de la baya, eleva el potasio y la acidez y reduce el color y los antocianos.

El conocimiento de la influencia de valores concretos de la temperatura en los parámetros relacionados con la calidad permite la realización de modelos que entran en el detalle de estas variaciones como el propuesto por Berre y Uvietta (1987). El cruce de este



tipo de información con elementos climático concretos permite aplicaciones inmediatas como el análisis de los efectos del riesgo de heladas en una determinada región.

Geomorfología. Se ha ensayado la influencia de la topografía sobre la viña, aislando el efecto del suelo con el uso de planta en *pot*: las unidades en fondo de valle (altas temperaturas diurnas y bajas nocturnas) presentan susceptibilidad inaceptable a las heladas pero las bayas tienen composición razonable, en los *plateau* las viñas quedan expuestas a bajas temperaturas diurnas con los consiguientes problemas en maduración, obteniéndose en las laderas precocidad fenológica y de maduración alcanzándose mayores niveles de azúcar (Becker, 1977 en Coombe, 1987). Calame *et al.* (1977) obtienen conclusiones similares con el estudio de fondo de valles y las llanuras de vega, comprobando que la parte inferior de las laderas presentaban fenología más adelantada, mejor calidad del mosto y menor riesgo de heladas en el Valais (Suiza). Por tanto, las laderas parecen ser factores de calidad en zonas donde la disponibilidad térmica se encuentra bastante ajustada a las necesidades varietales. En definitiva, la exposición de las laderas enlaza directamente con el riesgo de heladas, así como con la radiación y la disponibilidad térmica y afecta a la composición de las bayas, a la maduración, a la fenología y en definitiva a la calidad (Veres, 1973). Una tentativa de uniformización de criterios se ensaya en Becker (1984).

De forma genérica, la cota altitudinal -sobre todo a través de su influencia sobre la temperatura- puede tener efecto sobre la precocidad y la calidad del vino (Falcetti *et al.*, 1990; Scienza y Falcetti, 1990; Falcetti y Scienza, 1991; Falcetti *et al.*, 1992). Estos autores relacionan, en el ámbito del Trentino, las mayores cotas con elementos de calidad y la menor altitud con reducción de la complejidad y la persistencia. Además, afirman que los vinos de las parcelas orientadas al Norte presentan una complejidad superior, aunque en los años más fríos y lluviosos la orientación Sur resulta más favorable. Por otro lado, Fregoni (1973) relaciona el aumento en cota altitudinal con el descenso de la temperatura media en el Etna (1 EC cada 170 m), con el correspondiente decremento en el contenido de azúcar (0.5-1 E cada 200 m) e incremento de acidez (0.1 % cada 100 m).

En cualquier caso, la influencia de la altitud puede reducir la de la exposición en cierta medida, y viceversa (Falcetti *et al.*, 1990). Esta idea ha quedado expuesta de forma más precisa por Fregoni *et al.* (1992) al encontrar una clara correlación entre los principales índices bioclimáticos de la vid (y principalmente el de Winkler, cuya influencia sobre la calidad es manifiesta) con el conjunto de cuatro factores orográficos: altitud, posición relativa en la ladera, exposición y dimensión del valle, de modo que se aporta un "modelo estadístico orográfico" que hace participar de forma lineal (regresión) a estos cuatro factores.



Litoestratigrafía. Si bien la relación geología/calidad se considera como un hecho en ciertas referencias (Branas, 1974; Fregoni, 1980) la argumentación que pretende aislar tales factores del suelo no parece ser demasiado clarificadora y Duteau (1981) considera que la roca madre no parece jugar un papel determinante en lo que concierne a la calidad. Sin embargo, para Seguin (1983) la calidad y el tipo de vino (tinto, blanco seco, blanco licoroso) están relacionados con la columna estratigráfica y, como se puede constatar durante las degustaciones, los caracteres aromáticos y gustativos de los vinos así como su color pueden ser muy diferentes según que provengan de suelos formados sobre materiales distintos.

La influencia directa del **suelo** en la calidad del vino sigue siendo hoy día muy discutida, y aunque ya es clásico el análisis de Armstrong y Wetherby (1976), sin duda la mejor definición de la situación la da el gran desarrollo actual de los estudios que permiten el aislamiento de los parámetros del suelo que determinan esta influencia (Tabla 4).

El *terroir* condiciona fuertemente las características de los vinos, de modo que se puede afirmar, a partir de distintos estudios en diferentes zonas vitivinícolas (Blaquiere *et al.*, 1969, Scienza y Falcetti, 1990; Falcetti y Scienza, 1991; Asselin *et al.*, 1992; Falcetti *et al.*, 1992; Jourjon *et al.*, 1992; Morlat *et al.*, 1992) que el cultivo de una variedad (y portainjerto) con el uso de similares técnicas culturales en el mismo *terroir* debe garantizar calidad y tipicidad constante.

Mientras que el concepto de *terroir* hace referencia a la influencia del ambiente, el clima y el suelo, asociado a unas variedades, en una situación concreta donde, además, es preciso considerar los factores humanos, vitícolas y enológicos, el *suelo* se considera tradicionalmente como el resultado de la actuación de factores activos (el clima y la vegetación, la fauna y el hombre) sobre los pasivos (litología y geomorfología) durante un tiempo determinado. La relación entre ambos conceptos es, por lo tanto, evidente.

Precisamente esta idea es la que permite comprender la verdadera utilidad de la cartografía edáfica para la Zonificación Vitícola. En definitiva, cuando se destaca la importancia del clima, la geología, el relieve o cualquiera de los otros factores citados sobre la planta o la calidad del producto se está reconociendo indirectamente la influencia del suelo. Esto sucede en gran parte de los estudios de zonificación que se han realizado y se realizan actualmente y es en función de la escala de trabajo cuando se manifiestan las mayores diferencias de utilización.

En general existen dos planteamientos: uno a pequeña y media escala (inferior a 1:50.000) en el que el medio vitícola se considera como un ecosistema definido por el tipo de roca, el macroclima, el suelo etc (Budán y Popa, 1978, Astruc *et al.*, 1980; Dutt *et al.*, 1981, Morlat *et al.*, 1984, Fregoni *et al.*, 1992, Morlat y Lebon, 1992, Sotés y Gómez-Miguel, 1992-2002, Van Leeuwen y Seguin, 1994, Gómez-Miguel y Sotés, 1992-1993, etc) y otro a



mayor escala (superior a 1:25.000) en el que se relacionan los parámetros del medio con los de la calidad del producto (Guilloux *et al.*, 1978, Seguin, 1983, Lisarrague, 1986, Lulli, *et al.*, 1989, Falcetti *et al.*, 1990, Scienza y Falcetti, 1991, Jourjon *et al.*, 1992, Morlat y Jacquet, 1993, Scienza *et al.*, 1996, Vaudour, 1997, Bogoni y Mela, 1997, Fregoni *et al.*, 1998, Gómez-Miguel y Sotes, 2001-2002, etc).

En la mayoría de las regiones vitícolas de nuestro entorno sólo existen limitaciones al considerar la variabilidad local de la litología y el suelo lo que determina las unidades que condicionan o limitan la viticultura de detalle, pero en cartografía a pequeña escala las distintas denominaciones pueden ser consideradas como vitícolas sin limitaciones ni diferencias determinantes.

Con independencia de la utilización de las zonificaciones a pequeña y media escala en la delimitación de zonas vitícolas y en la diferenciación y caracterización de subzonas dentro de ellas y del empleo de los estudios específicos para la obtención de relaciones entre parámetros con un gran detalle, es posible llevar a cabo la integración de ambos tipos de estudios utilizando el citado en primer lugar como base de definición de unidades del medio suficientemente homogéneas y bien caracterizadas como para permitir el análisis pormenorizado de sus elementos definitorios y relacionarlos con los parámetros de calidad en estudios del segundo tipo. La dificultad de fijar el valor de los parámetros y agruparlos en un determinado algoritmo o conformar una determinada metodología es evidente, de igual forma que es evidente su necesidad (Gómez-Miguel y Sotés, 2000-2010).

Interacciones suelo-clima. En relación con los elementos del clima que modifican los del suelo (y viceversa) y que influyen en la calidad del vino, las modificaciones de uno por otro en relación con la planta (interacciones) afectan, por lo tanto, a la calidad.

Ya nos hemos referido al clima como factor determinante en la formación del suelo y las modificaciones que en él realiza se relacionan principalmente con los procesos de alteración y lavado: en el perfil (profundidad efectiva y diferenciación de horizontes, contrastes...), en las propiedades físicas (formación de estructura, porosidad, color,...), en la materia orgánica (acumulación, humificación, mineralización), en la solución del suelo (dilución-concentración), en el pH y en el complejo de cambio (cambios en la fertilidad actual y potencial,...). La importancia de estas modificaciones dependen obviamente del sentido del cambio y el valor final del resultado condiciona la calidad del producto de la forma que se indica en los apartados precedentes.

Más determinantes aún son las modificaciones que el suelo realiza en el clima percibido por la planta, de forma que es tradicional hablar del clima del suelo, de su régimen de humedad y de su régimen de temperatura. En general, el suelo actúa como regulador de los



elementos del clima a través de sus propiedades: radiación (color, exposición-albedo), temperatura (calor específico), precipitación/aportes de agua (granulometría, capacidad de retención) y evapotranspiración/extracciones de agua (propiedades físicas, capilaridad, espesor).

El principal resultado es el control de la alimentación hídrica de la viña que juega un importante papel en el desarrollo de la planta durante gran parte del ciclo vegetativo y en el desarrollo y calidad de las uvas (p.e.: Duteau, 1981, Seguin, 1982, Huglin, 1987). En este sentido el balance hídrico constituye, no sólo una importante herramienta en manos del viticultor para el manejo juicioso de los aportes de agua (precipitación/riego) en relación con las extracciones (evaporación, transpiración) y las pérdidas (escorrentía, drenaje), teniendo en consideración el agua almacenada en el suelo, con el objetivo de que la viña tenga a su disposición un suministro de agua adecuado a cada estado de desarrollo, sino también una importante fuente de posibles parámetros a considerar en el método de zonificación: reserva, falta y exceso de agua en un momento determinado, etc.

7.3. LOS MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE ZONAS VITÍCOLAS/ZONIFICACIÓN

El problema metodológico que permite aislar la relación medio-calidad con el fin de delimitar las zonas vitícolas se ha intentado tradicionalmente abordar en tres fases o etapas de trabajo (Seguín, 1983) que se concretan en la elección de los verdaderos parámetros de influencia medio-calidad (Armstrong y Wetherby, 1976; Dubos, 1984), su caracterización y cuantificación y finalmente en la forma de integración (v. &2.4.3.1). En la bibliografía se pueden encontrar algunas situaciones especiales y comparables.

En el apartado 2.4.3.1 se realiza una breve descripción de cómo diversos autores abordan estas cuestiones en relación con el clima, el medio y el suelo con la perspectiva de la zonificación y no es necesario repetirlo aquí.

Sin embargo es necesario insistir en el problema principal que plantea la utilización de este tipo de índices, en concreto, la generalización de los factores utilizados, ya que pueden obtenerse valores similares del índice a partir de factores muy distintos que dan resultados cualitativa y cuantitativamente muy diferentes.

7.4. SISTEMA PARA LA DELIMITACIÓN DE ZONAS VITÍCOLAS: ZONIFICACIÓN

En el caso particular de la Denominación de Origen Arribes, en primer lugar se estudian cada una de las propiedades que conforman los distintos factores implicados en la definición del medio (clima, vegetación, litología, geomorfología, suelo) y en la tradición de cultivo (distribución del viñedo, densidad de plantación y producción global y por



variedades) y en segundo lugar, se integran de acuerdo con la metodología de cada una de las disciplinas y se elaboran los mapas correspondientes, finalmente se seleccionan los parámetros/ variables que se consideran de mayor influencia en la diferenciación zonal y se procede a su caracterización y cuantificación.

En el estudio de cada factor se analizan los distintos parámetros cuantificables y a través de análisis estadístico (Clasificación Automática, AFD, ACP,...) se eliminan las variables que aportan información redundante, lo que permite la constitución de un modelo con un número mínimo de variables que expliquen un máximo de varianza a partir de el que se configura la cartografía de cada factor.

El tratamiento de la información incluida en las distintas capas cartográficas por medio de un Sistema de Información Geográfica (GIS) da como resultado la cuantificación de los contenidos y la posibilidad de su tratamiento estadístico con fines de validación que se realiza a partir de los datos de distribución y productividad del viñedo incluidos en el registro vitícola.

7.4.1.- Elección y evaluación de parámetros

Este apartado se concreta en la elección, caracterización y cuantificación (evaluación) de las verdaderas variables de influencia. Las referentes a la litología, la morfología del relieve y el suelo son valoradas a través del concepto de Serie de Suelos y la configuración de un modelo digital del terreno permite el tratamiento de las más difíciles de cartografiar, pero de gran importancia vitícola, en concreto la altitud, la exposición y la pendiente, longitud e inclinación.

En la elección y la cuantificación de los diferentes parámetros utilizados en la delimitación se hace una distinción importante a la hora de la aplicación, en concreto los que se asignan a las unidades taxonómicas (por ejemplo, el pH) y aquellos que se refieren a las unidades cartográficas (por ejemplo, la pendiente) evitando siempre duplicidades. También es necesario añadir que su cuantificación se hace con una valoración porcentual en función de la formación de grupos estables y poco distanciados en la aplicación de ACP y AFD.

7.4.2.- Integración de parámetros

El punto de partida del sistema constituye la base de algunos sistemas de evaluación más utilizados y considera que la capacidad actual y futura de una tierra se expresa mejor con el concepto de **productividad** (factor +) que con el de sus limitaciones (factor -).

El índice de productividad se establece mediante la cuantificación del conjunto de variables citado en el apartado anterior que se consideran los principales determinantes de la productividad del suelo y en la calidad del producto.



Para la evaluación de las Series de Suelo se utiliza un sistema paramétrico multiplicativo que permite obtener la ponderación de cada una de ellas. Para ello se ha utilizado la caracterización media obtenida en el proceso estadístico y el resto de información cualitativa. El índice final, obtenido de forma multiplicativa para cada taxón, ha sido ponderado dando el valor de 100 % al mayor de ellos. Finalmente, la evaluación de cada Unidad Cartográfica (SMU) se realiza utilizando la STU principal, la STU secundaria o la media (ponderada con la frecuencia de participación) de los Índices de ponderación de cada uno de los taxones que la componen.

El resultado permite obtener el mapa de la zona en el que cada unidad cartográfica tiene una valoración porcentual que por la elección de los parámetros y/o por su valoración se ajusta a criterios de calidad y lo denominamos Índice de Calidad (IC). Finalmente, se procede a la agrupación de los valores del IC en cinco clases (óptima, favorable, adecuada, no apta y excluida) estadísticamente estables y suficientemente distanciadas.

7.4.3.- Validación

En la validación del proceso se trabaja en varios sentidos (v. &2.4.3.3.4). En primer lugar, se evalúan las unidades de paisaje previamente generadas con la ponderación de sus propiedades y en segundo lugar, se asume el reparto, producción y variedades del viñedo en las diferentes unidades (Tabla 2.15). Finalmente, la comparación estadística de ambos procesos proporciona el resultado definitivo.

7.5. RESULTADOS EN LA DENOMINACIÓN DE ORIGEN ARRIBES

7.5.1.- Zonificación del clima

En el estudio del clima se analiza el conjunto de las variables cuantitativas procedentes de las estaciones meteorológicas (temperatura, precipitación, evapotranspiración, heladas, índices climáticos, bioclimáticos y vitícolas, balance hídrico). Una primera selección se realiza a partir de la bibliografía disponible (Constantinescu, 1971, Branás, 1972, Aney, 1974, Dutt *et al.*, 1981, Becker, 1984, Jackson y Cherry, 1988, Iglesias y Boixadera, 1994, Riou *et al.*, 1994 y Carboneau, 1994...) y a través del análisis estadístico (Clasificación automática, análisis factorial discriminante, análisis de componentes principales...) se configura un modelo (modelo climático completo) que se contrasta con el que resulta de eliminar las variables que aportan información redundante (modelo climático reducido) que incluye la mayor parte de la información climática utilizando un número mínimo de ellas. En los casos estudiados, la caracterización macroclimática queda descrita de forma adecuada



con una variable térmica, otra hídrica y, a veces, una variable adicional relacionada con el régimen de heladas.

La zonificación climática definitiva se realiza a partir de la cartografía de las variables/parámetros con la ayuda del modelo digital del terreno.

Tabla 7.1. Selección de variables utilizadas en el modelo de zonificación climática

PRE	Precipitación media anual (mm)
TM	Temperatura media anual (°C)
ITE	Integral térmica eficaz (Índice de Winkler)
PH	Producto heliotérmico de Branas
IH	Índice de Huglin
IB	Índice de Hidalgo
ETP_Th	Evapotranspiración potencial según Thornthwaite (anual)
ETr	Evapotranspiración de referencia de Hargreaves (anual)
IE	Índice de Emberger
IT	Índice de termicidad de Rivas Martínez
IHG	Índice de humedad global de Thornthwaite
IHB	Índice hidrotérmico de Branas, Bernon y Levadoux
ta	Temperatura mínima absoluta del año(°C)
tai	Temperatura mínima absoluta estacional de invierno(°C)
tap	Temperatura mínima absoluta estacional de primavera(°C)
tav	Temperatura mínima absoluta estacional de verano(°C)
tao	Temperatura mínima absoluta estacional de otoño(°C)
tmi1	Media de mínimas del mes más frío(°C)
tmi	Media de mínimas anual(°C)
Tma	Media de máximas anual(°C)
DAL	Déficit acumulado en el balance hídrico (R=50mm)
DAC	Déficit acumulado en el balance hídrico (R=100mm)
EAL	Exceso acumulado en el balance hídrico (R=50mm)
EAC	Exceso acumulado en el balance hídrico (R=100mm)
PL	Duración del periodo libre de heladas (días)
PA	Duración del periodo activo de la vid (días)
DPT	Diferencia entre el periodo activo de la vid y el periodo libre de heladas
DIP	Diferencia entre el inicio del PA y el inicio del PL (días)
DFP	Diferencia entre el final del PL y el final del PA (días)
DRL	Diferencia entre la fecha de Reserva "0" y el inicio del PA (días) R=50mm
DRC	Diferencia entre la fecha de Reserva "0" y el inicio del PA (días) R=100mm

En el caso de la **D.O. Arribes**, se empleó en primer lugar la estadística descriptiva univariante, elaborándose una descripción cuantitativa de 32 variables, para el conjunto de las observaciones (valores máximo y mínimo, media aritmética, desviación estándar y coeficiente de variación de Pearson). A continuación se utilizó el análisis bivariante considerando la matriz de correlación, que permitió conocer las relaciones de las variables dos a dos y con técnicas de análisis de datos multidimensional, siguiendo la escuela francesa (Júdez, 1989), clasificación automática, análisis de componentes principales (ACP) se completó la caracterización macroclimática que quedó descrita con un 85 % de explicación



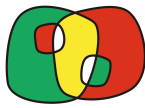
con tres variables únicamente: el índice de Winkler, el índice de Huglín y la ET0 -ET, Riou *et al.*, 1994, en Becker *et al.*, 1994- (el riesgo de heladas primaverales como garante del ciclo de crecimiento y desarrollo -v. Becker, 1984; Calame *et al.*, 1977; Becker, 1978, Gómez, 1992- no ha aportado suficiente explicación).

La contrastación de esta información geográfica con el las variables de validación se realizó mediante una cartografía generada en base a elementos de superficie (recinto) como unidad de información, trazadas por interpolación con corrección topográfica y con la utilización de los intervalos definidos en el análisis, permitió la definición geográfica de las zonas climáticas (Tabla 7.2; Fig 7.1): la zona A se caracteriza por elevados valores térmicos relativos, mayores recursos hídricos y se corresponde con las zonas del suroeste de más baja latitud. La zona B es la situada al noreste y toca sólo de refilón a la denominación, no siendo superficialmente importante y se caracteriza por valores pluviométricos medio-bajos. La zona C constituye la zona central de la DO y se corresponde con valores pluviométricos bajos y térmicos medio-altos. Es la de mayor extensión superficial.

Tabla 7.2. Valores centrales de las clases en el modelo de zonificación climática de la DO Arribes (para simbología ver tabla 1)

Clase	TM	PRE	ITE	PH	IH	IB	ETP_Th	ETr	IE	IT	IHG	IHB	Zona
2	13.32	615.42	1649	2.64	2212	12.26	739.76	1147.2	65.12	240.57	-1.542	2952.4	B
3	11.7	1049.1	1378	2.2	1888	11.2	750.6	1118.2	124.8	178.73	64.17	3596.4	C
1	16	599.8	2352	3.65	2888	14.45	873.95	1306.7	49.45	300.26	-11.88	3135	A
Clase	ta	tmi1	tmi	Tma	DAC	EAC	PL	PA	DPT	DIP	DRC	Clase	
2	-10.6	1.1	7.4	19.2	274	149.96	159.6	227.8	66.6	34.2	100	B	
3	-15	-0.2	6.5	16.8	198	559.5	164	195	31	21	87	C	
1	-8	2.4	9.55	22.45	416	141.75	205.5	254.5	49	45	114	A	

Por problemas relacionados con el número y la distribución de las estaciones meteorológicas no todas las unidades quedan adecuadamente representadas y las condiciones climáticas no pueden ser consideradas limitantes para la producción de vinos de calidad en ninguna de las zonas consideradas.



Zonas Climáticas

-  1. Zona A
-  2. Zona B
-  3. Zona C

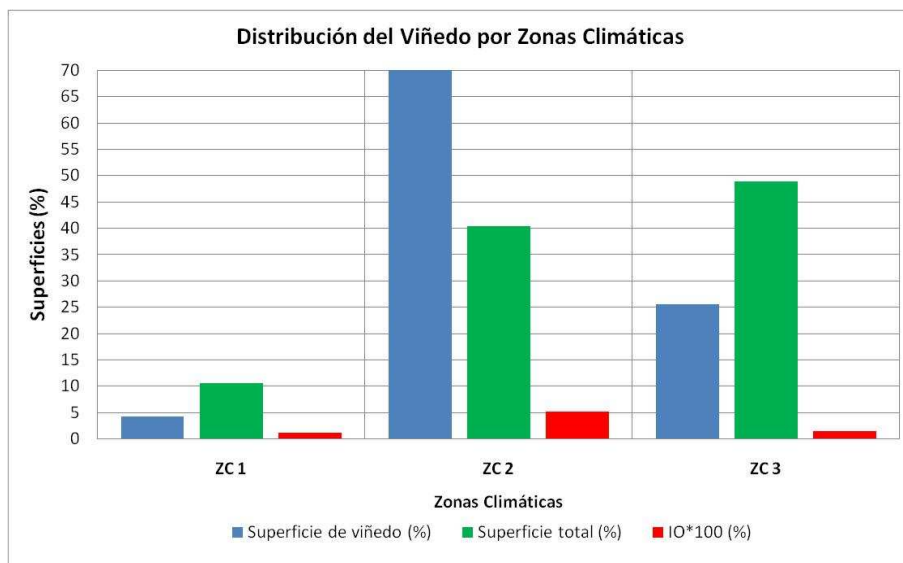
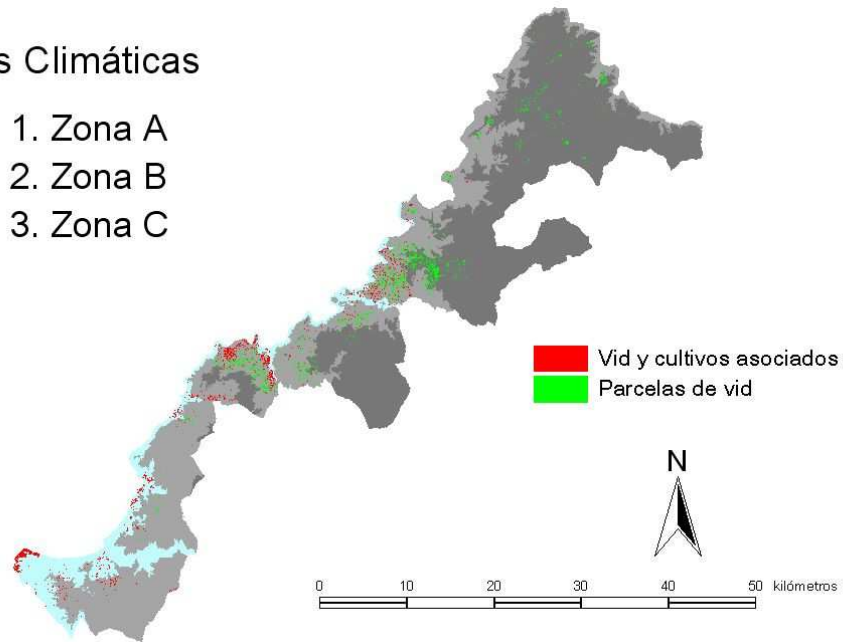


Fig 7.1 Zonificación climática de la DO Arribes



En definitiva los resultados de la distribución del viñedo permiten asegurar una situación bastante bien definida: la zona de mayor importancia superficial (48,8 %) es la zona C(3) pero manifiesta un índice de ocupación inferior a la media (1.5), aunque el de la zona A(1) es aún menor (1.2). El mejor equilibrio parece estar en la zona B(2) que con un 40,8 % de la superficie soporta un 70,2% del viñedo y con un índice de ocupación cuatro veces superior a los anteriores (fig 7.1).

7.5.2.- Zonificación de la Vegetación, de la Litología y de la Geomorfología

Las variables relacionadas con la vegetación se obtienen a partir de su cartografía realizada por métodos tradicionales e incluye datos sobre masas y especies forestales (vegetación natural), interrelaciones con la bioclimatología y las características del medio (vegetación potencial) y socioeconómicas (usos y aprovechamientos). Del análisis de estos mapas se deducen y arbitran criterios, principalmente excluyentes, derivados de la existencia de especies endémicas y de masas forestales de interés ecológico y actividades de interés socioeconómico. En el capítulo 5 se incluyen los mapas utilizados en la zonificación de la DO Arribes: específicamente se han excluido las masas forestales representadas por las áreas misceláneas de monte (v. Cap 6).

Las variables referentes a la litología, la morfología del relieve geomorfología y el suelo son valoradas indirectamente a través del concepto de serie de suelos puesto que, como se ha dicho, el concepto de *suelo* implica a diversos factores del ámbito de la Geología (litología y geomorfología), del clima y de la vegetación, de la fauna y del hombre.

La configuración de un modelo digital del terreno permite la utilización de variables difíciles de cartografiar hasta el momento, pero determinantes en viticultura, como la altitud, la exposición y la longitud e inclinación de la pendiente. En el capítulo 6 se incluye la distribución geográfica de las unidades FIA (fotointerpretación) de la **DO Arribes** en las que la información se incluye en una leyenda formada por cinco dígitos (litología, geoforma, pendiente, erosión, otros). La importancia de la cartografía de estas unidades radica en el hecho de que los atributos ya citados más arriba están asignados a cada una de ellas.



**Agrupaciones litológicas importantes
(IO alto)**

- Coluviones
- Glaciares y abanicos aluviales
- Conglomerados, arenas, arcosas
- Paragneis pelíticos y samíticos
- Ortogneis y gneises
- Metasedimentos pelíticos y samíticos
- R. básicas: Monzonitas y monzodioritas, r. de mezcla

**Agrupaciones litológicas de menor importancia
(IO medio)**

- Granitos de grano grueso no porfídico de 2 micas
- Granitos de grano medio-fino de 2 m, leucogranitos
- Granitos de grano medio y grueso
- Granitos de grano medio y medio grueso de 2 micas

**Agrupaciones litológicas marginales
(IO bajo y muy bajo)**

- Granitos indiferenciados, granitoides y de 2 micas
- Racidas: Granitos, leucogranitos, apilitas, pegmatitas
- Limos y arenas
- Granitos de gr. medio-medio grueso porfídico de 2 m
- Granitos con megacristales
- Barras de acreción
- Canchales
- Cuarzitas, pizarras, areniscas, conglomerados, brechas
- Depositos de fondos de valle
- Limos, arcillas y arenas

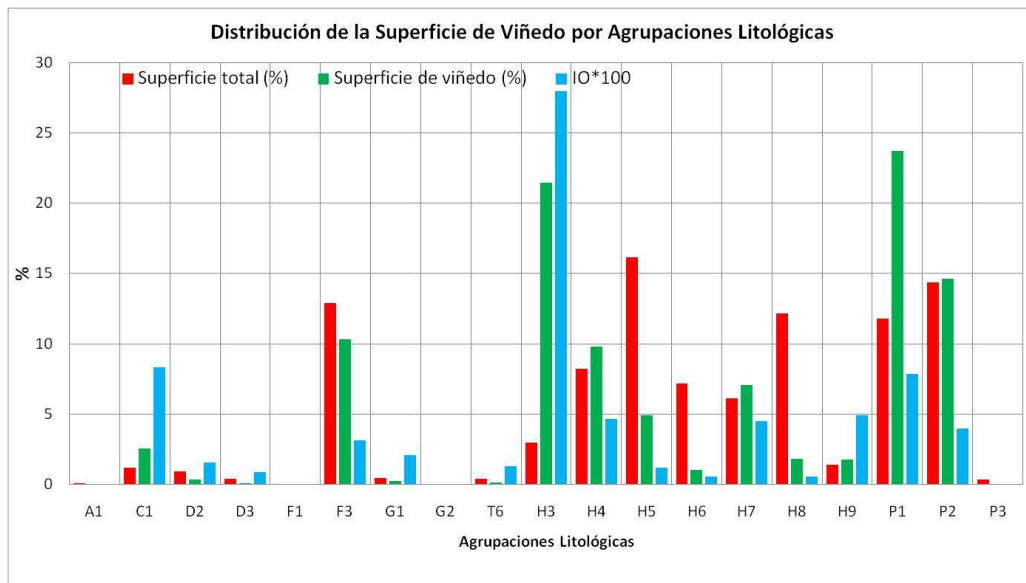
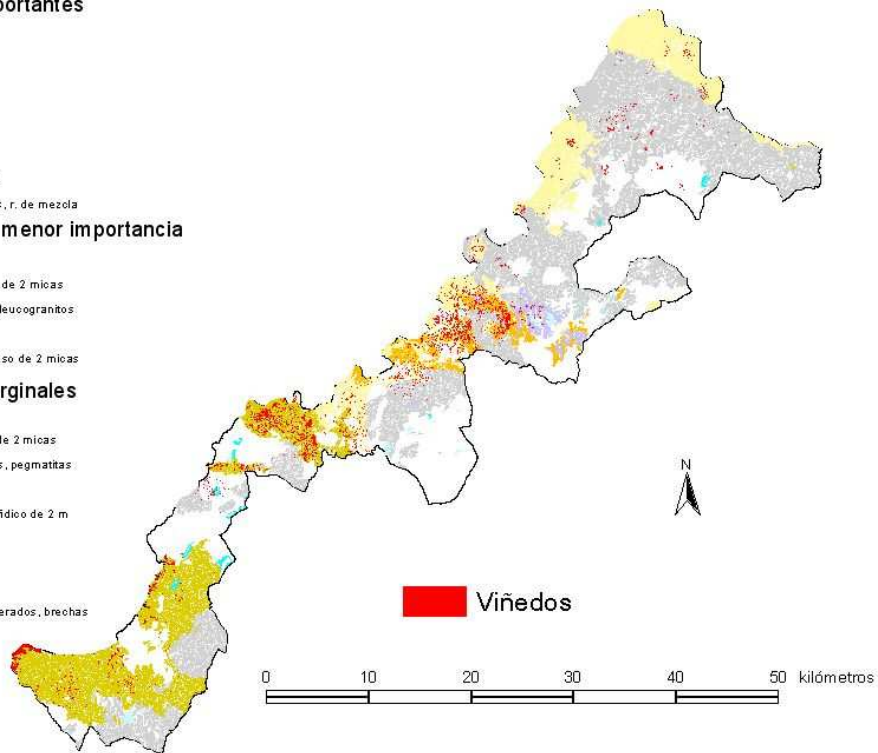


Fig 7.2a. Zonificación litológica de la DO Arribes

La influencia de la geología (litología y estratigrafía) en el binomio vid/suelo se realiza a través de dos parámetros: naturaleza de la roca y existencia de afloramientos rocosos (rocosidad). En el capítulo 4 se describe la litología y en el 6 se incluye la distribución



geográfica de las agrupaciones litológicas en la **DO Arribes**. En relación con los resultados de esta última, la distribución general de viñedo por agrupaciones litológicas (índice de ocupación, IO) permite asegurar una situación marginal de un gran número de zonas, particularmente de granitos. La mayor parte del viñedo se desarrolla en las zonas de glaciares y abanicos aluviales, coluviones y conglomerados y las unidades que contienen gneis, rocas básicas y metasedimentos. En concreto, las tres litologías con el mayor índice de ocupación agrupan casi la mitad del viñedo (P1, H3 C1) y las cuatro siguientes (H9, H4, H7, P2) con IO superior a la media más del 33 % del viñedo (Fig 7.2a).

En la DO la morfología del relieve se reduce prácticamente a superficies de arrasamiento y laderas de enlace por lo que el análisis se puede centrar en los dos parámetros de mayor importancia: la pendiente y la orientación.

En la figura 7.2b se aprecia la distribución del viñedo por pendientes y en ella se ve como la mayor parte de la superficie de viñedo se localiza en pendientes bajas y muy bajas (inferiores a 13 %) con un máximo entre 2-6 %. En el detalle es interesante observar como las plantaciones más antiguas se desplazan hacia pendientes altas y las más modernas (ver p.e. Tempranillo) hacia los relieves ondulados.

En la misma figura se incluye la distribución del viñedo por orientaciones. Es importante destacar como esta distribución es prácticamente independiente de la orientación excepto en el caso del tempranillo en el que predominan orientaciones SW.

7.5.3. Zonificación del Suelo

Si bien en principio puede considerarse el problema desde un punto de vista analítico, Laville (1990) y Laville y Morlat (1991) se refieren al concepto de *terroir* subrayando la importancia de la generación de cartografía, por su valor en cuanto a la síntesis y a la simplificación del estudio de los factores ambientales. El resultado es un mapa cuyas unidades cartográficas sintetizan las relaciones entre Unidad Litológica, Geoforma y Serie de Suelos.

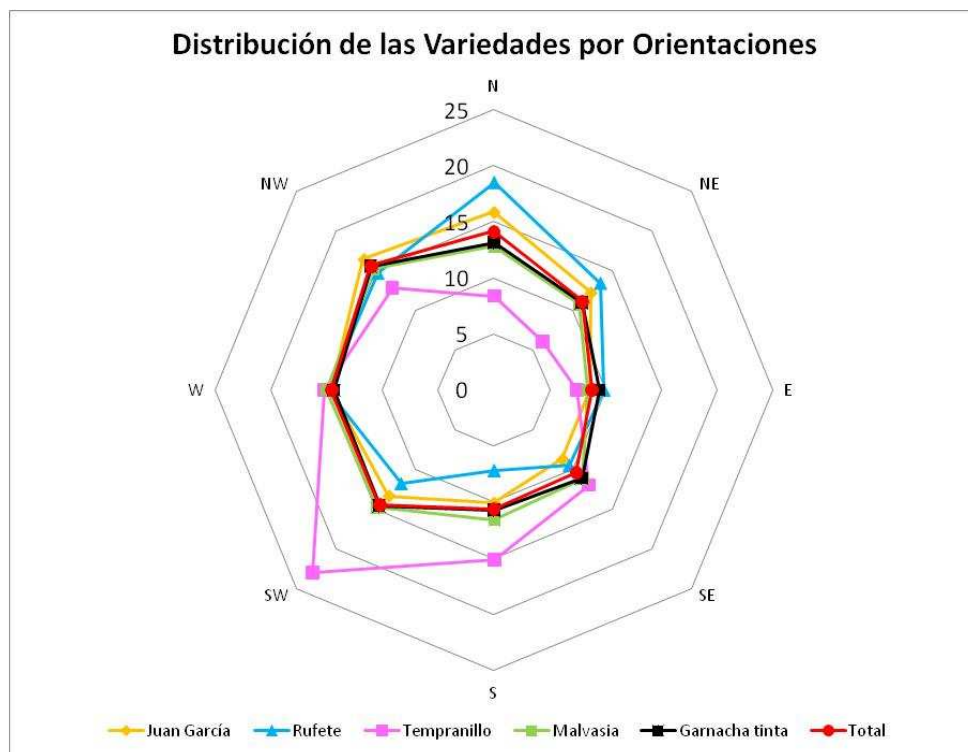
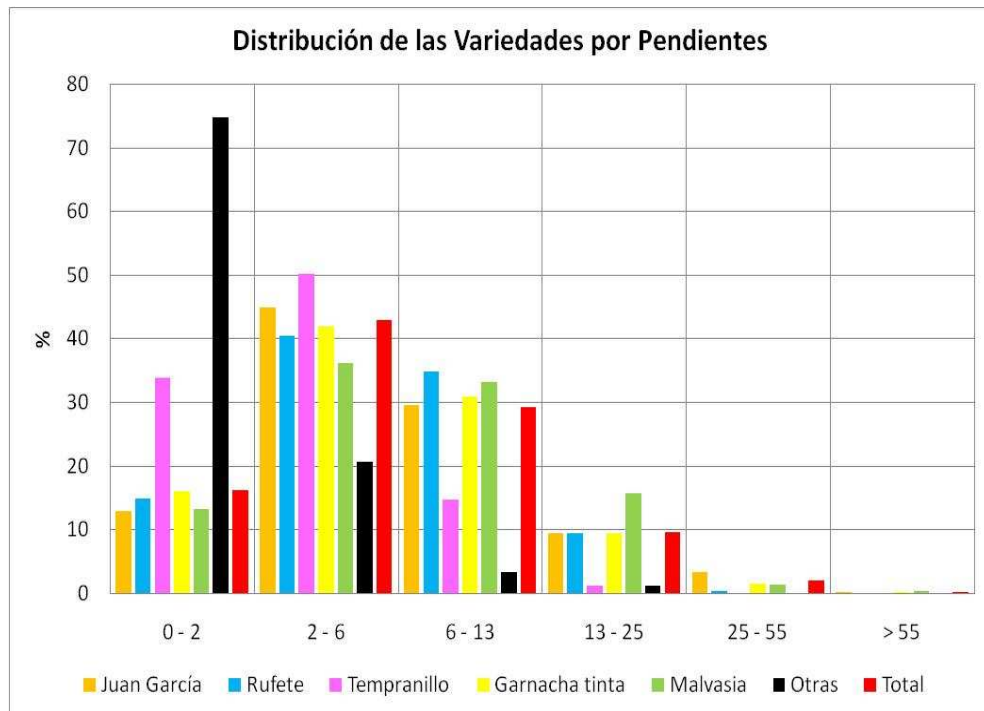


Fig 7.2b. Zonificación de la morfología del relieve de la DO Arribes

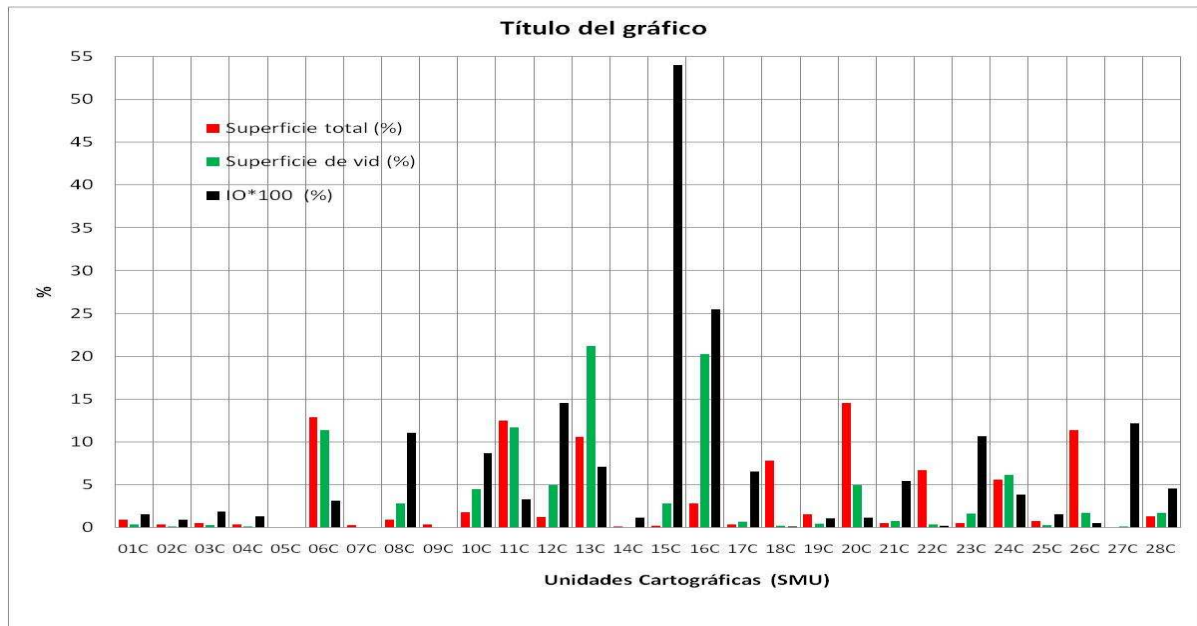


Fig 7.3. Zonificación de las Unidades Cartográficas de Suelos (SMU) de la DO Arribes

La metodología del estudio se concreta en la génesis de las unidades taxonómicas de suelo (STU) y de las unidades cartográficas de suelo (SMU) durante el proceso de Reconocimiento de Suelos (*Soil Survey*; Wambeke y Forbes, 1986). El tratamiento de la información generada en las distintas capas de información por un Sistema de Información Geográfica (GIS) da como resultado la cuantificación de los contenidos y la posibilidad de su tratamiento estadístico.

El resultado para la **DO Arribes** figura en el capítulo 6. En él se incluye el mapa de suelos propiamente dicho y la distribución del viñedo en cada una de las unidades taxonómicas (STU) como cartográficas (SMU).

En el caso de las unidades cartográficas el resultado es muy sugerente y en cinco SMU (15C, 16C, 13C, 11C, 06C) se desarrolla el 68 % del viñedo (fig 7.3).

En las figuras 7.4 se representan los resultados de la distribución general de viñedo para cada una de las unidades taxonómicas de suelo principal y secundario como representantes de mayor ocupación de la unidad cartográfica de suelo (SMU) permiten evaluar primero, la situación de las zonas. Tres STU (A02, A06, A27) tienen índices de ocupación muy superiores a las demás y en siete de ellas hay más de 65 % de viñedo.

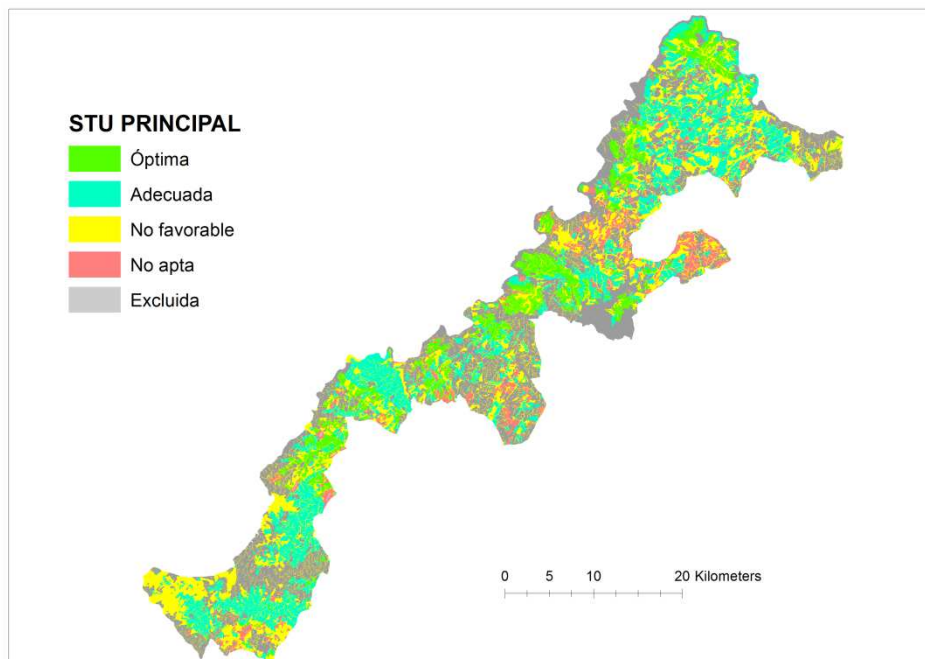
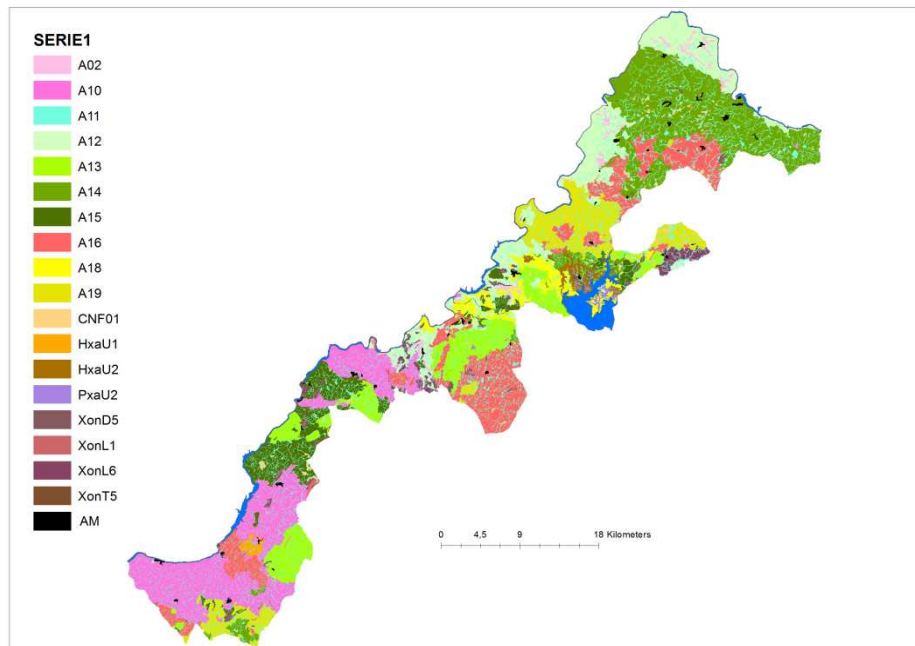


Fig 7.4a. Distribución geográfica y Zonificación de las Unidades Taxonómicas (STU) de la DO Arribes: Serie principal

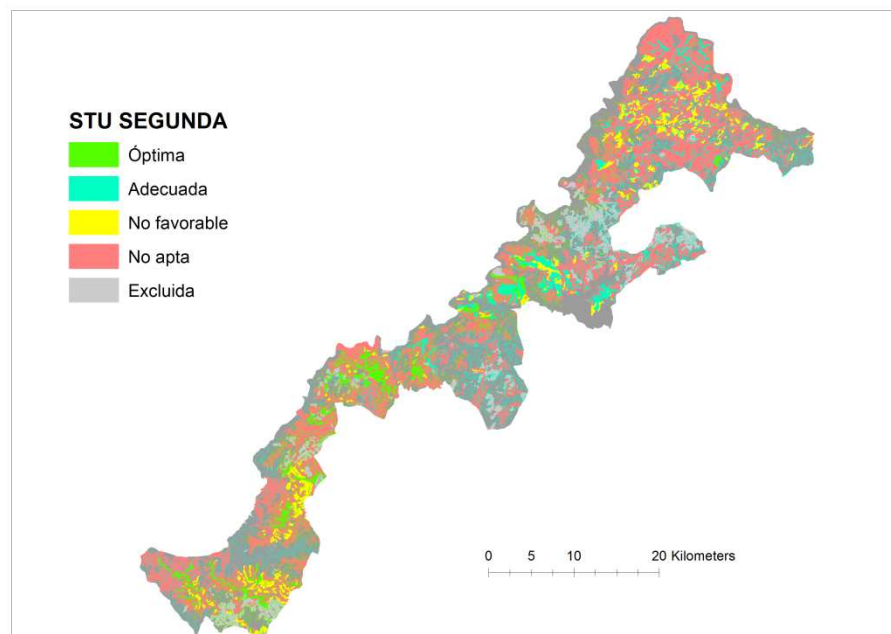
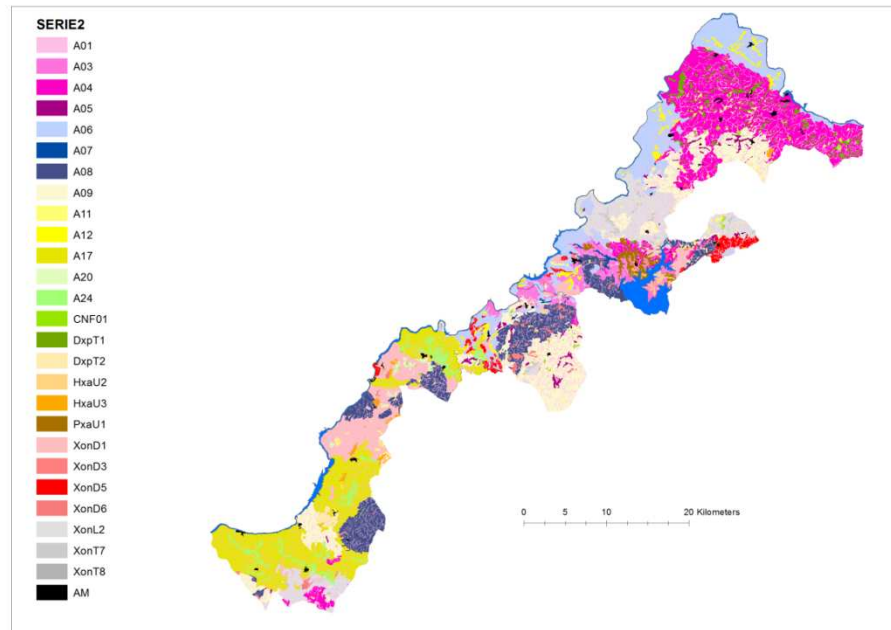
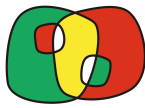


Fig 7.4b. Distribución geográfica y Zonificación de las Unidades Taxonómicas (STU) de la DO Arribes: Serie secundaria

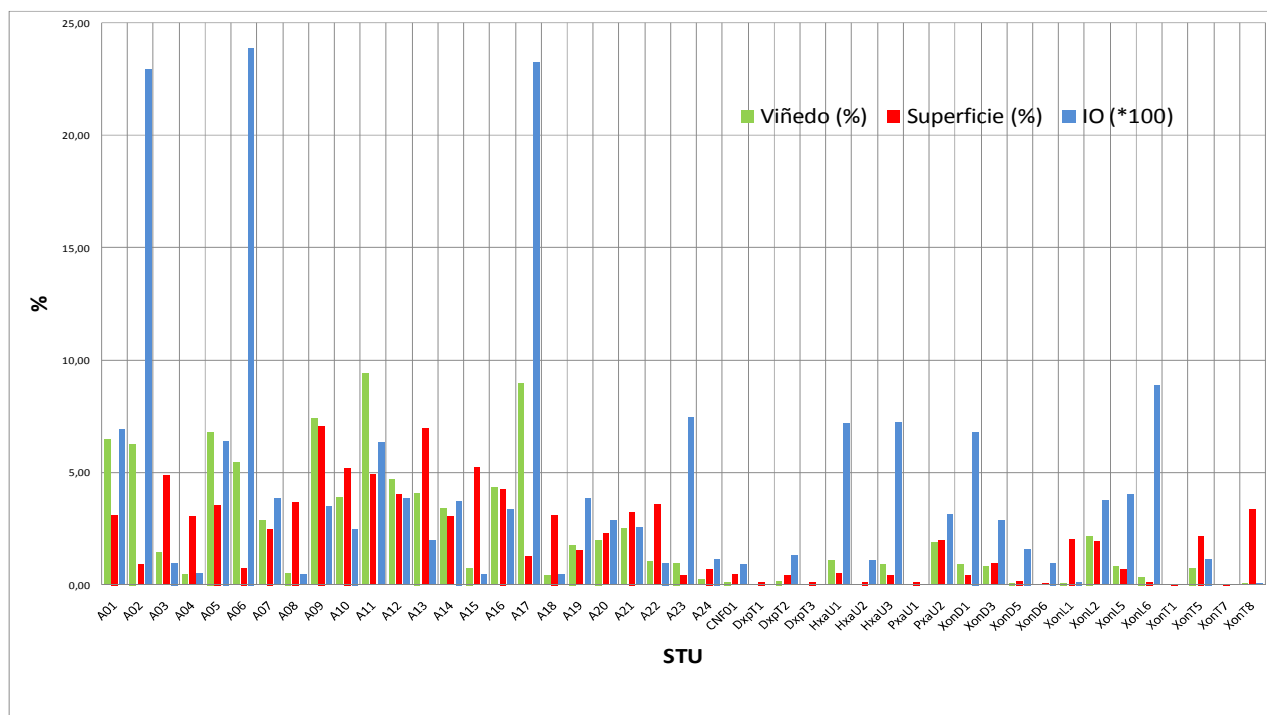


Fig 7.4c. Zonificación de las Unidades Taxonómicas (STU) de la DO Arribes

7.5.4.- Zonificación General: integración de resultados y validación

Como se ha dicho en el capítulo metodológico, el esquema general comprende dos partes bien diferenciadas: la integración de los resultados y la validación que se completan por dos vías distintas: el modelo paramétrico y el modelo AFD.

La cartografía de las clases de clima y los dos/tres parámetros que explican la mayor parte de la varianza se obtienen del modelo reducido de zonificación climática; asimismo, los que permite el tratamiento del modelo digital del terreno -la altitud, la exposición y la longitud y la inclinación de la pendiente- se extraen del modelo reducido de zonificación del medio, las variables referentes a la litología y la morfología del relieve son integradas en el modelo a través del concepto de serie de suelos y finalmente, en la evaluación de las series de suelo se utiliza el sistema paramétrico ya comentado más arriba..

La caracterización media procedente del proceso estadístico y el resto de información cualitativa se utilizan para la ponderación de cada STU. El índice final, obtenido de forma multiplicativa para cada taxón, se pondera dando el valor de 100 % al mayor de ellos. Finalmente, la evaluación de cada unidad cartográfica (SMU) se realiza por la media (ponderada con la frecuencia de participación) de los índices de ponderación de cada uno de los taxones que la componen. El problema principal reside en la generalización del índice



resultante ya que pueden obtenerse valores similares a partir de factores muy distintos que dan resultados cualitativa y cuantitativamente muy diferentes en cuanto a potencial.

En los resultados se evidencia de forma inmediata la marcada diferenciación de la distribución del viñedo en las diferentes STU. En efecto, existen diferentes series claramente elegidas para la implantación del viñedo, otras con ocupaciones intermedias y algunas de ellas claramente descartadas. Además, estas relaciones son independientes de la superficie disponible.

En el análisis factorial discriminante (**AFD**) se utilizan las posibilidades de diferenciación entre las distintas tierras con el fin de buscar las causas del uso diferencial del terreno. Se asume para ello que el porcentaje de ocupación (vinculado en todo momento con la cantidad total de viñedo y superficie disponible, para evitar la sobrevaloración de las STU poco representadas o la infravaloración de las muy extensas) se relaciona de forma directa con la calidad vitícola del suelo. A partir de aquí, se clasifican las distintas unidades en grupos de "calidad de suelo vitícola" y se somete a un análisis factorial discriminante usando como variables todas las cuantitativas del perfil en conjunto, del primer horizonte (horizonte superficial, epipedon) y del siguiente más representativo (el principal horizonte de diagnóstico o el horizonte de no diagnóstico, endopedon).

En el análisis se pueden haber acumulado dos errores, en primer lugar, el ya comentado referente al reparto de viñedo por STU en las distintas unidades cartográficas y, en segundo lugar, el relacionado con el hecho de que los niveles de ocupación se correspondan con los niveles de calidad objetiva. Ambos serán asumidos en mayor o menor medida por el AFD que, en caso de mala ubicación de alguno de los suelos, lo clasificará en otro grupo -mejor o peor- que le corresponda. El segundo problema, no obstante, es menos significativo cuanto mayor es la cantidad de superficie disponible de diferentes calidades en la zona estudiada (nivel de ocupación actual bajo y decreciente desde mediados/finales del siglo dieciocho) lo cual hace pensar en la gran capacidad de elección secular de que ha dispuesto el viticultor para elegir las mejores tierras para implantación del viñedo. Este procedimiento de trabajo, que podríamos denominar de "calificación positiva", se enfrentaría a aquel de zonas vitícolas muy pequeñas en los que la alta demanda de tierras conllevará el uso de las buenas y las regulares, en cuyo caso habría que estudiar los factores limitantes de las tierras no ocupadas o de "calificación negativa". En esta línea, Bréjoux (1972) en referencia a un país tradicionalmente vitícola como es Francia, refiere que los viticultores han "ensayado" la viña a través de los siglos en múltiples ocasiones de modo que el resultado ha sido viñedos y variedades adaptados a las características ecológicas de las diferentes regiones del país.



Las variables consideradas para caracterizar cada taxón han sido la mayoría de las cuantitativas con significado agronómico y algunas otras elaboradas a partir de ellas y de especial interés vitícola (relación K/Mg, Ca/Mg, etc.), otras variables que, como la materia orgánica del horizonte C, evitan indefiniciones (entre Xerorthent típico y Xerofluent típico, por ejemplo) y en suma, para incorporar la información referente a las propiedades más relevantes del siguiente horizonte que se perdería en el caso de utilizar únicamente los dos horizontes previamente considerados.

El AFD con todas estas variables (más de setenta) es farragoso y de difícil interpretación. Además, numerosas variables apenas presentan importancia en la discriminación de los grupos propuestos. Por estas razones se ha procedido a una reducción paulatina de variables (según su menor importancia en los ejes y el menor peso en los análisis de varianza univariante) hasta obtener la mínima cantidad de variables que estabilizan la partición propuesta (100 % de taxones bien clasificados), que en general no han superado nunca el número de veinte.

En definitiva, el AFD permite desarrollar, frente al modelo paramétrico, un modelo de combinación lineal de las propiedades analíticas (las coordenadas de los centros de gravedad representan a efectos prácticos la ley de agregación o modelo de clasificación) de modo que cada taxón se transforma de este modo al nuevo espacio vectorial y se clasifica en el grupo de cuyo centro de gravedad se encuentre más próximo.

Mediante la validación y el contraste de ambos métodos se puede afirmar que los resultados para la **DO Arribes** han sido muy similares. Asimismo, el análisis factorial discriminante (AFD) encuentra relaciones lineales entre las variables que permiten diferenciar con un número medio de ellas la partición propuesta, sin embargo, la diferenciación en clases no es abordable con un número mínimo de variables, ya que el concepto de calidad se soporta sobre numerosas propiedades del suelo en las cuales, la calidad final queda determinada por el equilibrio de las calidades parciales de cada variable de modo que sólo si concurren bastantes negativas o positivas se alcanzan los extremos "óptima" y "no apta y excluida". Esta última clase es la mejor diferenciada del conjunto.

En el mapa adjunto se incluye el resultado de la delimitación de zonas vitícolas existentes en la **DO Arribes** y en el se refleja de una forma sintética la aptitud de cada una de ellas en función de la calidad vitícola, ordenándolas en distintas clases (óptima, adecuada, no favorable, no apta y excluida). Es necesario hacer algunas precisiones y comentarios a los resultados (Fig 7.5):

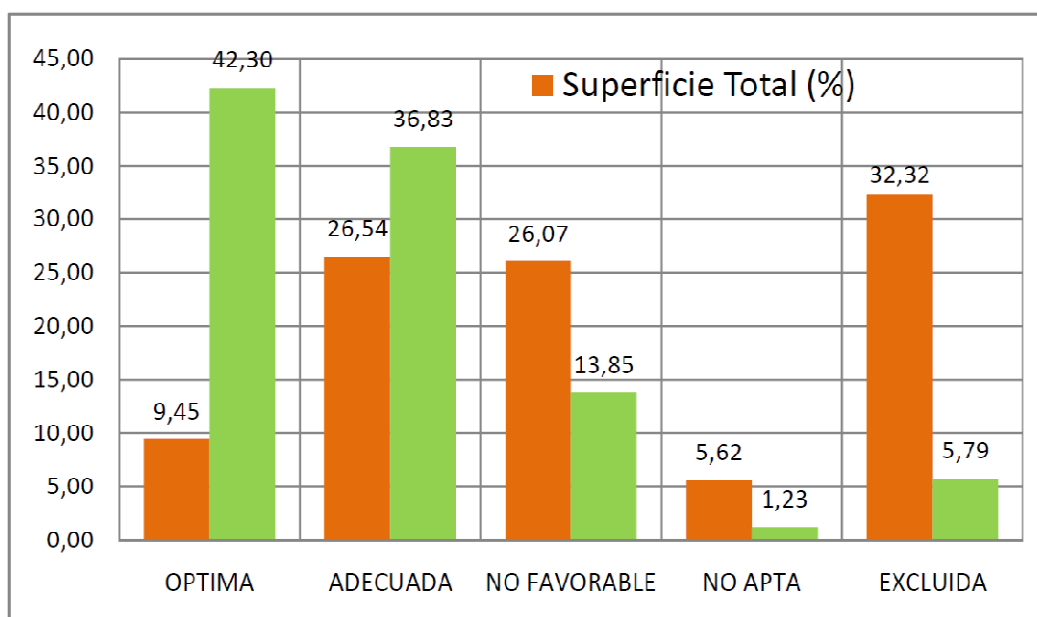


Fig 7.5. Distribución de la superficie total y de viñedo (%) en la la DO Arribes

El resultado de las clases se realiza principalmente en términos porcentuales del índice de calidad (IC), de 0 a 100, por lo tanto, las referencias se deben entender como los mejores terroir (óptima) y los peores (no apta) dentro de la DO Arribes.

En relación con otras DO de Castilla y León estudiadas por el mismo equipo se aprecia una discriminación importante del peso de los suelos, homogéneos y frecuentemente marginales, en relación con las otras variables del medio comoclima, geología y geomorfología.

Como se ha repetido en numerosas ocasiones, las unidades cartográficas son politáxicas y por lo tanto el resultado que se comenta es el dominante. Comparéense a estos efectos las figuras 7.4.

Desde esta perspectiva, el resultado es bastante ilustrativo de la situación del viñedo en la zona y de las posibilidades de desarrollo. En las zonas de clase *óptima*, con menos del 10 % de la superficie, se concentra más del 42 % del viñedo y existe una perspectiva de crecimiento de hasta 9.528 ha. A esta superficie hemos de añadir las zonas calificadas como *adecuadas*, en las que con una superficie de casi el 27 % mantiene casi el 37 % de viñedo y que permite añadir a las anteriores unas 37.442 ha.

El importante intrincamiento del patrón de distribución de los suelos, las tortuosas estructuras agrarias y los problemas de accesibilidad en la DO son las principales causas de que en el resto de las clases se mantenga hasta un 21 % del viñedo, en situación frecuentemente marginal, que ven esta situación favorecida porque dificultan la competencia con zonas mejores. Debería evitarse en el futuro dirigir el cultivo de la vid hacia zonas de estas clases.



7.6. CONCLUSIONES

1. Zonificación del clima. Por problemas relacionados con el número y la distribución de las estaciones meteorológicas no todas las unidades quedan adecuadamente representadas, aunque se puede afirmar que las condiciones climáticas no pueden ser consideradas limitantes para la producción de vinos de calidad en ninguna de las zonas consideradas.

En definitiva los resultados de la distribución del viñedo permiten asegurar una situación muy bien definida: la zona de mayor importancia superficial es la zona C (pluviometría más baja y termicidad medio-alta) y ocupa la superficie de arrasamiento pero manifiesta un bajo índice de ocupación. La zona intermedia (B) ocupa la parte media-superior de laderas y relieves que constituyen los/las arribes, (elevados valores térmicos relativos y mayores recursos hídricos) y es la de mayor interés vitícola. La zona C constituye las partes inferiores del valle y está condicionada por un mosaico de microclimas específicos (pluviometría medio-altas y valores térmicos medio-bajos) en el que compite el viñedo con otros cultivos como olivos y frutales.

2. Zonificación de la Vegetación, de la Litología y de la Geomorfología. La vegetación sigue prácticamente las directrices climáticas. En cuanto a la situación relativa (latitud, longitud) existe una línea de calidad preferente de dirección este-oeste. Mientras que en relación con los resultados de la distribución geográfica de las agrupaciones litológicas en la DO Arribes se puede asegurar una situación marginal de la mayor parte de las zonas, particularmente las constituidas por granitos. Las mejores zonas se relacionan con glacis y abanicos aluviales, coluviones y conglomerados y con las unidades que contienen gneis, rocas básicas y metasedimentos.

3. Zonificación del Suelo. En el caso de las unidades cartográficas el resultado es muy sugerente y en cinco SMU (15C, 16C, 13C, 11C, 06C) se desarrolla el 68 % del viñedo. Tres (A02, A06, A27) tienen índices de ocupación muy superiores a las demás y en siete de ellas hay más de 65 % de viñedo.

4. Zonificación General. En el mapa propuesto se incluye el resultado de la delimitación de zonas vitícolas existentes en la DO Arribes y en él se refleja la distribución de las tierras en función de la calidad vitícola, ordenándolas en distintas clases de calidad relativa. Las dos clases superiores -óptima (1) y adecuada (2)- suponen un 36 % de superficie y soportan más de un 79,1 % de viñedo, la no favorable (clase 3), con un 26 % de la superficie, tiene casi un 14 % y el resto en las clases marginales -no apta (4) y excluida(5).



5. Ordenación del cultivo. Como parece obvio con el resultado de las conclusiones anteriores es posible abordar la ordenación del cultivo dirigiéndolo a las dos zonas (clase1 y 2) de mayor calidad y con una expectativa de desarrollo muy elevada: entre las dos clases hay disponibles más de 46.970 ha.

6. Experimentación. En el mismo sentido es posible seleccionar la situación de las futuras parcelas experimentales de forma que comprenda toda la variabilidad del medio de la denominación, eso si, del medio más interesante: una/dos zonas climáticas (la necesidad de una red de estaciones meteorológicas más densa y mejor diseñada es manifiesta), tres litologías, no más de cinco unidades cartográficas, y en definitiva, no más de cuatro series como unidades de manejo.

7. Extensión/GIS-SIG. El estudio no termina en los puntos anteriormente discutidos, también es importante como vehículo de extensión agraria y suministrador de información al viticultor. El soporte informático está constituido como un sistema de información geográfica en el entorno ARCGIS al que se puede acceder fácilmente en busca de información de datos climáticos, de litología, de geomorfología, de suelos etc. En este sentido la base de datos debe ir creciendo con el uso y el registro vitícola actualizándose.

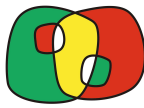


7.7. REFERENCIAS

- Amstrong, D.N., Wetherby, K.G. 1976. Soils, grapes and quality- Is there a relationship?. *Aust. Wine Brew & Spirit Rev.*, 94,9:14-16
- Aney, W.W. 1974. Oregon climates exhibiting adaptation potential for vinifera. *Am. J. Enol. Vitic.*, 25,4:212-218.
- Astruc, H., Heritier, J., Jacquinet, J.C. 1980. Zonage des potentialités agricoles, méthode appliquée à la viticulture. *Chambre Agric. Aude*, 55pp
- Asselin, C., Pages, J., Morlat, R. 1992. Typologie sensorielle du Cabernet Franc et influence du terroir. Utilisation de méthodes statistiques multidimensionnelles. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 26,3:129-154.
- Becker, N.J. 1978. Critères écologiques de la délimitation des vignobles septentrionaux. *Symp. Int. Constanza (Rumania)*:507-510
- Becker, N.J. 1984. Propositions pour une uniformisation des critères topographiques et climatiques utilisés pour la caractérisation des sites viticoles. *Bulletin de l'O.I.V.*, 639:383-392.
- Becker, W. *et al.*, 1994. The effect of climate on grape ripening: application to the zoning of sugar content in the European Community. Centre Commun de Recherche. Commission Européenne. CECA-CEE-CECA Bruxelles. 319 pp+ Mapas
- Berre, M. Le y Uvietta, P. 1987. La vigne et le climat. *Simp. Int. Santa María della Versa-Boni (Pavia)*:179
- Blaquiere, C.; Meriaux, S.; Rat, S. 1969. Relation entre les appellations d'origine du vignoble blanc de la Côte de Beaune et certains caractères édaphiques. *C.R. Acad. d'Agriculture de France*, 1065-1074
- Bogoni, M y Mela, G. 1997. Descriptive analysis of Sangiovese and Cabernet Sauvignon wine from different terroirs in Doc Bolgheri. *Coll Int. Angers*
- Branas, J. 1946. *Éléments de Viticulture Générale*. Montpellier
- Branas, J. 1972. Définition du milieu physique pour les vignobles typiques. *Rapport Général. Bulletin de l'O.I.V.*, 501:929-944.
- Branas, J. 1974. *Viticulture*. Dehan. Montpellier (Cap.3:341-369, Climat; Cap.4:370-403, Sols)
- Branas, J. 1993. Le terroir: inimitable facteur de qualité. *Prog. Agricole et Vit.*, 110,4: 90-91
- Brejoux, P. 1972. Définition du milieu physique. *Rapport français. Bull. De l'OIV*, 502:1025-1031
- Budan, C., Popa, V.G.H. 1978. Indicateurs syntétiques en tant que moyen d'estimation des principales ressources écologiques dans la culture de la vigne. *Symp. Int. Ecol. de la Vigne. Constanta, Roumanie*
- Calame, F., Rochaix, M., Simon, J.L. 1977. Observations phénologiques et mesures bioclimatiques dans plusieurs sites viticoles valaisans à différentes altitudes en vue de la délimitation de l'aire viticole. *Bulletin de l'O.I.V.*, 559:601-616.
- Carbonneau, A. 1980. Recherche sur les systèmes de conduite de la vigne: essai de maîtrise du microclimat et de la plante entière pour produire économiquement du raisin de qualité. *Thèse Université de Bordeaux. II*, 240pp
- Carbonneau, A. 1994. Le Zonage des potentialités viticoles à l'échelle de l'Union Européenne. *Progrès Agricole et Viticole*, 111,22:505-514.
- Carbonneau, A., Loth, C. 1985. Influence de régime d'éclairement journalier sur la résistance stomatique et la photosynthèse brute chez *Vitis vinifera L. v. Cabernet Sauvignon*. *Agronomie*, 5(7):631-638.
- Carbonneau, A., Riou, C, Guyan, D., Riou, J. y Schneider, C. 1992. *Agrometeorologie de la vigne en France*. Centre Commun de Recherche. CCE.
- Constantinescu, G. 1967. Méthodes et principes de détermination des aptitudes viticoles d'une région et du choix des cépages appropriés. *Bull. l'OIV*: 1179-1205.
- Constantinescu, G. 1971. Caractéristiques bioclimatiques des cépages et des vignobles. *Rapport Général. Bulletin de l'O.I.V.*, 483:399-427.
- Coombe, B.G. 1987. Influence of temperature on composition and quality of grapes. *Acta Horticulturae* 206:23-35.
- Dioujev, P.K. 1973. Définition du milieu physique pour des vignobles typiques. *Rapport Soviétique. Bulletin de l'O.I.V.*, 507:377-385.
- Dubos, J. 1984. Importance du terroir comme facteur de différenciation qualitative des vins. *Bulletin de l'O.I.V.*, 639:420-434.
- Dutt, G.R., Mielke, E.A., Wolfe, W.H., 1981. The use of soils for the delineation of viticultural zones in the Four Corners Region. *Am. J. Enol. Vitic.*, 32,4: 290-296
- Duteau, J. 1981. Alimentation en eau de la vigne. *Mécanismes de régulation. Actualités Oenol. et Vitic.*:54-62



- Falcetti, M., Iacono, F., Scienza, A., Pinzauti, S. 1990. Un exemple de zonage en Italie du Nord: influence sur les vins. Bull l'OIV: 741-759.
- Falcetti, M., Scienza, A. 1991. Utilisation de l'Analyse sensorielle comme instrument d'évaluation des choix viticoles. Application pour déterminer les sites aptes a la culture du cépage Chardonnay pour la production des vins mousseux en Trentin. Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin, 26,1:13-24.
- Falcetti, M., Pinzauti, S., Scienza, A. 1992. La zonazione dei terreni vitati del Trentino. Aspetti pedologici e nutrizionali. Vignevini, 9:57-64.
- FAO 1976. Esquema para la evaluación de Tierras. Boletín de Suelos nº 32 Roma 66pp.
- Fregoni, M. 1973. Ecología e viticultura: adattamento degli obiettivi della produzione all'ambiente natural. Actas Simp. Int. de la Viticultura de la Ciudad de México, XII:9-25.
- Fregoni, M. 1980. Nutrizione e fertilizzazione della vite. Edagricole, 418pp Bologna
- Fregoni, M. 1985. Ecosistemi viticoli ed invecchiamento dei vini. Vignevini, 1,2: 27-32
- Fregoni, M. 1992. La nouvelle loi italienne, nº 164, sur les appellations d'origine. Bulletin de l'O.I.V., 735-736:407-422.
- Fregoni, M., Zamboni, M., Rouselli, M., Frascini, P., Scienza, A. 1992. Ricerca pluridisciplinare per la zonazione viticola della Val de Tidone (Piazenza, Italia). Vignevini, 11: 53-80
- Fregoni, M., Zamboni, M., Venturi, A., Vespignani, G., Laruccia, N., Simoni, M., Zinodi, F., Soldi, A. 1998. La zonazione viticola della Collina cesenate. Vignevini, 1/2: 39-57
- Gómez-Miguel, V., Sotés, V. 1992. Metodología y primeros resultados para la zonificación vitícola de la denominación de origen Ribera del Duero XX World Congress on Vine and Wine & O.I.V. 72nd Assembly general, 1,2:20pp
- Gómez-Miguel, V., Sotés, V., Pardo, E. 1992. El Suelo de la D.O. Ribera del Duero. In: J.M. Ferrer (Ed). La Ribera del Duero, Ed. Caja España, p.35-56
- Gómez-Miguel, V., Laya, H., Sotés, V. 1993. Importancia de los factores del medio en la metodología para la delimitación de zonas vitícolas de la denominación de origen Ribera del Duero. XII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, Salamanca Septiembre de 1993, Tomo II, 945-955
- Gómez-Miguel, V. y Sotés, V. 2000. Utilización de los estudios detallados y muy detallados de suelos en la microzonificación vitícola. 31 Simposio International Zonificación Vitícola Puerto de la Cruz. Tenerife (España)
- Gómez-Miguel, V. y Sotés, V. 2001. Convergencia metodológica en los estudios detallados y muy detallados de suelos aplicados a la Microzonificación Vitícola. 26th World Congress & 81st General Assembly Of The OIV.
- Gómez, P. 1994. Desarrollo de una metodología edafoclimática para zonificación vitícola. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid
- Guilloux, M., Duteau, J. y Seguin, G. 1978. Les grands types de sols viticoles de Pomerol et Saint-Emillion. Con. Vigne Vin, 12,3: 141-165
- Hidalgo, L. 1980. Caracterización macrofísica del ecosistema medio-planta en los viñedos españoles. Comun. INIA Ser. Producción Vegetal, 29: 255pp.
- Huglin, P. 1978. Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole. C.R. Acad. Agric. France: 1116-1127.
- Huglin, P. 1986. Biologie et Ecologie de la vigne. Payot-Lausanne Paris. 372pp
- Huglin, P. 1987. Influence du climat sur la qualite du vin. Simp. Int. S^a María della Versa-Boni. Pavia: 3-7
- Iglesias, I., Boixadera, J. 1994. El mapa agroclimático de la zona de Lleida. Hortofruticultura, 7-8:49-55.
- Jackson, D.I., Cherry, N.J. 1988. Prediction of a District's Grape-Ripening Capacity Using a Latitude-Temperature Index (LTI). Am. J. Enol. Vitic., 39,1:19-28.
- Jackson, D.I. y Lombard, P.B. 1993. Environmental and mangement practices affecting grappe composition and quality. A review. Am. J. Enol. Vitic., 44,4: 409-430
- Jourjon, F., Morlat, R. y Seguin, G. 1991. Caractérisation des terroirs viticoles de la moyenne vallée de La Loire. J.Int. Sci. Vigne Vin, 26,2. 51-62
- Júdez, A. 1989. Técnicas de análisis de datos multidimensionales. MAPA. Madrid. 301pp
- Laville, P. 1990. Le terroir, un concept indispensable à la protection des appellations d'origine comme à la gestion des vignobles: le cas de la France. Bulletin de l'O.I.V., 709-710:217-241.
- Laville, P., Morlat, R. 1991. Importance des études de terroir pour etablir, maintenir ou accroitre les vignobles d'appellation d'origine controlée. Atti Convegno "La gestione del territorio viticolo sulla base delle zone pedoclimatiche e del Catasto". Santa Maria della Versa Broni (Pavia), 29-30 junio 1987, 27-43.



- Lisarrague, J.R. 1986. Estudio de los efectos del riego en la producción, desarrollo vegetativo, calidad del mosto y nutrición mineral en la vid. Tesis Doctor. U.P.Madrid
- Lulli, L., Constantini, E.A., Mirabella, A., Gigliotti, A., Buelli, P. 1989. Influenza del suolo sulla qualità delle Vernaccia di S. Gimignano. Vignevini, 1/2: 53-62
- Meriaux, S. 1977. Les methodes de caracterisation des terroirs viticoles prise ou compte des parametres geologiques et pedologiques dans le zonage. 2.-Le cas du vignoble bourguignon. Agrometeorologie et Vigne, :76-77
- Meriaux, S., Chretien, J., Vermi, P., Leneuf, N. 1981. La Côte viticole. Ses sols et ses crus. Bull.Sci.Bourg.,34:17-40
- Mesnier, J. 1984. L'ordre des facteurs de liason qualité-terroir. Bull. l'OIV: 641-648
- Morlat, R., Asselin, C. 1992. Un terroir de référence pour la qualité et la typicité des vins rouges du Val-de-Loire: la craie tuffeau. Bull. L'OIV, 735-736: 329-343
- Morlat, R., Asselin, C., Pages, J., Léon, H., Robichet, J., Remoue, M., Salette, J., Caille, M. 1984. Le milieu viticole sa caractérisation intégrée et son influence sur le vin. Bulletin de O.I.V., 643-644:707-728.
- Morlat, R., Jacquet, A. 1993. The soils effects on the grappvine root system in several vineyard of the Loire Valley (France). Vitis, 32: 35-42
- Morlat, R., Lebon, E. 1992. Une expérience des essais multilocaux au travers de l'etude des terroirs viticoles. Prog. Agric. et Viticole, 3: 55-58
- Morlat, R., Salette, J. 1977. Parametres du milieu et caracterisation du terroir en zone viticole de cru. Application auz vignobles rouges de la moyenne Valle de la Loire. Agrometeorologie et Vigne, N.S.:64-72
- Parodi, G. 1997. Valorizzazione del territorio secondo i criteri della zonazione vitivinicola. Vignevini: 1: 4148
- Riou, C., Carbonneau, A., Becker, N., Calo, A., Costacurta, A., Sotes, V., Gómez-Miguel, V., Castro, R., Carneiro, L., Panagiotou 1991. Le determinisme climatique de la maturation du raisin et de sa teneur en sucre. Rapport groupe d'expert CEE DGVI "Zonage viticole", 90pp + anejos.
- Riou, C., Morlat, R., Asselin, C. 1995. Une approche intégrée des terroirs viticoles: discussions sur les critères de caractérisation accesibles. Bull. de l'OIV, 767-768:93-106.
- Riquier, J., Bramao, D.L., Cornet, J.P. 1970. A new system of soil appraisal in terms of actual and potencial productivity. FAO Soil Resources, Development and Conservation Service, Land and Water Development Division. FAO, Rome, 38 pp.
- Riquier, J. 1972. A matemtical model for calculation of agricultural productivity in term of parameter of soil and climate. AGL: TESR/70/6. FAO. Roma
- Scienza, A. 1992. I Rapporti tra vitigno ed ambiente: le basi culturali e gli strumenti di valutazione. In: la zonazione viticola tra innovazione agronomica, gestione e valorizzazione del territorio: l'esempio del Trentino, 28 Agosto 1992: 11-25
- Scienza, A., Falcetti, M. 1990. Le zonage des vignes en pente: Étude d'un cone de dejections dans le Trentin. Viticulture de Montagne, 1:33-47
- Scienza, A., Bogoni, M., Iacono, F. 1995. , A multi-disciplinary study of the vineyard ecosystem optimize wine quality. Int. Cong. Conegliano
- Scienza, A., Falcetti, M. , Bogoni, M. 1996. L'evoluzione del concetto di qualita in Europe. Vignevini, 1,2: 57-64
- Seguín, G. 1983. Les terroirs viticoles des grands crus du Bordelais. 66pp (multigrafiado)
- Sotés, V., Gómez-Miguel, V. 1992. Criterios de diferenciación y delimitación de comarcas y regiones vitícolas. Exámen de los factores naturales y humanos que concurren. Vitivinicultura, 3,5: 29-40
- Sotés, V. y Gómez-Miguel, V. 1992. Delimitación de zonas vitícolas en la D.O. Ribera de Duero. ETSIA. Universidad Politécnica de Madrid.
- Sotés, V., Gómez-Miguel, V., Mendiola, M.A. 1992. El Clima de la D.O. Ribera del Duero. In: J.M. Ferrer (Ed). La Ribera del Duero, Ed. Caja España, p.25-34
- Sotés, V., Gómez, P., Gómez-Miguel, V. 1993. Zonificación vitícola en la D.O. Ribera de Duero. Actas de Horticultura, 9:744-750.
- Sotés, V., Gómez, P., Laya, H., Gómez-Miguel, V. 1994. Cuantificación de las variables implicadas en la delimitación y caracterización de Zonas Vitícolas en la D.O. Ribera del Duero. 7ª Jornadas de G.E.S.C.O. Valladolid. Actas I:248-256.
- Sotés, V., Gómez-Miguel, V. 1995. Delimitación de zonas vitícolas en la D.O. Calificada Rioja. ETSIA. Universidad Politécnica de Madrid.
- Sotés, V., Gómez-Miguel, V., Gómez, P. 1996. Caractérisation du terroir en Espagne: méthodologie de l'évaluation et de la validation. XXI Colloque Int. les Terroirs Viticoles. Angers, France, 17-18 juillet 1996



- Sotés, V., Gómez-Miguel, V. 1998a. Delimitación de zonas vitícolas en la D.O. Rueda y Tierra de Medina. ETSIA. Universidad Politécnica de Madrid.
- Sotés, V., Gómez-Miguel, V. 1998b. Delimitación de zonas vitícolas en la D.O. Toro. ETSIA. Universidad Politécnica de Madrid.
- Sotés, V., Gómez-Miguel, V. 2001. Delimitación de zonas vitícolas en la D.O. Bierzo. ETSIA. Universidad Politécnica de Madrid.
- Sotés, V., Gómez-Miguel, V. 2002. Delimitación de zonas vitícolas en la D.O. Somontano. ETSIA. Universidad Politécnica de Madrid.
- SSS. 1952. Soil Survey Manual. Agriculture handbook, 18:503 pp.
- SSS. 1992. Keys to Soil Taxonomy, 6ª Ed. Soil Survey Staff. SMSS Techn. Mon. nº 6. Politech. Inst and State Univ., 422 pp.
- SSS. 1994. Keys to Soil Taxonomy. Soil Survey Staff. USDA Pocahontas.
- SSS. 1995. Soil Survey Manual. United States Department of Agriculture
- SSS. 1996. Soil Survey Laboratory Methods Manual. SSIR No. 42, v.3.0. United States Department of Agriculture
- SSS. 1999. Soil Taxonomy..Second Edition Agriculture handbook N1 436. Soil Survey Staff.
- Sys, C., Verheye, W. 1974. Land evaluation for irrigation of arid by the use the parametric method. Trans 10 th Intern. Soil Cong., Moscow, 10:149-155
- Sys, C., Ranst, E. van, Debaveye, J. 1991. Land evaluation. Agricultural Pub. Nº 7. General Administration for Development Cooperation, Belgium
- Van Huyssteen, L. 1987. Profile modification of soil: guidelines for decision-making. Vit.&Oenol.,D.3.4: 1-4
- Van Leeuwen, C. y Seguin, G. 1994. Incidences de l'alimentation en eau de la vigne. J.Int.S.Vig. Vin, 28: 81
- Vaudour, E. 1997. Analyse spatiale et caracterisation des terroirs du Bassin Viticole de Nyons-Valreas (AOC Côtes-du-Rhône). T. Stage à INAP Grignon.
- Vedel, A. 1984.La qualite intrinseque des vins en rapport avec les facteurs qui conditionnent le terroir. Bull. l'OIV, 643-644:787-796
- Veres, A. 1973. Définition du milieu physique pour des vignobles typiques. Rapport Tchecoslovaque. Bulletin de l'O.I.V., 503:18-34.
- Wambeke, A., Forbes, T. 1986. Guidelines for using Soil Taxonomy in the names of soil map units. SMSS Technical Monograph Nº 10. USDA. 75 pp.
- Webster, R., Oliver, M.A. 1990. Statistical Methods in Soil and Land Resource Survey. Oxford University Press. 316 pp.
- Winkler, A.J. 1962. Viticultura. Ed Continental 792pp