

**UNIVERSIDAD DE GRANADA  
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA**



**Universidad de Granada**

**“DELIMITACIÓN DEL PISO  
CRIOROMEDITERRÁNEO DE SIERRA NEVADA”**

M<sup>a</sup> Rosa Fernández Calzado

TESIS DOCTORAL

Granada, Octubre de 2007

Editor: Editorial de la Universidad de Granada  
Autor: M<sup>a</sup> Rosa Fernández Calzado  
D.L.: Gr. 2352 - 2007  
ISBN: 978-84-338-4504-7

# **DELIMITACIÓN DEL PISO CRIOROMEDITERRÁNEO DE SIERRA NEVADA**

Memoria presentada por M<sup>a</sup> Rosa  
Fernández Calzado, para optar al  
Grado de Doctor

Fdo: M<sup>a</sup> Rosa Fernández Calzado

V<sup>o</sup>B<sup>o</sup> Director:

Dr. Joaquín Molero Mesa



**A mis padres,  
a mis hermanos**



## AGRADECIMIENTOS

Las prisas, la emoción, el cariño,.....serán los culpables de que me olvide de alguien, espero no hacerlo, y lo más importante, espero transmitir todo lo que mi corazón siente por la gente que ha estado a mi lado, que me ha ayudado, y sobre todo, que me ha aguantado.

Mi más especial agradecimiento a la persona que ha hecho posible que ahora escriba estas palabras, Joaquín Molero, mas que un tutor, la persona con mas paciencia y a efectos prácticos aquí en Granada, mi segundo padre.

A todo el Departamento de Botánica, tanto en la Facultad de Ciencias, como en Farmacia, gente que sin ningún interés me han apoyado, resuelto dudas, animado, escuchado y arropado. Especialmente a ti, Elo, mi compañera desde el principio, gracias y mil perdones por las barbaridades que estoicamente has escuchado de mi boca, muchas gracias.

Abdeslam, tan paciente, siempre disponible, sin ti no habría podido resolver miles de dudas sobre la cartografía. Tampoco me olvido de ti Fabian!.

Diego, Guille, Jose, Juan, y muchos más compañeros.....al final terminé, yo no lo creía, vosotros si, gracias por vuestros ánimos, gracias porque no me dejasteis rendirme, gracias por vuestros “ya queda poco, al final terminarás”.

Para Blas y Juan Lorite, mi cariño es muy especial porque han hecho posible, con su paciencia y altruismo, algún capítulo de esta tesis. Me ha gustado muchísimo encontrarme gente así, que comparte sus conocimientos con el único interés de ayudar a los demás. Muchas gracias a los dos.

A todos mis amigos, que aún siendo a veces como soy, no son pocos: Maite, Tisti, Maria, Ali (ya tengo el anillo!!!), Dani, Ire, Alicia,.....y especialmente a ti Eloy.

Y por último, aunque leer sea lo único que no sepa hacer, a mi perro Nuit (y a Dieguete por regalármelo). El más fantástico animal que nunca he conocido, compañero infatigable, pura energía que ha vivido mi tesis sin saberlo en sus propias carnes.



# ÍNDICE DE CONTENIDOS

“Delimitación del piso crioromediterráneo de Sierra Nevada”

<b>1. INTRODUCCIÓN, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS. . . . .</b>	<b>13</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL TERRITORIO. . . . .</b>	<b>23</b>
2.1 Localización y delimitación. . . . .	25
2.2 Geología y geomorfología. . . . .	27
2.3 Edafología. . . . .	33
2.4 Biogeografía. . . . .	37
2.5 Bioclimatología. . . . .	45
<b>3. FLORA Y VEGETACIÓN. . . . .</b>	<b>55</b>
3.1 Análisis fitosociológico. . . . .	57
3.1.1 Metodología fitosociológica. . . . .	57
3.1.2 Esquema sintaxonómico. . . . .	63
3.1.3 Descripción de las comunidades vegetales. . . . .	67
3.1.4 Análisis estadístico. . . . .	131
3.1.4.1 Introducción. . . . .	131
3.1.4.1 Fundamento teórico. . . . .	132
3.1.4.1 Resultados y conclusiones. . . . .	134
3.2 Dinámica de la vegetación. . . . .	145
3.3 Flora. . . . .	153
3.3.1 Principales grupos taxonómicos, familias y géneros. . . . .	165
3.3.2 Análisis de los termotipos. . . . .	168
3.3.3 Análisis de los elementos florísticos. . . . .	170

3.4 Cartografía de la vegetación. . . . .	175
3.4.1 Metodología cartográfica. . . . .	175
3.4.2 Resultados y conclusiones. . . . .	179
4. MODELOS PREDICTIVOS DE DISTRIBUCIÓN. . . . .	215
4.1 Metodología modelos predictivos de distribución. . . . .	217
4.2 Resultados y conclusiones. . . . .	223
5. MAPAS DE TEMPERATURA. . . . .	229
5.1 Metodología mapas de temperatura. . . . .	231
5.2 Resultados y conclusiones. . . . .	235
6. PROYECTO GLORIA-EUROPE. . . . .	243
6.1 Metodología Gloria-Europe. . . . .	245
6.2 Resultados y conclusiones. . . . .	254
6.2.1 Flora. . . . .	254
6.2.2 Endemismos. . . . .	257
6.4 Reinvestigación. . . . .	259
7. CONCLUSIONES. . . . .	265
8. BIBLIOGRAFÍA. . . . .	267
9. ANEXOS. . . . .	285
Anexo 1. . . . .	287
Anexo 2. . . . .	293
Anexo 3. . . . .	297
Anexo 4. . . . .	301

# **1. INTRODUCCIÓN, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS**



## 1. INTRODUCCIÓN

Con el desarrollo del proyecto europeo GLORIA nace la idea de realizar un estudio en profundidad sobre la distribución de la vegetación en las zonas más elevadas de Sierra Nevada, en el convencimiento de que es un territorio relativamente bien conservado y que está sometido actualmente a un proceso de cambios propiciados por el progresivo aumento de la temperatura.

En concreto, las zonas culminales de Sierra Nevada se encuentran entre las más vulnerables al cambio climático según el último informe sobre los impactos del cambio climático en España (Fernández González & col, 2005), lo que reafirmó nuestra percepción de que era necesario un estudio en detalle de este área.

Por otro lado, el uso de las plantas de alta montaña como indicadores de las variaciones climáticas a largo plazo fue ya mencionado al comienzo del siglo XX por Klebelsberg (1913) y más tarde por Braun-Blanquet (1955,1957)(in Pauli & cols., 1999). La vegetación por encima del límite altitudinal del bosque se piensa que es particularmente sensible a los cambios climáticos a largo plazo por las siguientes razones: primero, los factores ecológicos abióticos, incluido el clima, prevalecen sobre los factores bióticos como la competencia y la facilitación. Segundo, los efectos del uso de la tierra por el hombre, que podrían enmascarar los relativos al cambio climático, son en alto grado despreciables. Tercero, la mayoría de especies vasculares son de crecimiento lento y larga vida. Por lo tanto, cambios significativos en la vegetación no pueden estar propiciados por variaciones climáticas cortas, pero si podrían ser el resultado de cambios climáticos a largo plazo.

De esta forma, al efectuar la “Delimitación del piso crioromediterráneo de Sierra Nevada” en la presente Memoria, intentamos obtener una visión actual del estado en que se encuentra el territorio, con el objetivo de que sirva de testigo ante los cambios, en todos los sentidos, que se produzcan.

Sierra Nevada es un macizo montañoso claramente diferenciado, localizado en la zona meridional europea de la Región Mediterránea y con numerosas singularidades, entre las que destaca su considerable altitud, llegando a constituir, en este sentido, la montaña más elevada del continente tras los Alpes.

El macizo cuenta con la flora mas rica y variada de la Región Mediterránea occidental; las 2100 plantas (casi el 30 % de la flora de la España peninsular, en una extensión correspondiente al 0.4 % del territorio) es uno de sus mayores atractivos, pero la importancia de su flora no radica solamente en el total de vegetales representados, sino en el elevado número de ellos que son exclusivos del macizo –los denominados “endemismos nevadenses”-, que no se encuentran en ningún otro lugar del planeta. Blanca & Molero Mesa (1990) señalaron que Sierra Nevada es el principal núcleo de endemismos del Mediterráneo occidental, estando representadas el 33 % de todas las plantas endémicas de Andalucía oriental, resultando además que el 23 % de las mismas son exclusivas del macizo (Blanca, 1996).

La mayoría de los investigadores del medio natural en nuestra península suelen tener claro el concepto de “alta montaña”, restringiéndolo a lo que hoy conocemos como termotipos orotemplado y criorotemplado en la región Eurosiberiana y al oromediterráneo, oro-submediterráneo y crioromediterráneo en la región Mediterránea. No obstante, estos mismos expertos, suelen, a veces, manifestar sus dudas en cuanto a donde comienzan estos pisos, en función de sus propias observaciones, o hablan de introgresiones de los pisos inferiores en la alta montaña aprovechando inversiones climáticas o biótupos especialmente favorables.

En Sierra Nevada es especialmente complicado establecer unos límites altitudinales precisos, pues los fuertes contrastes que existen entre las orientaciones norte y sur, entre las solanas y las umbrías, en la topografía y en la litología, a lo que hay que añadir la cercanía al mar Mediterráneo de su vertiente sur, provoca serios problemas a quienes intentan sintetizar la distribución de las comunidades vegetales en altura.

En este trabajo hemos intentado establecer claramente los límites para la distinción entre los pisos oro y crioromediterráneo, precisamente a través de los mejores bioindicadores, sus comunidades vegetales.

## ANTECEDENTES

El paso inicial de nuestro trabajo fue la revisión de todas las referencias bibliográficas sobre la flora, vegetación y cartografía de Sierra Nevada, proporcionándonos una información básica y un marco completo sobre el conocimiento que se poseía de la zona.

Las primeras observaciones geobotánicas en Sierra Nevada vienen a coincidir, prácticamente, con el inicio de esta ciencia. Clemente (1804) refiere sus experiencias en Sierra Nevada, donde establece seis “zonas geográfico-botánicas”, de las cuales las que denomina “alpina”, “frigidísima” y “glacial”, serían las componentes de la alta montaña nevadense. Mas concretamente denomina como zona “glacial”, presente entre 3300 y 4254 varas (2758-3555m: 1vara=0.8358m), con especies propias como *Armeria splendens*, *Gentiana boryi*, *Linaria glacialis* o *Artemisia granatensis*, entre otras, a la franja aproximada que hoy día denominamos crioromediterránea.

Mas tarde, Boissier (1839-1845) realiza una sinopsis de las altitudes y límites alcanzados por los vegetales en el reino de Granada, distinguiendo cuatro zonas o regiones en función de la vegetación. Denomina como región nival aquella que se encuentra en la parte superior y diferencia en ella hasta 5 biotopos diferentes (prados, laderas secas y declives estériles, derrubios con rocas troceadas, pedregales y roquedos).

También Willkomm (1852, 1882, 1896), quien visitó el territorio una larga temporada, (Molero Mesa, 1997) distingue tramos de diferente composición florística en Sierra Nevada. En este caso señala la existencia de cinco zonas o regiones vegetales, refiriéndose a la zona superior como “de nieves perpetuas”, por encima de 2850m donde viven plantas similares a las que pueden encontrarse en el Norte de Europa.

Muchos años mas tarde, en 1926 y tras la visita a Sierra Nevada de algunos autores europeos (Pritzel & Brandl, 1915) que conocían y trabajaban con el método fitosociológico, como Maire o Litardiére, se describe la primera asociación en la Península Ibérica según el método desarrollado a principios de siglo por Braun-Blanquet. Se trata del *Saxifragetum nevadense* Litardiére (Litardiére & Malcuit, 1926).

Muñoz Medina, Catedrático de Botánica de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Granada, comienza a desarrollar la fitosociología en la región. No obstante, no realiza observaciones sobre las partes altas de Sierra Nevada. Años más

tarde (1960) realiza unos comentarios y aportaciones florísticas sobre el trabajo de Quézel (1953), referidas a la localidad del Dornajo.

El punto de partida para el conocimiento de la vegetación de Sierra Nevada, sistematizado de acuerdo con el conocimiento actual según el método fitosociológico, se inicia en 1953, año en que se publica un extenso trabajo de Pierre Quézel. Es fruto de su estancia en Sierra Nevada a finales del verano de 1952 y trata sobre las comunidades orófilas.

Quézel señala que Maire y Litardière hacen algunas modificaciones sobre las regiones de montaña establecidas para Sierra Nevada por Boissier, llamando piso alpino a aquel que se encuentra a alturas superiores a 2900m e indicando que a esta conclusión se llegaría siempre que se adoptasen criterios florísticos. Sin embargo defiende la propuesta de Emberger, realizada para el conjunto de las montañas mediterráneas, basada en criterios climáticos y florísticos que están más de acuerdo con la distribución de las comunidades vegetales. Este esquema es el siguiente:

\*Piso mediterráneo húmedo: 1400-1900m.

\*Piso mediterráneo de montaña: 1900-3500m.

-Subpiso de xerófitos espinosos: 1900-2900m.

Horizonte inferior, en que domina *Juniperus*: 1900-2700m.

Horizonte superior: 2700-2900m.

-Subpiso de hemicriptófitos: 2900-3500m.

A partir del trabajo de Quézel, fundamental en la caracterización de las comunidades orófilas nevadenses, las referencias a la vegetación nevadense y los trabajos sobre ella aumentan considerablemente.

En el año 1953 se realiza una excursión fitosociológica internacional que recorre la España peninsular y de cuyos trabajos preparatorios y observaciones realizadas se publican dos obras. La excursión y las publicaciones permiten el asentamiento definitivo de la metodología fitosociológica en España.

En 1961 Rivas Martínez publica uno de sus primeros trabajos, sobre los pisos de vegetación de Sierra Nevada, con un enfoque fitosociológico algo distinto al de Quézel, separando ya la alianza *Andryalon agardhi* y reconociendo la complejidad de

incluir en *Xhero-Acanthion* todos los matorrales y pastizales orófilos, restringiendo el concepto al matorral de caméfitos espinosos almohadillados calcífilos.

El geógrafo alemán H. Ern inicia en 1961 su tesis doctoral, publicada en 1966, sobre geografía física de nuestro territorio, teniendo como base la vegetación. Ern realiza en su trabajo un estudio de la variación de los límites en altitud en cada piso de vegetación de las montañas ibéricas, habiendo efectuado dos transectos en las montañas andaluzas. Uno de ellos desde la cordillera Cantábrica a Sierra Nevada y otro desde la Serranía de Ronda hasta La Sagra, incluyendo Sierra Nevada.

Restringiéndonos a los estudios fitosociológicos, Rivas Goday & Mayor (1966) publican una comunicación presentada en la Real Academia de Farmacia sobre la vegetación y flora orófila del Reino de Granada. Las referencias al trabajo de Quézel son frecuentes, estableciéndose un primer esquema sintaxonómico con varias propuestas nuevas y una interesante correlación de elementos florísticos con pisos de vegetación y asociaciones potenciales.

En 1969, Rivas Martínez realiza una síntesis comparativa de la vegetación de la alta montaña española, utilizando el término *oromediterráneo*, con abundantes referencias a Sierra Nevada.

Es a partir del año 1971 cuando la aparición de publicaciones aumenta exponencialmente. En este año se publica la tesis de P. Prieto sobre la cuenca del río Monachil, en el que el estudio fitosociológico sigue un esquema análogo a lo realizado hasta el momento, proponiendo algunas combinaciones nuevas.

De las numerosas publicaciones que se realizan desde entonces, entre las que introducen nuevos conceptos, proponen nuevas asociaciones o tratan la vegetación en profundidad, están las siguientes:

En 1985, Valle publica el mapa de las series de vegetación de Sierra Nevada donde, aparte de una visión global de la situación, realiza unas interesantes correlaciones entre comunidades vegetales y tipos de suelo.

En 1986, Rivas Martínez, Fernández González y Sánchez Mata, publican "Datos sobre la vegetación del Sistema Central y Sierra Nevada", resumen sistematizado de la vegetación de ambos sistemas montañosos.

En este mismo año aparece "El paisaje vegetal de Sierra Nevada. La cuenca alta del río Genil", de Losa Quintana, Molero Mesa, Casares Porcel y Pérez Raya,

aportando mapas de vegetación potencial, real y pisos bioclimáticos, así como una descripción de la dinámica vegetal de la cuenca.

En 1987 se publica “La flora de Sierra Nevada. Avance sobre el catálogo florístico nevadense” por Molero Mesa & Pérez Raya, donde se realiza por primera vez el intento de obtener un catálogo del territorio.

A finales de 1987 se reedita en “Opuscula Botanica Pharmaciae Complutensis” un trabajo de Rivas Martínez, Arnáiz, Barreno y Crespo: “Apuntes sobre las provincias corológicas de la península Ibérica e islas Canarias”. En esta reedición se realizan nuevos dibujos de las cliseries altitudinales. Entre ellas una de Sierra Nevada.

Con el título de “Comunidades vegetales de Sierra Nevada” aparece un librito (Martínez Parras, Peinado y Alcaraz, 1987) que incluye nuevas propuestas sintaxonómicas.

Pérez Raya publica su tesis doctoral también en 1987, realizando un minucioso estudio de la vegetación en el sector Malacitano-Almijarense de Sierra Nevada, con numerosas tablas de inventarios, la propuesta de muchos nuevos sintáxones y un estudio dinámico entre las comunidades de las distintas series de vegetación.

Pérez Raya, López Nieto, Molero Mesa y Valle (1990), se recoge una síntesis de la vegetación de Sierra Nevada y un esquema sintaxonómico.

En el año 1999 se vuelve a realizar una excursión geobotánica internacional (*Iter Ibericum*) por parte de la Asociación Internacional de Ciencias de la Vegetación (IAVS), con el patrocinio de la Asociación Española de Fitosociología (AEFA), que recorre la península y llega a Sierra Nevada. Con tal motivo Rivas Martínez y sus numerosos colaboradores comienzan a publicar trabajos de síntesis sobre los sintaxones ibéricos. El número 13 de la revista *Itinera Geobotanica* recoge todo el itinerario realizado, con la descripción de la vegetación observada, que en el caso de Sierra Nevada está realizado por Molero Mesa (1999). En años posteriores, la revisión de los sintaxones se hace efectiva a través de la revista *Itinera Geobotanica* (Rivas Martínez & cols. 2001, 2002)

A la hora de elaborar la presente memoria han sido de gran valor las tesis de Lorite (2002), sobre la flora y fitosociología de la Sierra Nevada Almeriense, y la de El Aallali (2003) una completa cartografía de la Alpujarra granadina, así como ciertos apartados de la tesis de Salazar (1996).

Entre los trabajos no estrictamente botánicos podemos destacar el Mapa geomorfológico de Gómez Ortiz (2002) donde se analiza la morfología glacial y periglacial de Sierra Nevada, más concretamente la zona Corral del Veleta.

Esta revisión bibliográfica inicial se ha ido actualizando a lo largo del desarrollo de nuestro trabajo, incorporando todas aquellas referencias que desconocíamos inicialmente, así como las nuevas publicaciones que han ido apareciendo durante el desarrollo de este. La evolución de los conceptos fitosociológicos, biogeográficos y bioclimáticos también forma parte de los antecedentes tenidos muy en cuenta para la elaboración de la Memoria. A ellos se hace referencia en los apartados correspondientes.



## OBJETIVOS

A partir de los estudios realizados en la zona hasta la fecha, de los nuevos enfoques en el estudio de la vegetación, de los datos obtenidos en el inicio del proyecto GLORIA y del trabajo que debíamos desarrollar, se establecieron los siguientes objetivos:

- Caracterización del piso bioclimático superior de Sierra Nevada (crioromediterráneo) y su delimitación con respecto al piso inferior (oro mediterráneo), basándonos en sus comunidades vegetales y asociaciones (vegetación) y en su contenido florístico (flora).
- A tal fin, realización de suficientes inventarios fitosociológicos y toma de datos respecto a la ecología de los taxones, que nos permitiera realizar un tratamiento estadístico al conjunto de inventarios y efectuar modelos predictivos de distribución de las especies.
- Elaborar, como testigo final del estado actual de la flora y vegetación en la zona superior de Sierra Nevada, la cartografía a escala 1:10.000 de la vegetación representada por las distintas asociaciones.
- Realizar un control sobre los cuatro escenarios de observación establecidos en el proyecto GLORIA, observando la posible evolución en la ocupación del terreno por parte de los taxones. Utilización de los datos obtenidos de los dieciséis termómetros instalados, intentando establecer algún tipo de relación entre la distribución de especies y comunidades y diversos parámetros termométricos.



## **2. DESCRIPCIÓN DEL TERRITORIO**



## 2.1 LOCALIZACIÓN Y DELIMITACIÓN

En el tercio sur de la Península Ibérica, territorio ocupado por Andalucía (Figura 1 y 2), se distinguen tres grandes unidades morfoestructurales; Sierra Morena en el norte y hacia occidente; la Cordillera Bética como límite sur y oriental, y, entre ambos rangos montañosos, la amplia Depresión del Guadalquivir.

Dentro de la Cordillera Bética, que se extiende desde el golfo de Cádiz hasta las Baleares, se reconocen tres dominios dispuestos en franjas desde el interior peninsular hacia el Mediterráneo. La más septentrional es el dominio ó zona Prebética, a la que sigue la Subbética. Al conjunto de ambas se les suelen denominar “unidades externas”. La más meridional se considera el núcleo central de la Cordillera, por lo que se denomina zona Bética y, también, “unidad interna”.

Es en el interior de la zona Bética donde se localiza Sierra Nevada, lugar en que afloran los materiales geológicos de origen más profundo, metamórficos, y donde las cimas alcanzan las máximas altitudes, como es el caso del Mulhacén, la mayor elevación de la Península Ibérica con 3.481 m.

Sierra Nevada tiene, al menos, dos partes claramente diferenciadas: la zona externa, de naturaleza calizo – dolomítica, que se prolonga en las sierras vecinas, y una zona interna, metamórfica, en su mayoría de naturaleza silíceo. En esta zona interna se ha desarrollado nuestro trabajo, en la franja altitudinal comprendida, a grandes rasgos, entre los 2.400 y los 3.481 m.

Los límites longitudinales se han establecido entre la cumbre del Caballo al oeste y el vestisquero de las Cabras (Puerto de Jeres) hacia la parte oriental. Recientemente Rivas Martínez (2007: 42 (46b)) ha establecido el distrito biogeográfico Altonevadense, que viene a coincidir, básicamente, con los límites aquí expuestos. De esta forma queda incluida en el área de estudio la línea de cumbres que superan los 3.000 m de altitud, la mayoría de ellas separando las vertientes septentrional y meridional de la Sierra: Caballo (3.011m), Tosal Cartujo (3.152m), Veleta (3.392m), Mulhacén (3.481m), Alcazaba (3.366m), Puntal de Vacares (3.125m), El Cuervo (3.148m), Horcajo (3.179m), llegando por la parte oriental hasta el puerto de Jéres (2.869m).

El Parque Nacional de Sierra Nevada, con una superficie de 86.208 ha ocupa las áreas culminales, extendiéndose entre las provincias de Granada y Almería, sobre

un total de 44 municipios. En su declaración como Parque Nacional (1.999) prevaleció su rica y endémica flora, la originalidad de la vegetación y la diversidad climática de esta montaña mediterránea.

El territorio objeto de estudio queda casi totalmente incluido dentro de los límites del Parque. Sólo la cabecera del río Monachil y parte de la del Dílar quedan fuera de la figura de protección. Las zonas más elevadas de Sierra Nevada, donde hemos realizado nuestro estudio, forman parte de hasta 12 municipios, todos ellos de la provincia de Granada: Güejar Sierra, Monachil, Dílar, Dúrcal, Lanjarón, Cañar, Soportújar, Bubión, Pampaneira, Capileira, Trevélez y Jéres del Marquesado.



Figura 1. Imagen de satélite. Península Ibérica.

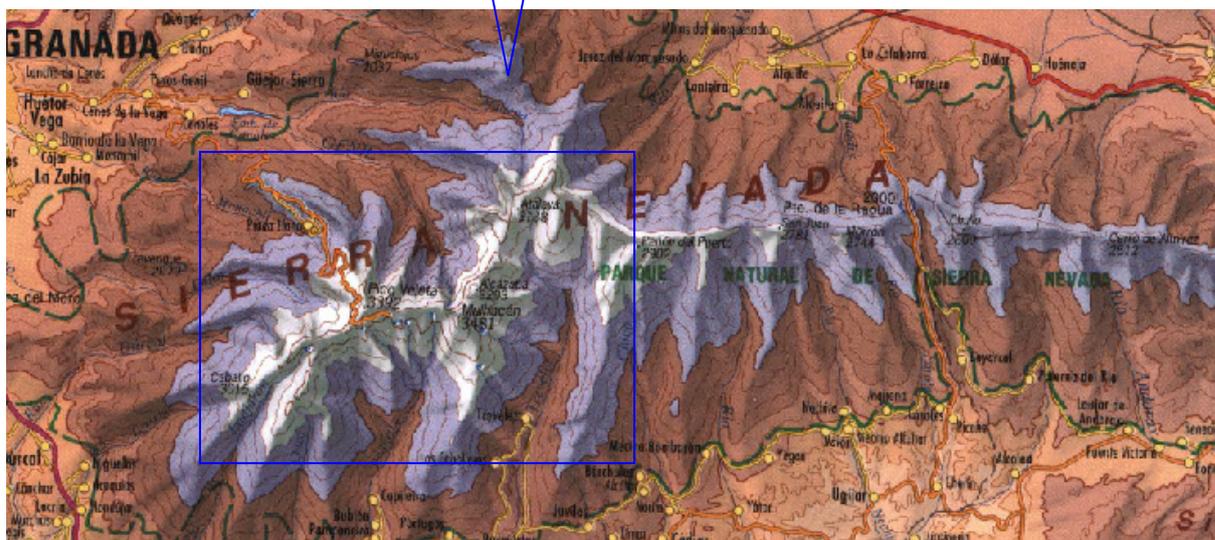


Figura 2. Imagen de Sierra Nevada. Área de estudio.

## 2.2 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Las cordilleras Béticas son una gran unidad geológica que se extiende por el sur y sureste de la Península Ibérica, a lo largo de más de 500 km, desde las proximidades del Golfo de Cádiz hasta las Islas Baleares (mapa). Quedan delimitadas, por tanto, hacia el norte por la Depresión del Guadalquivir y la Cordillera Ibérica, y hacia el sur por el mar Mediterráneo.

Su formación fue producto de la compresión, de dirección NNW-SSE, de acercamiento y colisión de la placa africana contra el macizo central ibérico. Esta cordillera alpídica posee las características propias del gran proceso orogénico alpino, puestas de manifiesto por la presencia de grandes mantos de corrimiento y por los peculiares contrastes entre las unidades estructurales denominadas zonas externas y zonas internas ( Molero Mesa, 2001)

Las zonas internas están representadas por la Cordillera Bética, en sentido estricto, también denominada Cordillera Penibética, y algunos otros elementos de menor extensión, situándose entre el Subbético y el Mediterráneo, aproximadamente desde Estepona al Cabo de Palos. En ella, las deformaciones orogénicas afectan a los materiales más profundos, paleozoicos, jugando el metamorfismo un papel esencial. Es en esta zona interna, de geología complicada, donde se sitúa Sierra Nevada y está compuesta por tres grandes complejos superpuestos tectónicamente (Delgado & cols., 2001):

El complejo *Nevado- Filábride* está formado por dos grandes grupos de mantos, en posición inferior el manto del Veleta y encima el manto del Mulhácen.

El manto del Veleta corresponde a una sola unidad, la de las Yeguas, aflorando en mayor extensión. Este manto lo componen micasquistos grafitosos que presentan un gran espesor, del orden de 3000m como mínimo, entre los que aparecen anfibolitas, serpentinitas y epidotitas. No se tienen datos directos de la edad de estas rocas, pero generalmente se atribuyen al Paleozoico, e incluso parte de ellas pueden ser del Precámbrico; constituyen un zócalo antiguo afectado por el metamorfismo alpino. Encima afloran cuarcitas y micasquistos feldespáticos alternantes, con un espesor total de 200 m (Figura 3).

El manto del Mulhacén presenta, de abajo a arriba, las unidades de San Francisco, de la Caldera y de las Sabinas.

La unidad de San Francisco aflora en muy pequeña extensión en el sector de los Peñones de San Francisco. Está formada por micasquistos oscuros en su base sobre los que aparecen micasquistos claros dorados, con una potencia total de unos 200 m. Posiblemente corresponda a un antiguo zócalo herciniano.

La unidad de la Caldera es la que generalmente se encuentra sobre el manto del Veleta y forma diversos isleos tectónicos, uno de los cuales ocupa el pico del Mulhácen. Está constituida en la base por micasquistos con distena y estaurolita que se escinde en bloques y no en lajas y se conservan unos 300 m de espesor como máximo. Deben de corresponder a un zócalo hercínico. Encima se sitúan diversos tipos de micasquistos con un espesor máximo de unos 500 m. Se atribuyen al Triásico inferior por comparación con unidades alpujárrides. A techo aparecen mármoles, de los que se conserva un espesor máximo de unos 40 m, atribuidos al Trías medio-superior, también por comparación con el Alpujárride. En todos los materiales citados de la unidad de la Caldera existen intercalaciones de anfibolitas y serpentinitas. Algunas anfibolitas se concentran hacia techo, en la base o cerca de los mármoles. Además aparecen localmente a techo algunos materiales posiblemente mucho más jóvenes. Se trata de la formación de Soportújar, formada por mármoles conglomeráticos que se depositaron en el Terciario y muestran una historia metamórfica menos complicada que el resto de los materiales.

La unidad de las Sabinas aparece en el borde occidental del Nevado-Filábride, directamente debajo del Alpujárride. Está formada por esquistos granitíferos oscuros, con un espesor de unos 200m, quizás paleozoicos o triásicos. Encima se sitúan mármoles (unos 200m) entre los que se intercalan abundantes ortogneises. Existen también algunos afloramientos de serpentinitas en esta unidad y, localmente a techo, mármoles conglomeráticos.

Todos los materiales nevado- filábricos han sido afectados por el metamorfismo alpino. Los dos complejos restantes, *Alpujárride* y *Malaguide* no se presentan en la zona de estudio.

En el interior del complejo Nevado Filábride centramos nuestro interés observando como el relieve adquiere una forma abombada y alomada en su mayoría (vertiente sur), pero que en muchas ocasiones suele estar muy accidentada (vertiente norte) con dominancia de crestas, tajos, cortados, cascajares y salientes. Estas zonas más abruptas y accidentadas del relieve coinciden con las zonas más altas y de cumbres.

Las cumbres principales se alinean en dirección este-oeste, y son cortadas a su vez por otras menos importantes, con dirección noreste. A un nivel de mayor precisión el relieve e hidrografía puede agruparse atendiendo al siguiente esquema (Gómez Ortiz, 2002):

- a) Altas cumbres y cabeceras de barrancos
- b) Laderas o lomas
- c) Surcos fluviales o barrancos

a) Las altas cumbres y cabeceras de barrancos proporcionan con sus formas agrestes (crestas, cortados, tajos, etc ) un rasgo alpino al conjunto de la montaña. Se trata de espacios instalados por encima de los 2900-3000 m. cuyo relieve queda resaltado por la desnudez del roquedo y las fuertes pendientes. Debido al rigor climático apenas existe vegetación, adquiriendo los procesos morfogénicos especial relevancia (gelifracción, avalanchas, etc).

La mayor parte de estos sectores coinciden con la línea de cumbres en la que se detectan contrastes morfológicos acusados, pues alternan las cresterías con las altiplanicies, éstas últimas pudiéndose prolongar de formas escalonada hacia el fondo de los barrancos. Las cresterías son resultado de la intensa acción erosiva del hielo que logró, durante los períodos glaciares, esculpir con intensidad las paredes de los circos acercando la divisoria entre sistemas contíguos y, en ocasiones, rebajándola y convirtiéndola en collados de transfluencia. Las altiplanicies deben entenderse como relieves antiguos muy evolucionados convertidos en superficies de erosión. El desarrollo que ofrecen estas planicies en la línea de máximas cumbres es muy considerable.

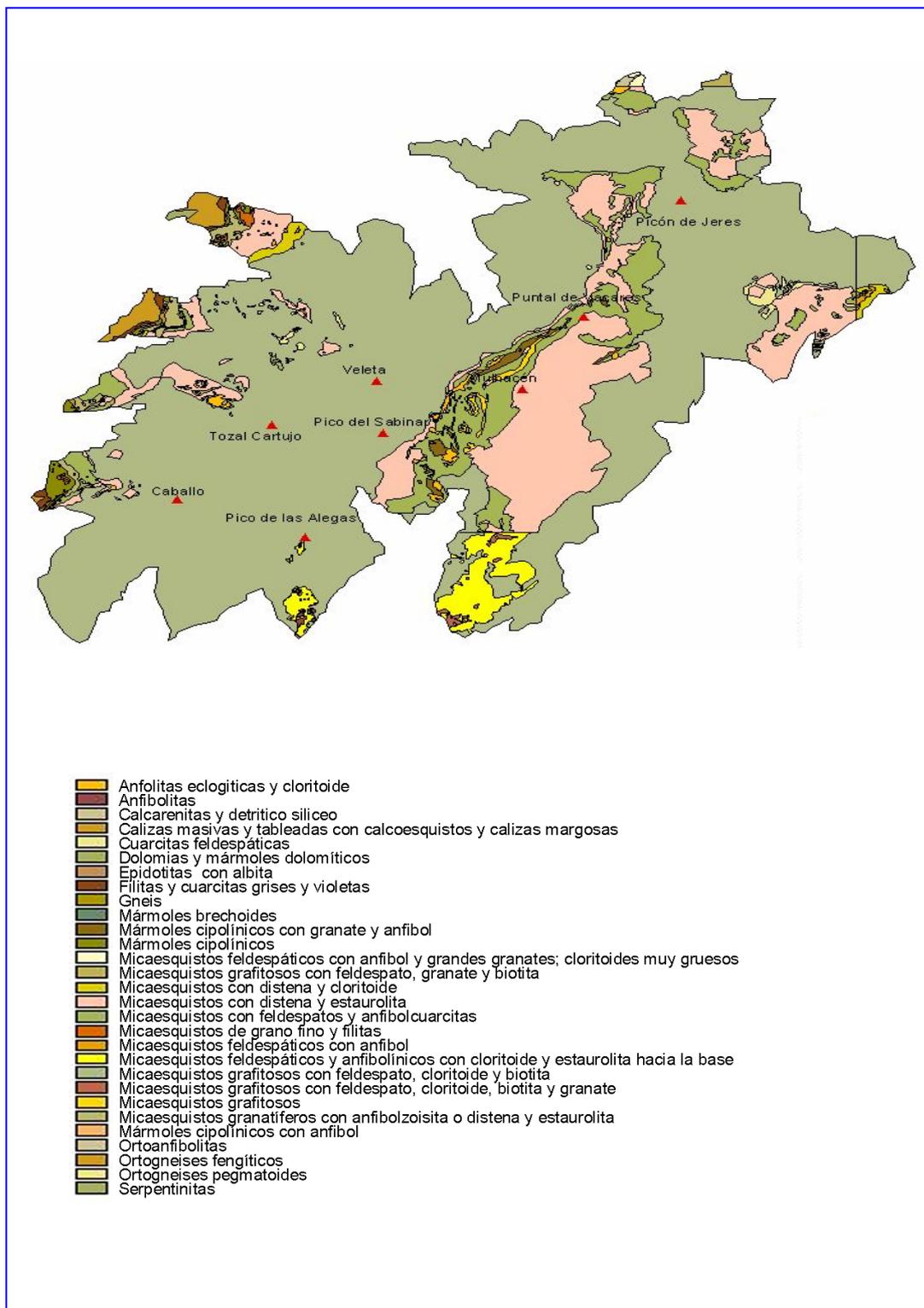


Figura 3. Geología del territorio.

En referencia a las cabeceras de los barrancos, estas coinciden con las antiguas cuencas de alimentación glaciaria que, a su vez, se desarrollaron en concavidades ya preestablecidas, de manera tal que el relieve preexistente determinó la instalación de las masas heladas. Es por ello que las formas que actualmente las caracterizan deban asociarse, sobre todo, a la dinámica de los hielos glaciares.

No se puede obviar la presencia en estas zonas más elevadas, superiores a 2600 m en general, de las lagunas de Sierra Nevada, algunas reliquias de episodios glaciares y que en su mayoría poseen aguas relativamente permanentes. Entre las más destacadas encontramos, La Caldera y Aguas Verdes (Valle del Poqueira), Larga (Valle del Genil), Vacares y Juntillas (Valle del Trevélez).

#### b) Laderas o lomas

Son los tramos de vertiente que enlazan las áreas de cumbres con los fondos de valle. En su conjunto mantienen diferencias acusadas, tanto morfológica como topográficamente, sobre todo, entre las meridionales y las septentrionales. Sin embargo, tienen en común la agostura que, en ocasiones, obliga al curso del río a encajarse en tortuosos desfiladeros.

En la vertiente septentrional podemos encontrarnos con pendientes mayores del 30%, mientras que en la meridional predominan las inferiores al 20%, con algunas zonas concretas en las que supera el 30%.

Con respecto a las laderas igualmente se detectan asimetrías, reflejadas en sus perfiles, convexos cuando los estratos se disponen conformes a la pendiente producto quizás de una mayor permanencia y cantidad de nieve, y con resaltes rocosos cuando los materiales buzcan perpendicularmente a la pendiente.

La acción periglaciaria escalonada en el tiempo ha provocado formas y modelados en las lomas dando lugar a la atenuación de las pendientes.

En las laderas también se identifican algunos circos colgados y abundantes nichos glacio-nivales de menor magnitud.

#### c) Surcos fluviales o barrancos

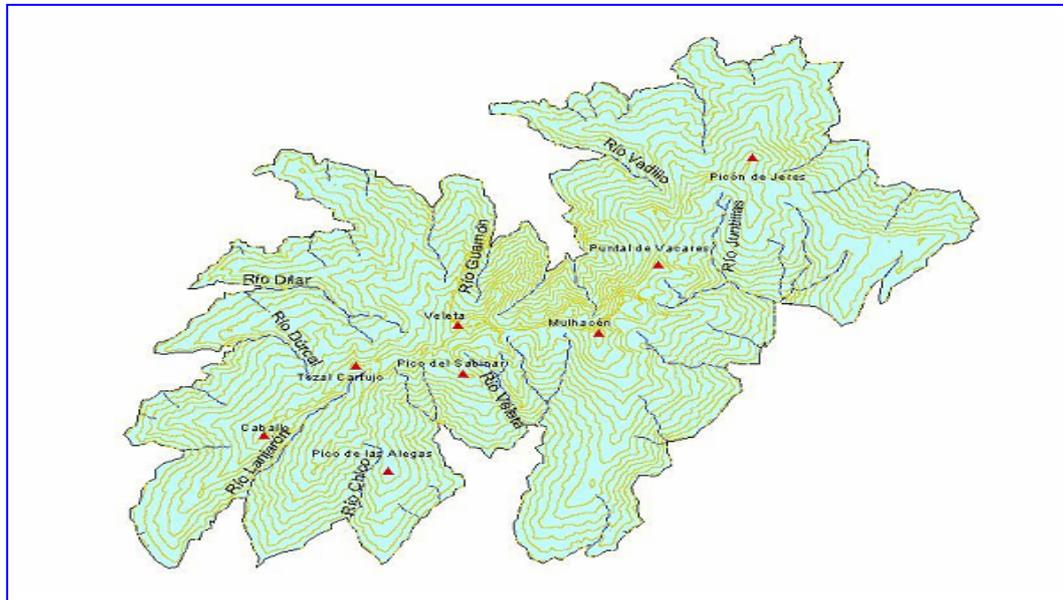
La forma alargada del macizo de Sierra Nevada, en dirección este-oeste, hace que sus aguas sean repartidas en dos vertientes hidrográficas: la norte que drena al

río Guadalquivir, con desembocadura en el Océano Atlántico, y la sur, drenada por varios cursos independientes que vierten sus aguas hacia el Mar Mediterráneo (Figura 4).

Su hidrografía esta condicionada por la innivación y el deshielo, así como por el comportamiento hidrogeológico de los materiales que afloran. Estos materiales, en su mayoría micasquistos (pizarras, lastras) de origen metamórfico y poco permeables, pueden presentar en las zonas altas algo de infiltración provocada por la gran alteración durante el deshielo y la escorrentía de las aguas.

La presencia de los perfiles en U en la cabecera de los barrancos nos muestra como el glaciario quedó aislado a las zonas mas culminales. Solo en algunas ocasiones se denotan acumulaciones morrénicas.

Si descendemos en altitud los barrancos forman un sistema radial que adquiere mayor importancia. Todos están fuertemente encajados (perfil en V) y poseen pendientes acusadas debido, también, al levantamiento que ha venido sufriendo la sierra.



**Figura 4.** Hidrografía y curvas de nivel del territorio.

### 2.3 EDAFOLOGÍA

El suelo es un factor muy importante, a veces decisivo, en la configuración del paisaje vegetal de un determinado territorio. La interacción entre el sustrato rocoso, el clima regional, el relieve y los seres vivos, en especial las plantas, a través del tiempo, determinan una tipología edafológica directamente relacionada con la comunidad vegetal que sustenta.

Los suelos en Sierra Nevada son un elemento clave en sus ecosistemas y, al igual que sucede con la flora y la fauna, presentan unos rasgos peculiares (Delgado & cols., 2001). Numerosos estudios e investigadores han puesto de relieve estas circunstancias. Sin embargo, en estos mismos trabajos, muchas veces plasmados en cartografías de diferente magnitud, no se tienen en cuenta los tipos de suelos (o protosuelos) desarrollados en las zonas más elevadas. En estas circunstancias, que los autores sitúan en altitudes superiores a 2800 m (Delgado & cols., 2001; Aguilar & Fernández, 1996), se duda de la existencia de auténtico suelo, con referencia incluso a que no existe, evidentemente, ninguna potencialidad agronómica. En la cartografía de los suelos se las suele denominar como zonas pedregosas y rocosas, con ausencia de suelos.

De esta forma, el territorio de mayor interés en nuestro estudio, el crioromediterráneo, que como consideración previa, se localiza justamente a partir de esos 2800 m apenas puede ser caracterizado por sus suelos, que, no obstante, existen, aunque en extensiones muy reducidas. Estos escasos suelos, en los lugares más protegidos, vienen a corresponderse con los que existen en altitudes inmediatamente inferiores.

El resumen de los suelos que se desarrollan a partir de los 2000 m y el mapa sintético que se acompaña (Figura 5) se han realizado a partir de los mapas de suelos y memorias explicativas (escala 1:100000) del proyecto LUCDEME de las hojas de Güejar Sierra (1027) (Delgado Calvo-Flores, R & cols., 1988), Aldeira (1028) (Aguilar, J. & cols, 1986), Lanjarón (1042) (Delgado Calvo-Flores, R & cols., 1993), y Berja (1043) (Aguilar, J. & cols, 1986), del mapa de suelos de la Alpujarra, a escala 1:20000 (Aguilar, J. & J Fernández 1996), y de Delgado Calvo-Flores R., 2001.

Las zonas culminales de Sierra Nevada están ocupadas en su mayor parte por derrubios y afloramientos de roca, que no son considerados, desde el punto de vista edáfico, como suelos, aunque no significa que no existan materiales afectados por la

edafogénesis, donde vive una parte importante de flora. Son los denominados Protosuelos (Delgado Calvo-Flores, R56, 2001) localizados en las grietas de las rocas, a modo de relleno, de material fino mezclado con cantos.

La franja altitudinal inferior, comprendida a grandes rasgos entre 2500 y 2800 m, ocupada por una cobertura vegetal escasa y poco protectora, donde los procesos erosivos son intensos y los procesos de meteorización química siguen estando muy limitados, la formación de suelo, además, está entorpecida por las bajas temperaturas invernales. Los suelos tienen escaso contenido de humus, sin apenas arcilla y quedando suelto un material de color grisáceo proveniente directamente de la roca. Los suelos se clasifican como Regosoles dísticos o Leptosoles dísticos, muy pedregosos y pobres en nutrientes.

Entre los 2000 y 2500 m (a veces hasta 2800 m), las condiciones climáticas son más suaves, lo que da lugar a un aumento en los procesos de meteorización química, con el desarrollo de un horizonte de alteración en los suelos y una mayor formación de arcilla. Los suelos producidos son Cambisoles húmicos, o Rankers, suelos típicos de alta montaña silíceas. Si el epipedon úmbrico no se desarrolla, o se erosiona, el suelo pasa a Cambisol dístico y si la erosión es tan intensa que impide la formación del horizonte cámbrico, los suelos pasan a ser Regosoles dísticos o Leptosoles úmbricos. En estas condiciones la vegetación característica es un matorral abierto de piornos y caméfitos.

En zonas de menor pendiente, usualmente en la parte inferior de esta franja, los suelos se hacen más profundos (más de 50 cm.), presentan más nutrientes y aparece un horizonte de alteración profunda. Son los suelos pardos, quizá los más característicos de Sierra Nevada, que se desarrollan sobre derrubios de micaesquistos y cuarcitas, bajo el piornal-enebral, usualmente muy denso. Se clasifican como Cambisoles eútricos.

En estas franjas que van desde los 2000 a los 2800 m (3000 m) existen suelos ligados a determinadas posiciones topográficas, en depresiones endo y exorreicas, o en puntos donde se acumulan las aguas del deshielo. Estos suelos hidromorfos son independientes del resto y ocupan los bordes de arroyos, lagunas y surgencias de agua. La vegetación hidrófila enraiza el suelo y suministra abundantes restos orgánicos, que se descomponen lentamente. Cuando no se presentan muy evolucionados, siendo lo más frecuente, se clasifican como Gleysol húmico. En lugares muy determinados aparecen más desarrollados, dando lugar a Histosol o

turbera. En su conjunto a estas formaciones y a la vegetación que las acompaña se les denomina “borreguiles” o “chancals” y el hombre mediante el riego de laderas en las cabeceras de los ríos desde hace siglos ha provocado una ampliación de los mismos.

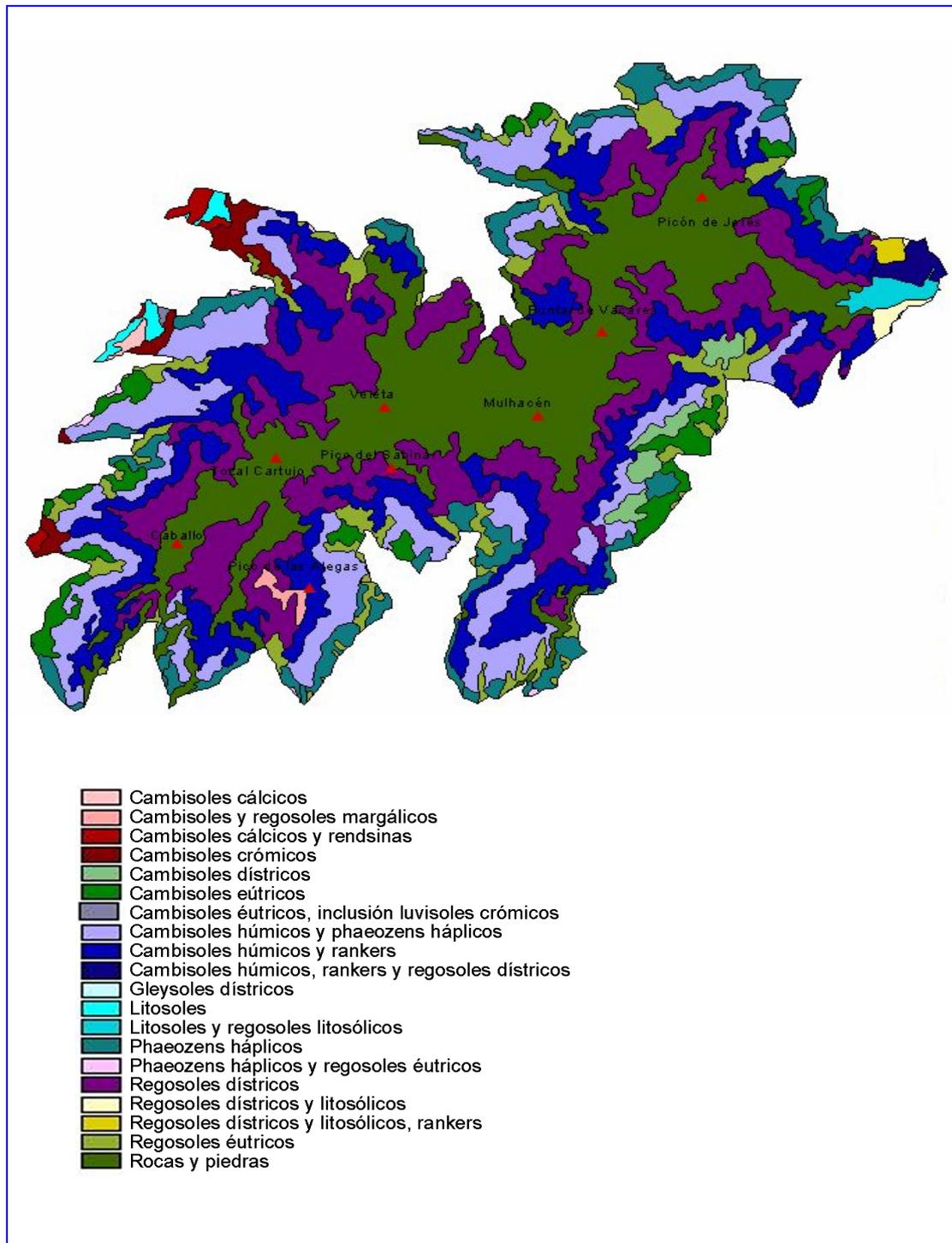


Figura 5. Edafología del territorio.



## 2.4 BIOGEOGRAFÍA

Desde los inicios de la Botánica como ciencia, la relación entre las plantas y el medio en que viven, representado por su distribución territorial, ha sido un elemento básico en la descripción de la propia planta. Al mismo tiempo, se asumía que la flora existente en una región determinada venía a ser la mejor expresión de la naturaleza del territorio.

Tras las primeras publicaciones de Humbolt, especialmente de *Essai sur la géographie des plantes*, los botánicos-exploradores del siglo XIX, que en sus trabajos describían y daban a conocer la flora de territorios poco o nada conocidos, incluían un capítulo, mas o menos pormenorizado, de observaciones geobotánicas sobre la modificación de la flora en altitud (pisos de vegetación) y consideraciones generales sobre la distribución general de la flora analizada en su obra.

De esta forma, en lo que se refiere a Sierra Nevada, tanto Clemente (1864) como Boissier (1839-1845: 183-241), recogen observaciones sobre lo que ellos denominan “Geografía Botánica” y así, este último autor señala hasta cuatro regiones diferentes en el antiguo Reino de Granada, en función de la altitud y de la composición de la flora, analizando y comparando también la flora respecto a otros territorios por el conocidos.

La Fitogeografía, tal como la conocemos hoy, surge como una ciencia global, mundial, que trata, como uno de sus objetivos principales por su consideración de síntesis, el establecer territorios homogéneos desde el punto de vista de su flora y vegetación, aunque relacionados entre sí, en mayor o menor grado, en función de una tipología jerárquica que nos pone de manifiesto las semejanzas y las diferencias entre los territorios individualizados.

Schouw (1823) fue el primer autor en enunciar un sistema tipológico que recogía y distribuía la biodiversidad vegetal de la Tierra. Posteriormente, diversos autores han propuesto tipologías similares, unas veces en función de la flora (sistemas corionómicos), otras en función de la vegetación y del clima (sistemas climático-vegetacionales).

La Biogeografía, tal como la define Rivas Martínez (2007: 33), autor que ha propuesto la más moderna tipología, es “la disciplina que estudia la distribución, las causas y las vías de migración de los seres vivos y de sus comunidades en la Tierra,

tanto en ambientes terrestres como marinos”. Este mismo autor, al que seguiremos en sus propuestas, señala que “la Biogeografía se basa principalmente en la corología vegetal, habida cuenta la importancia que tienen las especies y las comunidades vegetales vasculares en la definición y delimitación de las unidades tipológicas de la geobiosfera” o territorios emergidos de la Tierra. De esta forma la Fitogeografía, por extensión, se convierte en Biogeografía, hecho que sucede desde hace tiempo, pues estas tipologías, surgidas de la Fitogeografía, son usadas por todos los estudiosos y por las administraciones encargadas del Medio Natural. No obstante, en la delimitación y caracterización de las distintas unidades biogeográficas, además de los criterios florísticos y de vegetación, se utilizan también los zoológicos, edafológicos, bioclimáticos y ecofuncionales.

Las unidades principales de la Biogeografía en orden jerárquico decreciente son: Reino, Región, Provincia, Sector, Distrito y Tesela. Salvo para esta última, pueden reconocerse unidades biogeográficas auxiliares de menor o mayor rango. Todas estas unidades deben ser territorios geográficos de superficie continua que incluyan los accidentes orográficos y diversidad litológica que pueda existir en su área. La unidad tipológica elemental es la Tesela, que se ha definido como un espacio geográfico de extensión variable y homogénea ecológicamente, es decir, que solo puede poseer un tipo de vegetación potencial, y por tanto, una única secuencia de comunidades sustituyentes. También puede tratarse, como sucede en las altas montañas (zona culminar de Sierra Nevada), territorios polares o habitats excepcionales, de espacios geográficos homogéneos ocupados por comunidades permanentes, es decir, carentes de asociaciones vivaces no nitrófilas de sustitución, que se designan como permateselas. Una catena de teselas o permateselas en vecindad constituyen los complejos teselares y permateselares. La tesela, la permatesela y sus complejos teselares y permateselares, en función de la geología y geomorfología locales, son las únicas unidades biogeográficas que pueden repetirse de modo disyunto (Rivas Martínez, loc.cit.).

Desde los primeros intentos de sectorización de la Península Ibérica (Rivas Martínez & col., 1977), Sierra Nevada, como entidad geográfica, quedaba claramente dividida, biogeográficamente, en tres unidades, muy relacionadas con la naturaleza del sustrato geológico; los materiales calizo-dolomíticos del noroeste del macizo, la zona inferior de la cara sur y el núcleo central. Este núcleo central, de naturaleza metamórfica, donde se ubica nuestra zona de estudio, se denominó como Sector Nevadense y, en principio, comprendía además las Sierras de Filabres y las Estancias,

de similar composición litológica (Rivas Martínez, 1987). En la actualidad, en función de los estudios geobotánicos mas detallados del territorio (Rivas Martínez, 2007), las sucesivas aproximaciones realizadas por el autor y colaboradores, y la homogenización del sistema tipológico a los parámetros lingüísticos usados en otros y mas antiguos sistemas, el encuadre biogeográfico de las zonas más elevadas de Sierra Nevada es el siguiente:

Reino Holártico

Región Mediterránea

Subregión Mediterránea Occidental

Provincia Bética

Sector Nevadense

Distrito Nevadense Oriental

Distrito Altonevadense

De esta forma, el actual sector Nevadense queda restringido al núcleo central de Sierra Nevada, desde las faldas del Cerro del Caballo en la parte occidental, a las de Montenegro en la oriental, que vendría a coincidir, a grandes rasgos con lo que Rivas Martínez & col. (1997) denominaron distrito Nevadense y que, junto con el distrito Filábrico constituían el entonces llamado sector Nevadense.

Es un sector eminentemente montañoso, en el que se contabilizan más de treinta vértices superiores a 3.000m en la porción occidental, destacando el Mulhacén (3481m), máxima altura peninsular, y otros ya enumerados. En la parte oriental las máximas alturas almerienses son las del Cerro del Chullo (2609m) y el Cerro del Almirez (2519m).

De acuerdo con estos últimos autores, uno de los criterios tradicionalmente utilizados en el reconocimiento y delimitación de áreas biogeográficas es la distribución de los táxones y sintáxones endémicos. A partir de los datos enunciados por ellos, con algunas modificaciones, estimamos como taxones, sintaxones y series (permaserias) de vegetación bioindicadores y característicos de este sector los siguientes endemismos estrictos del territorio:

## Táxones

*Agrostis canina* subsp. *granatensis*

*Agrostis nevadensis*

*Alchemilla fontqueri*

*Alyssum nevadense*

*Anthirrhinum rupestre*

*Androsace vitaliana* subsp. *nevadensis*

*Arenaria nevadensis*

*Arenaria tetraquetra* subsp. *amabilis*

*Armeria filicaulis* subsp. *nevadensis*

*Armeria splendens*

*Artemisia x fragosoana*

*Artemisia granatensis*

*Avenula laevis*

*Biscutella glacialis*

*Bunium macuca* subsp. *nivale*

*Campanula willkommii*

*Carduus carlinoides* subsp. *hispanicus*

*Carex nevadensis*

*Cerastium alpinum* subsp. *aquaticum*

*Cerastium alpinum* subsp. *nevadense*

*Chaenorrhinum glareosum*

*Coincya monensis* subsp. *nevadensis*

*Dactylis juncinella*

*Draba hispanica* subsp. *laderoi*

*Erigeron frigidus*

*Eryngium glaciale*

*Festuca clementei*

*Festuca frigida*

*Festuca paniculata* subsp. *moleri*

*Festuca pseudoeskia*

*Gentiana pneumonante* subsp. *depressa*

*Gentiana verna* subsp. *sierrae*

*Herniaria boissieri*

*Hippocrepis prostrata*  
*Holcus caespitosus*  
*Iberis carnosa* subsp. *embergeri*  
*Jasione crispa* subsp. *amethystina*  
*Koeleria crassipes* subsp. *nevadensis*  
*Laserpitium longiradium*  
*Leontodon carpetanus* subsp. *nevadensis*  
*Leontodon microcephalus*  
*Lepidium stylatum*  
*Leucanthemopsis pectinata*  
*Linaria nevadensis*  
*Linaria glacialis*  
*Moehringia fontqueri*  
*Nepeta x boissieri*  
*Nepeta nepetella* subsp. *laciniata*  
*Nevadensia purpúrea*  
*Pedicularis verticillata* subsp. *caespitosa*  
*Phleum abbreviatum*  
*Pimpinella procumbens*  
*Pinguicula nevadensis*  
*Plantago nivalis*  
*Poa minor* subsp. *nevadensis*  
*Potentilla nevadensis*  
*Ranunculus acetosellifolius*  
*Ranunculus angustifolius* subsp. *alismoides*  
*Reseda complicata*  
*Salix hastata* subsp. *sierrae-nevadae*  
*Sarcocapnos speciosa*  
*Saxifraga nevadensis*  
*Senecio elodes*  
*Senecio nevadensis*  
*Sideritis glaciali*  
*Taraxacum nevadense*  
*Thlaspi nevadense*  
*Thymus serpylloides*  
*Trisetum antoni-josephi*

*Trisetum glaciale*  
*Vaccinium uliginosum* subsp. *nanum*  
*Verbascum nevadense*  
*Veronica turbicola*  
*Viola crassiuscula*

### **Sintáxones**

*Sedo melanantheri-Saxifragetum gredensis*  
*Festucion frigidae*  
*Veronico turbicolae-Festucetum rivularis*  
*Leontodonto microcephali-Ranunculetum alismoidis*  
*Pinguiculo nevadensis-Eleocharidetum quinqueflorae*  
*Saxifragion nevadensis*  
*Centrantho nevadensis-Sedetum brevifolii*  
*Saxifragetum nevadensis*  
*Sarcocapnetum speciosae*  
*Crepido oporinoidis-Rumicetum indurati*  
*Diantho lusitani-Antirrhinetum rupestris*  
*Holcion caespitosi*  
*Senecioni granatensis-Digitaletum nevadensis*  
*Violo crassiusculae-Linarietum glacialis*  
*Campanulo willkomii-Polystichetum lonchitidis*  
*Cirsion flavispinae*  
*Aconito burnatii-Senecionetum eloidis*  
*Aquilegio nevadensis-Ranunculetum granatensis*  
*Omalotheo pusillae-Lepidietum stylati*  
*Nevadension purpureae*  
*Nevadensienion purpureae*  
*Erigeronto frigidi-Festucetum clementei*  
*Festucetum moleroio-pseudoeskliae*  
*Thymenion serpyllioides*  
*Arenario frigidae-Festucetum indigestae*  
*Sideritido glacialis-Arenarietum pungentis*

*Cirsio gregarii-Dactyletum juncinellae*

*Nardo strictae-Festucetum ibericae*

*Armerio splendentis-Agrostietum nevadensis*

*Ranunculo acetosellifolii-Vaccinietum nani*

*Genisto versicoloris-Juniperion hemisphaericae*

*Genisto versicoloris-Juniperetum hemisphaericae*

*Salici capreae-Betuletum fontqueri*

### **Series y geopermaseries de vegetación**

Serie nevadense oromediterránea climatófila y edafoxerófila subhúmeda-húmeda, silicícola y calcoades de las microfruticadas de *Juniperus hemisphaerica* con *Genista versicolor*:

*Genisto versicoloris-Junipero hemisphaericae* sigmetum

Geopermaserie nevadense crioromediterránea húmeda, silicícola, de las nanofruticadas pulviniformes de *Festuca clementei* con *Erigeron frigidus*:

*Erigeronto frigidi-Festuco clementei* geopermasigmetum

La diferenciación de dos distritos en el sector Nevadense, al igual que la restricción de dicho sector al macizo de Sierra Nevada, se ha propuesto muy recientemente (Rivas Martínez, 2007). De esta forma, el Distrito Altonevadense abarca desde el Cerro del Caballo hasta el Ventisquero de las Cabras y el Nevadense Oriental comienza al finalizar este ventisquero, en el Peñón del Puerto, llegando hasta Montenegro, en la provincia de Almería.

El distrito Altonevadense, donde se incluye el territorio estudiado, posee piso crioromediterráneo, inexistente en el distrito Nevadense Oriental. Tampoco existen las permateselas, asociaciones, ni flora asociada a este piso (salvo excepciones, en condiciones topográficas especiales). Por tanto, la parte oriental solo alcanza el piso oromediterráneo. Aparte de ello, también existen especies y comunidades diferenciales en ambos distritos. Algunas de las especies de montaña presentes en el Nevadense Oriental y de las que no hay constancia en el Altonevadense son:

*Moehringia fontqueri*

*Saxifraga trabutiana*

*Pinguicula grandiflora*

*Artemisia chamaemelifolia*

*Euphorbia flavicoma*

*Festuca longiauriculata*

*Centaurea pulvinata*

## 2.5 BIOCLIMATOLOGÍA

El clima es un factor de primera importancia en la distribución de los seres vivos sobre la superficie terrestre. La relación entre sus parámetros considerados básicos (temperatura, precipitación) y la distribución de plantas y formaciones vegetales dieron lugar, a partir del siglo XIX (Schimper, 1898), a la configuración de la Bioclimatología o ciencia que estudia la relación entre el clima y la distribución de los seres vivos y sus comunidades en la Tierra (Rivas Martínez 2007:11).

Diversas aproximaciones a una clasificación bioclimática mundial durante el siglo XX (Köppen 1918, 1936; Rübél, 1930; Gaussen 1955; Troll & Paffen 1964; Holdridge 1967; Thornthwaite 1984; Walter 1970, 1985) han permitido la incorporación de numerosos parámetros e índices bioclimáticos, así como bioclimogramas que han permitido una mayor exactitud a la hora de establecer una tipología de los bioclimas.

Por otro lado, como indica Rivas Martínez, “El conocimiento cada vez más detallado de la distribución de la vegetación sobre la Tierra, así como las modificaciones en el aspecto y composición de la vegetación potencial y de sus etapas de sustitución, está permitiendo que cada día puedan reconocerse con mayor precisión y objetividad las fronteras bioclimáticas y vegetacionales, y calcular estadísticamente los valores numéricos umbrales que las definen. De este modo, progresivamente, se han ido delimitando y ajustando los espacios correspondientes a las unidades bioclimáticas (bioclimas, termotipos y ombrotipos). Los modelos biofísicos así establecidos han demostrado tener una elevada reciprocidad en el binomio clima-vegetación, lo que está permitiendo realizar mapas bioclimáticos y biogeográficos bastante precisos en todo el mundo. Una consecuencia práctica es haber conseguido valores predictivos recíprocos en toda la Tierra”.

Actualmente, la clasificación bioclimática más exacta y pormenorizada se debe a Rivas Martínez, autor que realiza numerosas aproximaciones desde el último tercio del siglo anterior hasta hoy (1981, 1987a, 1987b, 1996, 2001, etc.; Rivas Martínez & cols.1999), en que ha publicado (2007) la primera parte de la Memoria del Mapa de Vegetación Potencial de España, donde se incluye su clasificación de los macro y bioclimas mundiales. Gran parte de su producción científica puede consultarse en la página web: <http://www.globalbioclimatics.org>

En sus propuestas recoge toda la experiencia acumulada por los autores precedentes, aunque es original en muchos conceptos, algunos de los cuales inciden directamente en el territorio que tratamos. Así, su consideración de que las montañas (altas montañas) representan sólo variaciones térmicas altitudinales de los territorios en que se ubican y no, como se recoge en casi todos los demás sistemas de clasificación, zonas bioclimáticas similares entre ellos. En nuestro caso, Sierra Nevada, en toda su amplitud altitudinal, posee un claro bioclima Mediterráneo que se traduce en una vegetación propia de la Región Mediterránea, provincia Bética y que, en sus máximas alturas, nada tiene que ver con la vegetación de tundra o alpina como, en ocasiones, se ha señalado para la vegetación orófila.

Los rasgos climáticos que definen a Sierra Nevada, aparte de su innegable régimen mediterráneo general, provienen de la propia altitud del macizo, de su orientación oeste-este y de la disimetría térmica existente entre la vertiente norte y la vertiente sur.

La altura que alcanza la cadena provoca la existencia de unas condiciones climáticas en altitud únicas en el sur de la Península Ibérica, con unas precipitaciones muy superiores a las existentes en su superficie basal y, especialmente, porque la inmensa mayoría de esas precipitaciones son en forma de nieve: hasta el 75% a partir de los 2.000m, el 95% a partir de los 2.500m. En la figura 6 se recoge el mapa de isoyetas (Castillo 1985), aunque, aún hoy, no se sabe con exactitud la precipitación de las cumbres al no existir estaciones a partir de los 2.500m.

La orientación de Sierra Nevada viene a coincidir con la dirección de los frentes atlánticos, los más importantes productores de precipitaciones, por lo que estas disminuyen progresivamente hacia el este. Debido a ello los valles occidentales suelen ser los más húmedos y se percibe, en las cumbres, diferencias apreciables en cuanto a la cobertura de nieve se refiere, ya que la parte occidental queda cubierta de nieve durante todo el invierno, lo que no suele suceder en la parte oriental, donde las nevadas son mucho menos persistentes. De esta forma se puede hablar de una Sierra Nevada “húmeda” (occidental) y otra “seca” (oriental).

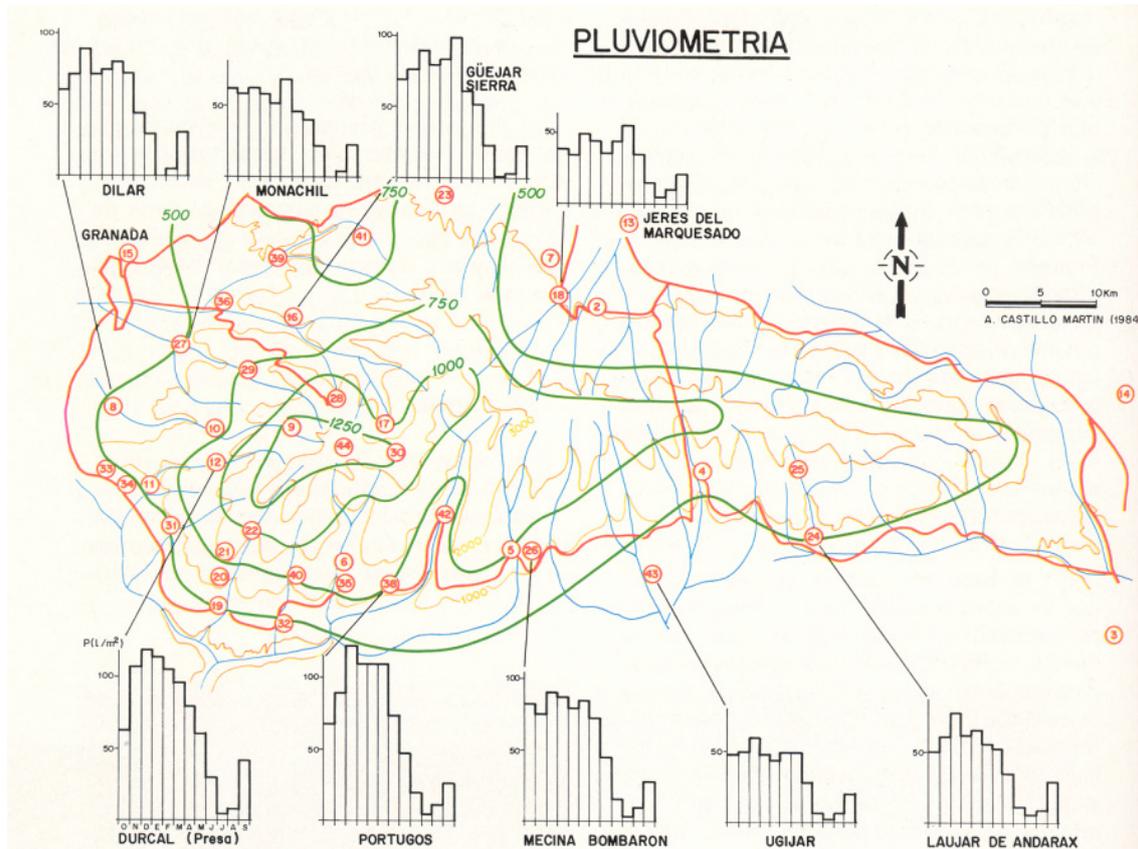


Figura 6. Mapa de isoyetas

Las dos grandes vertientes de Sierra Nevada; la Norte o atlántica y la Sur ó mediterránea, ateniéndonos al destino final de las aguas recogidas en sus cuencas, provocan una clara diferenciación climática entre la Norte, más fría y con menos horas de insolación, que influye en los procesos de innivación, deshielo y disponibilidad de agua por los vegetales, y la Sur, en exposición de solana, más cálida. El gradiente térmico anual es de 0,61 grados centígrados para la umbría y de 0,48 en la solana (Rodríguez Martínez, 1985). En este caso, también es posible distinguir entre una Sierra Nevada “fría” (vertiente norte) y una Sierra Nevada “cálida” (vertiente sur).

En todo caso el régimen termométrico del macizo se conoce sólo en algunas, escasas, localizaciones, situadas en los niveles basales de la montaña, por lo que la estimación de los termotipos, actualmente, y a pesar de existir varios proyectos para su control, se ha de hacer en función de la vegetación.

En la tabla del Anexo 1a, elaborada a partir de los datos procedentes del IRAM (Instituto de Radio Astronomía Milimétrica, 2900m), se recogen los datos de 20 años de observación (1985-2004), los cuales sólo nos pueden servir como ejemplo del

régimen termométrico en las cumbres, pero que no pueden cubrir toda la superficie, habida cuenta de la gran variabilidad entre vertientes, valles, crestas y localizaciones específicas. Sí se puede deducir que el mes más frío es enero, seguido de febrero y diciembre, siendo los más cálidos, con diferencia, los meses de julio y agosto. En todo caso, cabe mencionar como dato termométrico de interés el que, dentro de las oscilaciones climáticas históricas contrastadas, en la actualidad se está produciendo un calentamiento que afecta claramente a Sierra Nevada, hasta el punto de que los restos de glaciares en sus cumbres están desapareciendo rápidamente en las últimas décadas (Gómez Ortiz & col 2004).

La distribución de los seres vivos, especialmente las plantas, no presentan un patrón acorde con los simples datos climatológicos de lluvia y temperatura. Están influidos por otros factores como, por ejemplo, en que época o épocas llueve o nieva, o por la amplitud de las temperaturas máximas o mínimas y el periodo en que se producen, aparte de las condiciones microclimáticas que pueden establecerse en cualquier lugar.

En la Clasificación Bioclimática de Rivas Martínez, en su versión actualizada (2007), se reconocen cinco macrobioclimas, veintiocho bioclimas y cinco variantes bioclimáticas. En cada bioclima, a su vez, incluye ciertas variaciones en los ritmos estacionales de la precipitación, lo que da lugar a las cinco variantes mencionadas, pero también variaciones en los valores térmicos u ombrotérmicos, lo que le permite distinguir pisos bioclimáticos (termotipos y ombrotipos) y que da lugar a que en el sistema se reconozcan más de trescientos bioclimas básicos o isobioclimas que tienen representación territorial en la geobiosfera.

La aplicación de diversos parámetros e índices bioclimáticos de fácil manejo, permiten en este sistema bioclimático clasificar los distintos territorios de acuerdo con el marco establecido para cada bioclima y pisos bioclimáticos.

Por lo que respecta a Sierra Nevada, la existencia de, al menos, dos meses consecutivos con aridez durante el verano, época más cálida del año, (en los que el valor en milímetros de la precipitación media del bimestre más cálido del trimestre estival expresada en grados centígrados es menor que el doble de la temperatura media ( $Ps_2 < 2Ts_2$ )) hace que todo su territorio quede incluido en el Macrobioclima Mediterráneo (Figura 3). De esta forma, Sierra Nevada es la única gran montaña de la región biogeográfica Mediterránea en la península Ibérica que presenta macrobioclima mediterráneo desde la base hasta las cimas más elevadas, ya que el

resto presentan macrobioclima Templado en sus cumbres, con matices mediterráneos, que originan la variante bioclimática Submediterránea (Rivas Martínez, 2001)



Figura 7. Bioclimas y variantes de la Península Ibérica

La aplicación del *índice de continentalidad* o intervalo térmico anual, Ic (valor de la temperatura media del mes más cálido del año, menos el valor de la temperatura media del mes mas frío del año, Tmax – Tmin, en grados centígrados), así como del *índice ombrotérmico anual*, Io: (Pp/Tp)10 (*precipitación positiva anual*, Pp ó sumatoria

de las precipitaciones de los meses con temperatura media mensual ( $T_i$ ) superior a  $0^{\circ}\text{C}$ , partido por la *temperatura positiva anual*  $T_p$  ó sumatoria de las temperaturas medias mensuales ( $T_i$ ) superiores a  $0^{\circ}\text{C}$ , multiplicado por 10) permite ubicar nuestro territorio en un bioclima determinado. En nuestro caso, la totalidad del territorio se incluye en el Bioclima Mediterráneo Pluviestacional Oceánico, pues no existe demasiada continentalidad, ya que lo es igual o menor del índice 21 y, en el aspecto ómbrico, no se alcanzan grados elevados de xericidad, salvo en las zonas bajas en el extremo oriental de Sierra Nevada. En su inmensa mayoría el territorio presenta un índice ombrotérmico anual,  $lo$ , superior a 2.

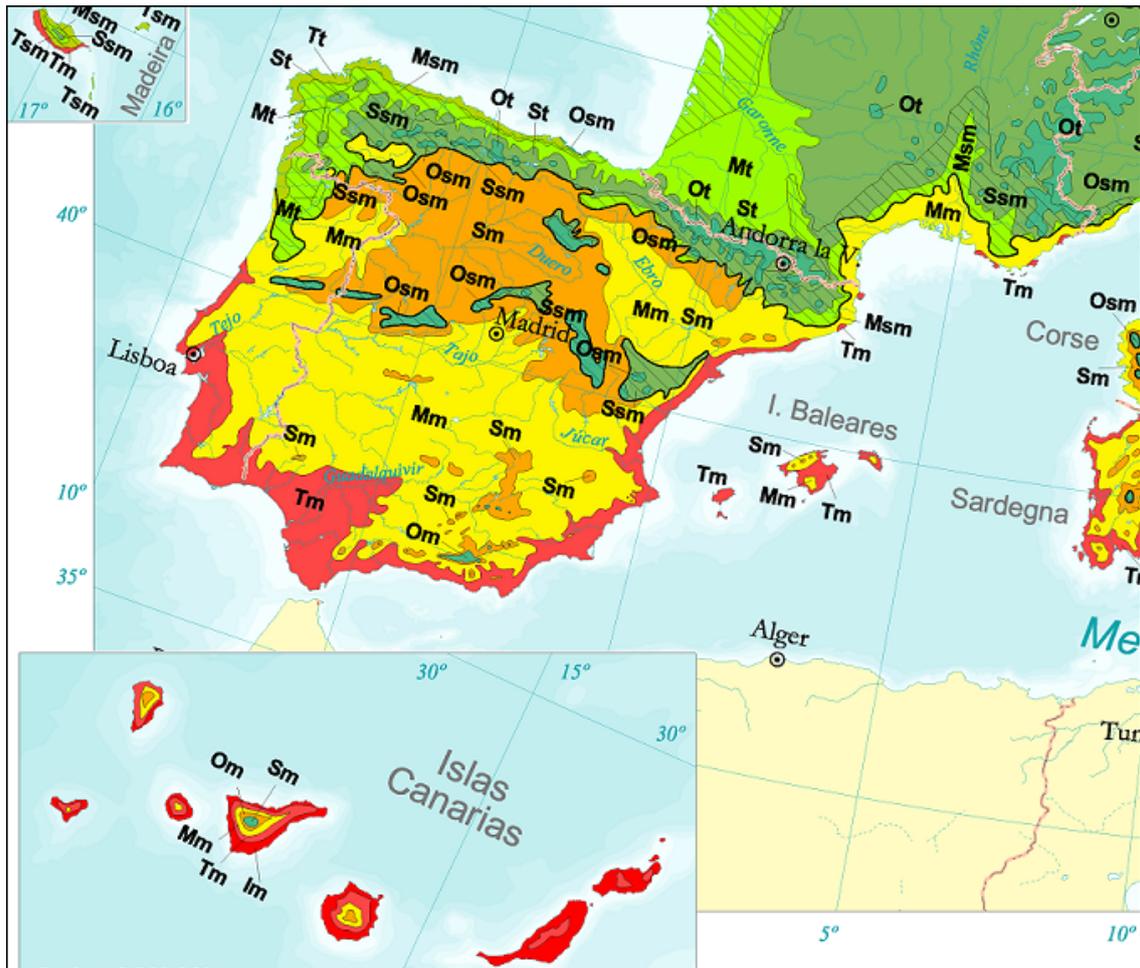
En los datos de la estación de Prado Llano (2.507m), tomados de globalbioclimatics.org y los del IRAM (2.920m) se pueden observar los valores de  $lc$  e  $lo$  (Anexo 1, a y b).

Los *pisos bioclimáticos* son cada uno de los tipos de condiciones climáticas que se suceden en una cliserie altitudinal o latitudinal, dentro de cada macrobioclima y se delimitan en función de los factores termoclimáticos ( $lt$  o, en su caso,  $ltc$  o  $tp$ ) y ombroclimáticos ( $lo$ ). Cada piso bioclimático posee unas determinadas formaciones y comunidades vegetales o *pisos de vegetación*. A fin de resaltar las relaciones con la vegetación, se distinguen en los pisos bioclimáticos los *horizontes* (termotípicos y ombrotípicos), que comprenden la mitad inferior y superior de sus intervalos térmicos y ómbricos.

$lt$ , o *índice de termicidad* es la suma en décimas de grado de la suma de la temperatura media anual ( $T$ ), la temperatura media de las mínimas del mes más frío ( $m$ ) y la temperatura media de las máximas del mes más frío ( $M$ ), multiplicado por 10, a fin de eliminar los decimales:  $lt = (T+m+M)10$ .

$ltc$  o *índice de termicidad compensada* emplea una corrección del  $lt$  ( $ltc = lt$  más menos  $C_i$ ), en las zonas latas latitudinales (norte y sur del paralelo  $23^{\circ}$  N y S). Por tanto, no es de aplicación en la península Ibérica.

De acuerdo con lo expuesto, y ya definidos  $lo$  y  $tp$ , en todo el ámbito geográfico de Sierra Nevada se suceden cinco termotipos bioclimáticos, subdivididos en ocho horizontes termotípicos (Figura 8).



Bioclimates Variants	Bioclimatic thresholds	
	Ite	Tp (1)
<b>MEDITERRANEAN</b>		
Im	450 - 580	> 2450
Tm	350 - 450	> 2150
Mm	220 - 350	> 1500
Sm	< 220	> 900
Om	-	450 - 900
Cm	-	1 - 450
<b>TEMPERATE</b>		
It	410 - 480	> 2350
lsm	Infra-submediterranean (2)	
Tt	300 - 410	> 2000
Tsm	Thermo-submediterranean (2)	
Mt	180 - 300	> 1400
Msm	Meso-submediterranean (2)	
St	< 180	> 800
Ssm	Supra-submediterranean (2)	
Ot	-	380 - 800
Osm	Oro-submediterranean (2)	
Ct	-	1 - 380
Csm	Hemiboreal (3)	
Hb	Cryoro-submediterranean (2)	

Figura 8. Termotipos en la Península Ibérica.

Es la única montaña peninsular en que se reconocen los cinco tipos peninsulares, de los seis existentes. Cuando el índice de termicidad es inferior a 120, para el cálculo del termotipo se utiliza el valor de la temperatura positiva anual (Tp).

Así, los valores de cada piso y horizonte son los que se expresan en la siguiente tabla (Rivas Martínez, loc.cit.):

<b>Pisos y horizontes termotípicos</b>	<b>It</b>	<b>Tp</b>
Termomediterráneo superior	350 - 400	
Mesomediterráneo inferior	285 - 350	
Mesomediterráneo superior	220 - 285	
Supramediterráneo inferior	150 - 220	
Supramediterráneo superior	120 - 150	
Oromediterráneo inferior		675 - 900
Oromediterráneo superior		450 - 675
Crioromediterráneo inferior		100 - 450

**Tabla 1.** Pisos y horizontes termotípicos en Sierra Nevada.

Los ombrotipos “son rangos basados en la precipitación y en la evaporación creciente con el incremento de la temperatura, en concreto se expresan y definen mediante los cocientes entre la precipitación media en milímetros y el sumatorio en grados centígrados de aquellos periodos del año cuya temperatura media es superior a cero grados centígrados” (Rivas Martínez, 2007, loc. cit.: 24). Su uso es más preciso que la utilización de la precipitación media, como se hace en otros sistemas, o como el propio autor utilizaba en sus aproximaciones iniciales. Para determinar los ombrotipos se utiliza el índice ombrotérmico anual,  $Io = (Pp/Tp)10$ , aunque también se pueden utilizar los tipos ómbricos mensuales ( $Iom = (Pi/Tpi)10$ ), que corresponden al valor del cociente entre la precipitación media mensual ( $Pi$ ) y la temperatura media mensual positiva en grados centígrados del mismo periodo ( $Tpi$ ).

Los probables tipos y horizontes existentes en Sierra Nevada (la falta de datos de las cumbres producen dicha incertidumbre) se recogen en la siguiente tabla:

<b>Tipos y horizontes ómbricos</b>	<b>Io, Iom</b>
Semiárido superior	1.5 - 2.0
Seco inferior	2.0 - 2.8
Seco superior	2.8 - 3.6
Subhúmedo inferior	3.6 - 4.8
Subhúmedo superior	4.8 - 6.0
Húmedo inferior	6.0 - 9.0
Húmedo superior	9.0 - 12.0
Hiperhúmedo inferior	12.0 - 18.0

**Tabla 2.** Tipos y horizontes ómbricos en Sierra Nevada.

La distribución de estos termo y ombrotipos, con los pisos de vegetación asociados, es heterogénea en toda Sierra Nevada, especialmente debido a la muy irregular caída territorial de las precipitaciones, por lo que sus límites altitudinales son muy variables, así como las comunidades vegetales existentes. Numerosos autores han puesto de manifiesto este hecho. Especialmente interesantes hasta la fecha son los mapas de series de vegetación de Rivas-Martínez (1987) y de F. Valle & col. (2003). También las estimaciones de F. Valle (1985), Losa Quintana & col. (1986), Molero Mesa & Pérez Raya (1987), Pérez Raya & col. (1990) y Molero Mesa & col. (1992).

Según estos y otros autores, los termotipos oscilan, altitudinalmente, entre la zona basal (unos 400m) y los 600m (800m) de la vertiente sur, el piso termomediterráneo; a partir de estas altitudes y hasta los 1.200m – 1.500m, el mesomediterráneo; el supramediterráneo llega a alcanzar los 1.900 – 2.000m. El oromediterráneo sube hasta los 2.600 – 3.000m y el crioromediterráneo, desde estas alturas, alcanza el límite de la montaña, los 3.481m del Mulhacén.

Por nuestra parte, un importante objetivo a conseguir con este estudio ha sido poder delimitar sobre el terreno el piso crioromediterráneo a partir de las comunidades vegetales permanentes desarrolladas en el, no pudiendo establecer, por el momento, las correlaciones pertinentes con los distintos valores climáticos. Las comunidades vegetales presentes en este piso y en el oromediterráneo nevadense quedan recogidas en capítulos posteriores.

Finalizando con este apartado adjuntamos un ombroclinograma, perteneciente a Prado Llano, el cual nos sirve como modelo del régimen mediterráneo en la alta montaña de Sierra Nevada.

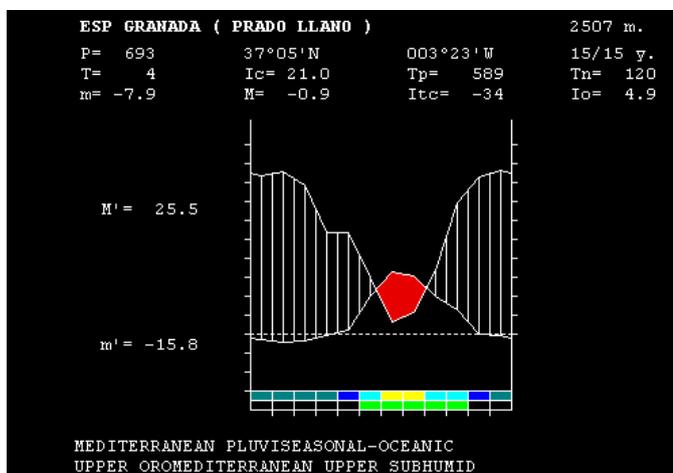


Figura 9. Ombroclinograma estación de Prado Llano.



### **3. FLORA Y VEGETACIÓN**



### 3.1 ANÁLISIS FITOSOCIOLÓGICO

#### 3.1.1 METODOLOGÍA FITOSOCIOLÓGICA

La Fitosociología es la ciencia “que estudia las comunidades vegetales y sus relaciones con el medio, al tiempo que intenta clasificar y ordenar las comunidades en un sistema jerárquico. Es la ciencia de los sintaxones, en la que la asociación es su unidad fundamental. Estudia las biocenosis desde una perspectiva botánica (fitocenosis), es decir que se ocupa de las comunidades vegetales, de sus relaciones con el medio y de los procesos temporales que las modifican. Con esta información, a través de un método inductivo y estadístico basado en el inventario de vegetación, trata de crear una tipología jerárquica universal en la que la asociación es la unidad básica del sistema tipológico. Hoy se distingue, además de la Fitosociología clásica o braun-blanquetista (ciencia de las comunidades vegetales o sintáxones), la Fitosociología dinámico-catenal, global o paisajista, en la que sus unidades fundamentales son en la dinámica: la serie o sigmetum y la permaserie o permasigmetum (sigmatáxones), y en la catenal: la geoserie o geosigmetum y la geopermaserie o geopermasigmetum (geosigmatáxones)” (Rivas Martínez 2007: 113).

La metodología fitosociológica (de Zurich-Montpellier, sigmatista ó braun-blanquetiana), definida en sus principios fundamentales por su creador (Braun-Blanquet, 1964; Braun-Blanquet & Pavillard, 1928), ha sido posteriormente perfeccionada, especialmente atendiendo a los conceptos dinámicos de la vegetación (Géhu & Rivas Martínez, 1981; Rivas Martínez 1987, Capelo 2003, etc.). Es un método inductivo y estadístico, centrado en el *inventario florístico*, donde se recoge un listado exhaustivo de las especies vegetales que se encuentran en un área homogénea ecológica y fisionómicamente, acompañado de los datos de localización, fecha y condiciones ecológicas del área y de la comunidad vegetal inventariada. Cada especie, con su correspondiente *índice de abundancia-dominancia* (Géhu & Rivas Martínez, *loc. cit.*).

La etapa analítica de elaboración de los inventarios fitosociológicos se continúa con una etapa sintética que trata del estudio comparado de los diferentes elementos de asociación ó inventarios y su asignación a una determinada asociación. Una vez concretadas las asociaciones, estas pueden agruparse ó integrarse en unidades sintaxonómicas de rango superior como son alianzas, órdenes y clases, pudiendo

existir rangos jerárquicos intermedios (subalianza, suborden, subclase). En la sistemática de las comunidades vegetales o sintaxonomía, se denomina sintaxon a cualquiera de los rangos jerárquicos de clasificación reconocidos. La unidad básica de la sintaxonomía es la asociación, que se identifica por la terminación *-etum*. Unidades de rango superior son, progresivamente: subalianza (*-enion*), alianza (*-ion*), suborden (*-enalia*), orden (*-etalia*), subclase (*-eneia*) y clase (*-etea*); de rango inferior: subasociación (*-etosum*), variante y facies. La nomenclatura de los sintáxones está regida por el Código Internacional de Nomenclatura Fitosociológica (CINF), cuya tercera y última edición ha sido publicada en 2000, existiendo la traducción al español (Izco & del Arco 2003).

Los inventarios fitosociológicos concordantes se agrupan en tablas, lo que permite un estudio de la comunidad, obteniéndose el grado de presencia de las especies, la limitación de éstas a determinadas comunidades ó el grado de originalidad de la vegetación en un territorio dado.

La ordenación de las especies en las tablas se realiza agrupando en un primer bloque las *características de asociación y unidades superiores* y, en otro, las *compañeras*. Las *características* presentan una gran fidelidad dentro de las unidades sintaxonómicas a las que caracteriza, que proviene de un alto grado de presencia y de una representación cuantitativa elevada. Las especies que no forman parte de la caracterización del sintaxon correspondiente son las consideradas como *compañeras*.

Una vez elaboradas las tablas fitosociológicas, el proceso continúa con la definición de la sistemática de las comunidades. La semejanza en la combinación característica de taxones permite la asignación de los inventarios a las asociaciones descritas. Por tanto, el método fitosociológico clásico conduce finalmente a una sistemática de las comunidades o sintaxonomía, agrupándolas según un esquema jerarquizado siguiendo criterios de semejanza florística, ecológica, dinámica y fisionómica.

Las últimas revisiones sobre las asociaciones descritas en el territorio español y el resto de la península Ibérica, así como las propuestas de una correcta denominación y agrupación de los sintáxones hechas por Rivas Martínez & col. (2001, 2002), nos ha permitido una descripción y denominación correcta de las comunidades existentes en el territorio.

Desde el punto de vista metodológico hay que indicar que el modo de proceder expuesto se realiza cuando se quiere estudiar a fondo la vegetación de un territorio,

comparando sus comunidades vegetales con las conocidas de otros lugares, indagando si existen comunidades (asociaciones) no descritas y describiendo y definiendo sintaxonómicamente todas y cada una de las asociaciones detectadas, pues estas deben poseer unas peculiares cualidades mesológica, un territorio biogeográfico preciso y especies características y diferenciales propias estadísticamente fieles, en hábitats concretos y en momentos estructuralmente estables de la sucesión.

En nuestro caso, el estudio, conocimiento y descripción de la vegetación mediante el método fitosociológico no ha representado un fin, sino el uso de una herramienta de trabajo fundamental para el reconocimiento y definición en el terreno, con una finalidad cartográfica, de asociaciones ya descritas. Los trabajos fitosociológicos en la alta montaña nevadense son suficientemente numerosos y completos para esta consideración (Quézel (1953), Rivas Goday & Mayor (1966), Rivas-Martínez (1969), Prieto (1971), Losa Quintana & cols.(1986), Martínez Parras & cols. (1987), Pérez Raya & cols. (1990), Molero Mesa (1984, 2000, 2001), Prieto (1971), Mota & Valle (1987), El Aallali (2003), Lorite Moreno (2001), Rivas-Martínez & col (2001, 2002), Rivas-Martínez (1986)), por lo que se han realizado numerosos inventarios fitosociológicos intentando, mas que obtener “buenos inventarios”, descifrar las asociaciones presentes en los polígonos homogéneos definidos. Así, no se ha pretendido hacer un estudio fitosociológico, definiendo buenos ejemplos de asociaciones a través de inventarios y ampliar y completar el esquema sintaxonómico de la vegetación, sino que, ante extensas superficies en que no se observaban comunidades bien estructuradas, se ha utilizado la metodología fitosociológica para certificar las asociaciones presentes. En algunos casos los inventarios se han agrupado en tablas en que se pone de manifiesto la abundancia o predominancia de determinadas especies, significando la presencia de variantes o facies que, posiblemente, no constituyen unidades sintaxonómicas bien definidas, pero que ponen de manifiesto el paisaje actual de la superficie altioreina nevadense.

Las condiciones de la alta montaña han acentuado esta forma de proceder, ya que buena parte del territorio está ocupado por comunidades permanentes, de difícil crecimiento y con grandes dificultades para ocupar el territorio de forma homogénea.

La Fitosociología dinámico-catenal, global o paisajista surge a partir del concepto de *serie de vegetación*, *sigmetum* ó *sinasociación*, que “expresa todo el conjunto de comunidades vegetales o estadios que pueden hallarse en unos espacios

teselares afines, como resultado del proceso de la sucesión, lo que incluye tanto la asociación de la etapa madura o cabeza de serie, como las asociaciones iniciales o subseriales que pueden reemplazarla... Cabe distinguir entre series climatófilas, edafoxerófilas, temporihigrófilas y edafohigrófilas, siendo las climatófilas ó zonales las que se ubican en suelos maduros acordes con el mesoclima, que solo reciben el agua de lluvia..." (Rivas Martínez 2007: 134). La *tesela*, unidad elemental de la Biogeografía, es una superficie geográfica o territorio, de mayor o menos extensión, homogéneo ecológicamente, lo que quiere decir que posee como vegetación potencial (comunidad vegetal estable en un área dada, que representa la etapa última de la sucesión progresiva), una sola asociación y, por consiguiente, una determinada secuencia de comunidades de sustitución.

Un concepto afín al de serie de vegetación es el de *permaserie de vegetación* ó *permasigmetum*, también denominada durante un tiempo *microsigmasociación* (Rivas Martínez 1996, Capelo 2003) y que corresponde a una tesela o a complejos de teselas afines de "estaciones ecológicas excepcionales (como las cumbres de las altas montañas, paredes, cantiles, roquedos, etc.), en los que la etapa madura o clímax corresponde a una asociación vivaz, carente de comunidades seriales vivaces no nitrófilas, lo que significa que, a parte de las especies y comunidades anuales o efímeras que puedan establecerse temporalmente en los espacios abiertos o degradados de tales estaciones, sólo son las plantas vivaces que participan en la comunidad madura las que pueden prosperar para volver a reorganizar la misma comunidad permanente" (Rivas Martínez 2007: 128). En este contexto, las teselas se denominan *permateselas*, señalando así la presencia en su seno de comunidades permanentes. Estos complejos de comunidades permanentes han sido llamados también *complejos politeselares* (Sánchez Gómez & Alcaraz 1993) y *complejos exoseriales o complejos de vegetación permanente* (Alcaraz 1996).

Por *geoserie de vegetación* se entiende la secuencia espacial contigua de series de vegetación. Corresponde a una catena de series de vegetación que se hallan en vecindad en un piso bioclimático y territorio biogeográfico dados, y que se ordenan en función de los gradientes edáficos que los condicionan. De forma similar, la *geopermaserie de vegetación* es la expresión catenal de un conjunto de permaserias en vecindad delimitadas por situaciones topográficas o edáficas cambiantes.

Nuestro estudio se ha desarrollado en el ámbito de la *Geopermaserie altioreina nevadense de Festuca clementei* (Rivas Martínez & coautores (2007)), geopermaserie

nevadense, crioromediterránea húmeda, silicícola, de las nanofruticedas pulviniformes de *Festuca clementei* con *Erigeron frigidus* (*Erigeronto frigidi-Festuco clementei geopermasigmatum*), y de la Serie nevadense oromediterránea de las microfruticedas de enebros alpinos hemisféricos; serie climatófila y edafoxerófila, nevadense, oromediterránea, subhúmedo-húmeda, silicícola y calcóade de las microfruticedas de *Juniperus hemisphaerica* con *Genista versicolor* (*Genisto versicoloris-Junipero hemisphaericae sigmetum*).



### 3.1.2 ESQUEMA SINTAXONÓMICO

#### VEGETACIÓN LACUSTRE, FONTINAL Y TURFÓFILA

##### 1. MONTIO-CARDAMINETEA Br.-Bl. & Tüxen ex Br.-Bl. 1948

###### 1 a. *Montio-Cardaminetalia* Pawlowski in Pawlowski, Sokolowski & Wallisch 1928

###### 1.1. *Myosotidion stoloniferae* Rivas-Martínez, T. E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984

###### 1.1.1. *Sedo melanantheri-Saxifragetum gredensis* Martínez Parras, Peinado & Alcaraz 1987 corr. Rivas-Martínez, T.E. Díaz, Fernández-González, Izco, Loidi, Lousá & Penas 2002

##### 2. SCHEUCHZERIO-CARICETEA FUSCAE Tüxen 1937

###### 2 a. *Caricetalia fuscae* Koch 1926 em. Br.-Bl. 1949

###### 2.1. *Festucion frigidae* Rivas- Martínez, Diez-Garretas, Asensi, Molero & F. Valle 2002

###### 2.1.1. *Veronico turbicolae-Festucetum rivularis* Quezel 1953

###### 2.1.2. *Leontodonto microcephali-Ranunculetum alismoidis* Esteve & Prieto in Prieto 1971

###### 2.1.3. *Pinguiculo nevadensis-Eleocharitetum quinqueflorae* Rivas- Martínez, Diez-Garretas, Asensi, Molero & F. Valle 2002

#### VEGETACIÓN CASMOFÍTICA, GLERÍCOLA Y EPIFÍTICA

##### VEGETACIÓN CASMOFÍTICA

##### 3. ASPLENIETEA TRICHOMANIS (Br.-Bl. in Meier & Br.-Bl. 1934) Oberdofer 1977

###### 3 a. *Androsacetalia vandellii* Br.-Bl. in Meier & Br.-Bl. 1934

###### 3.1. *Saxifragion nevadensis* Litardiére ex Quézel 1953

###### 3.1.1. *Centrantho nevadensis-Sedetum brevifolii* Quézel 1953

###### 3.1.2. *Saxifragetum nevadensis* Litardiére ex Quézel 1953

##### VEGETACIÓN CASMOCOMOFÍTICA, EPIFITICA Y GLERÍCOLA

##### 4. THLASPIETEA ROTUNDIFOLII Br.-Bl. 1948

###### 4 a. *Androsacetalia alpinae* Br.-Bl. in Br.-Bl. ex Jenny 1926

###### 4.1. *Holcion caespitosi* Quézel 1953

###### 4.1.1. *Senecioni granatensis-Digitaletum nevadensis* Quézel 1953

###### 4.1.2. *Violo crassiusculae-Linarietum glacialis* Quézel 1953

**4 b. *Polystichetalia lonchitidis*** Rivas Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984

**4.2. *Dryopteridion oreadis*** Rivas Martínez 1977

**4.2.1. *Campanulo willkomii-Polystichetum lonchitidis*** (Esteve & Fernández Casas 1971) Molero Mesa 1985

## **VEGETACIÓN CLIMÁTÓFILA SUPRAFORESTAL CRIÓFILA DE SUELOS GELITURBADOS**

### **VEGETACIÓN CIRCUMÁRTICA Y EUROSIBERIANA**

**5. SALICETEA HERBACEAE** Br.-Bl. 1948

**5 a. *Salicetalia herbaceae*** Br.-Bl. in Br.-Bl. & Jenny 1926

**5.1. *Sedion candollei*** Rivas Martínez, Fernández González & Loidi 1999

**5.1.1. *Omalothecho pusillae-Lepidietum stylati*** Martínez Parras, Peinado & Alcaraz 1987

### **VEGETACIÓN ORÓFILA SILICICOLA MEDITERRÁNEA OCCIDENTAL**

**6. FESTUCETEA INDIGESTAE** Rivas Goday & Rivas Martínez 1971

**6 a. *Festucetalia indigestae*** Rivas Goday & Rivas Martínez in Rivas Martínez 1963

**6.1. *Nevadension purpureae*** Quézel 1953

**6.1.a. *Nevadensienion purpureae*** Rivas Martínez, Fernández-González & Sánchez-Mata 1986

**6.1.1. *Erigeronto frigidi-Festucetum clementei*** Quézel 1953

**6.1.1.a *Erigeronto frigidi-Festucetum clementei* var. *Sideritis glacialis***

**6.1.1.b. *Erigeronto frigidi-Festucetum clementei* var. *Arenaria pungens***

**6.1.1.c . *Erigeronto frigidi-Festucetum clementei* var. *Vaccinium nanum***

**6.1.1.d. *Erigeronto frigidi-Festucetum clementei* var. *Hormathophylla spinosa***

**6.1.2. *Festucetum moleroio-pseudoeskliae*** Quézel 1953

**6.1.b. *Thymenion serpylloidis*** (Rivas Goday & Rivas Martínez in Rivas Martínez 1964) Rivas Martínez, Fernández González & Sánchez Mata 1986

**6.1.3. *Arenario frigidae-Festucetum indigestae*** Rivas Martínez 1964

**6.1.4. *Siderito glacialis-Arenarietum pungentis*** Quézel 1953

**6.1.5. *Cirsio gregarii-Dactyletum juncinellae*** Molero Mesa & López 2002

***Comunidad de Astragalus granatensis***

***Comunidad de Thymus baeticus***

## VEGETACIÓN PRATENSE Y PASCÍCOLA

### VEGETACIÓN DE PRADERAS ANTROPIZADAS POR SIEGA Y PASTOREO

**7. NARDETEA STRICTAE** Rivas Goday in Rivas Goday & Rivas Martínez 1963

**7 a. *Nardetalia strictae*** Oberdorfer ex Preising 1949

**7.1. *Plantaginion nivalis*** Quézel 1953

**7.1.1. *Nardo strictae-Festucetum ibericae*** Quézel 1953

**7.1.2. *Ranunculo acetosellifolii-Vaccinietum nani*** Quézel 1953

**7.1.3. *Armerio splendentis-Agrostietum nevadensis*** Quézel 1953

## VEGETACIÓN POTENCIAL FORESTAL Y PREFORESTAL: BOSQUES Y ARBUSTEDAS

### VEGETACIÓN CLIMÁTÓFILA MEDITERRÁNEA Y EUROSIBERIANA

**8. PINO-JUNIPERETEA** Rivas Martínez 1964

**8a. *Juniperetalia hemisphaericae*** Rivas-Martínez & J. A. Molina 1998 in Rivas-Martínez, Fernández-González & Loidi 1999

**8.1. *Genisto versicoloris-Juniperion hemisphaericae*** Rivas Martínez & J. A. Molina in Rivas Martínez, Fernández-González & Loidi 1999

**8.1.1. *Genisto versicoloris-Juniperetum hemisphaericae*** Quézel 1953

**8.1.1.a. *Genisto versicoloris-Juniperetum hemisphaericae* facies de *Cytisus balansae* subsp. *nevadensis***

**8.1.1.b. *Genisto versicoloris-Juniperetum hemisphaericae* facies de *Genista versicolor***

**8.1.1.c. *Genisto versicoloris-Juniperetum hemisphaericae* facies de *Genista versicolor* y *Cytisus balansae* subsp. *nevadensis***



## 4.2 DESCRIPCIÓN DE LAS COMUNIDADES VEGETALES.

### 1. MONTIO-CARDAMINETEA Br.-Bl. & Tüxen ex Br.-Bl. 1948

Vegetación fontinal o de aguas nacientes frías y oligótrofes de corriente rápida, formada por helófitos tenéreos de pequeña talla y briófitos, que mantienen su biomasa durante todo el año. Estas comunidades, bioindicadoras de la no contaminación de las aguas, tienen su óptimo en las montañas eurosiberianas, extendiéndose también por las regiones silíceas de la región Mediterránea en los termotipos supra, oro y crioromediterráneo.

#### 1 a. *Montio-Cardaminetalia* Pawlowski in Pawlowski, Sokolowski & Wallisch 1928

Constituye el único orden de la clase.

#### 1.1. *Myosotidion stoloniferae* Rivas-Martínez, T. E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984

Asociaciones fontinales de aguas nacientes, frías y oligótrofes, constituidas por pequeños helófitos y abundantes briófitos. Son propias de la alta montaña occidental ibérica, extendiéndose por la alta montaña Orocantábrica, Carpetano-Ibérico-Leonesa y Bética.

##### 1.1.1. *Sedo melanantheri-Saxifragetum gredensis* Martínez Parras, Peinado & Alcaraz 1987 corr. Rivas-Martínez, T.E. Díaz, Fernández-González, Izco, Loidi, Lousá & Penas 2002

**Diagnosis:** Se trata de un pastizal oro-crioromediterráneo que se presenta tapizando los cauces y los bordes de los cursos de aguas nacientes.

**Especies características:** *Saxifraga gredensis*, *Sedum melanantherum*, *Veronica langei*, junto a diversas especies de briófitos, entre los que destacan *Bryum schlecheri*.

**Biogeografía:** Asociación endémica del distrito Altonevadense, sector Nevadense, de la provincia corológica Bética.

**Sinfitosociología:** Comunidad permanente que aparece en el dominio potencial de los enebrales oromediterráneos (*Genisto-Juniperetum hemisphaericae*) y de los pastizales psicroxerófilos crioromediterráneos (*Erigeronto-Festucetum clementei*).

## **2. SCHEUCHZERIO-CARICETEA FUSCAE** Tüxen 1937

Comunidades de óptimo bóreo-alpino de escaso porte y elevada cobertura, constituida fundamentalmente por hemicriptófitos y neófitos de carácter hidrófilo, junto a numerosos briófitos que forman, en áreas encharcadas, turberas planas. Su presencia en las altas montañas mediterráneas y, especialmente, en Sierra Nevada es residual, finícola.

### **2 a. Caricetalia nigrae** Koch 1926

Vegetación de cárices y gramíneas de turberas planas oligotróficas.

#### **2.1. Festucion frigidae** Rivas- Martínez, Diez-Garretas, Asensi, Molero & F. Valle 2002

Alianza de carácter orófilo que se distribuye por los termotipos oro y crioromediterráneo nevadense.

##### **2.1.1. Veronica turbicolae-Festucetum rivularis** Quezel 1953

**Diagnosis:** Pastizal vivaz en suelos higroturbosos, cubiertos de agua superficialmente y de poca cobertura.

**Especies características:** *Veronica turbicola* y *Festuca rivularis*.

**Biogeografía:** sector Nevadense, distrito Altonevadense.

**Bioclimatología:** Oromediterráneo superior y crioromediterráneo.

**Sinfitosociología:** Comunidad de turbera incipiente, propia de los remansos de las aguas nacientes, por lo que se enriquece de elementos de *Montio-Cardaminetea* y de *Nardetea*.

**2.1.2. *Leontodonto microcephali-Ranunculetum alismoidis*** Esteve & Prieto in Prieto 1971

**Diagnosis:** Pastizal de turbera de cárcices, de gran recubrimiento, en suelos permanentemente encharcados y de escasa movilidad del agua.

**Especies características:** *Festuca frigida*, *Ranunculus angustifolius* subsp. *alismoides*, *Agrostis nevadensis*.

**Biogeografía:** sector Nevadense, distrito Altonevadense.

**Bioclimatología:** Oromediterráneo y crioromediterráneo.

**Sinfitosociología:** Representa esta asociación la comunidad de máxima biomasa que se produce en condiciones higroturbosas. El dominio de los cárcices hace que el entramado de restos de raíces y plantas provoque una progresiva colmatación que, en sus últimos estadios, tiende a ser desplazados por la Nardetea, cuando los helófitos son sustituidos por especies de menor requerimiento de agua libre.

**2.1.3. *Pinguiculo nevadensis-Eleocharitetum quinqueflorae*** Rivas- Martínez, Diez-Garretas, Asensi, Molero & F. Valle 2002

**Diagnosis:** Turberas de encharcamiento máximo en sustratos muy inestables, muy pobres en especies y de escasa cobertura.

**Especies características:** *Eleocharis quinqueflora*, *Juncus alpinoarticulatus* y *Triglochin palustris*.

**Biogeografía:** sector Nevadense, distrito Altonevadense.

**Bioclimatología:** oro y crioromediterráneo.

**Sinfitosociología:** Asociación que ocupa las zonas más permanentemente encharcadas y con agua superior en el ámbito de las turberas. Típicamente se sitúa en las hondonadas, más o menos en el centro, estando circundada por el *Leontodonto microcephali-Ranunculetum alismoidis*.

**3. *ASPLENIETEA TRICHOMANIS*** (Br.-Bl. in Meier & Br.-Bl. 1934) Oberdofer 1977

Comunidades de amplia distribución holártica, constituidas por hemicriptófitos, geófitos o caméfitos que ocupan fisuras de peñascos, cantiles o muros secos (casmófitos) o pequeñas repisas de rocas con una delgada capa de tierra.

### **3 a. *Androsacetalia vandellii* Br.-Bl. in Meier & Br.-Bl. 1934**

Vegetación casmofítica de fisuras de rocas silíceas, de distribución eurosiberiana y mediterránea.

#### **3.1. *Saxifragion nevadensis* Litardiére ex Quézel 1953**

Asociaciones rupícolas silíceas nevadenses oro – crioromediterráneas.

##### **3.1.1. *Centratho nevadensis* – *Sedetum brevifolii* Quézel 1953**

**Diagnosis:** Comunidad que se desarrolla en fisuras mas o menos amplias de los roquedos silíceos, en la que habitan gran cantidad de especies casmofíticas adaptadas a este tipo de medio, por lo que no es rara la presencia de numerosos endemismos nevadenses en el seno de la asociación.

**Especies características:** *Centranthus nevadensis*, *Sedum brevifolium*, *Silene rupestris*, *Sempervivum minutum*, *Androsace vandellii*.

**Biogeografía:** Endémica del sector Nevadense de la provincia corológica Bética.

**Bioclimatología:** Exclusiva del piso oromediterráneo, en ombrotipo seco a húmedo.

**Sinfitosociología:** Asociación permanente de paredes rocosas silíceas oromediterráneas, no nitrificadas.

##### **3.1.2. *Saxifragetum nevadensis* Litardiére ex Quézel 1953**

**Diagnosis:** Esta asociación constituye la vegetación de las paredes rocosas más o menos verticales, tan frecuentes en las zonas más elevadas de Sierra Nevada, es decir, en el piso crioromediterráneo. Se encuentra caracterizada por un tipo peculiar de flora cormofítica adaptada a resistir las enormes oscilaciones térmicas a que está sometido este medio. Esta comunidad resulta ser la más alpina de Sierra Nevada y, además de presentarse en fisuras de roca, busca refugio en oquedades protegidas del viento.

**Especies características:** *Saxifraga nevadensis*, *Saxifraga oppositifolia*, *Draba dubia*, *Murbenkiella boryi*, *Asplenium viride*.

**Biogeografía:** Endémica del distrito Altonevadense de la provincia corológica Bética.

**Bioclimatología:** Exclusiva del termotipo crioromediterráneo.

**Sinfitosociología:** Comunidad permanente de paredes rocosas silíceas crioromediterráneas.

#### 4. *THLASPIETEA ROTUNDIFOLII* Br.-Bl. 1948

Vegetación eurosiberiana y mediterránea de los pedregales móviles de montaña (gleras, gelifractos, morrenas, etc) o de los guijarrales fluviales, en la que preponderan los hemicriptófitos y geófitos rizomatosos.

##### 4 a. *Androsacetalia alpine* Br.-Bl. in Br.-Bl. ex Jenny 1926

Vegetación glerícola silicícola y calcífuga existente en las altas montañas eurosiberianas y mediterráneas.

##### 4.1. *Holcion caespitosi* Quézel 1953

Asociaciones glerícolas silicícolas oro – crioromediterráneas nevadenses.

##### 4.1.1. *Senecioni granatensis – Digitaletum nevadensis* Quézel 1953. (Tabla 1)

**Diagnosis:** Se trata de una comunidad que aparece de forma más o menos fragmentaria y de composición florística bastante homogénea, que crece sobre pedregales y bloques esquistosos.

**Especies características:** *Senecio granatensis*, *Digitalis nevadensis*, así como otras especies que marcan aspectos y facies de la comunidad, como sucede en la áreas elevadas con *Eryngium glaciale*.

**Biogeografía:** Asociación endémica del sector Nevadense.

**Bioclimatología:** oromediterráneo, subhúmedo-húmedo.

**Sinfitosociología:** Constituye una etapa pionera que ayuda a fijar los cantos de gleras y facilita la instalación de otras comunidades más estables. Está restringida al dominio de los enebrales rastreros oromediterráneos.



Figura 10. *Senecioni granatensis-Digitaletum nevadensis*.

#### 4.1.2. *Viola crassiusculae* – *Linarietum glaciales* Quézel 1953. (Tabla 2)

**Diagnosis:** Comunidad pionera de derrubios cacuminales (crioromediterráneos), que se sitúa alternando con los pastizales psicroxerófilos en aquellas zonas constituidas por canchales o pedregales móviles. Su grado de cobertura siempre es bastante escaso, si bien presenta un gran interés por el porcentaje tan elevado de elementos exclusivos nevadenses que incluye.

**Especies características:** *Linaria glacialis*, *Viola crassiuscula*, *Chaenorrhinum glareosum*, *Papaver lapeyrousianum*, *Ranunculus glacialis*, *Coincya monensis* subsp. *nevadensis*.

**Biogeografía:** Asociación endémica del Distrito Altonevadense.

**Bioclimatología:** Exclusiva del piso crioromediterráneo.

**Sinfitosociología:** comunidad pionera que está restringida al dominio de los pastizales psicroxerófilos crioromediterráneos (*Erigeronto* – *Festucetum clementei*).

**4 b. *Polystichetalia lonchitidis*** Rivas Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984

Comunidades saxícolas ricas en helechos, propias de las altas montañas eurosiberianas y mediterráneas, que se desarrollan en morrenas de bloques gruesos, lapiaces, grietas y pies de cantiles que, en general, presentan una larga cobertura de nieve invernal.

**4.2. *Dryopteridion oreadis*** Rivas Martínez 1977 corr. Rivas-Martínez, Báscones, T.E. Díaz, Fernández-González & Loidi 1991

Asociaciones principalmente pteridofíticas propias de depósitos de bloques silíceos de las altas montañas eurosiberianas y mediterráneas.

**4.2.1. *Campanulo willkomii-Polystichetum lonchitidis*** (Esteve & Fernández Casas 1971) Molero Mesa 1985

**Diagnosis:** La asociación tiene su óptimo en los intersticios de los bloques de micaesquistos, desarrollándose en la fina arena que se acumula y que, aunque sólo sea temporalmente, cementa dichos bloques. Esta ecología va ligada con los restos de los aparatos glaciales (sobre todo morrenas laterales) del Cuaternario, que se centran entre los Cerros de Trevélez al este y el del Caballo al oeste. También se puede reconocer en fisuras amplias de paredes rocosas y canchales algo móviles, pero en estos casos la comunidad queda muy empobrecida.

**Especies características:** *Polystichum lonchitis*, *Criptogramma crispa*, *Dryopteris filix-mas*, *Polystichum aculeatum*, *Polystichum x illyricum*, *Asplenium adiantum-nigrum*, *Campanula willkommii*.

**Biogeografía:** Restringida al distrito Altonevadense.

**Bioclimatología:** De óptimo oromediterráneo húmedo, pudiendo ascender también a los niveles inferiores del termotipo crioromediterráneo.

**Sinfitosociología:** Comunidad permanente, en el dominio silicícola del *Genisto-Juniperetum hemisphaericae*.

## **5. SALICETEA HERBACEAE** Br.-Bl. 1948

Vegetación quionófila de pequeña talla, compuesta por hemicriptófitos, briófitos y algunos caméfitos, que habita en estaciones donde se acumula gran espesor de nieve (neveros o ventisqueros). Su óptimo es ártico, y alcanza el piso alpino de las montañas eurosiberianas de Europa. En las montañas mediterráneas tiene una representación finícola.

### **5 a. *Salicetalia herbaceae*** Br.-Bl. in Br.-Bl. & Jenny 1926

Comunidades quionófilas de los neveros de las montañas silíceas.

#### **5.1. *Sedion candollei*** Rivas Martínez, Fernández González & Loidi 1999

Reúne las asociaciones orcantábricas, carpetano- ibérico – leonesas y béticas.

##### **5.1.1. *Omalotheco pusillae – Lepidietum stylati*** Martínez Parras, Peinado & Alcaraz 1987

**Diagnosis:** Representa los pastizales de ventisqueros de nieve, que aparecen de forma fragmentaria en las áreas ocupadas por neveros, donde desaparece tardíamente la cubierta nival. Todas las plantas de esta comunidad muestran un porte pequeño, con una llamativa reducción morfológica y gran simplificación en sus inflorescencias. Por lo general se trata de agrupaciones relictas que sólo persisten debido a peculiaridades microclimáticas locales.

**Especies características:** *Lepidium stylatum*, *Omalotheca pusilla*, *Sedum candollei*, *Sibbaldia procumbens*, *Veronica alpina*.

**Biogeografía:** Asociación endémica del distrito Altoevadense.

**Bioclimatología:** Exclusiva de los pisos crioromediterráneo y oromediterráneo superior.

**Sinfitosociología:** Comunidad permanente en el dominio de los pastizales psicroxerófilos crioromediterráneos (*Erigeronto – Festucetum clementei Sigmatum*).

**6. *FESTUCETEA INDIGESTAE* Rivas Goday & Rivas Martínez 1971**

Pastizales de las altas montañas silíceas supra a crioromediterráneas y submediterráneas, formadas fundamentalmente por especies gramíneas y nanocaméfitos. A menudo no llegan a cubrir el suelo por completo y suelen presentar un porte amacollado, estando sometidos habitualmente a fenómenos de crioturbação y soliflujión.

**6 a. *Festucetalia indigestae* Rivas Goday & Rivas Martínez in Rivas Martínez 1963**

Orden único que agrupa las comunidades de pastizales psicroxerófilos del Sistema Ibérico septentrional, Montes de León, Cordillera Central, Cordillera Cantábrica y Sierra Nevada.

**6.1. *Nevadension purpureae* Quézel 1953**

Alianza exclusiva del sector Nevadense. La originalidad de la flora, con abundantes endemismos da lugar a que las asociaciones, propias de los pisos oro y crioromediterráneo, queden incluidos en esta alianza endémica.

**6.1.a. *Nevadensienion purpureae* Rivas Martínez, Fernández-González & Sánchez-Mata 1986**

Subalianza exclusiva del distrito Altonevadense. Con asociaciones fundamentalmente crioromediterráneas.

**6.1.1. *Erigeronto frigidi – Festucetum clementei* Quézel 1953. (Tabla 3)**

**Diagnosis:** Asociación psicroxerófila en la que dominan nanocaméfitos cespitosos y hemicriptófitos que constituye la asociación permanente mas representativa del geopermasigmetum del termotipo crioromediterráneo nevadense. De distribución muy discontinua por cuanto en el área que potencialmente ocupa predominan los roquedos y pedregales.



Figura 11. *Erigeronto frigidus-Festucetum clementei*.

**Especies características:** la composición florística de la asociación es extremadamente rica en endemismos, siendo sus especies características: *Festuca clementei*, *Erigeron frigidus*, *Trisetum glaciale*, *Artemisia granatensis* y *Galium pyrenaicum*.

**Biogeografía:** Endémica del distrito Altonevadense del sector Nevadense.

**Bioclimatología:** Asociación ligada al piso crioromediterráneo con ombrotipo húmedo al menos, si bien no se conoce con exactitud las precipitaciones a estas alturas. Por otro lado, soporta una sequía intensa, variando entre tres y cinco meses, según el año.

**Sinfitosociología:** Es la asociación de referencia de la geopermaserie altioreina nevadense de *Festuca clementei*.

**Discusión:** Quézel (1953) considera esta asociación como la representante de la vegetación climácica de las zonas superiores, casi carentes de suelo, en Sierra Nevada. Constituida en su mayoría por hemicriptófitos: *Festuca clementei*, *Agrostis nevadensis*, *Poa laxa*, *Trisetum glacialis*, como elementos esenciales, presentando un aspecto de pastizal disperso con una ocupación que suele ser inferior al 30% de recubrimiento. El área relativa de ocupación de esta asociación para la zona culminar la sitúa alrededor del 60%.

Con estas características comenta su exclusividad para la región mediterránea, representando, en cierta manera, los pastos homólogos a los que podríamos observar

en las zonas alpinas y subalpinas de los Pirineos y los Alpes, demostrando ciertas similitudes con los pastos de gramíneas vivaces del Gran Atlas marroquí.

Quezél opina que dentro del piso mediterráneo de montaña, que el sitúa entre los 1900 y 3500m, esta asociación es representativa de la zona mas elevada (subpiso de hemicriptófitos: 2900-3500m) como lo es, de forma homóloga, el grupo de *Genista versicolor* y *Juniperus* (*Genisto versicoloris* – *Juniperetum hemisphaericae*) para el estadio del subpiso de xerófitos espinosos que se extendería entre 1900 y 2900m. La transición entre ambos grupos (2700-2900m) se efectuaría por medio del grupo de *Sideritis glacialis* y *Arenaria pungens* (*Siderito glacialis* – *Arenarietum pungentis*).

En nuestra opinión, una vez recorrido el territorio potencial de esta asociación creemos que el área relativa de ocupación es menor que la estimada por Quezél. Además, en muchas ocasiones se enriquece con elementos claramente camefíticos, como *Arenaria pungens*, *Hormathophylla spinosa*, *Sideritis glacialis*, o, incluso, *Thymus serpylloides*, sin que estas especies llegen a constituir la asociación *Siderito-Arenarietun*, característica, por otro lado, del termotipo oromediterráneo. De esta forma, la asociación descrita por Quézél parece estar bastante restringida hoy día y si bien este autor describe la conjunción de estos caméficos con los hemicriptófitos como fase de transición, hemos observado que esta mezcla se amplía actualmente a casi todo el territorio, es decir, mucho más arriba de los aproximadamente 3.000 metros que el señalaba.

**Variabilidad:** La asociación se desarrolla sobre litosuelos, no cubiertos por derrubios, a partir de 2800-2900 m de altitud, alcanzando las cumbres mas elevadas. Tras el estudio de los inventarios disponibles en la bibliografía sobre la zona de trabajo y los realizados en esta investigación, distinguimos cuatro variantes:

#### **6.1.1.a *Erigeronto frigidí* – *Festucetum clementei* var. con *Sideritis glacialis*.**

(Tabla 4)

*Sideritis glacialis* es una especie frecuente dentro del ámbito del *Erigeronto-Festucetum*, alcanzando altitudes superiores a 3.200 m. En ocasiones es bastante abundante, especialmente en la Loma de Cañar y en Juntillas y, en general, esta variante parece recoger la irrupción en el crioromediterráneo de algunos componentes de la asociación *Siderito glacialis* – *Arenarietum pungentis*.

**6.1.1.b. *Erigeronto frigidi* – *Festucetum clementei* var. con *Arenaria pungens*.**  
(Tabla 5)

En nuestras observaciones, esta variante se distribuye, fundamentalmente, por la zona mas oriental del distrito Altonevadense, estando presente desde 7 Lagunas hasta la cara este de Loma Pela. Suele ser más pobre en especies que el resto de variantes.

La distribución coincide con lugares donde se ha observado, a menor altitud, la presencia de la asociación *Siderito glacialis* – *Arenarietum pungentis*.



Figura 12. *Erigeronto frigidi*-*Festucetum clementei* var. con *Arenaria pungens*.

**6.1.1.c. *Erigeronto frigidi* – *Festucetum clementei* var. con *Hormathophylla spinosa*.**(Tabla 6)

*Hormatophylla spinosa* es una especie que se comporta como indiferente al tipo de sustrato, con apetencias por los litosuelos y con una amplia distribución altitudinal. La conocemos, en las sierras béticas, desde los 700 m., alcanzando más de 3.400 en Sierra Nevada.

En nuestro territorio es muy frecuente y ya Quézel (1953), la indicaba en casi todos los inventarios que publicó, especialmente en el *Siderito* – *Arenarietum* (Quézel 1953:34). Sin embargo, Boissier, aunque la señala en el picacho de Veleta (1845:46),

indica que en la zona por el llamada nival (por encima de 2.660 m.) era rarísima, poniéndola al nivel de *Salix hastata* (Boissier, 1845: 225). Hoy día, mientras que de *Salix hastata* solo se conocen dos poblaciones con poquísimos individuos, *Hormatophylla spinosa* es, como hemos indicado, muy frecuente.

Quizas su progresiva abundancia en las cumbres nos indique un también progresivo descenso de las precipitaciones, o un aumento de la sequía veraniega. ¿O tal vez un aumento de las temperaturas?. En todo caso, su abundante presencia nos ha inducido a considerar esta variante, donde suelen estar también representadas especies del *Siderito- Arenarietum*. A destacar que es mucho más frecuente en el lado opuesto que la variante con *Arenaria pungens*, es decir, en la parte occidental del sector.

#### 6.1.1.d. *Erigeronto frigidum* – *Festucetum clementei* var. con *Vaccinium uliginosum* subsp. *nanum*. (Tabla 7)

La aparición de *Vaccinium uliginosum* subsp. *nanum* en el dominio del *Erigeronto frigidum-Festucetum clementei* indica condiciones en que la persistencia de nieve es especialmente prolongada. Ello representa una cierta quionofilia de las especies y una mayor disponibilidad de humedad edáfica. Se localiza en depresiones y laderas umbrías.

#### 6.1.2. *Festucetum moleroio* – *pseudoskiae* Quézel in Mem. Soc. Brot. 9: 46. (Tabla 8)

**Diagnosis:** Lastonar que coloniza derrubios y canchales terrosos, heliófila y más xerófila que el *Erigeronto* – *Festucetum clementei*. Como indica Quézel (1953: 46-48), se desarrolla sobre todo en exposiciones sur y oeste, buscando las pendientes más expuestas al sol, con inclinaciones entre el 15 y el 25%, muy secas, alejadas de los puntos de agua y en las zonas más rápidamente desprovistas de nieve. La altitud media de la asociación la sitúa en 2.700 m., aunque la especie directriz puede bajar bastante más.

**Especies características:** la especie característica y fundamental es *Festuca pseudoeskia*, a la que suelen acompañar otras especies del *Nevadension*.

**Biogeografía:** Sector Nevadense.

**Bioclimatología:** Asociación del piso crioromediterráneo y oromediterráneo superior, en ombrotipo húmedo.

**Sinfitosociología:** Este lastonar constituye una comunidad permanente, pionera, que se asienta sobre suelos brutos de alta montaña.



Figura 13. *Festucetum moleroio-pseudoeskliae*.

**6.1.b. *Thymenion serpylloidis*** (Rivas Goday & Rivas Martínez in Rivas Martínez 1964) Rivas Martínez, Fernández González & Sánchez Mata 1986

Asociaciones psicroxerófilas silicícolas de óptimo oromediterráneo, endémicas del Sector Nevadense.

**6.1.3. *Arenario frigidae – Festucetum indigestae*** Rivas Martínez 1964. (Tabla 9)

**Diagnosis:** Asociación psicroxerófila rica en caméfitos fruticosos o graminoides y hemicriptófitos que constituyen un pastizal duro que se dispone de forma discontinua entre los abundantes sustratos rocosos que afloran en su ámbito. Es frecuente su disposición en gradas, debido a la crioturbación en un ambiente periglacial.

**Especies características:** *Thymus serpylloides*, *Festuca indigesta*, *Herniaria boissieri*, *Arenaria armerina*.

**Biogeografía:** Endémica del Sector Nevadense.

**Bioclimatología:** Piso oromediterráneo, ombrotipo subhúmedo – húmedo.

**Sinfitosociología:** La asociación se considera como un estadio previo a la total denudación del suelo y afloramiento de los pedregales, por lo que aún presentan un gran valor antierosivo, sobre todo durante los periodos de deshielo, destacando la acción de hemicriptófitos como *Festuca indigesta*, de potente sistema radicular. Es la asociación más extendida de toda Sierra Nevada. Se han distinguido (Rivas Martínez & cols. 1986: 96) dos subasociaciones, en función de representar la comunidad permanente de crestas y espolones en el horizonte superior oromediterráneo (*festucetosum indigestae*) o una etapa de sustitución del *Genisto - Juniperetum hemisphaericae* (*koelerietosum crassipedis*)

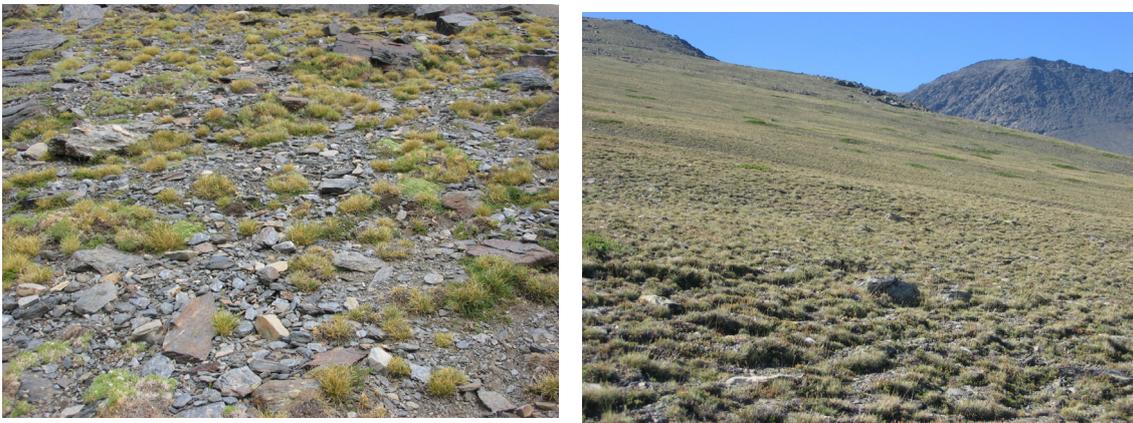


Figura 14. *Arenario frigidae-Festucetum indigestae*.

#### 6.1.4. *Siderito glacialis* – *Arenarietum pungentis* Quézel 1953. (Tabla 10)

**Diagnosis:** Tomillar de escasa cobertura en el que predominan los caméfitos, algunos de ellos espinosos. Se distribuyen de manera más escasa que la asociación anterior, sobre sustratos silicibásicos. Según Quézel (loc. cit.: 32) ocupa una estrecha franja entre los 2.700 y 2.900 m de altitud, precediendo en altura al *Erigeronto – Festucetum clementei* y contactando, hacia niveles inferiores, con el *Genisto – Juniperetum hemisphaericae*. Se individualiza la asociación, sobretodo, al desaparecer en altitud, de forma radical, los *Juniperus* (*hemisphaerica* y *sabina*), pero no como una simple facies empobrecida del *Genisto – Juniperetum*, ya que el cortejo florístico es claramente diferente

**Especies características:** *Sideritis glacialis*, *Arenaria pungens*, *Androsace vitaliana*, *Anthyllis vulneraria* subsp. *pseudoarundana*, *Erodium cheilanthifolium*.

**.Biogeografía:** Endémica del Sector Nevadense.

**Bioclimatología:** Exclusiva del piso oromediterráneo aunque sus especies puedan alcanzar el piso crioromediterráneo.

**Sinfitosociología:** Aunque puede tener su génesis, al igual que la asociación anterior, como etapa serial en la destrucción del enebral, suele desarrollarse como comunidad permanente sobre suelos pedregosos con menor tiempo de innivación.



Figura 15. *Siderito glacialis-Arenarietum pungentis*.

**6.1.5. *Cirsio gregarii – Dactyletum juncinellae*** Molero Mesa & López 2002  
(Tabla 11)

**Diagnosis:** Pastizal caracterizado por el endemismo nevadense *Dactylis juncinella*, que crece en suelos silíceos escasamente desarrollados, en lugares con un largo tiempo de cobertura de nieve. Asociación de ambientes subrupícolas, lugares que suelen ser frecuentados por los rebaños de cabras y ovejas.

**Especies características:** *Dactylis juncinella*.

**Biogeografía:** Sector nevadense.

**Bioclimatología:** Pisos bioclimáticos oromediterráneo y horizonte inferior del crioromediterráneo húmedo.



Figura 16. *Cirsio gregarii-Dactyletum juncinellae*.

### **Comunidad de *Astragalus granatensis*.** (Tabla 12)

La intrusión de sustratos claramente básicos en el núcleo silíceo nevadense da lugar a la esporádica presencia de un matorral de *Astragalus granatensis* que constituye una formación densa de caméfitos, acompañados de nanofanerófitos postrados y que se desarrolla en el piso oromediterráneo. Confluyen en la comunidad especies propias del *Genisto* – *Juniperetum hemifericae* y del *Arenario* – *Festucetum indigestae*, junto a otras, como *Vella spinosa*, *Prunus prostrata*, *Juniperus sabina* o *Poa ligulata*, más propias de las rocas calizo – dolomíticas de los bordes de Sierra Nevada, en la serie del *Daphno hispanicae* – *Pinetum nevadensis* (o más bien de la *Vello spinosae* – *Juniperetum sabinae* Rivas Martínez 2007, inéd.)

Esta comunidad la encontramos en las zonas oriental y occidental de manera muy puntual reflejando las características básicas del sustrato.



Figura 17. Comunidad de *Astragalus granatensis*.

**Comunidad de *Thymus baeticus*.** (Tabla 13)

Con motivo de la realización de un transecto en el valle del río Trevélez, en el distrito Nevadense Oriental, hemos podido observar la presencia de un tomillar oromediterráneo algo distinto al que caracteriza este piso en el sector Nevadense. La diferencia fundamental consiste en la ausencia de *Thymus serpylloides* y la presencia del chirrín ó tomillo limonero, *Thymus baeticus*, especie que se distribuye por la costa de Granada y Málaga, adentrándose en las laderas de Almirajara y la Alpujarra, pero que suele quedar a mucha menor altitud que los 2.000 m. en que se han realizado los inventarios. *Thymus baeticus* es característica de *Lavandulion lanatae* y quizás su presencia en sustratos metamórficos nevadenses sea debido a la existencia de iones magnesio, en un caso similar a lo que ocurre con *Halimium atriplicifolium*. Hemos creído interesante poner de manifiesto estas circunstancias, pues hemos observado posteriormente esta comunidad en más lugares, siempre en la parte oriental del macizo.

**7. NARDETEA STRICTAE** Rivas Goday in Rivas Goday & Rivas Martínez 1963

Prados acidófilos, densos, dominados por gramíneas cespitosas como *Nardus stricta* o *Festuca* gr. rubra, que viven, en la Región Mediterránea, sobre suelos profundos de los termotipos supra, oro y crioromediterráneo. Su requerimiento hídrico es alto por lo que se desarrollan en lugares donde hay acumulación de nieve o de agua por escorrentía, causando una hidromorfía temporal en los suelos. Por su naturaleza acidófila, son frecuentes en las montañas silíceas, aunque también se hallan sobre sustratos ricos en bases, donde el elevado aporte de agua lixivía las bases acidificando el suelo.



Figura 18. Vistas de Laguna Hondera. Comunidades higrófilas.

### 7 a. *Nardetalia strictae* Oberdorfer ex Preising 1949

Orden único de la clase.

#### 7.1. *Plantaginion nivalis* Quézel 1953

Comprende las asociaciones endémicas de la provincia Bética, con óptimo en el piso oromediterráneo y en el sector Nevadense, dominadas por *Nardus stricta* y *Festuca iberica* (*Festuca trichophylla* subsp. *scabrescens*), propias de suelos profundos hidromorfos innivados hasta el final de la primavera, pero que llegan a desecarse entrado el verano.

##### 7.1.1. *Nardo strictae-Festucetum ibericae* Quézel 1953

**Diagnosis:** Nardeta (cervunal) en que domina *Nardus stricta* y *Festuca iberica*, acompañadas de un buen número de especies endémicas y que tiene su óptimo en el piso oromediterráneo nevadense. Ocupan siempre las depresiones húmedas en que

se acumulan materias húmicas, bajo las que se encuentra un horizonte biogénico siempre húmedo, el cual descansa sobre sustratos esquistosos.

**Especies características:** *Nardus stricta*, *Festuca iberica*, *Plantago nivalis*, *Gentiana boryi*, *Trifolium repens* subsp. *nevadense*, *Leontodon microcephalus*, etc.

**Biogeografía:** Sector Nevadense.

**Bioclimatología:** termotipos oromediterráneo y crioromediterráneo inferior.

**Sinfitosociología:** Comunidad de carácter meso-higrófilo, representa una comunidad permanente ligada a la humedad, dentro del dominio potencial del *Genisto-Juniperetum* hemisphaericae y del horizonte inferior de los pastizales del *Erigeronto-Festucetum clementei*.

#### **7.1.2. *Ranunculo acetosellifolii-Vaccinietum nani* Quézel 1953**

**Diagnosis:** Prados con mayor abundancia de nanocaméfitos y hemicriptófitos no graminoides. Se desarrolla en suelos muy húmedos, aunque de escasos centímetros de humus alpino. Asociación que se desarrolla cerca de los surgimientos de agua, o en el borde de los neveros, generalmente en lugares de pronunciada pendiente y, especialmente en el piso crioromediterráneo. Según el autor de la asociación es una comunidad de “*pozzines de pente*”, en donde han encontrado refugio especies que en latitudes más septentrionales se localizan en otras clases fitosociológicas.

**Especies características:** *Vaccinium uliginosum* subsp. *nanum*, *Ranunculus acetosellifolius*, *Gentiana alpina*, *Phleum abbreviatum*.

**Biogeografía:** Sector Nevadense, distrito Altonevadense.

**Bioclimatología:** se desarrolla en el piso crioromediterráneo y oromediterráneo superior.

**Sinfitosociología:** Asociación que representa una comunidad permanente hidrófila y quionófila, pionera en medios muy fríos y pobres que difícilmente puede evolucionar hacia la nardeta de gramíneas. Vive en suelos muy poco desarrollados, a diferencia de *Nardo-Festucetum* que suele proceder de colmataciones de charcas y lagunas, con suelo biogénico previo.

### 7.1.3. *Armerio splendidis-Agrostietum nevadensis* Quézel 1953. (Tabla 14)

**Diagnosis:** Cervunal de *Agrostis nevadensis*, de menores requerimientos hídricos, que llega a agostarse en verano y que normalmente circunda las zonas húmedas en que aparece *Nardo Festucetum* que, a su vez orla las comunidades turbícolas o de borde de arroyo. También aparece en el fondo de las depresiones, húmedas por la permanencia de la nieve durante mucho tiempo. Por su carácter más xerófilo aparecen en su seno especies de *Festucetea indigestae*.

**Especies características:** *Agrostis nevadensis*, *Leucanthemopsis pectinata*, *Herniaria frigida*, *Armeria splendens*, *Plantago radicata* subsp. *granatensis*. *Meum athamanticum nevadense*.

**Biogeografía:** sector Nevadense.

**Bioclimatología:** Termotipos oro y crioromediterráneo. Ente los 2.000 y los 3.200 m. de altitud.

**Sinfitosociología:** Como señala Quézel (loc. cit.:60), desde un doble punto de vista y en sus dos variantes puede ser considerada como una etapa intermedia previa a la transformación de unas comunidades climáticas en comunidades climax edáficas. Es por tanto el paso natural entre las nardetas y las comunidades de *Festucetea*. No obstante su fisionomía y requerimientos ecológicos hacen que se le deba incluir en *Nardetea*.

## 8. JUNIPERO SABINAE – PINETEA SYLVESTRIS Rivas Martínez 1965

Vegetación leñosa siempre verde, arbolada o arbustiva, dominada por gimnospermas y papilionáceas, que conforman la climax en los niveles de mesoclima frío de las montañas y tierras altas del sur occidente de Europa, bajo macrobioclima mediterráneo o templado de influencia mediterránea. Su óptimo se alcanza en la región Mediterránea, dentro de los termotipos oro y crioromediterráneo de tendencia continental.

**8a. *Juniperetalia hemisphaericae*** Rivas-Martínez & J. A. Molina in Rivas-Martínez, Fernández-González & Loidi 1999

Matorrales climácicos, permanentes o seriales, que prosperan sobre suelos con humus tangel oromediterráneo y orotemplado submediterráneo subhúmedo a hiperhúmedo de las altas montañas de la Península Ibérica.

**8.1. *Genisto versicoloris* – *Juniperion hemisphaericae*** Rivas Martínez & J. A. Molina in Rivas Martínez, Fernández-González & Loidi 1999

Arbustadas silicícolas climatófilas con humus tangel, en las que es preponderante en su estado maduro *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica* y en enclaves silicibasícolas *Juniperus sabina*, propias del termotipo oromediterráneo subhúmedo-húmedo de los sectores biogeográficos nevadense y orofilábrico-baztetano.

**8.1.1. *Genisto versicoloris* – *Juniperetum hemisphaericae*** Quézel 1953. (Tabla 15)

**Diagnosis:** Comunidad climax del termotipo oromediterráneo subhúmedo-húmedo del sector Nevadense. En su óptimo forma un tapiz denso de enebros con piornos y sabinas.

**Especies características:** *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica*, *Genista versicolor*, *Cytisus balansae* subsp. *nevadensis*, *Juniperus sabina*, *Thlaspi nevadense*, *Avenella iberica*.

**Biogeografía:** El área de la asociación se extiende exclusivamente por el sector nevadense en sus dos distritos: Nevadense oriental y Altonevadense.

**Bioclimatología:** Piso oromediterráneo subhúmedo-húmedo.

**Discusión:** En el primer trabajo fitosociológico dedicado a las cumbres de Sierra Nevada, Quézel, describe una landa de xerófitos espinosos sobre sustratos silíceos que se extiende entre los 1900 y los 2700 (2900) m de altitud (Quézel, 1953, 26-32), correspondiendo a la asociación que denomina de *Genista lobelii* var. *baetica* y *Juniperus nana* (*Genisteto-Juniperetum nanae*).

Según el autor esta asociación se encuadra dentro del *Xero-Acanthion* junto con cuatro asociaciones más, tres para la parte calcárea y una, que acompaña a esta, para la parte silícea.

El grupo no difiere en su aspecto al de las zonas subalpinas de los Alpes Meridionales o los Pirineos orientales en particular, donde el grupo descrito por Braun-

Blanquet como *Genisteto-Arctostaphyletum* presenta grandes analogías tanto ecológicas como fisionómicas.

Quézel señala la existencia de tres facies, debido a diferencias sensibles en el sustrato y la exposición, claramente distinguibles: una donde dominan *Festuca indigesta* y *Genista lobellii* var. *baetica*, desarrollada en pendientes rocosas y suelos erosionados dispuesta en exposición sur u oeste; una segunda de *Juniperus nana* y *Juniperus sabina* (este último mas saxícola) que caracteriza, por el contrario, las pendientes rocosas en exposición norte y este; y por último, la de *Senecio boissieri* que se desarrolla en pendientes poco inclinadas constituidas por desprendimientos consolidados y colmatados, representando el óptimo de la asociación.

Rivas Martínez (1961) al describir los pisos de vegetación de Sierra Nevada, propone la subasociación *sarothamnetosum*, en referencia a *Cytisus purgans*, hoy *Cytisus balansae* subsp. *nevadensis*, y como otras especies características a *Avenela iberica*, *Rosa stylosa* subsp. *nevadensis*, *Koeleria crassipes*. Mas tarde Rivas Goday & Mayor (1966:373) validan la subasociación publicando un inventario sintético, señalando que es la de mayor influencia nórdico-atlántica y situándola en un estrato altitudinal de 2000 a 2400m. Incluyen la asociación en *Pino –Juniperetalia* y anotan como diferenciales de la subasociación, además de *Cytisus*, *Koeleria caudata*, *Avena albinervis*, *Avena sulcata* y *Adenocarpus decorticans*.

Prieto (1971) indica haber realizado 35 inventarios de la asociación, que denomina *Junipero-Genistetum*, publicando una tabla sintética en donde no diferencia facies ni subasociaciones. Incluye la asociación en *Pino-Juniperetea*, llamando la atención sobre el hecho de que Quézel la hubiese incluido en *Xero-Acanthion* (*Erinacetalia*).

Losa Quintana & al. (1986) publican cinco inventarios originales de la asociación, sin destacar las subasociaciones. No obstante apuntan la posible existencia de un pional en la degradación del enebro (*Genisto baeticae-Cytisetum purgantis*, loc. cit.:107).

Gil de Carrasco & col (1986) señalan que la variante con abundancia de *Cytisus balansae* subsp. *nevadensis* aparece en las zonas más húmedas y sobre suelos más evolucionados.

Martinez Parras & al. (1987c:38) tipifican la asociación en el inventario nº 8 de la tabla publicada por Quézel, en la facies de *Juniperus*, considerando ésta como la subasociación típica, que caracterizan como “de cierto carácter pionero, quionófoba, que se instala generalmente en laderas rocosas, cornisas y otros lugares con suelos

esqueléticos, no cubiertos durante mucho tiempo por la nieve”. Obviando la facies con *Senecio boissieri*, también tipifican la subasociación *genistetosum baeticae* en el inventario nº 3 de la tabla de Quézel, en el seno de la facies de Genista, a la que definen como la que “se presenta en los suelos más desarrollados y evolucionados. Constituye la subasociación más evolucionada”. Por último, describen una nueva subasociación, *cytisetosum oromediterranei*, que “se sitúa en los suelos más pobres y degradados por el fuego, generalmente orientados a mediodía. Se diferencia por la presencia de la especie *Cytisus oromediterraneus* (hoy *Cytisus balansae subsp. nevadensis*)”, publicando 3 inventarios y señalando como tipo el nº 2 (loc. Cit.: 42).

Molero Mesa (2000) opina que la asociación *Genisto versicoloris-Juniperetum nanae*, entendida en la concepción de la *Pino-Juniperetea*, es un enebro de *Juniperus hemisphaerica* que, potencialmente, cubre todo el piso oromediterráneo del sector Nevadense. En su seno distingue tres variantes: la típica, con predominio de *Juniperus hemisphaerica*, que ocuparía el sustrato netamente silíceo del territorio; la variante con *Juniperus sabina*, que representa un descenso en la acidez del suelo, tendiendo hacia la basicidad, producto de afloramientos de mármoles y anfibolitas; y la variante con *Cytisus galianoi* (hoy *Cytisus balansae subsp. nevadensis*), en suelos más pobres o degradados por el fuego y el pastoreo.

Por último, Lorite (2001), para la parte almeriense de Sierra Nevada, distingue una variante con *Juniperus sabina* y *Astragalus granatensis* para zonas ricas en peridotitas y/o fuertemente venteadas con acúmulo de bases. Otra con *Genista versicolor* en las zonas secas y con suelos más escasos y otra con *Cytisus balansae subsp. nevadensis*, en suelos más evolucionados y húmedos.

La situación actual de esta asociación, como ya auguraba Quézel, ha sido una regresión motivada por factores antropogénicos. La existencia en los años 50 de un pastoreo intensivo de ovinos y caprinos, el uso como combustible de *Genista* y *Juniperus*, junto con la construcción de la carretera que unía Granada con el pico del Veleta han provocado el desequilibrio de esta comunidad. Durante mucho tiempo, se ha subestimado el valor de estos xerófitos en Sierra Nevada, y en general en las montañas mediterráneas, como fijadores del sustrato y creadores de un horizonte húmico estable.

La asociación, desde nuestras observaciones y entendida como un enebro de *Juniperus hemisphaerica*, aparece distribuida de forma discontinua cuando potencialmente debería ser la climax del termotipo oromediterráneo. Los estadios de

degradación han tomado el relevo a la asociación, presentándose en muchas ocasiones paisajes en los que domina la asociación *Arenario frigidae – Festucetum indigestae* y ejemplares dispersos de *Juniperus communis subsp. hemisphaerica*. En otros casos, son los piornales de *Genista versicolor* y *Cytisus balansae subsp. nevadensis*, juntos o por separado, los que caracterizan el paisaje actuando, al parecer, como etapa de degradación anterior al establecimiento de *Festuca indigesta*.

Tras estos precedentes, en los que, como se ve, hay discrepancias respecto a lo que significa la abundancia de *Cytisus*, *Juniperus sabina* o *Genista*, hemos trabajado en la zona alta oromediterránea, realizando un estudio de estas comunidades, de las que disponemos numerosos inventarios transcritos en las tablas correspondientes, con el fin de plasmar su fisionomía actual. Hemos considerado distinguibles a nivel cartográfico, aparte del tipo de la asociación, tres facies más, en función de la dominancia/abundancia de algunos de sus elementos, especialmente los piornos. También hemos observado la facies de *Juniperus sabina*, posiblemente debido a la presencia de sustratos silicibasícolos, aunque es más frecuente a niveles algo inferiores a nuestro estudio, siendo su presencia escasa y difícilmente cartografiable.



Figura 19. *Genisto versicoloris-Juniperetum hemisphaericae*.

**8.1.1.a. *Genisto versicoloris* – *Juniperetum hemisphaericae* facies de *Cytisus balansae* subsp. *nevadensis*.** (Tabla 16)

Facies en que la presencia de los enebros es muy rara, constituyendo manchas densas de *Cytisus*, en general en la vertiente sur de Sierra Nevada.



**Figura 20.** *Genisto versicoloris*-*Juniperetum hemisphaericae* facies de *Cytisus nevadensis*.

**8.1.1.b. *Genisto versicoloris* – *Juniperetum hemisphaericae* facies de *Genista versicolor*.** (Tabla 17)

Comunidad en que domina *Genista versicolor*, sin que suelen aparecer *Juniperus* y solo esporádicamente aparece *Cytisus*

**8.1.1.c. *Genisto versicoloris* – *Juniperetum hemisphaericae* facies de *Cytisus balansae* subsp. *nevadensis* /*Genista versicolor*. (Tabla 18)**

Tampoco suele aparecer *Juniperus*, existiendo una codominancia entre los dos piornos. Preferentemente en la vertiente sur.



**Figura 21.** *Genisto versicoloris*-*Juniperetum hemisphaericae* facies de *Cytisus nevadensis*/*Genista versicolor*



Tabla 1. *Senecioni granatensis* – *Digitaletum nevadensis*

Orden	1	2	3	4	5
Altura (m)	2608	2871	2886	2843	2679
Orden	1	2	3	4	5
Orientación	SE	SE	SE	E	NE
Inclinación (°)	24	28	8	13	26
Cobertura (%)	15	40	30	20	25
Área (m <sup>2</sup> )	64	15	15	40	100
Nº inventario	71	157	185	249	494
<b>Características de asociación y unidades superiores</b>					
<i>Digitalis purpurea</i> var. <i>nevadensis</i>	1	1	+	1	2
<i>Reseda complicata</i>	.	1	+	1	1
<i>Solidago virgaurea</i> subsp. <i>minuta</i>	+	.	+	.	+
<i>Viola crassiuscula</i>	1	.	+	.	+
<i>Coincya monensis</i> subsp. <i>nevadensis</i>	+	.	.	.	+
<i>Cirsium acaule</i> subsp. <i>gregarium</i>	.	+	+	.	.
<i>Holcus caespitosus</i>	.	.	.	+	1
<i>Carduus carlinoides</i> subsp. <i>hispanicus</i>	.	.	.	+	+
<b>Compañeras</b>					
<i>Hormathophylla spinosa</i>	1	+	.	.	+
<i>Thymus serpylloides</i>	+	+	1	.	.
<i>Agrostis nevadensis</i>	.	+	1	.	1
<i>Arenaria pungens</i>	.	+	+	1	.
<i>Dactylis juncinella</i>	.	.	+	+	+
<i>Jasione crispa</i> subsp. <i>amethystina</i>	.	.	+	+	+
<i>Festuca pseudoeskia</i>	1	.	.	+	.
<i>Linaria nevadensis</i>	+	r	.	.	.
<i>Arenaria tetraquetra</i> subsp. <i>amabilis</i>	+	.	+	.	.
<i>Acinos alpinus</i>	.	+	+	.	.
<i>Galium rosellum</i>	.	.	.	+	+
<i>Erodium cheilanthifolium</i>	1	.	.	.	.
<i>Linaria aeruginea</i>	+	.	.	.	.
<i>Festuca indigesta</i>	.	+	.	.	.
<i>Sideritis glacialis</i>	.	+	.	.	.
<i>Urtica dioica</i>	.	1	.	.	.
<i>Silene boryi</i>	.	+	.	.	.
<i>Scutellaria jabalambrensis</i>	.	1	.	.	.
<i>Eryngium glaciale</i>	.	.	+	.	.
<i>Hieracium castellanum</i>	.	.	+	.	.
<i>Sempervivum minutum</i>	.	.	+	.	.
<i>Sedum amplexicaule</i> subsp. <i>tenuifolium</i>	.	.	+	.	.
<i>Pimpinella procumbens</i>	.	.	+	.	.
<i>Cystopteris fragilis</i>	.	.	.	.	+
<i>Paronychia polygonifolia</i>	.	.	.	.	+

1. 463279.4, 4094461.3; 2. 466820.45, 4099960.37; 3. 476392.57, 4106546.45; 4. 469790.49, 4101839.39; 5. 466789.45, 4104146.42.

Tabla 2. *Viola crassiusculae* – *Linarietum glacialis*

Orden	1	2
Altura (m)	3198	3185
Orientación	SW	SW
Inclinación (°)	19	27
Cobertura (%)	15	10
Área (m <sup>2</sup> )	9	9
Nº inventario	143	145
<b>Características de asociación y unidades superiores</b>		
<i>Linaria glacialis</i>	+	.
<i>Carduus carlinoides</i> subsp. <i>hispanicus</i>	1	+
<i>Viola crassiuscula</i>	.	+
<i>Holcus caespitosus</i>	.	+
<i>Crepis oporinoides</i>	+	+
<i>Lepidium stylatum</i>	+	.
<b>Compañeras</b>		
<i>Arenaria tetraquetra</i> subsp. <i>amabilis</i>	.	+

1. 466810.45, 4100305.37; 2. 466682.45, 4100388.38.

**Tabla 3. *Erigeronto frigidii* – *Festucetum clementei***

Orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32				
Altura (m)	2988	3167	2969	3025	3073	3053	3043	3150	2934	2906	2890	3113	3146	2947	2947	2967	2768	3193	3126	3081	3090	2961	3086	2932	2971	2927	3120	3027	3233	3312	2938	2962				
Orientación	W	NE	W	E	NW	W	W	N	NW	S	NW	W	SW	NW	NW	NW	SW	W	SW	SE	W	SW	NE	NE	SW	NW	E	SE	SW	SW	SW	NW				
Inclinación (°)	28	39	29	28	19	23	12	12	25	39	12	21	10	20	15	17	9	34	26	21	20	18	23	18	26	26	41	24	25	17	6	15				
Cobertura (%)	30	20	35	15	10	10	5	5	20	35	30	30	5	80	20	10	15	5	15	35	5	20	30	30	70	40	40	15	35	25	20	15				
Área (m <sup>2</sup> )	4	16	9	16	16	25	16	100	4	8	4	64	16	3	25	9	16	16	9	64	100	4	16	12	4	25	16	100	25	100	16	25				
Nº inventario	39	42	91	92	94	96	97	98	101	107	116	120	121	124	126	127	129	144	149	182	210	225	239	242	245	247	250	326	348	379	438	486				
<b>Características de asociación y unidades superiores</b>																																				
<i>Festuca clementei</i>	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	+	2	1	2	2	2	1	+	.	2	1	2	2	+	3	1	+	1	2	1	1	+				
<i>Arenaria tetraquetra</i> subsp. <i>amabilis</i>	.	1	1	1	1	+	.	1	.	.	1	1	1	3	1	1	1	1	+	+	1	1	1	3	3	2	1	1	1	1	1	.				
<i>Trisetum glaciale</i>	.	.	2	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1	.	+	.	.	.	1	1	+	.	.	+	.	.	.	.				
<i>Jasione crispa</i> subsp. <i>amethystina</i>	.	1	2	+	+	+	+	+	1	.	+	+	+	.	+	+	+	+	1	.	+	.	+	+	+	1	+	.	.	+	+	.				
<i>Nevadensia purpurea</i>	.	.	2	.	1	+	.	1	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	+	.	1	+	+	.	.	+	1	1	+	+	.	.				
<i>Eryngium glaciale</i>	.	r	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.	+	+	.	+	1	.	.	+	+	+				
<i>Thymus serpylloides</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.	1	2	.	.	.				
<i>Sideritis glacialis</i>	.	.	1	1	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1	.	+	.	+	1	.	.	1	.	.	.	.				
<i>Leontodon boryi</i>	.	1	+	.	+	.	.	1	.	.	1	.	+	.	.	1	+	.	1	.	.	+	.	+	.	.	1	r	.	.	.	.				
<i>Silene boryi</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+	.	+	+	1	.	.	.	+	.	+				
<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>pseudoarundana</i>	.	.	2	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.			
<i>Erodium cheilanthes</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	2	+	.	.	.	.	.	.	.	.			
<i>Draba hispanica</i> subsp. <i>laderoii</i>	.	.	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	r	.	.	+	.	.	+			
<i>Erigeron frigidus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	+	.	.			
<i>Helictotrichon filifolium</i> subsp. <i>velutinum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	+	.	.	.	.	r	.	1		
<i>Herniaria boissieri</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.		
<i>Erigeron major</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Senecio nebrodensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Dactylis juncinella</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Arenaria pungens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	
<i>Leucanthemopsis pectinata</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Plantago radicata</i> subsp. <i>granatensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Festuca pseudoesokia</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Androsace vitaliana</i> subsp. <i>nevadensis</i>	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<b>Compañeras</b>																																				
<i>Galium pyrenaicum</i>	.	1	+	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	
<i>Sempervivum minutum</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Hormathophylla spinosa</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	+	
<i>Agrostis nevadensis</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Lotus corniculatus</i> subsp. <i>glacialis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	2	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Reseda complicata</i>	+	.	.	+	.	.	1	+	1	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Crepis oporinoides</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Biscutella glacialis</i>	.	.	+	1	+	+	+	1	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Viola crassiuscula</i>	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	
<i>Chaenorrhinum glareosum</i>	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Ranunculus demissus</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Carduus carlinoides</i> subsp. <i>hispanicus</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Poa ligulata</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Linaria nevadensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cerastium alpinum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Allysum nevadense</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Erophila verna</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euphrasia willkommii</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lepidium stylatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Acinos alpinus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Digitalis purpurea</i> var. <i>nevadensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Holcus caespitosus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hieracium castellanum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>(continuación)</i>																																				







Tabla 4. *Erigeronto frigidi-Festucetum clementei* var. con *Sideritis glacialis*

Orden	1	2	3	4	5	6	7
Altura (m)	3071	3033	3026	3087	2965	3118	3110
Orientación	E	W	E	S	SE	SE	SE
Inclinación (°)	23	35	8	23	29	9	12
Cobertura (%)	10	5	30	15	5	20	10
Área (m <sup>2</sup> )	64	9	24	50	100	100	100
Nº inventario	87	89	90	95	115	207	490
<b>Características de asociación y unidades superiores</b>							
<i>Sideritis glacialis</i>	2	1	2	2	1	2	2
<i>Festuca clementei</i>	2	1	2	.	+	1	1
<i>Thymus serpylloides</i>	1	1	.	2	1	+	2
<i>Nevadensia purpurea</i>	1	1	+	+	1	1	1
<i>Arenaria tetraquetra</i> subsp. <i>amabilis</i>	1	.	1	1	+	+	+
<i>Trisetum glaciale</i>	.	1	.	.	1	1	1
<i>Draba hispanica</i> subsp. <i>laderoi</i>	+	+	1	+	1	+	+
<i>Jasione crispa</i> subsp. <i>amethystina</i>	+	+	1	+	.	1	.
<i>Leontodon boryi</i>	.	+	+	+	.	1	.
<i>Festuca pseudoeskia</i>	.	1	.	1	.	.	.
<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>pseudoarundana</i>	+	.	+	.	+	.	.
<i>Leucanthemopsis pectinata</i>	+	.	.	.	.	.	.
<i>Silene boryi</i>	+	.	.	.	.	.	.
<i>Jurinea humilis</i>	.	.	.	.	+	.	.
<i>Herniaria boissieri</i>	.	.	.	.	+	.	.
<i>Eryngium glaciale</i>	.	.	.	.	.	.	+
<b>Compañeras</b>							
<i>Galium pyrenaicum</i>	+	+	+	+	.	1	+
<i>Sempervivum minutum</i>	1	1	+	.	+	.	.
<i>Biscutella glacialis</i>	+	1	+	+	.	.	.
<i>Senecio boissieri</i>	.	.	+	+	+	.	.
<i>Lotus corniculatus</i> subsp. <i>glacialis</i>	1	.	.	+	.	.	.
<i>Linaria nevadensis</i>	+	.	.	.	.	.	.
<i>Poa ligulata</i>	+	.	.	.	.	.	.
<i>Chaenorrhinum glareosum</i>	.	+	.	.	.	.	.
<i>Reseda complicata</i>	.	+	.	.	.	.	.
<i>Saxifraga nevadensis</i>	.	+	.	.	.	.	.
<i>Vaccinium uliginosum</i> subsp. <i>nanum</i>	.	.	.	+	.	.	.
<i>Sedum amplexicaule</i> subsp. <i>tenuifolium</i>	.	.	.	+	.	.	.
<i>Hormathophylla spinosa</i>	.	.	.	.	.	.	+

1. 464537.42, 4098894.36; 2. 464390.42, 4098569.35; 3. 464343.42, 4098413.35; 4. 463996.41, 4096908.33; 5. 460770.37, 4096426.33; 6. 476110.57, 4107794.47; 7. 476052.57, 4107737.47.

Tabla 5. *Erigeronto frigidi-Festucetum clementei* var. con *Arenaria pungens*

Orden	1	2
Altura (m)	2860	3051
Orientación	N	NE
Inclinación (°)	21	17
Cobertura(%)	20	30
Área (m <sup>2</sup> )	9	100
Nº inventario	12	234
<b>Características de asociación y unidades superiores</b>		
<i>Arenaria pungens</i>	1	2
<i>Arenaria tetraquetra</i> subsp. <i>amabilis</i>	2	.
<i>Festuca clementei</i>	+	1
<i>Jasione crispera</i> subsp. <i>amethystina</i>	1	+
<i>Leucanthemopsis pectinata</i>	1	.
<i>Silene boryi</i>	1	.
<i>Eryngium glaciale</i>	+	+
<i>Dactylis juncinella</i>	+	.
<i>Erigeron major</i>	+	.
<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>pseudoarundana</i>	+	.
<i>Herniaria boissieri</i>	+	.
<i>Nevadensia purpurea</i>	.	+
<i>Sideritis glacialis</i>	.	+
<i>Trisetum glaciale</i>	.	+
<i>Leontodon boryi</i>	.	+
<b>Compañeras</b>		
<i>Poa ligulata</i>	2	.
<i>Hormathophylla spinosa</i>	1	+
<i>Agrostis nevadensis</i>	1	.
<i>Linaria nevadensis</i>	+	.
<i>Biscutella glacialis</i>	+	.
<i>Galium pyrenaicum</i>	.	+

1. 469335.48, 4101613.39; 2. 478221.6, 4106496.45.

Tabla 6. *Erigeronto frigidii-Festucetum clementei* var. con *Hormathophylla spinosa*

Orden	1	2	3	4	5	6	7
Altura (m)	2898	3143	2908	3048	3113	3071	3054
Orientación	NE	SW	S	W	E	SW	E
Inclinación (°)	27	20	38	23	8	30	32
Cobertura (%)	30	10	20	20	15	20	35
Área (m <sup>2</sup> )	12	10	10	36	100	64	100
Nº inventario	9	29	105	122	200	361	365
<b>Características de asociación y unidades superiores</b>							
<i>Hormathophylla spinosa</i>	2	2	2	2	2	2	2
<i>Jasione crispa</i> subsp. <i>amethystina</i>	2	1	.	+	1	+	+
<i>Festuca clementei</i>	1	.	.	1	1	1	1
<i>Galium pyrenaicum</i>	+	1	.	.	+	1	+
<i>Thymus serpylloides</i>	1	1	1	.	.	.	2
<i>Arenaria tetraquetra</i> subsp. <i>amabilis</i>	+	.	.	1	1	.	1
<i>Sideritis glacialis</i>	.	.	1	.	+	.	+
<i>Eryngium glaciale</i>	1	r	.	+	1	.	.
<i>Leontodon boryi</i>	+	.	.	.	.	+	+
<i>Silene boryi</i>	.	+	.	+	.	+	+
<i>Nevadensia purpurea</i>	.	+	.	.	+	.	+
<i>Viola crassiuscula</i>	.	+	.	+	.	+	.
<i>Sempervivum minutum</i>	.	.	.	+	.	.	+
<i>Biscutella glacialis</i>	.	.	.	+	.	+	.
<i>Festuca pseudoeskia</i>	.	.	.	.	.	1	.
<i>Arenaria pungens</i>	.	.	.	.	1	1	.
<i>Trisetum glaciale</i>	.	.	+	.	1	.	.
<i>Dactylis juncinella</i>	+	.	+	.	.	.	.
<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>pseudoarundana</i>	+	.	.	.	.	.	.
<i>Euphrasia willkommii</i>	+	.	.	.	+	.	.
<i>Chaenorrhinum glareosum</i>	.	.	.	+	+	.	.
<i>Saxifraga nevadensis</i>	.	.	.	+	.	.	r
<i>Draba hispanica</i> subsp. <i>laderoi</i>	.	1	.	.	.	.	.
<i>Erigeron major</i>	.	.	.	.	1	.	.
<i>Dianthus subacaulis</i> subsp. <i>brachyanthus</i>	+	.	.	.	.	.	.
<i>Erigeron frigidus</i>	.	.	+	.	.	.	.
<b>Compañeras</b>							
<i>Agrostis nevadensis</i>	1	.	.	.	.	.	.
<i>Astragalus nevadensis</i> subsp. <i>nevadensis</i>	1	.	.	.	.	.	.
<i>Lotus corniculatus</i> subsp. <i>glacialis</i>	1	.	.	.	.	.	.
<i>Hieracium castellanum</i>	+	.	.	.	.	.	.
<i>Euphorbia nevadensis</i>	+	.	.	.	.	.	.
<i>Acinos alpinus</i>	.	.	+	.	.	.	.
<i>Crepis oporinoides</i>	.	.	+	.	.	.	.
<i>Verónica fruticans</i>	.	.	+	.	.	.	.
<i>Cirsium gregarium</i>	.	.	.	+	.	.	.
<i>Genciana alpina</i>	.	.	.	+	.	.	.
<i>Linaria nevadensis</i>	.	.	.	+	.	.	.
<i>Reseda complicata</i>	.	.	.	+	.	.	.
<i>Poa ligulata</i>	.	.	.	.	.	+	.
<i>Iberis carnosa</i> subsp. <i>embergeri</i>	.	.	.	.	.	.	r

1. 466526.44, 4104655.43; 2. 471576.51, 4101165.39; 3. 463129.4, 4098224.35; 4. 463747.41, 4099589.37; 5. 474354.55, 4106327.45; 6. 470305.49, 4100300.37; 7. 470765.5, 4100691.38.

Tabla 7. *Erigeronto frigid-Festucetum clementei* var.con *Vaccinium uliginosum* subsp. *nanum*

Orden	1	2	3	4
Altura (m)	3046	2944	3012	2830
Orientación	N	NW	W	W
Inclinación (°)	24	15	23	20
Cobertura (%)	10	20	50	15
Área (m <sup>2</sup> )	10	10	10	100
Nº inventario	99	119	123	278
<b>Características de asociación y unidades superiores</b>				
<i>Arenaria tetraquetra</i> subsp. <i>amabilis</i>	1	1	1	1
<i>Festuca clementei</i>	+	1	+	1
<i>Nevadensia purpurea</i>	1	.	+	1
<i>Jasione crispa</i> subsp. <i>amethystina</i>	1	+	.	r
<i>Leontodon boryi</i>	1	.	.	+
<i>Eryngium glaciale</i>	+	.	+	+
<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>pseudoarundana</i>	+	.	.	+
<i>Luzula hispanica</i>	+	+	.	.
<i>Trisetum glaciale</i>	+	.	.	.
<i>Sideritis glacialis</i>	.	.	.	r
<b>Compañeras</b>				
<i>Vaccinium uliginosum</i> subsp. <i>nanum</i>	1	2	3	1
<i>Poa ligulata</i>	.	.	.	1
<i>Biscutella glacialis</i>	+	.	+	.
<i>Linaria nevadensis</i>	+	.	.	r
<i>Sempervivum minutum</i>	+	.	.	.
<i>Lotus corniculatus</i> subsp. <i>glacialis</i>	+	.	.	.
<i>Gentiana verna</i> subsp. <i>sierrae</i>	.	+	.	.
<i>Saxifraga nevadensis</i>	.	.	+	.
<i>Juniperus communis</i> subsp. <i>hemisphaerica</i>	.	.	.	r

1. 464508.42, 4099049.36; 2. 461821.38, 4097843.34; 3. 463648.41, 4099572.37; 4. 461794.38, 4098525.35

**Tabla 8. Festucetum moleroio-pseudoeskiae**

Orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38				
Altura (m)	3082	2683	2713	2918	2902	2937	3069	3043	3008	2805	2909	2905	2843	2752	3092	2874	2858	2896	3024	3103	2902	2969	2892	3026	2972	2419	2441	2467	2520	2831	2797	2809	2741	2917	2889	3010	2938	2591				
Orientación	SW	NE	SE	SE	NW	NW	SW	SE	NE	SE	E	E	NE	NE	S	SW	SE	SE	SE	SE	NE	SW	NW	SE	S	NW	W	W	NW	NW	W	SW	NE	E	W	SW	SW	NW				
Inclinación (°)	20	14	20	44	12	19	30	12	26	20	12	16	14	15	17	25	35	21	14	23	25	31	13	27	18	23	22	17	15	20	10	15	28	28	16	26	35	35				
Cobertura (%)	10	20	30	20	10	20	20	20	25	10	10	10	15	10	10	20	10	15	20	10	25	10	30	20	40	30	30	30	20	15	15	25	30	30	25	35	40	45				
Área (m²)	9	9	49	40	64	25	16	100	49	8	64	64	36	100	100	64	12	9	64	64	25	9	10	4	25	64	100	64	225	100	400	100	100	225	100	10	9	100				
Nº inventario	46	48	72	109	117	118	153	154	155	159	166	168	177	178	183	184	188	194	201	209	218	223	243	251	252	257	261	263	268	279	285	300	311	324	335	372	407	414				
<b>Características de asociación y unidades superiores</b>																																										
<i>Festuca pseudoeskia</i>	1	1	1	2	1	1	2	2	1	.	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2	+	2	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	1	2	2			
<i>Jasione crispa</i> subsp. <i>amethystina</i>	+	+	+	+	+	+	.	.	+	.	+	+	+	+	+	.	.	+	.	+	+	.	+	+	+	+	+	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Arenaria tetraquetra</i> subsp. <i>amabilis</i>	r	1	1	.	1	.	.	.	+	+	r	.	+	1	.	.	+	1	+	.	.	+	1	.	r	+	.	.	.	+	1	.	r	1	.	.	.	.	.			
<i>Sideritis glacialis</i>	.	+	1	+	1	+	1	1	1	.	+	+	+	+	.	.	.	+	.	.	+	.	+	+	1	.	.	.	.	.	r	+	1	1	+	.	.	.	.			
<i>Silene boryi</i>	+	.	r	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	+	+	1	+			
<i>Arenaria pungens</i>	1	+	.	.	.	.	.	.	.	1	2	1	1	1	+	2	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	2			
<i>Nevadensia purpurea</i>	+	+	1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	1	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.				
<i>Leontodon boryi</i>	.	r	.	.	+	.	+	+	+	.	.	1	.	+	1	.	.	.	.	+	.	.	1	.	.	.	.	+	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	+			
<i>Thymus serpylloides</i>	.	1	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	+	1	+	.	1	2	2	1	.	.	.	.	.	.	1	.	+	.				
<i>Eryngium glaciale</i>	.	r	r	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	+	.	.	.	+	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.			
<i>Leucanthemopsis pectinata</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	+	.	.	1	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			
<i>Dactylis juncinella</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	+	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+		
<i>Festuca indigesta</i>	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	2	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	+	.	.		
<i>Festuca clementei</i>	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	2	.		
<i>Trisetum glaciale</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Senecio boissieri</i>	.	.	r	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Draba hispanica</i> subsp. <i>laderoi</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>pseudoarundana</i>	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Erodium cheilanthifolium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Herniaria boissieri</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Androsace vitaliana</i> subsp. <i>nevadensis</i>	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Jurinea humilis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Helictotrichon filifolium</i> subsp. <i>filifolium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Koeleria crassipes</i> subsp. <i>nevadensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Dianthus subacaulis</i> subsp. <i>brachyanthus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Luzula hispanica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<b>Compañeras</b>																																										
<i>Hormathophylla spinosa</i>	+	.	1	+	1	1	.	+	.	.	1	+	+	1	+	.	.	.	.	.	.	2	1	.	.	.	+	+	+	.	.	+	+	+	+	2	.	2	+	+		
<i>Biscutella glacialis</i>	r	r	.	.	+	.	+	+	+	.	+	+	+	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	1	1	.	.	+	1	+	1	+	+	.	.		
<i>Crepis oporinoides</i>	.	.	.	1	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	1	.	+	.	.	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	
<i>Viola crassiuscula</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	.	+	.	+	+	+	+	.	.	.	.	1	1	.	+	.	.	.	+	.	.	+	.	.		
<i>Galium rosellum</i>	1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	+	1	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+		
<i>Agrostis nevadensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	1	+	1	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	.	.	.	.	+		
<i>Linaria nevadensis</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	
<i>Sempervivum minutum</i>	.	.	r	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	r	.	+	1	.	
<i>Reseda complicata</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	+	.
<i>Poa ligulata</i>	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	
<i>Euphorbia nevadensis</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	
<i>Galium pyrenaicum</i>	.	.	1	.	+	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	
<i>Cirsium gregarium</i>	.	r	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.
<i>Carduus carlinoides</i> subsp. <i>hispanicus</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	
<i>Avenella iberica</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	
<i>Coincya monensis</i> subsp. <i>nevadensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Saxifraga granulata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Scutellaria jabalambrensis</i>	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Linaria aeruginea</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	
<i>Digitalis purpurea</i> var. <i>nevadensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>(continuación)</i>																																										







Tabla 9. Arenario frigidiae-Festucetum indigesta

Orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51		
Altura (m)	2517	2691	3102	2940	2938	2977	2760	2768	2768	2512	2150	2443	2390	2425	2465	2603	2906	2824	2864	2871	2740	2366	2914	2810	2946	2900	2704	2740	2881	2958	2988	2992	2928	2954	2954	2982	2991	2823	2936	2400	2532	2654	2683	2750	3060	3060	2654	2820	2772	2595	3027		
Orientación	SE	NW	SW	S	NW	SW	W	W	W	NW	SE	NE	E	S	E	SE	S	SE	SE	SE	SW	S	S	SE	SW	SW	SW	SW	SE	N	SW	SW	NW	SW	SE	SE	SE																
Inclinación (°)	4	20	21	12	27	15	21	26	19	21	31	12	15	10	8	8	18	32	21	28	13	8	2	26	16	31	23	17	8	14	31	38	16	12	19	16	24	36	12	16	24	16	11	25	24	23	16	9	25	12	10		
Cobertura (%)	60	40	10	35	30	30	20	30	30	25	40	30	25	30	15	20	35	30	25	30	20	20	10	65	10	45	35	20	30	10	70	25	50	30	45	55	30	40	20	60	40	35	30	40	50	60	35	70	65	75			
Área	9	5	16	9	25	16	9	9	9	16	64	25	25	100	9	16	25	9	30	16	24	25	30	64	64	25	25	25	16	25	64	16	9	9	64	64	4	25	9	25	64	64	25	64	25	100	100	64	49	100	36		
Nº inventario	7	11	28	52	54	56	57	58	59	60	66	69	74	76	77	79	108	110	111	113	130	140	156	162	167	172	191	192	195	198	212	214	215	219	220	221	222	248	255	256	270	296	308	321	359	360	397	401	452	458	467		
<b>Características de asociación y unidades superiores</b>																																																					
<i>Festuca indigesta</i>	3	2	1	.	2	2	2	1	2	1	2	3	2	2	1	1	1	2	1	2	2	2	2	3	1	2	2	+	2	2	3	1	.	2	2	3	1	2	+	1	1	2	1	2	1	2	3	3	3				
<i>Thymus serpyllodes</i>	.	2	1	2	2	1	1	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	2	.	.	.	1	2	1	2	2	2	3	1				
<i>Sideritis glacialis</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2	
<i>Jasione crispa</i> subsp. <i>amethystina</i>	.	+	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Draba hispanica</i> subsp. <i>ladero</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>pseudoarundana</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Senecio boissieri</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Arenaria tetraquetra</i> subsp. <i>amabilis</i>	.	+	1	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dianthus subcaulis</i> subsp. <i>brachyanthus</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Nevadensia purpurea</i>	.	+	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Eryngium glaciale</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Silene boryi</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Koeleria crassipes</i> subsp. <i>nevadensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Arenaria armerina</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Jurinea humilis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Arenaria pungens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Leontodon boryi</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Dactylis juncinella</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Plantago radicata</i> subsp. <i>granatensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Erodium cheilanthifolium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trisetum glaciale</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Androsace vitaliana</i> subsp. <i>assoana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca pseudoeskia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Erigeron major</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Herniaria boissieri</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Leucanthemopsis pectinata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca clementei</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Potentilla nevadensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Erysimum nevadense</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Avenula laevis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<b>Compañeras</b>																																																					
<i>Poa ligulata</i>	.	1	.	.	1	+	1	+	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	+	+	+	.	.	.	.	1	+	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Hormathophylla spinosa</i>	+	.	2	.	.	.	.	1	2	+	1	.	+	.	1	.	1	1	1	2																																	







**Compañeras**

<i>Hormathophylla spinosa</i>	1	.	2	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1
<i>Agrostis nevadensis</i>	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Galium rosellum</i>	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	.	.	.
<i>Viola crassiuscula</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Campanula willkommii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Teucrium lerrouxii</i>	+	.	1	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galium pyrenaicum</i>	.	2	1	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Euphorbia nevadensis</i>	.	.	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sempervivum minutum</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1	+
<i>Digitalis purpurea</i> var. <i>nevadensis</i>	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Crepis oporinoides</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Avenella iberica</i>	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Scutellaria jabalambrensis</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Linaria nevadensis</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Biscutella glacialis</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Holcus caespitosus</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Holcus caespitosus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carduus carlinooides</i> subsp. <i>hispanicus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Astragalus granatensis</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eryngium bourgatii</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Acinos alpinus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cirsium gregarium</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pimpinella procumbens</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Solidago virgaurea</i> subsp. <i>minuta</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lotus corniculatus</i> subsp. <i>glacialis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Chaenorhinum glareosum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Artemisia granatensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Coicya monensis</i> subsp. <i>nevadensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Arenaria grandiflora</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+

1. 478792.6, 4107205.46; 2. 477384.59, 4107645.47; 3. 480085.62, 4107973.47; 4. 474274.54, 4100390.37; 5. 474645.55, 4100647.38; 6. 474589.55, 4101135.38;  
7. 474659.55, 4101223.39; 8. 475101.56, 4101592.39; 9. 476129.57, 4106014.45; 10. 478308.6, 4109338.49; 11. 477691.59, 4105908.45; 12. 471614.51, 4101800.39;  
13. 473972.54, 4103227.41; 14. 477201.58, 4108901.48.



**Tabla 11. *Cirsio gregarii* – *Dactyletum juncinellae***

Orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Altura (m)	2548	2747	2640	2551	2459	3003	2988	2959	3056	2964	2911	2908	2871	2876	2858	2862	2987	2979	2873	2973	2865	2989	2770	2801	3053	3113	2940	3047	2932	2848	
Orientación	NE	NE	NE	E	E	SW	W	NW	E	S	SE	S	S	SE	SE	SE	NE	SW	SE	SW	N	SW	NE	E	SE	E	S	SE	NW	SW	
Inclinación (°)	27	27	25	35	23	23	28	40	22	22	41	37	14	23	36	16	36	29	26	19	29	20	9	28	26	38	26	20	27	27	
Cobertura (%)	20	10	25	30	40	15	30	10	10	15	10	35	20	15	20	35	20	35	50	30	75	45	25	30	40	35	30	10	35	35	
Área (m²)	16	9	16	16	16	9	9	16	25	6	18	16	100	64	9	100	25	25	25	15	25	64	225	49	64	100	25	6	36	9	
Nº inventario	10	13	14	15	16	27	41	53	88	103	104	106	112	186	187	193	196	213	217	224	244	246	275	313	358	386	426	434	445	459	
<b>Características de asociación y unidades superiores</b>																															
<i>Dactylis juncinella</i>	1	2	2	.	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	3	2	1	2	2	2	1	1	2	2	
<i>Hormathophylla spinosa</i>	3	2	2	.	1	.	.	.	.	1	.	1	1	.	.	2	.	1	+	.	+	.	1	.	2	.	1	1	1	.	
<i>Crepis oporinoides</i>	.	1	1	+	.	.	.	+	+	+	.	1	+	.	.	.	+	.	+	+	1	.	.	.	.	1	+	+	+	.	
<i>Leucanthemopsis pectinata</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	r	1	.	+	1	+	.	.	+	+	+	+	.	.	.	
<i>Thymus serpylloides</i>	1	.	.	.	.	+	.	.	.	1	.	1	.	.	.	+	.	1	1	.	+	1	.	1	.	.	.	2	.	2	
<i>Sideritis glacialis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	+	.	.	.	+	.	.	+	+	1	1	+	+	.	2	.	+	
<i>Avenella iberica</i>	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	+	1	1	1	.	1	.	.	.	1	.	1	+	.	.	
<i>Reseda complicata</i>	.	.	.	1	.	+	+	.	.	+	1	+	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	2	+
<i>Silene boryi</i>	.	.	2	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	+	1	.	+	1	+	.	.	.	+	.	
<i>Agrostis nevadensis</i>	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	1	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	
<i>Biscutella glacialis</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	+	r	.	+	.	.	.	+	
<i>Sempervivum minutum</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	+	+	.	.	+	.	1	.	.	.	.	1	.	.	+	.	1	.	.	
<i>Jasione crispa</i> subsp. <i>amethystina</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	+	.	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	
<i>Arenaria tetraquetra</i> subsp. <i>amabilis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	+	2	+	1	.	+	.	.	.	.	.	
<b>Compañeras</b>																															
<i>Galium rosellum</i>	+	+	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Eryngium glaciale</i>	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	2	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Arenaria pungens</i>	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Linaria nevadensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	+
<i>Festuca pseudoeskia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carduus carlinoides</i> subsp. <i>hispanicus</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	+	.	+	.	.	+
<i>Paronychia polygonifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.
<i>Festuca clementei</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hieracium castellanum</i>	+	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Solidago virgaurea</i> subsp. <i>minuta</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Digitalis purpurea</i> var. <i>nevadensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Lotus corniculatus</i> subsp. <i>glacialis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.
<i>Viola crassiuscula</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	+	.	.	.
<i>Herniaria boissieri</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Erigeron major</i>	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Eryngium bourgatii</i>	.	.	2	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Pimpinella procumbens</i>	.	.	2	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Campanula willkommii</i>	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Poa ligulata</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sedum amplexicaule</i> subsp. <i>tenuifolium</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Holcus caespitosus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Nevadensia purpurea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Leontodon boryi</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Koeleria crassipes</i> subsp. <i>nevadensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Helictotrichon filifolium</i> subsp. <i>velutinum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cirsium gregarium</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Senecio quinqueradiatus</i>	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
(continuación)																															







Tabla 12. Comunidad de *Astragalus granatensis*

Orden	1	2
Altura (m)	2653	2225
Orientación	E	S
Inclinación (°)	14	31
Cobertura (%)	45	
Área (m <sup>2</sup> )	16	49
Nº inventario	50	61
<i>Astragalus granatensis</i>	2	2
<i>Thymus serpylloides</i>	1	1
<i>Sedum amplexicaule</i> subsp. <i>tenuifolium</i>	+	+
<i>Juniperus sabina</i>	+	.
<i>Arenaria armerina</i>	1	.
<i>Festuca indigesta</i>	.	1
<i>Poa ligulata</i>	1	.
<i>Teucrium lerrouxii</i>	+	.
<i>Dianthus subacaulis</i> subsp. <i>brachyanthus</i>	+	.
<i>Cytisus balansae</i> subsp. <i>nevadensis</i>	.	2
<i>Genista versicolor</i>	.	1
<i>Prunus prostrata</i>	.	1
<i>Vella spinosa</i>	.	1
<i>Cerastium boissieri</i>	.	1
<i>Hieracium castellanum</i>	+	.
<i>Jurinea humilis</i>	+	.
<i>Leontodon boryi</i>	+	.
<i>Draba hispanica</i> subsp. <i>laderoi</i>	+	.
<i>Holcus caespitosus</i>	.	+
<i>Erysimum nevadense</i>	.	+
<i>Bromus tectorum</i>	.	+
<i>Eryngium glaciale</i>	r	.
<i>Senecio pyrenaicus</i> subsp. <i>granatensis</i>	r	.
<i>Acinos alpinus</i>	.	r
<i>Arenaria grandiflora</i>	.	r
<i>Centaurea boissieri</i>	.	r

1. 479896.62, 4107505.47; 2. 457061.32, 4096585.33.

Tabla 13. Comunidad de *Thymus baeticus*

Orden	1	2	3
Altura (m)	1866	1967	2103
Orientación	SE	E	SE
Inclinación (°)	11	25	33
Cobertura (%)	75	35	65
Área (m <sup>2</sup> )	16	16	25
Nº inventario	1	2	3
<b>Características de asociación y unidades superiores</b>			
<i>Festuca indigesta</i>	1	2	1
<i>Avenella iberica</i>	1	+	2
<i>Helichrysum italicum</i> subsp. <i>serotinum</i>	1	1	2
<i>Thymus baeticus</i>	2	2	2
<i>Cytisus balansae</i> subsp. <i>nevadensis</i>	+	+	.
<i>Eryngium bourgatii</i>	1	1	.
<i>Hieracium castellanum</i>	.	3	1
<i>Dactylis juncinella</i>	1	.	.
<i>Dianthus lusitanus</i>	+	.	.
<i>Rosa</i> sp.	+	.	.
<i>Campanula rapunculus</i>	.	+	.
<i>Carduus carlinoides</i> subsp. <i>hispanicus</i>	.	1	.
<i>Scabiosa turolensis</i>	.	1	.
<i>Crucianella</i> sp.	.	+	.
<i>Leontodon microcephalus</i>	.	1	.
<i>Andryala</i> sp.	.	+	.
<i>Arenaria pungens</i>	.	.	+
<i>Sesamoides prostrata</i>	.	.	1
<i>Artemisia campestris</i> subsp. <i>glutinosa</i>	.	.	2

1. 476773.58, 4097153.33; 2. 476447.57, 4097154.33; 3. 475955.57, 4097291.33.

Tabla 14. *Armerio splendidis-Agrostietum nevadensis*

Orden	1	2	3	4	5	6	7	8
Altura (m)	2934	2727	2747	2948	2994	3170	2978	2895
Orientación	NW	SE	SE	SW	SE	NE	E	S
Inclinación (°)	29	18	16	2	4	28	16	29
Cobertura total (%)	70	50	50	80	70	90	70	70
Área (m <sup>2</sup> )	4	64	25	4	4	6	4	4
Nº inventario	100	179	190	204	226	237	241	254
<b>Características de asociación y unidades superiores</b>								
<i>Agrostis nevadensis</i>	.	1	.	3	1	4	3	+
<i>Plantago radicata</i> subsp. <i>granatensis</i>	.	2	2	.	2	.	.	3
<i>Plantago nivalis</i>	4	.	.	2	.	.	1	.
<i>Armeria splendens</i>	1	.	.	+	.	.	1	.
<i>Gentiana alpina</i>	4	.	.	1	.	.	.	.
<i>Lotus corniculatus</i> subsp. <i>glacialis</i>	1	.	.	.	.	2	.	.
<i>Ranunculus demissus</i>	4	.	.	.	.	.	.	.
<i>Leontodon microcephalus</i>	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Gentiana verna</i> subsp. <i>sierrae</i>	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Campanula herminii</i>	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Euphrasia willkommii</i>	.	.	.	.	.	.	+	.
<b>Compañeras</b>								
<i>Arenaria tetraquetra</i> subsp. <i>amabilis</i>	.	2	.	2	+	+	2	2
<i>Eryngium glaciale</i>	.	.	+	+	.	.	+	r
<i>Avenella iberica</i>	.	.	2	.	.	.	.	+
<i>Hormathophylla spinosa</i>	.	.	1	.	.	+	.	.
<i>Hieracium castellanum</i>	.	1	+	.	.	.	.	.
<i>Thymus serpylloides</i>	.	r	1	.	+	.	.	.
<i>Jasione crispa</i> subsp. <i>amethystina</i>	.	1	.	2	.	.	.	.
<i>Koeleria crassipes</i> subsp. <i>nevadensis</i>	.	.	r	.	.	.	.	.
<i>Solidago virgaurea</i> subsp. <i>minuta</i>	.	+	.	.	.	.	.	r
<i>Sedum brevifolium</i>	.	.	.	.	.	.	2	.
<i>Sedum amplexicaule</i> subsp. <i>tenuifolium</i>	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Crepis oporinoides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Asperula aristata</i> subsp. <i>scabra</i>	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cirsium gregarium</i>	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Dactylis juncinella</i>	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Galium pyrenaicum</i>	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Viola crassiuscula</i>	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Eryngium bourgatii</i>	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Biscutella glacialis</i>	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Digitalis purpurea</i> var. <i>nevadensis</i>	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Anarrhinum laxiflorum</i>	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Astragalus incanus</i> subsp. <i>nummularioides</i>	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Arenaria pungens</i>	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Poa ligulata</i>	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Festuca clementei</i>	.	.	.	.	.	+	.	.
(continuación)								

Leucanthemopsis pectinata . . . . . +

Linaria nevadensis . . . . . r

1. 464365.42, 4098126.35 ;2. 474910.55, 4102187.4; 3. 476120.57, 4105747.44;  
4. 476396.57, 4107304.46; 5. 469719.98, 4100865.45; 6. 471441.51, 4101332.39; 7. 471719.51, 4101762.39;  
8. 467704.46, 4099080.36.

Tabla 15. *Genisto versicoloris* – *Juniperetum hemisphaericae*

Orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Altura (m)	2642	2546	2445	2342	2148	2990	2925	2277	2515	2682	3022
Orientación	SW	NW	NW	NW	NW	SW	SE	NE	NE	NE	S
Inclinación (°)	18	11	16	10	20	32	5	25	27	17	17
Cobertura (%)	35	65	60	80	85	25	25	85	90	40	65
Área (m <sup>2</sup> )	100	64	100	100	100	50	40	64	100	400	225
Nº inventario	131	132	133	134	136	197	216	227	228	274	342
<b>Características de asociación y unidades superiores</b>											
<i>Juniperus communis</i> subsp. <i>hemisphaerica</i>	3	3	3	3	3	3	2	.	+	2	2
<i>Avenella iberica</i>	.	+	1	1	1	+	r	.	+	.	1
<i>Genista versicolor</i>	.	.	2	3	2	.	.	4	.	.	.
<i>Cytisus balansae</i> subsp. <i>nevadensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	3
<i>Juniperus sabina</i>	.	.	.	.	.	.	.	4	3	.	.
<b>Compañeras</b>											
<i>Festuca indigesta</i>	2	2	2	1	+	2	+	+	1	.	3
<i>Sedum amplexicaule</i> subsp. <i>tenuifolium</i>	1	1	+	+	+	.	1	.	.	+	.
<i>Dianthus subacaulis</i> subsp. <i>brachyanthus</i>	1	+	+	+	+	.	.	+	+	.	.
<i>Thymus serpylloides</i>	2	2	.	.	2	1	1	.	.	.	2
<i>Hormathophylla spinosa</i>	+	.	+	.	.	+	1	.	.	.	+
<i>Arenaria tetraquetra</i> subsp. <i>amabilis</i>	.	1	1	+	.	.	+	.	.	+	.
<i>Agrostis nevadensis</i>	.	.	+	+	.	+	+	.	+	.	+
<i>Poa ligulata</i>	+	+	.	.	.	.	+	.	+	1	.
<i>Sempervivum minutum</i>	1	.	.	.	.	1	+	.	.	.	r
<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>pseudoarundana</i>	+	.	.	.	.	+	+	.	.	1	.
<i>Biscutella glacialis</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.	r	+
<i>Linaria nevadensis</i>	.	.	+	+	.	.	.	.	.	r	+
<i>Arenaria armerina</i>	1	+	.	.	.	.	.	+	1	.	.
<i>Sideritis glacialis</i>	+	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.
<i>Plantago radicata</i> subsp. <i>granatensis</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Jasione crispa</i> subsp. <i>amethystina</i>	.	+	.	.	.	.	+	.	.	+	.
<i>Senecio boissieri</i>	.	+	.	+	.	.	.	.	.	1	.
<i>Jurinea humilis</i>	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Leontodon boryi</i>	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Coincya monensis</i> subsp. <i>nevadensis</i>	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Avenula laevis</i>	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.
<i>Erigeron major</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.
<i>Arenaria pungens</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	r
<i>Nevadensia purpurea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+
<i>Saxifraga granulata</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Silene boryi</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Herniaria boissieri</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rumex acetosella</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Cirsium gregarium</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Dactylis juncinella</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Galium nevadense</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Scutellaria jabalambrensis</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Euphrasia willkommii</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Koeleria crassipes</i> subsp. <i>nevadensis</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Lotus corniculatus</i> subsp. <i>glacialis</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Cuscuta triumvirati</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Berberis hispanica</i>	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.
<i>(continuación)</i>											

<i>Viola crassiuscula</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.
<i>Galium pyrenaicum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	l	.
<i>Draba hispanica</i> subsp. <i>laderoi</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	l	.
<i>Holcus caespitosus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Cerastium ramosissimum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Cuscuta</i> sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r
<i>Erysimun nevadense</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Teucrium lerrouxii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.

1. 462346.39, 4101244.39; 2. 461694.38, 4101432.39; 3. 461303.38, 4101608.39; 4. 460883.37, 4101866.4;  
5. 459837.36, 4102042.4; 6. 474433.55, 4105306.44; 7. 471016.5, 4100244.37; 8. 479572.61, 4109220.49;  
9. 472701.52, 4098981.36; 10. 478542.6, 4109617.49; 11. 461616.38, 4099363.36.

**Tabla 16. *Genisto versicoloris* – *Juniperetum hemisphaericae* facies de *Cytisus balansae* subsp. *nevadensis***

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Orden	2225	2328	2628	2982	2377	2544	2390	2563	2408	2810	2866	2885	2849	2800	2919	2508
Altura (m)	SE	SE	S	SW	NW	SE	SE	SE	NW	SE	SE	SE	SE	SE	SW	SE
Orientación	18	13	19	40	18	26	15	8	23	15	23	9	16	16	22	12
Inclinación (°)	85	80	75	40	80	85	20	40	30	30	35	65	50	45	55	60
Cobertura (%)	16	9	4	25	49	100	9	16	36	64	25	64	100	100	64	100
Área (m²)	4	5	8	26	62	70	75	78	141	160	164	171	175	176	253	305
Nº inventario																
<b>Características de asociación y unidades superiores</b>																
<i>Cytisus balansae</i> subsp. <i>nevadensis</i>	2	3	3	3	2	1	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3
<i>Avena</i> <i>iberica</i>	2	.	.	.	.	.	1	.	+	1	.	.	.	.	2	.
<i>Genista versicolor</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<b>Compañeras</b>																
<i>Festuca indigesta</i>	.	.	2	.	1	.	.	1	.	.	1	2	1	1	.	3
<i>Hieracium castellanum</i>	1	.	.	+	1	.	1	.	+	+	+	.	.	.	.	1
<i>Thymus serpylloides</i>	+	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	+	r	+	2	.
<i>Arenaria pungens</i>	.	.	1	1	.	.	.	.	+	.	1	+	1	+	.	.
<i>Sideritis glacialis</i>	.	.	r	.	.	+	.	.	.	r	r	1	+	+	.	.
<i>Hormathophylla spinosa</i>	r	2	.	.	.	.	1	.	.	+	+	.	+	.	.	.
<i>Galium rosellum</i>	.	.	.	1	.	+	.	.	+	.	+	.	+	.	+	.
<i>Jurinea humilis</i>	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	+	.	.	+
<i>Koeleria crassipes</i> subsp. <i>nevadensis</i>	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1
<i>Teucrium ferrouxii</i>	+	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	1	.	+	.	.
<i>Erysimum nevadense</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	+	.	.	.
<i>Silene boryi</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.
<i>Dactylis juncinella</i>	.	.	.	2	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.
<i>Campanula willkommii</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.
<i>Crepis oporinoides</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Solidago virgaurea</i> subsp. <i>minuta</i>	.	.	.	.	.	+	1	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Arenaria armerina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	+
<i>Sedum amplexicaule</i> subsp. <i>tenuifolium</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.
<i>Biscutella glacialis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
(continuación)	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.







Tabla 17. *Genista versicolor* – *Juniperetum hemisphaericae* facies de *Genista versicolor*

Orden	1	2	3	4	5	6
Altura (m)	1832	1873	2128	2246	1946	2810
Orientación	E	SE	NW	W	W	SE
Inclinación (°)	25	14	30	19	34	22
Cobertura (%)	45	70	85	85	65	45
Área (m <sup>2</sup> )	36	64	65	64	16	16
Nº inventario	63	64	85	135	137	161
<b>Características de asociación y unidades superiores</b>						
<i>Genista versicolor</i>	2	2	5	4	3	3
<i>Avenella iberica</i>	.	.	1	1	+	+
<i>Cytisus balansae</i> subsp. <i>nevadensis</i>	.	1	.	.	.	+
<b>Compañeras</b>						
<i>Hormathophylla spinosa</i>	+	.	+	+	.	.
<i>Hieracium castellanum</i>	.	+	1	.	.	+
<i>Agrostis nevadensis</i>	.	.	+	+	.	+
<i>Rumex acetosella</i>	+	.	.	+	.	.
<i>Silene vulgaris</i>	+	.	.	.	+	.
<i>Cerastium boissieri</i>	1	1	.	.	.	.
<i>Rosa</i> sp.	.	r	.	.	1	.
<i>Berberis hispanica</i>	.	+	.	.	2	.
<i>Festuca indigesta</i>	.	.	1	+	.	.
<i>Dianthus subacaulis</i> subsp. <i>brachyanthus</i>	.	.	+	+	.	.
<i>Sedum dasyphyllum</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Urtica dioica</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Artemisia campestris</i> subsp. <i>glutinosa</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Bromus tectorum</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Biscutella montana</i>	1	.	.	.	.	.
<i>Cystopteris dickieana</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Piptatherum paradoxum</i>	1	.	.	.	.	.
<i>Dryopteris submontana</i>	r	.	.	.	.	.
<i>Adenocarpus decorticans</i>	.	r	.	.	.	.
<i>Cuscuta triumvirati</i>	.	r	.	.	.	.
<i>Phlomis purpurea</i>	.	+	.	.	.	.
<i>Centaurea triumfetti</i> subsp. <i>lingulata</i>	.	+	.	.	.	.
<i>Allysum minutum</i>	.	1	.	.	.	.
<i>Arabidopsis thaliana</i>	.	1	.	.	.	.
<i>Helianthemum apenninum</i>	.	+	.	.	.	.
<i>Sangisorba ancistroides</i>	.	r	.	.	.	.
<i>Cerastium ramosissimum</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Crepis oporinoides</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Sesamoides canescens</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Koeleria crassipes</i> subsp. <i>nevadensis</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Arrhenaterum elatius</i>	.	.	1	.	.	.
<i>Bunium</i> sp.	.	.	+	.	.	.
<i>Cynosurus cristatus</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Senecio nebrodensis</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Silene latifolia</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Avenula laevis</i>	.	.	1	.	.	.
<i>Nevadensia purpurea</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Euphorbia nevadensis</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Silene boryi</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Arenaria pungens</i>	.	.	.	.	.	+

1. 463641.41, 4092045.27; 2. 463530.4, 4092078.27; 3. Dehesa de Dúrcal; 4. 460375.36, 4102028.4; 5. 459035.35, 4102196.4; 6. 474313.54, 4100441.38.

Tabla 18. *Genisto versicoloris* – *Juniperetum hemisphaericae* facies de *Cytisus balansae* subsp. *nevadensis* y *Genista versicolor*

Orden	1	2	3	4	5	6	7
Altura (m)	2437	2051	2195	2273	2385	2248	2211
Orientación	SE	SE	S	SE	E	SE	NW
Inclinación (°)	12	15	23	23	15	12	16
Cobertura (%)	80	60	45	60	60	36	80
Área (m <sup>2</sup> )	36	100	25	36	100	36	100
Nº inventario	6	65	67	68	73	80	82
<b>Características de asociación y unidades superiores</b>							
<i>Cytisus balansae</i> subsp. <i>nevadensis</i>	2	1	2	1	1	1	1
<i>Genista versicolor</i>	2	3	2	2	3	2	4
<i>Avenella iberica</i>	.	.	.	.	+	.	+
<b>Compañeras</b>							
<i>Festuca indigesta</i>	.	1	2	1	1	2	+
<i>Hormathophylla spinosa</i>	+	.	+	.	.	2	+
<i>Dianthus subacaulis</i> subsp. <i>brachyanthus</i>	.	.	.	.	r	1	+
<i>Cerastium boissieri</i>	.	+	+	.	.	.	.
<i>Hieracium castellanum</i>	.	.	.	.	1	.	+
<i>Erysimum nevadense</i>	.	.	.	.	+	r	.
<i>Jurinea humilis</i>	.	.	.	.	.	+	+
<i>Plantago radicata</i> subsp. <i>granatensis</i>	.	.	.	.	.	r	1
<i>Agrostis nevadensis</i>	+	.	.	.	.	.	.
<i>Sedum acre</i>	+	.	.	.	.	.	.
<i>Sedum amplexicaule</i> subsp. <i>tenuifolium</i>	+	.	.	.	.	.	.
<i>Armeria alliacea</i>	.	+	.	.	.	.	.
<i>Phlomis purpurea</i>	.	1	.	.	.	.	.
<i>Koeleria splendens</i>	.	.	1	.	.	.	.
<i>Poa ligulata</i>	.	.	1	.	.	.	.
<i>Rumex acetosella</i>	.	.	+	.	.	.	.
<i>Sesamoides canescens</i>	.	.	+	.	.	.	.
<i>Thymus serpylloides</i>	.	.	+	.	.	.	.
<i>Allysum minutum</i>	.	.	+	.	.	.	.
<i>Cerastium ramosissimum</i>	.	.	.	.	r	.	.
<i>Fritillaria hispanica</i>	.	.	.	.	r	.	.
<i>Solidago virgaurea</i> subsp. <i>minuta</i>	.	.	.	.	r	.	.
<i>Koeleria crassipes</i> subsp. <i>nevadensis</i>	.	.	.	.	1	.	.
<i>Senecio boissieri</i>	.	.	.	.	1	.	.
<i>Arenaria armerina</i>	.	.	.	.	.	r	.
<i>Teucrium lerrouxii</i>	.	.	.	.	.	+	.
<i>Thymus baeticus</i>	.	.	.	.	.	1	.
<i>Biscutella glacialis</i>	.	.	.	.	.	r	.
<i>Allysum nevadense</i>	.	.	.	.	.	r	.
<i>Helianthemum cinereum</i> subsp. <i>rotundifolium</i>	.	.	.	.	.	+	.
<i>Crepis oporinoides</i>	.	.	.	.	.	.	+
<i>Cuscuta triumvirati</i>	.	.	.	.	.	.	+
<i>Dactylis juncinella</i>	.	.	.	.	.	.	1
<i>Eryngium bourgatii</i>	.	.	.	.	.	.	+
<i>Euphorbia esula</i>	.	.	.	.	.	.	1
<i>Bunium sp.</i>	.	.	.	.	.	.	+

1. 474542.55, 4097151.33; 2. 463080.4, 4092467.27; 3. 463025.4, 4092924.28; 4. 463372.4, 4093204.28; 5. 464904.42, 4092973.28; 6. 465101.42, 4092143.27; 7. 459097.35, 4098443.35.

### 3.1.4 ANALISIS ESTADÍSTICO

#### 3.1.4.1 Introducción

En el presente apartado tratamos de apoyar el análisis tradicional de los inventarios fitosociológicos con métodos estadísticos permitiéndonos profundizar exhaustivamente en los datos y ser más precisos en nuestras conclusiones.

La edición, manipulación y almacenaje de los inventarios fitosociológicos y su información asociada (altura, pendiente, etc.) ha sido realizada a través del módulo QUERCUS disponible en el paquete informático VEGANA (<http://biodiver.bio.ub.es/vegana/index.html>).

Los inventarios están formados por listas de taxones por lo que en primer lugar creamos un tesoro de taxones que nos permitió introducir los nombres sin errores tipográficos y la posibilidad del soporte para la sinonimia. Este tesoro junto con el de flora europea, disponible en la página web, hizo posible la construcción de las tablas primarias. En estas tablas se recogió la totalidad de los inventarios realizados en el periodo 2004-2006, ambos años inclusive.

La utilización del módulo QUERCUS ha permitido la organización de los inventarios fitosociológicos junto con su información, de una forma ordenada y accesible para cualquier consulta, a la vez que nos dio la posibilidad de crear tablas secundarias para su posterior análisis estadístico (Figura 21).

The screenshot shows the 'Quercus Vegetation Editor' software interface. The main window displays a table with columns for 'Layer', 'Sure', 'Taxon Name', and 29 numbered columns (1-29). The table contains data for various plant species across different layers. An 'Associated data matrices' window is open, showing a table with columns for 'Geography', 'Relevé', 'Aspect', 'Altitude (m)', and 'Inclina'.

Layer	Sure	Taxon Name	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
0-Sin ...	Ok	Armeria splendens																														
0-Sin ...	Ok	Arrhenaterum elatius																														
0-Sin ...	Ok	Artemisia campestris subsp. glutinosa			2	3																										
0-Sin ...	Ok	Artemisia granatensis																														
0-Sin ...	Ok	Asperula aristata subsp. scabra								r																						
0-Sin ...	Ok	Asphodelus																														
0-Sin ...	Ok	Asplenium septentrionale																														
0-Sin ...	Ok	Asplenium trichomanes																														
0-Sin ...	Ok	Astragalus granatensis																														
0-Sin ...	Ok	Astragalus incanus subsp. nummularioides																														
0-Sin ...	Ok	Astragalus nevadensis subsp. nevadensis									1																					
0-Sin ...	Ok	Avenella iberica			1	+	2	2							2																	
0-Sin ...	Ok	Avenula laevis																														
0-Sin ...	Ok	Berberis hispanica [-> Berberis vulgaris subsp. australis]																														
0-Sin ...	Ok	Biscutella glacialis																														
0-Sin ...	Ok	Biscutella montana																														
0-Sin ...	Ok	Bromus tectorum																														
0-Sin ...	Ok	Bunium																														

Geography	Relevé	Aspect	Altitude (m)	Inclina
Ecology	1	SE	1866	11
Ecology	2	E	1967	25
Structure	3	SE	2103	33
Structure	4	SE	2225	18
Structure	5	SE	2328	13
Structure	6	SE	2437	12

Figura 21. Tabla de trabajo e información asociada (módulo QUERCUS)

El análisis multivariante de los inventarios se realizó con el módulo GINKGO (paquete VEGANA) y con el programa CANOCO for Windows version 4.55. El módulo ginkgo posee varias herramientas para editar y analizar la flora y vegetación de una manera relativamente sencilla (De Cáceres & cols. 2003).

Seleccionados y agrupados los inventarios de mayor interés en una tabla secundaria, como se muestra en la figura superior, son exportados como matriz al módulo GINKGO donde se analizarán.

Son posibles dos tipos de matrices en el módulo de análisis estadístico: matrices descriptivas y matrices simétricas, provenientes de la matriz inicial por medio de algunas transformaciones. En nuestro caso han sido necesarias ambas matrices para aplicar análisis multivariantes de clasificación (K-means) y ordenación (CA, PCoA).

Gracias a la posibilidad que ofrece el módulo ginkgo pueden exportarse las matrices a otros programas, en concreto la exportamos a CANOCO para completar nuestros análisis de ordenación con CCA.

En resumen, el análisis estadístico ha constado de dos partes, una primera en la que se ha trabajado con las tablas fitosociológicas únicamente (VEGANA, modulo GINKGO), y una segunda parte, donde se han utilizado las tablas fitosociológicas e información sobre variables ambientales (CANOCO). A continuación, damos algunas nociones teóricas sobre los análisis estadísticos que hemos aplicado.

#### **3.1.4.2 Fundamento teórico**

Dependiendo de la naturaleza de los datos disponibles son posibles diferentes métodos analíticos (Gotelli, 2004):

- Análisis de datos univariantes, variable predictora y un sola variable respuesta.
- Análisis de datos multivariantes, una o más variables predictoras y dos o más variables respuesta.

Si ponemos un ejemplo de análisis univariante como el de un estudio sobre el tamaño de la corola en una planta este podría estar basado en una única variable: longitud de la corola. En el caso de un análisis multivariante, este podría estar basado en múltiples variables: longitud de la corola, abertura, longitud de los pétalos, longitud del tubo, etc. Estas variables respuesta son medidas en el mismo individuo por lo que

no son independientes unas de otras. Es por ello que los métodos estadísticos para el análisis de datos univariantes podrían ser poco adecuados para analizar datos multivariantes.

La distinción entre datos univariantes y multivariantes yace, en gran parte, en como son organizados y analizados los datos, no en como son recolectados.

La mayoría de los estudios ecológicos y ambientales producen datos multivariantes. Por ejemplo, un conjunto de datos con diferentes medidas morfológicas, fisiológicas y de medida para cada una de varias plantas que han sido asignadas a diferentes grupos tratamiento; o como en nuestro caso, una lista de especies y sus índices de abundancia recogidos en diferentes sitios de muestreo dentro de un área.

Los métodos de análisis multivariante que hemos aplicado han sido dos:

**1. Métodos de clasificación:**

Estos métodos hacen posible la agrupación de objetos similares dentro de clases identificables e interpretables que pueden ser distinguidas de clases vecinas.

Dentro de estos métodos la familia de análisis cluster son los más aplicados cuando no se tiene un conocimiento de la clasificación de los datos a priori. Entre los métodos posibles aplicamos K-means.

**2. Métodos de ordenación:**

Los métodos de ordenación permiten separar observaciones o muestras a lo largo del gradiente ambiental o ejes biológicos, es decir, en el proceso se crean nuevas variables (principal axes) a lo largo de las cuales las muestras están ordenadas y permite a su vez simplificar los datos.

De entre los métodos de ordenación existentes decidimos aplicar tres:

- **CA (análisis de correspondencias):** método no canónico o indirecto en el que se utiliza una sola matriz de datos. Partimos de una matriz en cuyas filas se sitúan los puntos de muestreo (inventarios) y en las columnas las especies, cada casilla corresponde a las frecuencias. En el análisis de correspondencias son comparadas filas y columnas pudiéndose también cuantificar su proximidad.

De esta forma, encontraremos juntos aquellos inventarios que posean mayor similitud con respecto a las especies que poseen, y viceversa.

Se debe ser cauteloso con el “efecto de herradura” producido por un número elevado de datos en el análisis (Gotelli, 2004).

- **PCoA (análisis de coordenadas principales):** método indirecto usado para reducir la variación en la composición de la comunidad y actuar sobre la dispersión de las muestras y las especies en un diagrama de ordenación.
- **CCA (Análisis canónico de correspondencias):** en este análisis canónico o directo partimos de dos o más matrices, en nuestro caso fueron dos: una con los valores de las variables en los puntos de los inventarios, sus dimensiones son 246x13 registros (extraídas del Modelo digital de elevaciones (MDE) y Solar Analyst), y otra, con las especies presentes en esos inventarios, 246x179 (Figura 22). En el CCA se analiza la relación entre las especies y las variables.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I		A	B	C	D	E	F
1	Ac alp	Ad dec	Ae sax	Ag nev	All mi	All ne	An bell	An lax		1	Pendien	Elevac	Raddir00	Raddir02	Raddir00	
2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	-1,2	-3,4	0,1	-0,4	-0,1
3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0,7	-3,0	-0,8	0,4	-1,0
4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	1,4	-2,5	-1,5	0,6	-2,1
5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	-0,2	-2,1	0,1	0,4	-0,2
6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	6	5	-1,1	-1,7	0,5	0,0	0,2
7	6	0	0	0	0,1	0	0	0	0	7	6	-1,0	-1,4	0,7	0,5	0,5
8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	8	7	-2,2	-1,1	1,0	0,1	0,8
9	8	0	0	0	0	0	0	0	0	9	8	-0,2	-0,7	0,5	0,9	0,5
10	9	0	0	0	5	0	0	0	0	10	9	0,8	-0,9	-1,7	-1,6	-0,6
11	10	0	0	0	0,1	0	0	0	0	11	10	0,8	-0,9	-1,7	-1,6	-0,6
12	11	0	0	0	0	0	0	0	0	12	11	0,0	-0,4	-0,1	-0,9	0,2
13	12	0	0	0	5	0	0	0	0	13	12	0,1	0,2	-0,6	-1,9	0,3
14	13	0	0	0	0	0	0	0	0	14	13	0,8	-0,2	-1,0	-1,1	-2,2
15	14	0	0	0	0	0	0	0	0	15	14	0,5	-0,6	-0,6	-0,5	-2,4

Figura 22. Matrices de especies (izq.) y variables (dcha.).

### 3.1.4.2 Resultados y conclusiones

#### Análisis no canónicos (PCoA, CA)

En un primer análisis de las tablas de inventarios por el método fitosociológico tradicional, fueron distinguidos alrededor de 18 sintaxones diferentes, entre comunidades y variantes (ver tablas fitosociológicas). El gran volumen de inventarios, muchos de ellos similares a simple vista, hizo difícil el agrupamiento en esas comunidades motivo por el cual decidimos recurrir a los análisis de ordenación. El

primer paso fue realizar un CA con el fin de observar las relaciones entre los inventarios (Gráfico 1 y 2).

Como se puede visualizar en el gráfico 1a, donde se muestra la disposición de los inventarios y la relación entre ellos, es difícil distinguir los grupos que creíamos reconocer en las tablas fitosociológicas. Con el gráfico 1b, donde se observan las especies que provocan el distanciamiento de los inventarios, ocurre algo similar. En ambos casos se ve una nube de puntos principal, con casi la totalidad de los inventarios, de la cual se separan algunos otros. Como podríamos esperar esos inventarios dispersados de la nube central coinciden con los grupos aislados en nuestro análisis primario pero no nos dan una imagen clara de todos ellos. También se puede observar el “efecto de herradura” en la disposición de los datos.

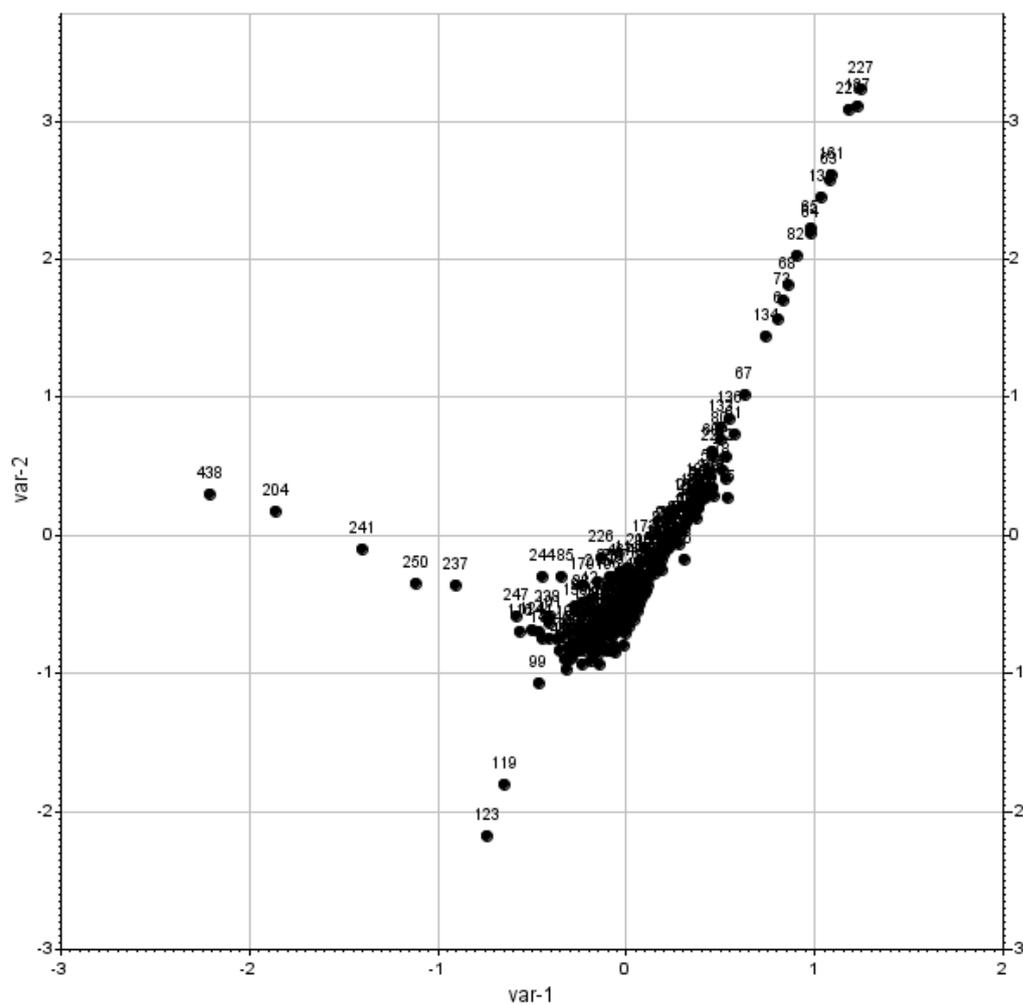


Gráfico 1. CA (inventarios)-Objects space

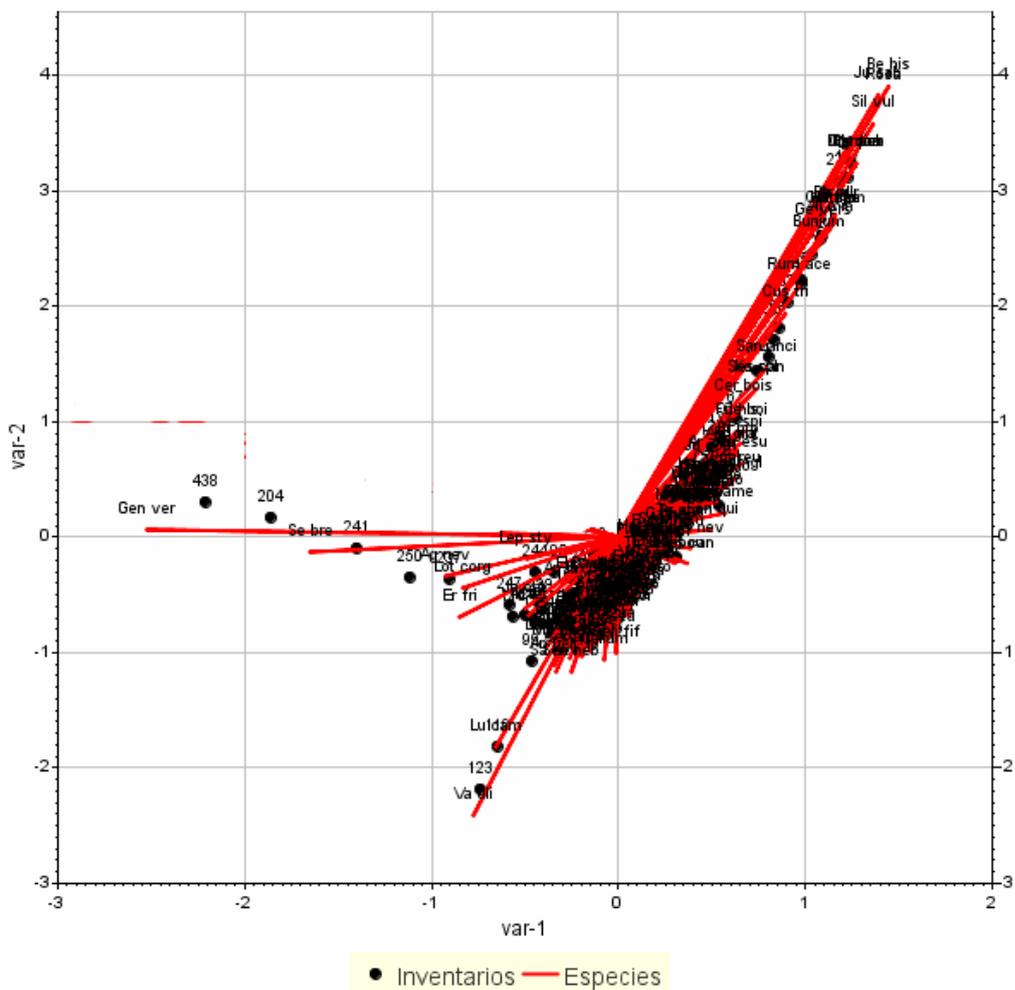


Gráfico 2. CA (inventarios)-Biplot scaling 1.

Realizado este análisis y analizados detenidamente los gráficos decidimos dividir por grupos de comunidades y sus variantes el total de los inventarios, partiendo así de un menor número de inventarios para observar mejor el comportamiento de los datos.

Los inventarios que pertenecían a la comunidad *Erigeronto frigid-Festucetum clementei* y sus variantes fueron agrupados en una tabla y se analizó con CA (Gráfico 3). De la nube de puntos principal, donde se encuentran los inventarios pertenecientes a *Erigeronto frigid-Festucetum clementei* y la variante con *Sideritis glacialis*, se alejaban claramente los inventarios pertenecientes a la variante con *Vaccinium uliginosum* subsp. *nanum* (123,119,99,278). En la parte inferior de la nube de puntos encontramos un subgrupo de inventarios todos ellos incluidos en la variante con *Hormathophylla spinosa* y otros dos inventarios aislados correspondientes a la variante con *Arenaria pungens* (12,234). Los grupos coinciden con los que nosotros habíamos

reconocido previamente pero la variante con *Sideritis glacialis* queda incluida en esa nube principal de forma que no se aísla claramente del resto de los inventarios, debido a su mayor similitud en las especies con respecto a los inventarios del *Erigeronto frigidum-Festucetum clementei*.

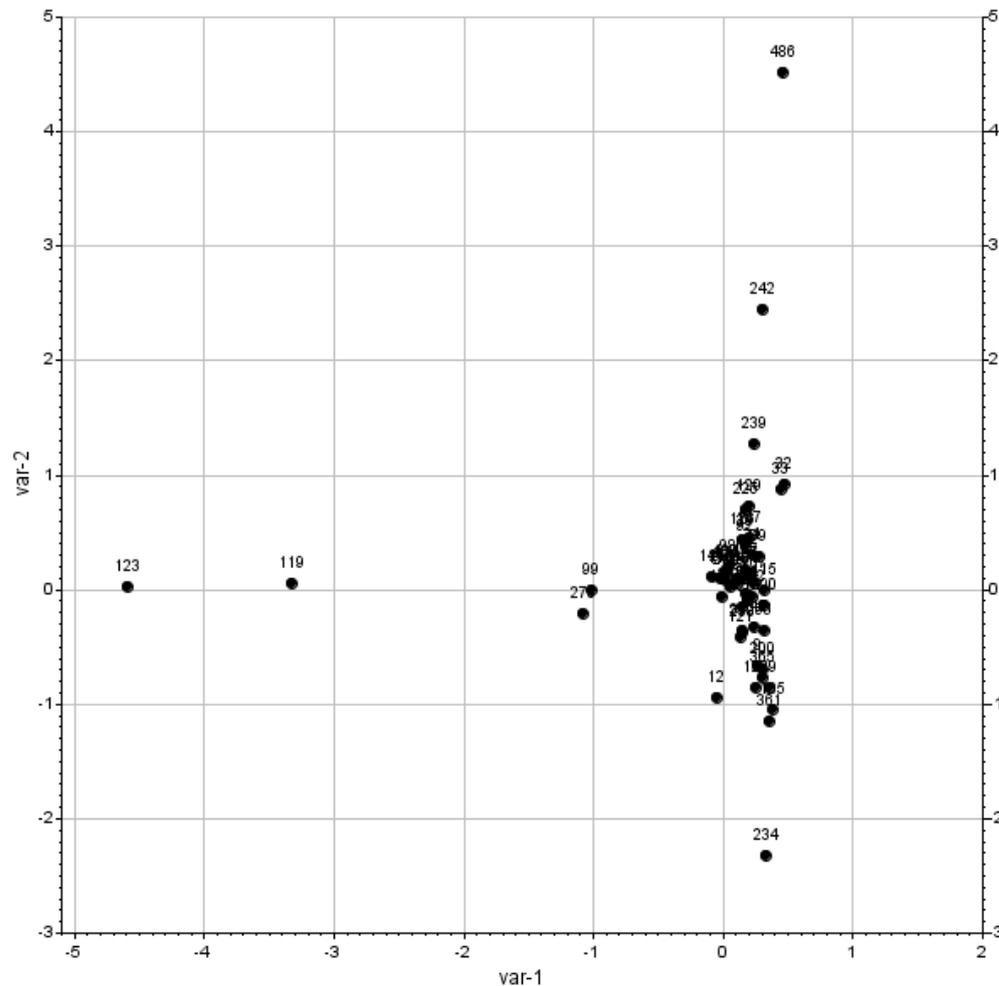


Gráfico 3. CA (Erigeronto frigidum-Festucetum-clementei y variantes)-Objects space.

Los inventarios 486 y 242 son separados de la nube principal debido a su composición, en el primero, por la presencia de *Helictotrichon filifolium* subsp. *velutinum* con un índice de 1, y en el segundo, por el aumento en las especies *Erodium cheilanthifolium* (2) y *Sempervivum minutum* (2) con respecto al resto de los inventarios.

El grupo de inventarios pertenecientes a la asociación *Genisto versicoloris* – *Juniperetum hemisphaericae* y sus facies se agruparon y analizaron también con un análisis de correspondencias (CA). Los resultados del análisis nos dieron mayor

dispersión por lo que aplicamos un análisis de clasificación (K-means=4) como se muestra en el gráfico 4, con el fin de observar de forma mas clara los grupos que creíamos existentes entre los inventarios.

En el gráfico 2 se observan 4 grupos, coincidiendo con nuestras observaciones. No quedan bien situados los inventarios 227,228 y 4. El inventario 227 queda incluido en el grupo de la facies con *Genista versicolor* debido a que esta especie esta presente con un índice de 4. Estudiando con detenimiento el inventario decidimos incluirlo en el grupo *Genisto versicoloris – Juniperetum hemisphaericae*. Con el inventario 228 se observa un aislamiento del resto provocado por la presencia de *Juniperus sabina* (3) y su inclusión, debido a sus similitudes, en el grupo de la facies con Codominancia. Tampoco estamos conformes con esta situación trasponiéndolo al grupo de *Genisto versicoloris – Juniperetum hemisphaericae* donde creemos que sería mas adecuado situarlo. El inventario 4 queda completamente retirado del resto por la presencia abundante de *Artemisia campestris subsp.glutinosa* (3) y *Potentilla reuteri* (3) e incluido en el grupo de la variante codominancia con lo que tampoco estamos de acuerdo llevándolo al grupo de la facies con *Cytisus balansae subsp. nevadensis*.

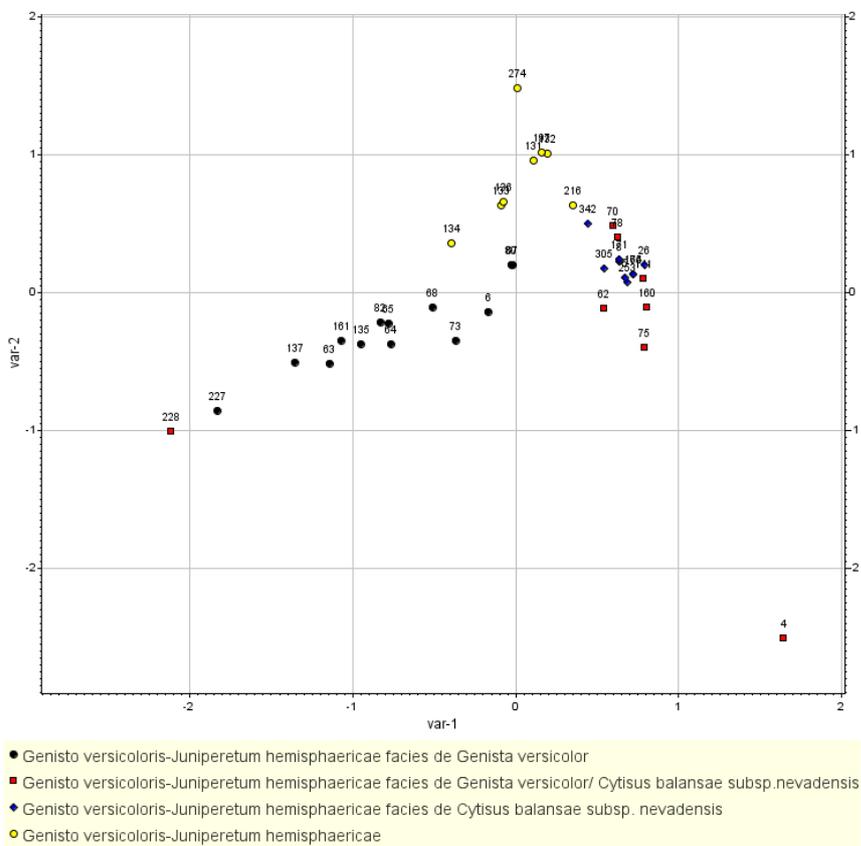


Gráfico 4. CA (*Genisto versicoloris – Juniperetum hemisphaericae* y variantes)-superpuesto con Km=4.

Analizados estos grupos, donde existían inventarios con mayor dificultad en lo que se refiere a su situación dentro de un grupo u otro, no se presentaron demasiadas incidencias en los análisis de correspondencia (CA) con el resto de comunidades. En la mayoría de estos, los resultados fueron un apoyo, corroborando la distribución en grupos que habíamos aplicado previamente siguiendo el método tradicional de trabajo.

Al inicio de este apartado realizamos un análisis canónico (CA) con la totalidad de los inventarios pero los resultados no fueron satisfactorios del todo. El problema era el alto número de inventarios, por lo que ahora decidimos aplicar varios análisis de ordenación, en este caso PCoA (Km=9,11,15,16,18) aumentando progresivamente el número de grupos y así poder observar hasta que cantidad el análisis era claro.

Los resultados solo fueron buenos cuando incluimos en el análisis los inventarios pertenecientes a las comunidades: *Erigeronto frigidi-Festucetum clementei* y sus variantes (EF), *Genisto versicoloris – Juniperetum hemisphaericae* y sus facies (GJ), *Arenario frigidae-Festucetum indigestae* (AF) y *Festucetum baetico-pseudoeskliae* (FM) (Gráfico 5).

Conforme ampliamos el número de inventarios, incluyendo los inventarios pertenecientes a otras comunidades, los gráficos resultantes eran más difíciles de interpretar y no parecían demasiado adecuados.

En el gráfico superior podemos ver una condensación de inventarios en la zona inferior izquierda en la que se hallarían aquellos inventarios pertenecientes, en su mayoría, al grupo de *Erigeronto frigidi-Festucetum clementei*; a la derecha, los pertenecientes a *Arenario frigidae-Festucetum indigestae* y el grupo de *Genisto versicoloris – Juniperetum hemisphaericae*. En la parte superior izquierda se sitúan aquellos inventarios dentro de la comunidad *Festucetum baetico-pseudoeskliae*. Algunos de los inventarios quedaban intermedios o eran trasladados dentro de otro grupo por sus similitudes en la composición de especies o en sus índices.

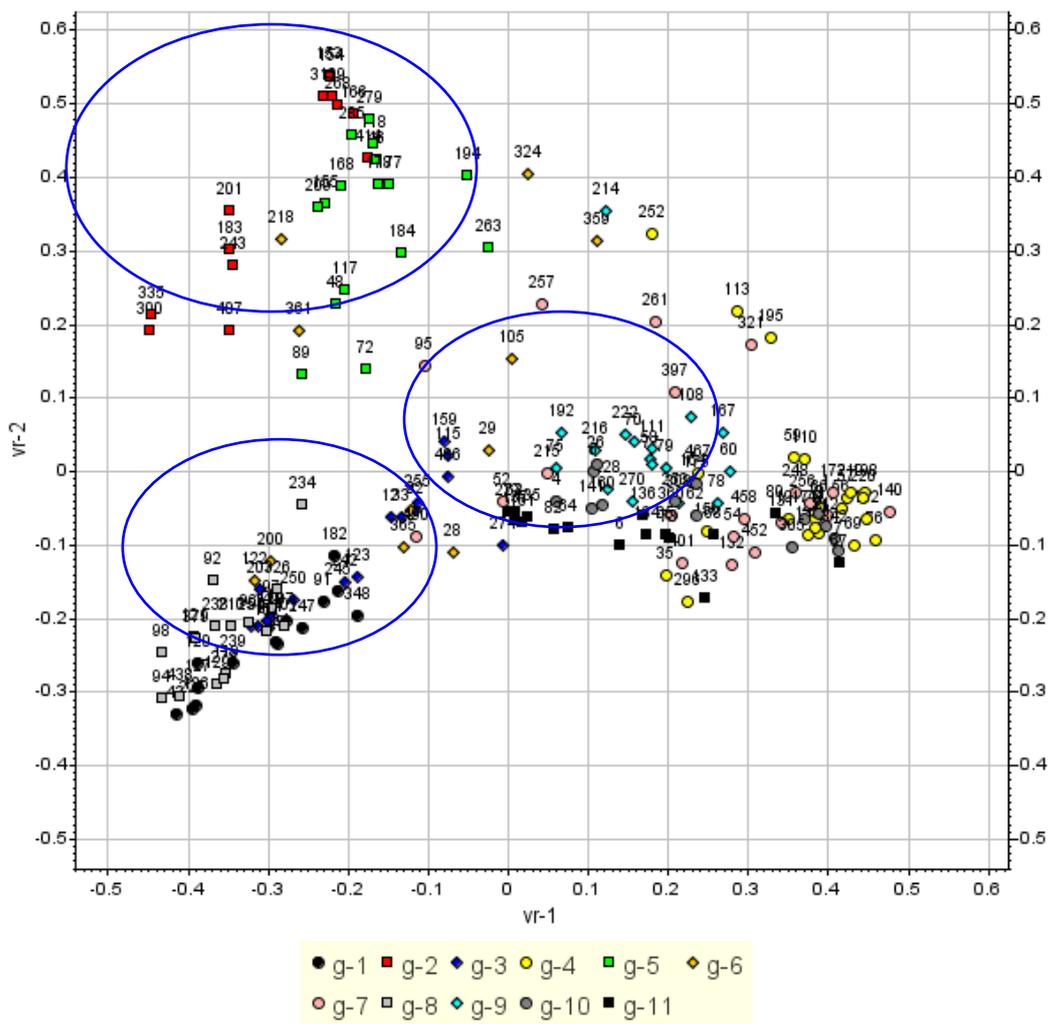


Grafico 5. PCoA (AF+GJ+EF+FM) Real coordinates, km=11.

- **Análisis canónicos de correspondencias (CCA)**

Partiendo de las dos matrices de datos, variables e inventarios, como ya comentamos en el apartado anterior, se aplica un análisis canónico de correspondencias con el fin de observar cuales son las relaciones entre ambas tablas.

Primeramente, exploramos las variables de las que partíamos observando así cuales de ellas explicaban mejor el modelo (significativas,  $P \leq 0.05$ ) y eliminando las variables que producían ruido en el análisis ( $P > 0.05$ ).

Pendiente (Pendien)	
Elevación (Elevac)	
Radiación directa 00 (Raddir00)	Tma
Radiación directa 02 (Raddir02)	Tmj
Radiación difusa 00 (Raddif 00)	Radglb 00
Radiación difusa 02 (Raddif 02)	Raddir00
Radiación global 00 (Radglb 00)	Expabsol
Radiación global 02 (Radglb 02)	
Orientación (Orient)	
Exposición absoluta (Expabsol)	
Temperatura media julio (Tmj)	
Temperatura media febrero (Tmf)	
Temperatura media anual (Tma)	

excluidas del análisis



También se realizó una exploración de los inventarios buscando anomalías, inventarios muy distantes del resto por sus especies, que hicieran poco adecuado el análisis. Estos inventarios se eliminaron del análisis con sumo cuidado observando los efectos que producían en el gráfico final.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de la ordenación con CCA:

Axes	1	2	3	4	Total inercia
Eigenvalues :	0.585	0.374	0.202	0.175	21.295
Species-environment correlations	0.898	0.761	0.633	0.612	
Cumulative percentage variance of species data :	2.7	4.5	5.5	6.3	
of species-environment relation:	32.6	53.5	64.8	74.5	
Sum of all eigenvalues					21.295
Sum of all canonical eigenvalues					1.793

**Tabla 3.** Valores resultantes del análisis canónico de correspondencias.

Como observamos en la tabla los “eigenvalues” disminuyen su valor conforme nos vamos a la derecha lo que sugiere que los datos están bien estructurados. Si nos fijamos en “cumulative percentage variance of species-environment relation” vemos el porcentaje de la varianza que es explicada por cada uno de los ejes, su orden decreciente nos indica una fuerte asociación entre la vegetación y las variables como se puede observar en el gráfico 6. En el gráfico solo aparecen representados el eje 1 y 2, siendo la varianza que explica este último de 53.5.

Si nos centramos en el gráfico las flechas nos muestran el efecto marginal de cada variable sobre los inventarios, “Tmf y Elev” aparecen correlacionadas negativamente entre si, correlacionadas con el eje 1 y por la longitud de sus flechas, son las variables que poseen mayor peso en el análisis. Entre el resto de las variables también son importantes, pero en menor grado, Pendien, Raddif 00, Raddif 02 y Orient, estando las tres últimas correlacionadas entre ellas como se observa por la situación de las tres flechas en el mismo cuadrante.

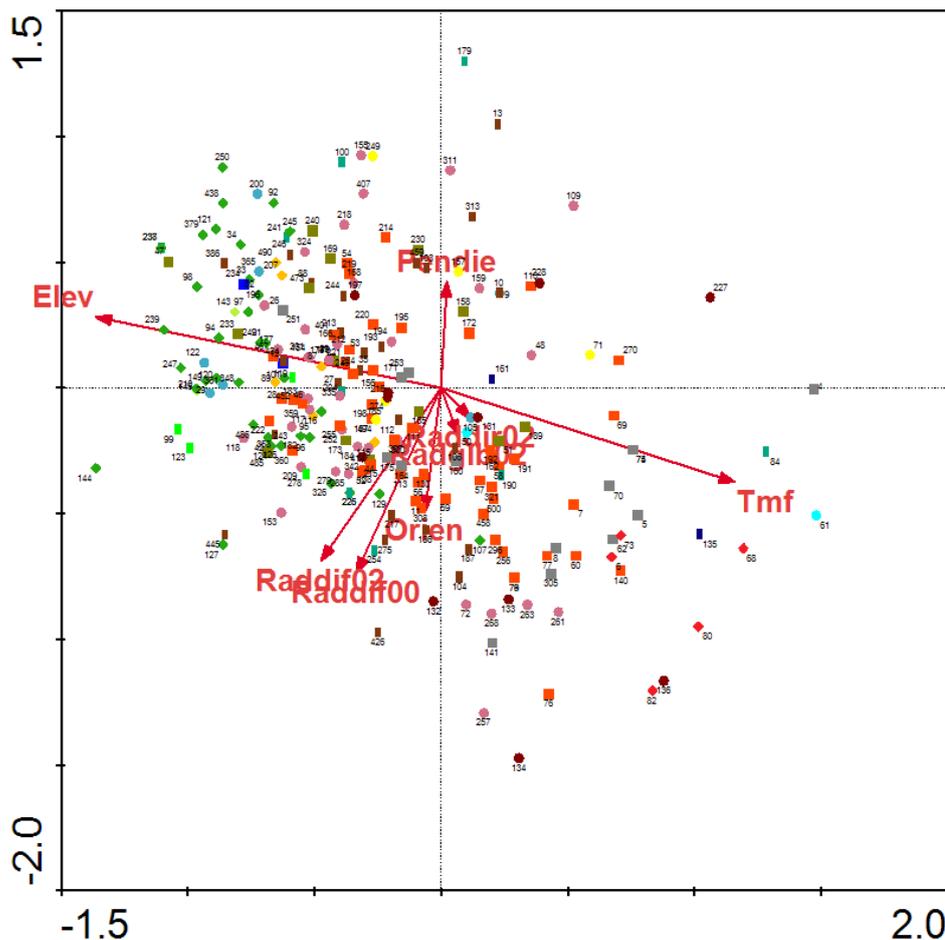
Las figuras coloreadas presentes en el mismo gráfico corresponden a los inventarios, siendo la distancia entre ellos una aproximación de la disimilaridad con respecto a las especies que los componen, medido en distancia chi cuadrado.

Teniendo en cuenta las dos partes que componen el gráfico (flechas y figuras) podemos deducir cuales de los inventarios están mas influenciados por una variable según la cercanía que presenten de esta, y si no estan influenciados por ella, apareciendo en el cuadrante contrario.

El gráfico 6 no muestra la influencia de las variables sobre las comunidades y variantes tan claramente como esperábamos, esto es debido a la similitud que presentan, con respecto a sus especies, muchos de los inventarios presentados. Aún así, son destacables algunas conclusiones derivadas del gráfico:

- La mayoría de los inventarios pertenecientes a la comunidad de *Genisto versicoloris* – *Juniperetum hemisphaericae* y sus facies aparecen influenciadas por Radglb 02 y Tmf, cuanto mayor es la temperatura media de febrero existen mas inventarios pertenecientes a este grupo que están presentes.
- Para los inventarios pertenecientes a *Erigeronto frigidi-Festucetum clementei* y sus variantes, observamos su distribución en el cuadrante superior izquierdo. Esto significa que existe una fuerte correlación de estos inventarios con la variable elevación. Sin embargo, los inventarios de la variante con *Vaccinium uliginosum* subsp. *nanum* se presentan en el cuadrante inferior izquierdo denotando quizás menor dependencia de la elevación y más de la orientación o la radiación.
- Para la asociación *Violo crassiusculee-Linarietum glacialis* existe una clara correlación con la elevación.
- La comunidad de *Astragalus granatensis* está influenciada por las variables Tmf y Radglb02.

- *Siderito glacialis*-*Arenarietum pungentis* aparece distribuida por todos los cuadrantes excepto por el que presenta los inventarios correlacionados con la pendiente.
- Para el resto de asociaciones están difusos los inventarios por todos los cuadrantes pero la pendiente, en la mayoría de los casos, no tiene demasiada importancia excepto en los inventarios pertenecientes a la asociación *Festucetum moleroio-pseudoeskia*.



**Grafico 6.** Biplot inventarios y variables. ◆ *Erigeronto frigidi-Festucetum clementei*; ◆ *Erigeronto frigidi-Festucetum clementei* var. *Sideritis glacialis*; ■ *Erigeronto frigidi-Festucetum clementei* var. *Vaccinium nanum*; ■ *Erigeronto frigidi-Festucetum clementei* var. *Arenaria pungens*; ● *Erigeronto frigidi-Festucetum clementei* var. *Hormathophylla spinosa*; ● Comunidad de *Astragalus granatensis*; ■ *Arenaria frigidae-Festucetum indigestae*; ■ *Siderito glacialis-Arenarietum pungentis*; ● *Senecioni granatensis-Digitalium nevadensis*; ◆ *Violo crassiusculee-Linarietum glacialis*; ● *Festucetum moleroio-pseudoeskia*; ■ *Armerio splendidis-Agrostietum nevadensis*; ■ *Cirsio gregarii-Dactyletum juncinellae*; ● *Genisto versicoloris – Juniperetum hemisphericae*; ■ *Genisto versicoloris – Juniperetum hemisphericae* facies de *Cytisus balansae* subsp. *nevadensis*; ● *Genisto versicoloris – Juniperetum hemisphericae* facies de *Genista versicolor/Cytisus balansae* subsp. *nevadensis*; ■ *Genisto versicoloris – Juniperetum hemisphericae* facies de *Genista versicolor*; → variables: Pendie, Tmf, Elev, Raddif 02 y 00, Raddir 02, Radglo02 y Orien.



### 3.2 DINÁMICA DE LA VEGETACIÓN

La fitosociología dinámico-catenal, desarrollada en la última década, trata de expresar a través de las ciencias geobotánicas y medioambientales, la biodiversidad, la estructura y la sucesión del paisaje vegetal, en el seno de los ecosistemas terrestres naturales, seminaturales y antrópicos. Sus unidades básicas son: sigmetum (sigmasociación, serie), geosigmetum (geosigmasociación, geoserie), permasigmetum (permasigmasociación, permaserie) y geopermasigmetum (geopermasigmasociación, geopermaserie), con sus respectivas subunidades o faciasiones.

A efectos de estudio, descripción o cartografía dinámico-catenal, la vegetación climatófila y edafoxerófila de vocación forestal o arbustiva, con sus etapas seriales, se analiza y sintetiza en base a sus series de vegetación o sigmetos. Los bosques o arbustadas de los cauces fluviales y de las zonas lacustres, con sus etapas de sustitución y comunidades permanentes acuáticas, se describen primordialmente a través de sus geosigmetos o geoserias de vegetación, es decir por las catenas de series de vegetación riparias o lacustres, en las que se mencionan como su geocomplejo, tanto las temporihigrófilas como las climatófilas adjacentes. Por último, la vegetación vivaz unistrata de las altas montañas y de los territorios polares, así como la potencial vivaz unistrata del litoral marino, de los saladares, de las turberas y de las fuentes y cascadas, se definen en base a sus geopermaseries de vegetación o geopermasigmetos. En nuestro caso son las series y geopermaseries de vegetación lo que nos ocupa.

La serie de vegetación o sigmetum es la unidad básica de la Fitosociología dinámico-catenal. Trata de expresar todo el conjunto de comunidades vegetales o estadios que pueden hallarse en unos espacios teselares afines como resultado del proceso de la sucesión, lo que incluye lo mesológico, lo geográfico y lo florístico, tanto de la asociación representativa de la etapa climax o cabeza de serie, como la vegetación correspondiente a las asociaciones iniciales o subseriales que puedan reemplazar. Cabe distinguir entre series climatófilas, edafoxerófilas y edafohigrófilas.

Para comprender el concepto de geopermaserie de vegetación es necesario definir primero lo que significa permaserie de vegetación o permasigmetum. Son comunidades vegetales vivaces estables, que pueblan permateselas o complejos permateselares muy afines de estaciones excepcionales como: territorios polares,

cumbres de altas montañas, territorios hiperáridos, paredes, cantiles, dunas, etc., en los que la etapa madura estable o climax corresponde a una comunidad vascular vivaz, en general poco estratificada, con mayor o menor cobertura, carente de asociaciones seriales vivaces no nitrófilas; lo que significa que, a parte de las especies y comunidades anuales efímeras que puedan establecerse temporalmente en los espacios abiertos o degradados de tales estaciones, sólo son las plantas vivaces que participan en la comunidad madura las que pueden prosperar para volver a reorganizar la misma comunidad vegetal permante.

Por tanto, la geopermaserie de vegetación o geopermasigmetum es la expresión catenal de un conjunto de permasigmetum en vecindad, delimitados por situaciones topográficas o edáficas cambiantes. Están condicionados por situaciones climáticas, microtopográficas o edáficas variables, que originan gran número de residencias ecológicas en vecindad, pobladas por comunidades vegetales vivaces permanentes (permaseries de vegetación en contigüidad), que parecen haber alcanzado su equilibrio. Por tales circunstancias, la referencia a las etapas maduras de los teóricos sigmetum regionales (cabezas de serie y etapas de sustitución) no es posible o resulta ambigua.

El área de estudio que nos ocupa comprende la zona superior de Sierra Nevada, termotipo crioromediterráneo, y el límite superior del termotipo oromediterráneo. En ellos encontramos:

- ❖ Geopermaserie nevadense crioromediterránea húmeda, silicícola, de las nanofruticedas pulviniformes de *Festuca clementei* con *Erigeron frigidus*:

*Erigeronto frigidi-Festuco clementei* geopermasigmetum

Esta geopermaserie es absolutamente exclusiva del distrito Altonevadense situándose por encima de, aproximadamente, 2750m. La asociación mas representativa de ella es *Erigeronto frigidi – Festucetum clementei*, que constituye la asociación de referencia, un pastizal psicroxerófilo, quionóforo, que se instala en los pedregales asentados, consolidados, y con una matriz de fracción fina que permite la instalación de estas especies cespitosas y nanocamefíticas.

La composición florística básica de la asociación, a veces se enriquece en algunos elementos que vienen a señalar con su presencia ciertas variaciones ecológicas. Así,

en depresiones del terreno, o laderas umbrías, donde la humedad es mayor, aparece la variante con *Vaccinium Nahum*; en lugares de tránsito hacia zonas rocosas, o donde la pedregosidad es mayor aparece la variante con *Hormathophylla spinosa*.

Otra dos variantes son observables en esta asociación, la de *Sideritis glacialis*, y la de *Arenaria pungens*, esta última mas minoritaria. Ambas se presentan, al parecer, cuando existen en el sustrato cierta cantidad de iones básicos, o bien un ph neutro.

Otras asociaciones permanentes distinguibles en el ámbito de la geopermaserie son:

-*Festucetum molorio-pseudoeskliae* y *Cirsio gregarii-Dactyletum juncinellae*.

Ambas, como la anterior, quionóforas, generalmente en situaciones mas expuestas. La primera en laderas pedregosas aún no fijadas y en una matriz terrosa. La segunda en espolones, salientes protegidos, soleados.

-En ambientes rupícolas: *Saxifragetum nevadensis*; paredes verticales, fisuras y entrantes umbríos de las rocas. *Campanudo willkomii- Polystichetum lonchitidis*; entre los grandes bloques y al pie de rocas o paredes rocosas. *Viola crassiusculae-Linarietum glacialis*; pedregales móviles, canchales.

-En zonas de acúmulo de nieve: *Omalotheco pusillae-Lepidietum stylati*, asociación quionófila de depresiones que conservan la nieve más tiempo (ventisqueros).

-En ambientes húmedos, asociaciones edafohigrófilas: *Sedo melanantheri-Saxifragetum gredensis*; bordes de arroyos y suelos con agua móvil, oxigenada.

*Nardo strictae-Festucetum ibericae* y *Ranunculo acetosellifolii-Vaccinietum nani*; constituyen pastizales desarrollados sobre suelos hidromorfos (borreguiles) que casi llegan a desecarse totalmente en verano. La primera asociación está más extendida y domina totalmente en el piso inferior. La segunda, es un poco mas pobre y fría, ligada a los nacimientos de agua de los neveros.

*Armerio splendentis-Agrostietum nevadensis* es un prado (borreguil) de menor dependencia hidrófila, que suele rodear a las asociaciones anteriores y se pone en contacto con las asociaciones de pastos quionóforos. Se suele encontrar también, de forma aislada, en depresiones que mantienen la humedad, bien por permanencia de nieve o por escorrentía.

*Veronico turbicolae-Festucetum rivularis*, *Leontodonto microcephali-Ranunculetum alismoidis*, *Pinguiculo nevadensis-Eleocharitetum quinqueflorae*. Son las asociaciones

de turberas de montaña, es decir, aquellas que se desarrollan donde el agua se acumula y apenas se oxigena. La primera aparece en los remansos de las aguas nacientes y es pobre en especie. La segunda es una densa turbera de cárices de montaña, permantemente cubierta de agua, y la tercera solo se da en condiciones de encharcamiento, con escasa cobertura y pobre en especies. Suelen estar rodeadas, en una depresión o en los bordes de un arroyuelo, por las asociaciones anteriores, de *Nardetea*. Hacia el interior, donde el agua se mueve, por el *Sedo melanantheri-Saxifragetum gredensis*, de distribución lineal en los bordes de arroyos y lagunas.



**Figura 23.** Paisaje crioromediterráneo.

- ❖ Serie nevadense oromediterránea climatófila y edafoxerófila subhúmeda-húmeda, silicícola y calcoades de las microfruticidas de *Juniperus hemisphaerica* con *Genista versicolor*:

*Genisto versicoloris-Junipero hemisphaericae* sigmetum

La serie es exclusiva del sector Nevadense, desarrollándose a partir de, aproximadamente, los 2000m de altitud. No obstante, nos centraremos solo en el horizonte superior del termotipo oromediterráneo, que es la zona de contacto inferior a la que se ha delimitado.

La asociación cabeza de serie es una formación de enebros y piornos, *Genisto versicoloris – Juniperetum hemisphaericae*, asociación climax en cuyo seno se pueden distinguir diversas facies, en función de la escasez de enebros y la preponderancia de alguno de los piornos (facies de *Genista versicolor*; facies de *Cytisus nevadensis*), o de los dos (facies de *Genista-Cytisus*).

En la tesela definida por esta serie aparecen algunas asociaciones climáticas seriales aunque el territorio de alta montaña provoca la existencia de otras asociaciones permanentes, en condiciones edafoxerófilas y edafohigrófilas.

El resto de asociaciones presentes en el horizonte superior del oromediterráneo Nevadense son las siguientes:

-Asociaciones seriales

*Arenario frigidae – Festucetum indigestae* y *Siderito glacialis – Arenarietum pungentis*. Ambas asociaciones constituyen un pastizal-tomillar que recubre de forma natural las áreas más inclinadas y descarnadas constituyendo asociaciones permanentes. No obstante, han sido favorecidas por las intensivas rozas y quemas del enebral, por lo que están muy extendidas, especialmente la primera, que constituye en este caso una asociación subserial del piornal-enebral. La segunda está más localizada, se distribuye por el horizonte superior del oromediterráneo algunas de las especies llegan al crioromediterráneo. Se desarrolla en superficies disyuntas y restringidas debido a su dependencia de sustratos silicibásicos.

-Asociaciones permantes

*Festucetum moleroio-pseudoeskliae* y *Cirsio gregarii-Dactyletum juncinellae*. Estos pastizales aparecen de forma dispersa en este horizonte superior, en similares condiciones ecológicas a las apuntadas en la geopermaserie crioromediterránea.

En ambientes rupícolas oromediterráneos también aparece *Campanudo willkomii-Polystichetum lonchitidis* entre los grandes bloques de piedra. Sin embargo, en las paredes verticales y fisuras de roca aparece una asociación propia: *Centrantho nevadensis-Sedetum brevifolii*, al igual que sobre los pedregales, mucho menos móviles en este piso, aparece *Senecioni granatensis-Digitaletum nevadensis*.

En zonas de acúmulo de nieve, en el horizonte superior, también se presenta *Omalotheco pusillae-Lepidietum stylati*.

En ambientes de humedad se vuelven a repetir toas las asociaciones ya referidas.



**Figura 24.** Paisaje oromediterráneo. La asociación *Genisto versicoloris-Juniperetum hemisphaericae* en su facies de *Cytisus nevadensis* en muchas ocasiones marca claramente el paso entre los termpotipos oro y crioromediterráneo.



**Figura 25.** Paisaje oromediterráneo. La intensa acción ganadera y la quema indiscriminada han provocado un paisaje oromediterráneo en muchas ocasiones falto de la comunidad climácica.



**Figura 26.** *Juniperus hemisphaerica* asciende de forma aislada en el límite con el termotipo criromediterráneo.



### 3.3 FLORA

Sierra Nevada es el territorio andaluz que, proporcionalmente a su superficie, posee el mayor número de especies, siendo esta diversidad florística el resultado de factores ecológicos y acontecimientos evolutivos que han convertido a este macizo en un lugar excepcional.

Algunos de los factores que cabe mencionar como causa de dicha diversidad son su localización geográfica, al suroeste de Europa y próxima al continente africano, su altitud, que le lleva a constituirse en el techo peninsular, su aislamiento, la brusquedad de los gradientes ecológicos, todo ello junto a su actuación como estación de refugio desde su constitución en el Terciario.

A medida que ascendemos altitudinalmente en el macizo el número de especies disminuye pero aumenta considerablemente el grado de endemidad. En la zona de cumbres, entre el 30-40% de la flora es exclusiva del macizo, incrementándose hasta un 95% en determinados nichos ecológicos como cascajares o tajos.

Esta flora endémica constituye la expresión de la originalidad de un territorio, significando que se posee además un paisaje y un clima muy originales.

A partir del catálogo publicado por Molero & cols. (1996) sobre la flora orófila de Sierra Nevada se ha aumentado el listado de especies presentes en el termotipo crioromediterráneo. De los 178 taxones estimados en aquel estudio, hemos pasado a 190 en la actualidad.

Hasta donde llegan los volúmenes publicados, se ha seguido la nomenclatura adoptada por *Flora Ibérica*. En todo caso, en la relación que sigue, cada taxon va identificado con sus referencias de autoría, a fin de disipar dudas en algunos casos en que difiere nuestra consideración a la de la referida obra. Junto con el nombre del taxon se indica la familia a la que pertenece, el termotipo en que se desarrolla (M: mesomediterráneo; S: supramediterráneo; O: oromediterráneo; C: crioromediterráneo), y su corología. Aparecen marcadas con un asterisco (\*) los endemismos nevadenses estrictos y con un punto (•) los taxones con algún grado de amenaza (Blanca, 2002).

***Acinos alpinus* (L.) Moench subsp. *meridionalis* (Nyman) P.W. Ball**

*Labiatae*. S, O, C. Sur de Europa y NW de África.

***Aconitum vulparia* Reichenb. Ex Spreng. subsp. *neapolitanum* (Ten.) Muñoz Garmendia**

*Ranunculaceae*. S, O, C. Europa, N de África.

• ***\*Agrostis canina* L. subsp. *granatensis* Romero García, Blanca & C. Morales**

*Gramineae*. O, C. Altonevadense.

***\*Agrostis nevadensis* Boiss.**

*Gramineae*. O, C. Nevadense.

***Alchemilla saxatilis* Buser**

*Rosaceae*. O, C. Montañas del S de Europa.

• ***\*Alyssum nevadense* Willmott ex P.W. Ball & R. Dudley**

*Cruciferae*. O, C. Nevadense.

***Anarrhinum laxiflorum* Boiss.**

*Scrophulariaceae*. S, O, C. Sur de España y NW de África.

***Androsace vandelli* (Turra) Chiov.**

*Primulaceae*. O, C. Alpes, Pirineos y Sierra Nevada.

• ***\*Androsace vitaliana* (L.) Lapeyr. subsp. *nevadensis* (Chiarugi) Luceño**

*Primulaceae*. O, C. Nevadense.

• ***\*Antennaria dioica* (L.) Gaertner var. *congesta* DC.**

*Compositae*. C. Montañas del hemisferio norte.

***Anthericum baeticum* (Boiss.) Boiss.**

*Anthericaceae*. S, O, C. S de España y N de Marruecos.

***\*Anthyllis vulneraria* L. subsp. *pseudoarundana* H. Lindb**

*Leguminosae*. O, C. Nevadense

***Arabis alpina* L.**

*Cruciferae*. S, O, C. Hemisferio norte.

***Arenaria armerina* Bory**

*Caryophyllaceae*. S, O, C. Sierras Béticas y Marruecos.

***Arenaria pungens* Clemente ex Lag.**

*Caryophyllaceae*. O, C. Sierra Nevada, Sierra Baza y Sierra de María.

***\*Arenaria tetraquetra* L. subsp. *amabilis* (Bory) H. Lindb. fil.**

*Caryophyllaceae*. O, C. Nevadense.

• ***\*Arenaria nevadensis* Boiss. & Reuter**

*Caryophyllaceae*. C. Altonevadense.

• ***\*Armeria filicaulis* (Boiss.) Boiss. subsp. *nevadensis* Nieto Feliner, Rosselló & Fuertes.**

*Plumbaginaceae*. O, C. Nevadense.

• ***\*Armeria splendens* (Lag. & Rodr.) Webb**

*Plumbaginaceae*. O, C. Nevadense.

***Arrhenaterum elatius* (L.) Beauf. subsp. *baeticum* Romero Zarco**  
Gramineae. S, O, C. Oeste de la Región Mediterránea.

**\**Artemisia x fragosoana* Font Quer**  
Compositae. C. Altonevadense

• **\**Artemisia granatensis* Boiss.**  
Compositae. O, C. Nevadense

• ***Artemisia umbelliformis* Lam.**  
Compositae. C. Altas montañas: Alpes, Pirineos, Montes Cantábricos y Sierra Nevada.

***Asperula aristata* L. fil. subsp. *scabra* (J. & C.Presl.) Nyman**  
Rubiaceae. M, S, O, C. C, S de Europa y N de África.

***Asplenium ruta -muraria* L.**  
Aspleniaceae. S, O, C. Hemisferio norte.

***Asplenium septentrionale* (L.) Hoffm.**  
Aspleniaceae. O, C. Montañas del hemisferio norte.

***Asplenium viride* Hudson**  
Aspleniaceae. O, C. Montañas de Europa y N de América.

***Astragalus incanus* L.**  
Leguminosae. M, S, O, C. Francia, Península Ibérica y NW de África.

***Avenella iberica* (Rivas Martínez) Rivas Martínez, Fern-Gonz & Loidi.**  
Gramineae. O, C. Montañas silíceas de la Península Ibérica.

• **\**Avenula levis* (Hackel) J. Holub**  
Gramineae. O, C. Nevadense.

**\**Biscutella glacialis* (Boiss. & Reut.) Jordan**  
Cruciferae. O, C. Nevadense.

• ***Botrychium lunaria* (L.) Swartz**  
Ophioglossaceae. O, C. Montañas de casi todos los continentes. Cosmopolita

**\**Bunium macuca* Boiss. subsp. *nivale* (Boiss.) Mateo & López Udias**  
Umbelliferae. O, C. Nevadense.

***Campanula herminii* Hoffm. & Link.**  
Campanulaceae. O, C. Parte occidental de la Península Ibérica

**\**Campanula willkommii* Witassek**  
Campanulaceae. O, C. Nevadense.

***Cardamine resedifolia* L.**  
Cruciferae. O, C. Montañas C y S de Europa. Pirineos, Cordillera Cantábrica y Sierra Nevada.

**\**Carduus carlinoides* Gouan subsp. *hispanicus* (Kazmi) Franco**  
Compositae. O, C. Nevadense.

***Carex capillaris* L.**  
Cyperaceae. O, C. Montañas de Europa, Asia, Norteamérica y N de África (Gran Atlas).

**Carex echinata Murray**

Cyperaceae. O, C. Europa, W de Asia, N de América y N de África. Altas montañas de la Península Ibérica.

• **Carex furva Webb**

Cyperaceae. O, C. Montañas occidentales de la Península Ibérica y Sierra Nevada.

**Carex leporina L.**

Cyperaceae. S, O, C. Europa, Asia occidental, N de África, N de América e introducida en Nueva Zelanda.

**Carex nevadensis Boiss. & Reuter**

Cyperaceae. O, C. Sierra Nevada y Filabres.

**Carex nigra (L.) subsp. intricata (Tineo) Rivas Martínez**

Cyperaceae. O, C. Europa, W de Asia, NE de América del norte y N de África.

• **Centranthus nevadensis Boiss.**

Valerianaceae. S, O, C. Sierras Béticas, especialmente Sierra Nevada.

\***Cerastium alpinum L. subsp. aquaticum (Boiss.) Martínez Parra & Molero Mesa**

Caryophyllaceae. C. Altonevadense.

\***Cerastium alpinum subsp. nevadense (Pau) Martínez Parra & Molero Mesa**

Caryophyllaceae. C. Altonevadense.

**Cerastium cerastoides (L.) Britton**

Caryophyllaceae. O, C. Montañas del hemisferio norte.

**Cerastium ramosissimum Boiss.**

Caryophyllaceae. S, O, C. Sur de Europa, Asia menor y N de África.

**Cirsium gregarium Boiss. ex. Willk.**

Compositae. O, C. Montañas béticas, especialmente de Sierra Nevada.

\***Coincya monensis (L.) Greuter & Burdet subsp. nevadensis (Willk.) Leadlay**

Cruciferae. O, C. Nevadense.

**Conopodium bunioides (Boiss.) Calestani**

Umbelliferae. O, C. Centro y SE de la Península Ibérica.

**Crepis oporinoides Boiss.**

Compositae. O, C. Montañas béticas, especialmente Sierra Nevada.

**Cryptogramma crispa (L.) R. Br. Ex Hooker**

Cryptogrammaceae. O, C. Montañas de Europa y W de Asia.

**Cuscuta planiflora Ten.**

Convolvulaceae. O, C. Sur de Europa, Asia occidental y central y África del norte.

**Cystopteris fragilis (L.) Bernh**

Athyriaceae. M, S, O, C. Subcosmopolita.

\***Chaenorrhinum glareosum (Boiss.) Willk.**

Scrophulariaceae. O, C. Nevadense.

**\*Dactylis juncinella Bory**

Gramineae. O, C. Nevadense.

**Dianthus subacaulis L. subsp. brachyanthus (Boiss.) P. Fourn**

Caryophyllaceae. S, O, C. Península Ibérica y zonas montañosas del Rif.

• **Draba dubia Suter subsp. laevipes (DC) B- Blanq. In Trav.**

Cruciferae. C. SW de los Alpes, Pirineos y Sierra Nevada.

**\*Draba hispanica Boiss. subsp. laderoi Rivas Martínez, M.E. García & Penas**

Cruciferae. O, C. Nevadense.

**Dryopteris filix-max (L.) Schott**

Aspidiaceae. M, S, O, C. Zonas templadas del hemisferio norte, SW de la India y los Andes.

**Eleocharis quinqueflora (F.X.Hartmann) O.Schwartz**

Cyperaceae. O, C. Europa, Asia, América y N de África.

**Epilobium alsinifolium Vill.**

Onagraceae. O, C. Europa.

**Epilobium anagallidifolium Lam.**

Onagraceae. O, C. Europa, C, SW y N de Asia, W y NE de America del norte.

• **Epilobium atlanticum Litard. & Maire**

Onagraceae. S, O, C. Sierra Nevada y Gran Atlas.

• **\*Erigeron frigidus Boiss. ex DC**

Compositae. C. Altonevadense.

**Erigeron major (Boiss.) Viehr**

Compositae. O, C. Sierras Béticas

**Erodium cheilanthifolium Boiss.**

Geraniaceae. S, O, C. Sureste de la Península Ibérica, N de África.

**\*Eryngium glaciale Boiss**

Umbelliferae. O, C. Nevadense.

**Euphorbia esula L.**

Euphorbiaceae. S, O, C. Europa y Asia.

• **Euphorbia nevadensis Boiss. & Reut.**

Euphorbiaceae. O, C. Montañas del C, SE y E de la Península Ibérica

**Euphrasia willkommii Freyn**

Scrophulariaceae. O, C. Altas sierras béticas y Gran Atlas.

• **\*Festuca clementei Boiss.**

Gramineae. C. Altonevadense.

• **\*Festuca frigida (Hackel) K. Richter**

Gramineae. O, C. Altonevadense.

**Festuca iberica (Hackel) K. Richter**

Gramineae. O, C. Montañas ibéricas y N de África.

***Festuca indigesta* Boiss.**

Gramineae. S, O, C. Sierra Nevada, Filabres y N de África.

**\**Festuca pseudoeskia* Boiss.**

Gramineae. O, C. Nevadense.

***Festuca rivularis* Boiss.**

Gramineae. O, C. Suroeste de Europa, Montañas de Francia, Portugal y España.

***Fritillaria hispanica* Boiss. & Reuter**

Liliaceae. M, S, O, C. Oeste del Mediterráneo.

***Galium nevadense* Boiss. & Reuter**

Rubiaceae. O, C. Altas montañas del S de España y NW de África.

***Galium pyrenaicum* Gouan**

Rubiaceae. O, C. Pirineos y altas montañas del N, SE y S de España.

***Galium rosellum* (Boiss.) Boiss. & Reuter**

Rubiaceae. O, C. Sierras Béticas.

• ***Gentiana alpina* Vill.**

Gentianaceae. O, C. Orófitas del C y S de Europa.

• ***Gentiana boryi* Boiss.**

Gentianaceae. O, C. Altas montañas ibéricas.

• **\**Gentiana pneumonante* L. subsp. *depressa* (Boiss.) Rivas Martínez & col.**

Gentianaceae. O, C. Nevadense.

• **\**Gentiana verna* Boiss. subsp. *sierrae* (Briquet) Rivas Martínez, Asensi, Molero Mesa & Valle**

Gentianaceae. O, C. Nevadense.

• ***Gentianella tenella* (Rotth.) Borner**

Gentianaceae. O, C. Europa, desde el Ártico hasta Cárpatos, Alpes y Sierra Nevada.

***Helictotrichon filifolium* (Lag.) Henrad subsp. *velutinum* (Boiss.) Romero Zarco**

Gramineae. S, O, C. Sierras béticas y N de África.

***Helictotrichon sedenense* (Clarion ex DC.) J. Holub**

Gramineae. S, O, C. Altas montañas del SW de Europa y N de África.

**\**Herniaria boissieri* Gay**

Caryophyllaceae. O, C. Nevadense.

***Hieracium pilosella* L. subsp. *melanops* Peter**

Compositae. S, O, C. Europa.

• **\**Holcus caespitosus* Boiss.**

Gramineae. O, C. Nevadense.

***Hormathophylla spinosa* (L.) Kupfer**

Cruciferae. M, S, O, C. W de la Región mediterránea, principalmente en las montañas del E peninsular.

***Hypericum undulatum* Schousboe ex Willd.**

Guttiferae. M, S, O, C. W de Europa, Madeira, Azores, NW de África.

• ***Iberis carnosa* Wild subsp. *embergeri* (Serve) Moreno**  
Cruciferae. C. Altonevadense.

\****Jasione crispa* subsp. *amethystina* Lag. & Rodr**  
Campanulaceae. O, C. Nevadense.

***Juncus alpinoarticulatus* Chaix**  
Juncaceae. O, C. Europa.

***Juncus tenageia* subsp. *perpusillus* Fdez. Carvajal & Navarro**  
Juncaceae. O, C. Europa central y meridional, N de África, W y C de Asia y América.

***Juniperus communis* L. subsp. *hemisphaerica* (K.Presl) Nyman**  
Cupressaceae. S, O, C. Montañas de la Región Mediterránea.

• ***Leontodon boryi* Boiss.**  
Compositae. O, C. Sierras béticas.

• ***Leontodon microcephalus* (Boiss.) Boiss.**  
Compositae. O, C. Nevadense.

\****Lepidium stylatum* Lag.& Rodr.**  
Cruciferae. O, C. Nevadense.

\****Leucanthemopsis pectinata* (L.) G. López & Ch. E. Jarvis.**  
Compositae. O, C. Nevadense.

\****Linaria nevadensis* (Boiss.) Boiss & Reut.**  
Scrophulariaceae. O, C. Nevadense.

• ***Linaria glacialis* Boiss.**  
Scrophulariaceae. C. Altonevadense.

***Logfia arvensis* (L.) J.Holub**  
Compositae. M, S, O, C. Europa

\****Lotus corniculatus* L. subsp. *glacialis* (Boiss.) Valdés**  
Leguminosa. O, C. Nevadense.

• ***Luzula hispanica* Chrtek & Krisa**  
Juncaceae. O, C. Montañas de la mitad N de la Península Ibérica y Sierra Nevada.

***Meum athamanticum* Jacq.**  
Umbelliferae. O, C. Montañas europeas y N de África.

***Montia fontana* L. (N)(S-O-C)**  
Portulacaceae. S, O, C. Cosmopolita

***Murbeckiella boryi* (Boiss.) Rothm.**  
Cruciferae. O, C. Altas montañas peninsulares y N de África.

***Myosotis minutiflora* Boiss. & Reuter**  
Borraginaceae. M, S, O, C. Montañas del S de España, del mediterráneo oriental (Grecia y Bulgarias) y SW de Asia.

***Nardus stricta* L.**  
Gramineae. O, C. Europa, Azores y NW de África.

**\**Nepeta nepetella* L. subsp. *laciniata* (Willk.) Aedo.**

*Labiatae*. S, O, C. Nevadense.

• **\**Nevadensia purpurea* (Lag. & Rodr.) Rivas Martínez**

*Cruciferae*. O, C. Altonevadense.

***Omalothea supina* (L.) DC. var. *pusilla* (Haenke) Amich, Rico & Sánchez**

*Compositae*. O, C. N de Europa y montañas del C y S de Europa. Pirineo, Sistema Central y Sierra Nevada.

• ***Papaver lapeyrousianum* Guterm.**

*Papaveraceae*. C. Sierra Nevada y Pirineos.

***Parnassia palustris* L.**

*Saxifragaceae*. S, O, C. N de América, Asia y Europa, hacia el S en las montañas, llegando al Atlas marroquí en África.

***Paronychia polygonifolia* (Vill.) DC**

*Caryophyllaceae*. S, O, C. Montañas de la Región Mediterránea.

• **\**Pedicularis verticillata* L. subsp. *caespitosa* (Webb) I. Soriano**

*Scrophulariaceae*. C. Altonevadense.

• **\**Phleum abbreviatum* (Boiss.) Rivas Martínez, Asensi, Molero Mesa & Valle**

*Gramineae*. O, C. Altonevadense.

• ***Phyteuma charmelii* Vill.**

*Campanulaceae*. O, C. Montañas del SW de Europa.

• **\**Pimpinella procumbens* (Boiss.) Pau**

*Umbelliferae*. O, C. Nevadense.

• **\**Pinguicula nevadensis* (Lindb.) Casper**

*Lentibulariaceae*. O, C. Altonevadense.

**\**Plantago nivalis* Boiss.**

*Plantaginaceae*. O, C. Nevadense.

***Poa laxa* Haenke**

*Gramineae*. O, C. Montañas de Europa central y occidental.

***Poa ligulata* Boiss**

*Gramineae*. S, O, C. Península Ibérica y NW de África.

**\**Poa minor* Gaudin subsp. *nevadensis* Nannfeldt**

*Gramineae*. O, C. Nevadense.

***Poa nemoralis* L. subsp. *glauca* (Gaudin) Rouy**

*Gramineae*. S, O, C. Montañas del C y S de Europa.

***Poa supina* Schrader**

*Gramineae*. S, O, C. Eurasia y montañas del NW de África.

***Polygonum aviculare* L.**

**(corresponde a la var. *nanum* (Bory)Boiss)**

*Polygonaceae*. O, C. Cosmopolita. La variedad, de Sierra Nevada.

***Polystichum aculeatum* (L.) Roth**

*Aspidiaceae*. O, C. W de Europa, N de África, Madeira y Canarias.

***Polystichum x illyricum* (Borbas) Hayek**

*Aspidiaceae*. S, O, C. W de Europa, N de África, Madeira y Canarias.

***Polystichum lonchitis* (L.) Roth**

*Aspidiaceae*. O, C. Montañas del hemisferio norte.

**\**Potentilla nevadensis* Boiss.**

*Rosaceae*. O, C. Nevadense.

**\**Ranunculus acetosellifolius* Boiss.**

*Ranunculaceae*. O, C. Nevadense.

**\**Ranunculus angustifolius* subsp. *alismoides* (Bory) Malagarriga**

*Ranunculaceae*. O, C. Altonevadense.

***Ranunculus demissus* DC**

*Ranunculaceae*. O, C. SW de Asia y S de Europa (de España a Afganistan en áreas disyuntas de montaña)

**• *Ranunculus glacialis* L.**

*Ranunculaceae*. C. N y C de Europa, Pirineos y Sierra Nevada.

***Ranunculus parnassiifolius* L.**

*Ranunculaceae*. C. Alpes, Pirineos, Cordillera Cantábrica y Sierra Nevada?.

**\**Reseda complicata* Bory**

*Resedaceae*. O, C. Nevadense.

***Rhamnus pumila* Turra**

*Rhamnaceae*. O, C. Región Mediterránea.

**• *Ribes alpinum* L.**

*Grossulariaceae*. O, C. Europa y N de África.

***Sagina nevadensis* Boiss. & Reuter**

*Caryophyllaceae*. O, C. Sistema Central, Sistema Ibérico y Sierra Nevada.

***Sagina procumbens* L.**

*Caryophyllaceae*. S, O, C. Hemisferio norte.

***Saxifraga granulata* L.**

*Saxifragaceae*. M, S, O, C. Europa, W de Asia y NW de África (Marruecos).

**\**Saxifraga nevadensis* Boiss.**

*Saxifragaceae*. O, C. Nevadense.

**• *Saxifraga oppositifolia* L.**

*Saxifragaceae*. O, C. Zonas frías o de montaña del N de América, Europa y Asia.

***Saxifraga gredensis* Rivas Mateos**

*Saxifragaceae*. O, C. Sistema Central y Sierra Nevada.

***Scutellaria jabalambrensis* Pau**

*Labiatae*. O, C. Altas montañas del E peninsular.

***Sedum amplexicaule* DC subsp. *tenuifolium* (Sm.) Greuter**

Crassulaceae. M, S, O, C. Región mediterránea.

***Sedum annuum* L.**

Crassulaceae. O, C. Montañas de Europa, Pirineos, Cordillera Cantábrica y Sierra Nevada.

***Sedum brevifolium* DC**

Crassulaceae. O, C. Altas montañas del E peninsular.

***Sedum candollei* Raym.-Hamet**

Crassulaceae. O, C. Pirineo, Cordillera Cantábrica, Sistema Central y Sierra Nevada.

***Sedum dasyphyllum* L.**

Crassulaceae. O, C. Europa y N de África.

***Sedum melanatherum* DC**

Crassulaceae. O, C. Gran Atlas y Sierra Nevada.

***Sempervivum minutum* (Kunze ex Willk.) Nyman ex Pau**

Crassulaceae. S, O, C. Sierra Nevada y Sierra de Baza.

***Senecio boissieri* DC.**

Compositae. O, C. Altas montañas de las Sierras Béticas, Sistema Central y Cordillera Cantábrica.

***Senecio nebrodensis* L.**

Compositae. S, O, C. Montañas de la Península Ibérica.

• ***Senecio nevadensis* Boiss. & Reut.**

Compositae. O, C. Altonevadense.

***Senecio pyrenaicus* Loefl. subsp. *granatensis* (Boiss. ex DC) Rivas Martínez**

Compositae. O, C. Altas montañas béticas, Sierra Nevada y Sierra de la Sagra.

***Sesamoides prostrata* (Boiss.) G. López.**

Resedaceae. S, O, C. Altas montañas béticas, Sierra Nevada y Sierra de Almirajara.

• ***Sibbaldia procumbens* L.**

Rosaceae. C. Hemisferio norte, hacia el S en las altas montañas (excepto África).

**\**Sideritis glacialis* Boiss.**

Labiatae. O, C. Nevadense.

***Silene boryi* Boiss.**

Caryophyllaceae. S, O, C. C y S de la Península Ibérica.

***Silene rupestris* L.**

Caryophyllaceae. O, C. Montañas del N, W y C de Europa. En España Pirineos, Cordillera Cantábrica y Sierra Nevada.

***Silene saxifraga* L.**

Caryophyllaceae. S, O, C. Montañas del S de Europa.

***Solidago virgaurea* L. subsp. *minuta* (L.) Arcangeli**

Compositae. O, C. Norteamérica, Europa y NW de África.

***Spergularia rubra* (L.) J. & K. Presl. var. *alpina* (Boiss.) Willk.**

Caryophyllaceae. S, O, C. Hemisferio norte, la variedad de las altas montañas del S de Europa.

***Taraxacum appeninum* (Tem.) Tem.**

*Compositae*. O, C. Hemisferio norte.

***Taraxacum dissectum* (Ledeb.) Ledeb.**

*Compositae*. O, C. Altas montañas del W europeo.

**\**Taraxacum nevadense* H. Lind. fil.**

*Compositae*. O, C. Nevadense.

***Taraxacum panalpinum* Van Soest**

*Compositae*. C. Montañas circunmediterráneas.

**• *Thalictrum alpinum* L.**

*Ranunculaceae*. S, O, C. Hemisferio norte, hacia el S en altas montañas.

**\**Thymus serpylloides* Bory**

*Labiatae*. O, C. Nevadense.

***Trifolium pratense* L.**

*Leguminosae*. M, S, O, C. Europa, C y W de Asia, NW de África y Región Macaronésica.

***Trifolium repens* L. subsp. *nevadense* (Boiss.) D.E. Coombe**

*Leguminosae*. S, O, C. Montañas de la Península Ibérica.

**• \**Trisetum antonii-josephii* Font Quer & Muñoz Medina**

*Gramineae*. O, C. Altonevadense.

**• \**Trisetum glaciale* (Bory) Boiss**

*Gramineae*. C. Altonevadense.

**\**Vaccinium uliginosum* L. subsp. *nanum* (Boiss.) Rivas Martínez, Asensi, Molero Mesa & Valle**

*Ericaceae*. O, C. Altonevadense.

**• *Valeriana apula* Pourret**

*Valeraniaceae*. C. Cordillera Cantábrica, Pirineos, Marruecos (Atlas) y Sierra Nevada (Granada).

***Veronica alpina* L.**

*Scrophulariaceae*. O, C. Europa boreal, altas montañas del C y S.

***Veronica fruticans* Jacq**

*Scrophulariaceae*. O, C. Europa boreal, altas montañas del C y S.

***Veronica ponaе* Gouan**

*Scrophulariaceae*. O, C. Pirineos, Cordillera Cantábrica y Sierra Nevada.

**\**Veronica turbicola* Rivas-Martínez, Asensi, Molero Mesa & Valle**

*Scrophulariaceae*. C. Altonevadense.

***Vicia pyrenaica* Pourret**

*Leguminosae*. S, O, C. Alpes, Pirineos, montañas del N, C y SE de la Península Ibérica.

**\**Viola crassiuscula* Bory**

*Violaceae*. O, C. Nevadense.

***Viola hirta* L.**

*Violaceae*. S, O, C. Europa, W de Asia.

***Viola palustris* L.**

*Violaceae*. O, C. Europa, Norteamérica, Azores y Atlas marroquí.

***Viola parvula* Tineo**

*Violaceae*. S, O, C. Altas montañas circunmediterráneas.

### 3.3.1 PRINCIPALES GRUPOS TAXONÓMICOS, FAMILIAS Y GÉNEROS

En la tabla 4 se resume el número total y porcentual de familias y táxones correspondientes a los grandes grupos vasculares presentes en el área crioromediterráneo de Sierra Nevada, de pteridófitos, gimnospermas, dicotiledóneas y monocotiledóneas.

De la observación de dicha tabla se puede concluir que las familias menos representadas en el territorio corresponden a las gimnospermas, seguida de monocotiledóneas y pteridófitos. Si nos referimos a especies y subespecies, no coinciden las cifras, ya que los táxones presentes en monocotiledóneas son sensiblemente superiores a los de pteridófitos, siendo ahora gimnospermas las que poseen menor porcentaje seguido por pteridófitos y monocotiledóneas.

PRINCIPALES GRUPOS TAXONÓMICOS VASCULARES	FAMILIAS		TÁXONES *	
	Nº	%	Nº	%
<b>Pteridófitos</b>	5	11.36	10	5.26
<b>Gimnospermas</b>	1	2.27	1	0.53
<b>Dicotiledóneas</b>	33	75	143	75.26
<b>Monocotiledoneas</b>	5	11.36	36	18.95
<b>Total</b>	44		190	

**Tabla4.** Desglose del listado florístico de la zona crioromediterránea en familias y táxones vasculares, según los principales grupos taxonómicos. \* Especies, subespecies e híbridos.

El porcentaje de pteridófitos es para la zona de un 5.26%, lo que pone de manifiesto el carácter mucho más húmedo de esta zona en relación con el resto de Sierra Nevada. Si comparamos estos porcentajes con los que aporta Blanca (1996) se observa como para toda Sierra Nevada el porcentaje de pteridófitos es de 2.3, por lo que aumenta más del doble en las zonas cumbreñas. Si nos fijamos en el resto de grupos vemos como el porcentaje de gimnospermas disminuye con la altitud, ya que el entorno se transforma en un ambiente muy hostil, existiendo condiciones muy extremas para su supervivencia, por lo que, siendo su porcentaje de un 0.7% para toda Sierra Nevada pasa a un 0.53% para el crioromediterráneo.

Con respecto a monocotiledóneas y dicotiledóneas, las primeras aumentan de un 15.2% hasta el 18.95% y las segundas, siendo las más abundantes, disminuyen desde un 81.8% a un 75.26% al restringimos al último piso bioclimático.

Sierra Nevada, al ser toda ella parte del territorio mediterráneo, tiene una composición florística en sus cumbres que reflejan dicha procedencia, a pesar de las lógicas inclusiones de representantes de floras llegadas en tiempos más fríos (glaciaciones e interglaciares) o de aquellas que dependen de la humedad y que poseen un área de dispersión muy amplia.

De esta forma, no es de extrañar la presencia de *Cruciferae* con 11 géneros y 12 táxones, *Caryophyllaceae* con 8 géneros y 17 táxones, *Scrofulariaceae* con 6 géneros y 10 táxones y *Labiatae* con 5 géneros y 5 táxones (tabla 5).

No obstante, si comparamos el porcentaje de la citada tabla con los datos presentes en Blanca (1996) para algunas de las familias que el autor cita como más representativas para toda Sierra Nevada los resultados son los siguientes:

	Blanca	Tabla
<i>Compositae</i>	11.9	12.63
<i>Cruciferae</i>	5.2	6.31
<i>Caryophyllaceae</i>	4.8	8.95
<i>Leguminosae</i>	7.1	3.16*
<i>Labiatae</i>	4.8	2.63*
<i>Umbelliferae</i>	3.8	2.63*
<i>Rosaceae</i>	3.1	1.58*
<i>Gramineae</i>	8.3	12.63

Lo que nos pone de manifiesto la incidencia de la alta montaña en la composición de la flora, ya que todas ellas varían el porcentaje de presencia; cuatro de las ocho familias aumentan, siendo de destacar la abundancia proporcional de gramíneas y cariofiláceas. Por el contrario, destaca la fuerte disminución de leguminosas y umbelíferas, y la lógica de labiadas y rosáceas. En todo caso, estas ocho familias representan, en su conjunto, el 49% de la flora total de Sierra Nevada y el 50,52% del piso crioromediterráneo.

FAMILIAS	NºGENEROS	NºTAXONES*	%
<b>DICOTILEDÓNEAS</b>			
<i>Compositae</i>	14	24	12.63
<i>Caryophyllaceae</i>	8	17	8.95
<i>Cruciferae</i>	11	12	6.31
<i>Scrophulariaceae</i>	6	10	5.26
<i>Leguminosae</i>	5	6	3.16
<i>Labiatae</i>	5	5	2.63
<i>Umbelliferae</i>	5	5	2.63
<i>Ranunculaceae</i>	3	7	3.68
<i>Rosaceae</i>	3	3	1.58
<i>Campanulaceae</i>	3	4	2.10
<i>Crassulaceae</i>	2	7	3.68
<i>Gentianaceae</i>	2	5	2.63
<i>Saxifragaceae</i>	2	5	2.63
<i>Rubiaceae</i>	2	4	2.10
<i>Resedaceae</i>	2	2	1.05
<i>Valeraniaceae</i>	2	2	1.05
<i>Violaceae</i>	1	4	2.10
<i>Onagraceae</i>	1	3	1.58
<i>Plumbaginaceae</i>	1	2	1.05
<i>Euphorbiaceae</i>	1	2	1.05
<i>Primulaceae</i>	1	2	1.05
<i>Guttiferae</i>	1	1	0.53
<i>Portulacaceae</i>	1	1	0.53
<i>Borraginaceae</i>	1	1	0.53
<i>Papaveraceae</i>	1	1	0.53
<i>Lentibulariaceae</i>	1	1	0.53
<i>Plantaginaceae</i>	1	1	0.53
<i>Polygonaceae</i>	1	1	0.53
<i>Rhamnaceae</i>	1	1	0.53
<i>Grossulariaceae</i>	1	1	0.53
<i>Ericaceae</i>	1	1	0.53
<i>Geraniaceae</i>	1	1	0.53
<i>Convolvulaceae</i>	1	1	0.53
<b>MONOCOTILEDONEAS</b>			
<i>Gramineae</i>	12	24	12.63
<i>Cyperaceae</i>	2	7	3.68
<i>Juncaceae</i>	2	3	1.58
<i>Liliaceae</i>	1	1	0.53
<i>Anthericaceae</i>	1	1	0.53
<b>PTERIDOFITOS</b>			
<i>Aspidiaceae</i>	2	4	2.10
<i>Aspleniaceae</i>	1	3	1.58
<i>Ophioglossaceae</i>	1	1	0.53
<i>Athyriaceae</i>	1	1	0.53
<i>Cryptogrammaceae</i>	1	1	0.53
<b>GIMNOSPERMAS</b>			
<i>Cupressaceae</i>	1	1	0.53

Tabla 5. Desglose de la flora del termotipo crioromediterráneo.\*especies, subespecies e híbridos.

### 3.3.2 ANÁLISIS DE LOS TERMOTIPOS

Los taxones exclusivos del termotipo crioromediterráneo son sólo veinte, que representan únicamente el 10.53% del total. Además, entre estas especies hay algunas cuyas poblaciones son muy escasas, estando al borde de la desaparición: es el caso de plantas que llegaron a la sierra con las glaciaciones cuaternarias y han quedado como reliquia: *Artemisia umbelliformis*, *Draba dubia laevipes*, *Papaver lapeyrousianum*, *Ranunculus glacialis*, *Sibbaldia procumbens*, *Valeriana apula*, o *Ranunculus parnassifolius*, este posiblemente ya extinto. También otras cuyas poblaciones se independizaron en este territorio constituyendo nuevos taxones y que están abocados a la extinción si continua el aumento progresivo de la temperatura durante mucho tiempo, como *Arenaria nevadensis*, *Cerastium alpinum aquaticum y nevadense*, *Erigeron frigidus*, *Iberis carnosa embergeri*, *Linaria glacialis*, y *Pedicularis verticillata caespitosa*.

En la tabla 6 y la figura 27 vemos la representación del número de táxones y su porcentaje en los distintos termotipos.

TERMOTIPO	NºTAXONES	%
C	20	10.53
O, C	118	62.10
S, O, C	40	21.05
M, S, O, C	12	6.32

Tabla 6. Termotipos

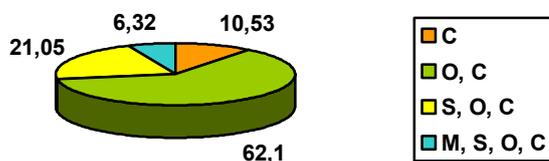


Figura 27. Proporción en la distribución de taxones según los termotipos.

Son mucho más abundantes los táxones que pueden vivir tanto en el termotipo oro como crioromediterráneo, hasta 118, que significa un 62,1% del total. Entre ellos

también existen plantas procedentes de las épocas más frías (*Alchemilla saxatilis*, *Asplenium septentrionale*, *A. viride*, *Botrichium lunaria*, *Cardamina resedifolia*, *Carex capillaris*, *C. echinata*, *C. nigra intricata*, *Cerastium cerastoides*, *Cryptogramma crista*, *Gentiana alpina*, *Gentianella tenella*, *Meum athamanticum*, , *Parnassia palustris*, *Poa laxa*, *Polystichum lonchitis*, *Saxifraga oppositifolia*, *Silene rupestris*, *Veronica alpina*, *Viola palustris*, etc), pero sobre todo destacan los numerosos endemismos, producto, tanto de la especiación de los taxones llegados del norte, como de los que proceden de las zonas basales mediterráneas o del sur (*Agrostis canina granatensis*, *A. nevadensis*, *Alyssum nevadense*, *Androsace vitaliana nevadensis*, *Anthyllis vulneraria pseudoarundana*, *Arenaria pungens*, *A. tetraquetra amabilis*, *A. filicaulis nevadensis*, *A. splendens*, *Artemisia granatensis*, *Biscutella glacialis*, *Bunium macuca nivale*, *Carduus carlinoides hispanicus*, *Coicya monensis nevadensis*, *Chaenorrhinum glareosum*, *Dactylis juncinella*, *Draba hispanica laderoi*, *Eryngium glaciale*, *Festuca frigida*, *F. pseudoeskia*, *Gentiana pneumonante depressa*, *G. verna sierrae*, *Herniaria boissieri*, *Holcus caespitosus*, *Jasione crista amethystina*, *Leontodon microcephalus*, *Lepidium stylatum*, *Leucanthemopsis pectinata*, *Linaria nevadensis*, *Lotus corniculatus glacialis*, *Nevadensia purpurea*, *Phleum abbreviatum*, *Pimpinella procumbens*, *Pinguicula nevadensis*, *Plantago nivalis*, , *Potentilla nevadensis*, *Ranunculus acetosellifolius*, *Reseda complicata*, *Saxifraga nevadensis*, *Senecio nevadensis*, *Sideritis glacialis*, *Thymus serpyllodes*, *Trisetum glaciale*, *Vaccinium uliginosum nanum*, *Viola crassiuscula*, etc.).

Aquellos taxones que viven en más de dos termotipos son 52, un 26,38% (o lo que es lo mismo; el 73,62% de la flora crioromediterránea sólo aparece al iniciarse las condiciones oromediterráneas). A partir del termotipo supramediterráneo, aparecen 40, que supone un 21,05%. Es llamativo que en este caso la mayoría de las especies alcancen el territorio norteafricano. Los más escasos son aquellos que ascienden a las cubres nevadenses desde el mesomediterráneo, que son 12, un 6,32%, entre ellos *Astragalus incanus* y *Hormatophylla spinosa*, que tienen en Sierra Nevada una distribución altitudinal sorprendente.

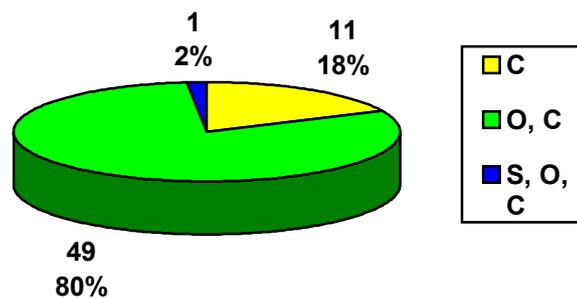
### 3.3.3 ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS FLORÍSTICOS

La flora crioromediterránea nevadense está compuesta, en nuestras estimaciones actuales, por un total de 190 taxones. De ellos, hasta 72 (37.9%) pueden ser considerados endemismos, de los que 61 (32.1%) son estrictos; es decir, no sobrepasan los límites geográficos del macizo, mientras que los 11 restantes están también presentes, en muchos casos de forma testimonial, en alguna alta montaña bética circundante.

A continuación están listados los 72 taxones, señalándose (■) 20 de ellos que consideramos aún mas restringidos, pues solo existen en el distrito Altonevadense, constituyendo el 10.53%. Aunque la cifra es idéntica, no existe una correlación exacta entre taxones crioromediterráneos-taxones altonevadenses.

■ <i>Agrostis canina</i> subsp. <i>granatensis</i>	<i>Chaenorrhinum glareosum</i>
<i>Agrostis nevadensis</i>	<i>Dactylis juncinella</i>
<i>Alyssum nevadense</i>	<i>Draba hispanica</i> subsp. <i>laderoi</i>
<i>Androsace vitaliana</i> subsp. <i>nevadensis</i>	■ <i>Erigeron frigidus</i>
<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>pseudoarundana</i>	<i>Erigeron major</i>
<i>Arenaria tetraquetra</i> subsp. <i>amabilis</i>	<i>Eryngium glaciale</i>
■ <i>Arenaria nevadensis</i>	■ <i>Festuca clementei</i>
<i>Arenaria pungens</i>	■ <i>Festuca frigida</i>
<i>Armeria filicaulis</i> subsp. <i>nevadensis</i>	<i>Festuca pseudoesckia</i>
<i>Armeria splendens</i>	<i>Galium rosellum</i>
■ <i>Artemisia x fragosoana</i>	<i>Gentiana pneumonante</i> subsp. <i>depressa</i>
<i>Artemisia granatensis</i>	<i>Gentiana verna</i> subsp. <i>sierrae</i>
<i>Avenula levis</i>	<i>Herniaria boissieri</i>
<i>Biscutella glacialis</i>	<i>Holcus caespitosus</i>
<i>Bunium macuca</i> subsp. <i>nivale</i>	■ <i>Iberis carnosa</i> subsp. <i>embergeri</i>
<i>Campanula willkommii</i>	<i>Jasione crispa</i> subsp. <i>amethystina</i>
<i>Carduus carlinoides</i> subsp. <i>hispanicus</i>	<i>Leontodon boryi</i>
<i>Carex nevadensis</i>	<i>Leontodon microcephalus</i>
<i>Centranthus nevadensis</i>	<i>Lepidium stylatum</i>
■ <i>Cerastium alpinum</i> subsp. <i>aquaticum</i>	<i>Leucanthemopsis pectinata</i>
■ <i>Cerastium alpinum</i> subsp. <i>nevadense</i>	<i>Linaria nevadensis</i>
<i>Cirsium gregarium</i>	■ <i>Linaria glacialis</i>
<i>Coincya monensis</i> subsp. <i>nevadensis</i>	<i>Lotus corniculatus</i> subsp. <i>glacialis</i>
<i>Crepis oporinoides</i>	<i>Nepeta nepetella</i> subsp. <i>laciniata</i>

- *Nevadensia purpurea*
- *Pedicularis verticillata* subsp. *caespitosa*
- *Phleum abbreviatum*
- Pimpinella procumbens*
- *Pinguicula nevadensis*
- Plantago nivalis*
- Poa minor* subsp. *nevadensis*
- Potentilla nevadensis*
- Ranunculus acetosellifolius*
- *Ranunculus angustifolius* subsp. *alismoides*
- Reseda complicata*
- Saxifraga nevadensis*
- Sempervivum minutum*
- *Senecio nevadensis*
- Senecio pyrenaicus* subsp. *granatensis*
- Sesamoides prostrata*
- Sideritis glacialis*
- Taraxacum nevadense*
- Thymus serpylloides*
- *Trisetum antonii-josephii*
- *Trisetum glaciale*
- *Vaccinium uliginosum* subsp. *nanum*
- *Veronica turbicola*
- Viola crassiuscula*



**Gráfico 28.** Distribución de los táxones endémicos estrictos (61) por termotipos.

De los 118 taxones restantes, 20 (otro 10,53%) están distribuidos por diferentes territorios de la Península Ibérica de muy variable tamaño. Es lo que hemos incluido como endemismos Ibéricos, ya que no rebasan los límites peninsulares. Los endemismos Ibero-norteafricanos (▪) son 14 (7,37%), es decir, que viven en algún territorio peninsular y, normalmente, escasas localidades montañosas del NW de África.

▪ <i>Anarrhinum laxiflorum</i>	▪ <i>Helictotrichon filifolium</i> subsp. <i>velutinum</i>
▪ <i>Anthericum baeticum</i>	<i>Luzula hispanica</i>
▪ <i>Arenaria armerina</i>	▪ <i>Murbeckiella boryi</i>
<i>Avenella iberica</i>	<i>Papaver lapeyrousianum</i>
<i>Campanula herminii</i>	▪ <i>Poa ligulata</i>
<i>Carex furva</i>	<i>Sagina nevadensis</i>
<i>Conopodium bunioides</i>	<i>Saxifraga gredensis</i>
▪ <i>Dianthus subacaulis</i> subsp. <i>brachyanthus</i>	<i>Scutellaria jabalambrensis</i>
▪ <i>Epilobium atlanticum</i>	<i>Sedum brevifolium</i>
▪ <i>Erodium cheilanthifolium</i>	<i>Sedum candollei</i>
<i>Euphorbia nevadensis</i>	▪ <i>Sedum melanatherum</i>
▪ <i>Euphrasia willkommii</i>	<i>Senecio boissieri</i>
▪ <i>Festuca iberica</i>	<i>Senecio nebrodensis</i>
▪ <i>Festuca indigesta</i>	<i>Silene boryi</i>
▪ <i>Galium nevadense</i>	<i>Trifolium repens</i> subsp. <i>nevadense</i>
<i>Galium pyrenaicum</i>	<i>Valeriana apula</i>
<i>Gentiana boryi</i>	<i>Veronica ponae</i>

De los restantes 84 taxones, 25 no sobrepasan el territorio europeo, por lo que Sierra Nevada se convierte en el último territorio hacia el sur de estos taxones que se encuentran en el límite de su área. Dentro de ellos son especialmente interesantes los que se extienden desde las montañas alpinas hasta las peninsulares y Sierra Nevada, son 8 y están señalados (▪) en el siguiente listado:

<i>Alchemilla saxatilis</i>	▪ <i>Phyteuma charmelii</i>
▪ <i>Androsace vandelli</i>	<i>Poa laxa</i>
▪ <i>Artemisia umbelliformis</i>	<i>Poa nemoralis</i> subsp. <i>glauca</i>
<i>Cardamine resedifolia</i>	<i>Ranunculus glacialis</i>
▪ <i>Draba dubia</i> subsp. <i>laevipes</i>	▪ <i>Ranunculus parnassiifolius</i>
<i>Epilobium alsinifolium</i>	<i>Sedum annuum</i>
▪ <i>Festuca rivularis</i>	<i>Silene rupestres</i>
<i>Gentiana alpina</i>	<i>Silene saxifraga</i>
<i>Gentianella tenella</i>	▪ <i>Taraxacum dissectum</i>
<i>Hieracium pilosella</i> subsp. <i>melanops</i>	<i>Veronica alpina</i>
<i>Juncus alpinoarticulatus</i>	<i>Veronica fruticans</i>
<i>Logfia arvensis</i>	▪ <i>Vicia pyrenaica</i>
<i>Omalothea supina</i> var. <i>pusilla</i>	

Considerando que la escasa extensión del área de distribución es una de las condiciones implícitas a los endemismos, podríamos considerar plantas endémicas (en mayor o menor grado) al conjunto de endemismos nevadenses (72), endemismos ibéricos (20), ibero-norteafricanos (14), mas los de las altas montañas del suroeste europeo (8). Por tanto, el número de taxones se elevaría a 114, lo que representa, justamente, el 60% de endemismos.

Cabe destacar también que 26 taxones viven entre Europa y el N de África, siendo 6 propios del W de la Región Mediterránea y 9 se pueden considerar circunmediterráneos.

Por último, los taxones restantes tienen una mayor distribución, 20 propios del Hemisferio Norte (Reino Holártico), 5 aún más amplio, cosmopolitas en sentido amplio, y 8 se distribuyen entre Europa y otros continentes.

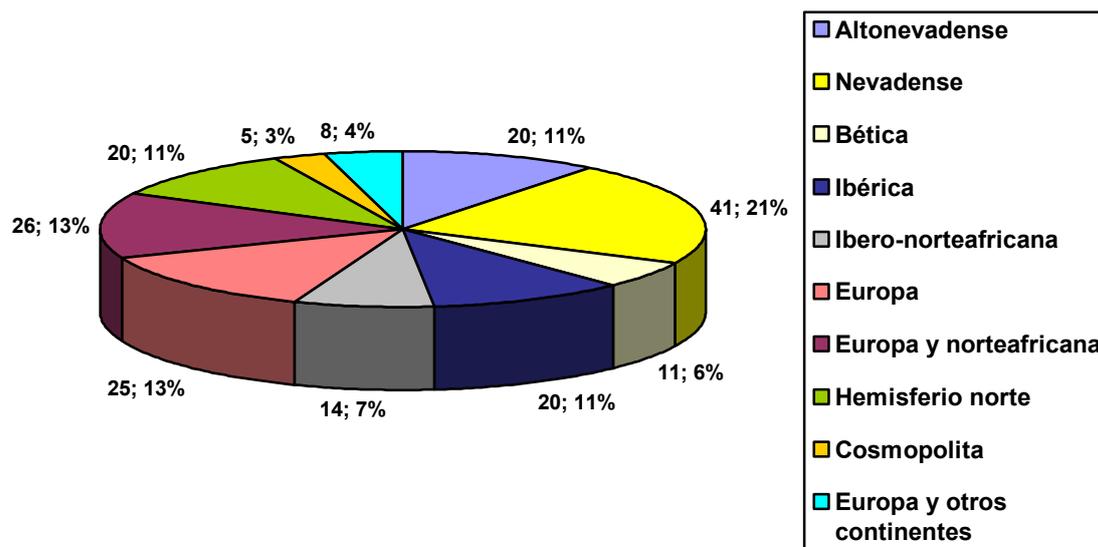


Grafico 29. Distribución de los táxones presentes en el crioromediterráneo nevadense.

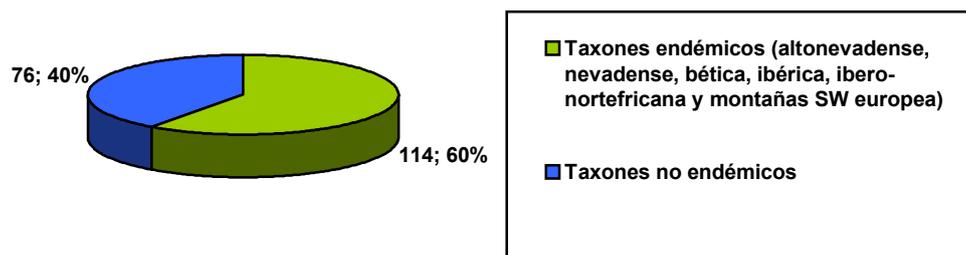


Gráfico 30. Porcentaje de los endemismos "en sentido amplio" presentes en el crioromediterráneo nevadense.



### 3.4 CARTOGRAFÍA DE LA VEGETACIÓN

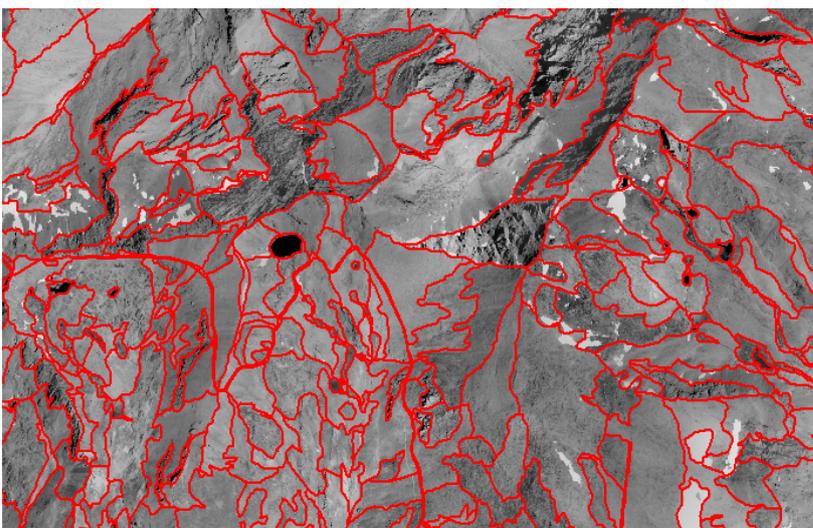
#### 3.4.1 METODOLOGÍA CARTOGRÁFICA

La metodología seguida para la elaboración de la cartografía de detalle (1:10.000), en formato digital, se estructura en varias fases: fotointerpretación, trabajo de campo y restitución cartográfica.

##### *Fotointerpretación*

El primer paso ha consistido en la fotointerpretación de ortoimágenes (Figura 31) provenientes de Ortofotografía digital de Andalucía correspondientes a la provincia de Granada, generadas a partir del vuelo fotogramétrico blanco y negro a escala aproximada 1:20.000 del año 2001-2002 (Junta de Andalucía).

Este proceso ha sido desarrollado directamente sobre la pantalla del ordenador, utilizando como programa informático el SIG ArcView en su versión 3.3. Se procedió a la delimitación de las unidades cartográficas correspondientes incluidas en las 16 hojas a escala 1:10.000 siguientes: 102713, 102714, 102722, 102723, 102724, 102731, 102732, 102733, 102734, 102741, 102742, 102743, 102812, 102822, 102813, 104221.



**Figura 31.** Proceso de fotointerpretación.

Para la delimitación de los distintos polígonos se emplea como carácter diferenciador la gama de tonalidades y texturas que aparecen sobre el fotograma. De esta forma, se separan diferentes unidades previendo diferencias también con respecto a las comunidades que presentan.

Paralelamente a este primer paso, se comenzó a diseñar una base de datos (Access) donde quedaría recogida la totalidad de la información asociada a cada uno de los polígonos creados en el proceso de fotointerpretación. Esta información queda organizada en campos codificados numéricamente como se muestra en la Figura 32.

Clave	Area	Sector	Distrito	Termotipo	Ombrotipo	Serie	Descripción	Comunidad1	Nº inventario1	Nº inventario12	Nº inventario13	Ocupación1	Comunidad2
12	345635	1	2	2	3	1	Laguna Juntillas/Borreguil	44	101			12	103
13	4632	1	2	2	2	1	Pastizal Festuca indigesta	72				21	
14							Borreguil seco						
15							Pastizal Festuca indigesta	72				12	
16							Pastizal Festuca clementei	65				11	70
17							Pastizal Festuca clementei	65				12	
18							Canchal	65	210			11	44

**Figura 32.** Base de datos access. Campos.

Los campos de información presentes en la base de datos son los siguientes:

- *Clave*: código identificativo del polígono.
- *Área*: superficie en hectáreas del polígono.
- *Sector*: código del sector biogeográfico al que pertenece el polígono.
- *Distrito*: código del distrito biogeográfico al que pertenece el polígono.
- *Termotipo*: código del termotipo presente en el polígono.
- *Serie de vegetación*: código de la serie o geopermaserie de vegetación presente en el polígono.
- *Descripción*: breve descripción de la vegetación y/o bitopo que contiene el polígono.
- *Comunidad1*: código comunidad o sintaxon 1 presente en el polígono.
- *Nº inventario1*: número del inventario realizado en la comunidad 1 en ese polígono.

- *Nº inventario 1.2*: número del inventario 2 realizado en la comunidad 1 en ese polígono.
- *Ocupación 1*: ocupación de la comunidad o sintaxon 1 en el polígono.
- *Comunidad 2*: código comunidad o sintaxon 2 presente en el polígono.
- *Nº inventario 2*: número del inventario realizado en la comunidad 2 en ese polígono.
- *Ocupación 2*: ocupación de la comunidad o sintaxon 2 en el polígono.
- *Comunidad 3*: código comunidad o sintaxon 3 presente en el polígono.
- *Nº inventario 3*: número del inventario realizado en la comunidad 3 en ese polígono.
- *Ocupación 3*: ocupación de la comunidad o sintaxon 3 en el polígono.
- *Comunidad 4*: código comunidad o sintaxon 4 presente en el polígono.
- *Nº inventario 4*: número del inventario realizado en la comunidad 4 en ese polígono.
- *Ocupación 4*: ocupación de la comunidad o sintaxon 4 en el polígono.
- *Area*: extensión en hectáreas del polígono.

La codificación para cada uno de los campos queda recogida en “diccionarios” presentes también en la base de datos (Figura 33).

codigo	nombre
1	MONTIO-CARDAMINETEA
2	Montio-Cardaminetalia
3	Myosotidion stoloniferae
4	Sedo melanantheri-Saxifragetum alpigenae
5	Ranunculion omiophyllo-hederacei
6	Montio amporitanae-Ranunculetum hederacei
7	PHRAGMITO-MAGNOCARICETEA

Código	Ocupación( %)
11	0 - 25
12	25 - 50
21	50 - 75
22	75 - 100

Figura 33. Diccionarios para los códigos fitosociológicos y de ocupación.

### *Trabajo de campo*

Durante la fase de campo se han realizado comprobaciones para identificar los polígonos y compilar la información correspondiente a cada uno de ellos. Para ello se han realizado:

- Visita a los polígonos fotointerpretados para identificar en campo sus límites.
- Recopilación mediante inventarios fitosociológicos y listados de especies vegetales, de la vegetación presente en los polígonos. Se han realizado un total de 296 inventarios.
- Observaciones y toma de datos florísticos.

### *Restitución cartográfica*

Una vez obtenida la información en el campo se han efectuado las correcciones correspondientes sobre la ortoimagen y se ha completado la base de datos relacionada con la cobertura digital.

### 3.4.2 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Entre los principales resultados originales que pueden desprenderse de nuestro trabajo de investigación hemos de destacar la cartografía de detalle realizada. El uso de la metodología fitosociológica para la diferenciación de las unidades cartográficas nos ha permitido realizar un pormenorizado estudio de la vegetación del territorio por lo que, en el conocimiento de las comunidades vegetales, aportamos información y resultados de interés.

Con nuestro trabajo cartográfico hemos conseguido también una herramienta básica que puede ser utilizada por otros profesionales (geógrafos, fitosociólogos, técnicos de gestión y conservación ambiental, etc.) para obtener importante información sobre la vegetación y coberturas vegetales del suelo en el ámbito de la zona de estudio, en su mayoría dentro del Parque Nacional de Sierra Nevada.

Además, el conocimiento de la composición y distribución de las comunidades nos permite realizar consideraciones sobre la evaluación general del territorio, que de forma sintética aportamos también en este apartado.

La cartografía digital se ha realizado a escala 1:10000, ocupando una extensión total de 8788,6 hectáreas, e incluyendo 16 hojas topográficas, enumeradas en el apartado anterior, a la escala indicada. La figura 34 muestra una visión general donde podemos situar geográficamente el territorio de estudio, dentro del cual se dibujan los polígonos del área cartografiada y también se señalan los puntos de muestreo, tanto citas como inventarios.

Los resultados de la cartografía se presentan mediante 4 mapas en formato A2 (1:50000), donde se recogen todas las asociaciones fitosociológicas presentes (hasta un máximo de 4) en los polígonos del área cartografiada, y 11 mapas en formato A4, para referirnos a una o varias asociaciones por separado. En DVD adjunto, se aporta un ejemplo extraído de la cartografía realizada referido a la asociación *Festucetum molorio-pseudoeskliae*, donde se puede observar la versatilidad de la base de datos (DVD, ejemplo cartografía).

En la cobertura obtenida se han podido diferenciar un total de 679 unidades cartográficas (polígonos), cada una de las cuales se ha identificado con un registro incluido en una base de datos inicial que más tarde quedó asociada a la capa digital. Como ya vimos en el apartado anterior, cada registro identifica a la unidad cartográfica

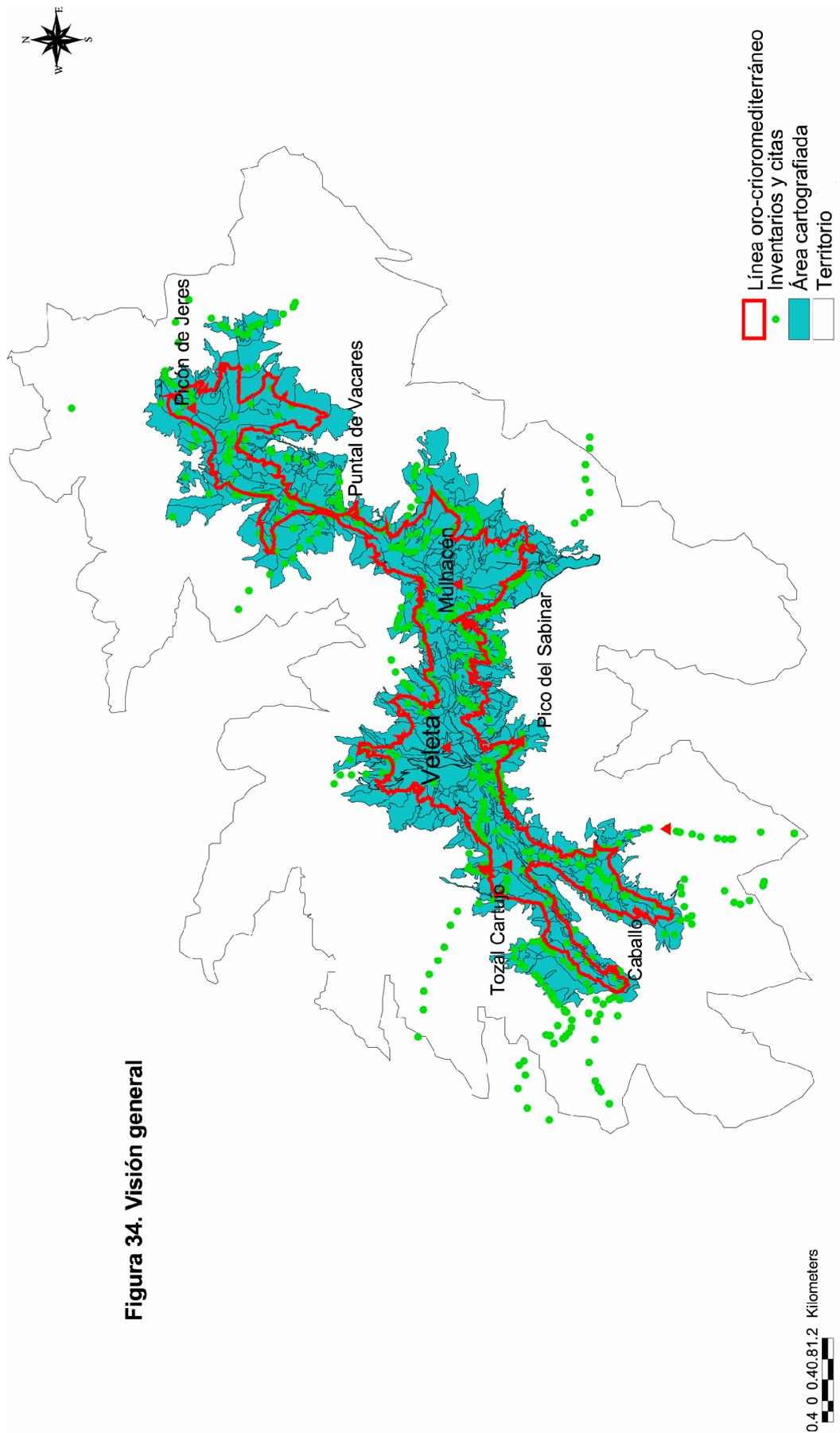


Figura 34. Visión general

mediante un total de 21 campos de información por lo que, en su conjunto, la base de datos definitiva incluye en su totalidad 14259 referencias codificadas que podrán ser utilizadas para obtener del sistema de información geográfica todas las consultas cruzadas que queramos para la obtención de los temas cartográficos que necesitemos en cualquier momento.

Se ha identificado un único sector biogeográfico perteneciente a la provincia Bética, donde se ubican los distritos Altonevadense, zona occidental del macizo, y Nevadense Oriental, zona oriental.

La mayoría de las asociaciones fitosociológicas presentes en el distrito Altonevadense son endémicas de este, y tienen un gran componente de biodiversidad y nivel de endemidad florística, por lo que poseen una enorme importancia.

Desde el punto de vista bioclimático, a partir de los niveles inferiores de la zona cartografiada a las zonas más elevadas de las cumbres, se ha identificado la presencia de 2 termotipos en el territorio: oromediterráneo y crioromediterráneo.

El crioromediterráneo representa un dominio territorial con una extensión de 3.875,7 hectáreas, quedando circunscrito a las zonas más elevadas de la sierra. Los límites inferiores hallados oscilan entre los 2750m, en las zonas norte y occidental, y 3290m, en las zonas sur y oriental. Ambas alturas se unen por medio de una línea, muy quebrada a veces, que discurre oscilando entre estos valores.

A esta conclusión hemos llegado a través del estudio de la distribución de las asociaciones vegetales, que nos han servido como puntos de referencia para trazar la línea que enmarca las actuales condiciones crioromediterráneas.

En los cuatro mapas que se acompañan a continuación, como ya indicamos presentados en formato papel A2, se reflejan la totalidad de las asociaciones fitosociológicas presentes en los polígonos. Los mapas se han elaborado a partir de la totalidad de datos almacenados mostrando para el mapa denominado "Comunidad 1" las asociaciones que aparecen como primera comunidad en la base de datos y que poseen un índice de ocupación en general mayor en los polígonos. Por lo tanto, en el mapa "Comunidad 2", aparecen las comunidades que se encuentran en segundo lugar en los polígonos y que poseen un índice de ocupación igual o inferior al de la comunidad 1, y así sucesivamente.

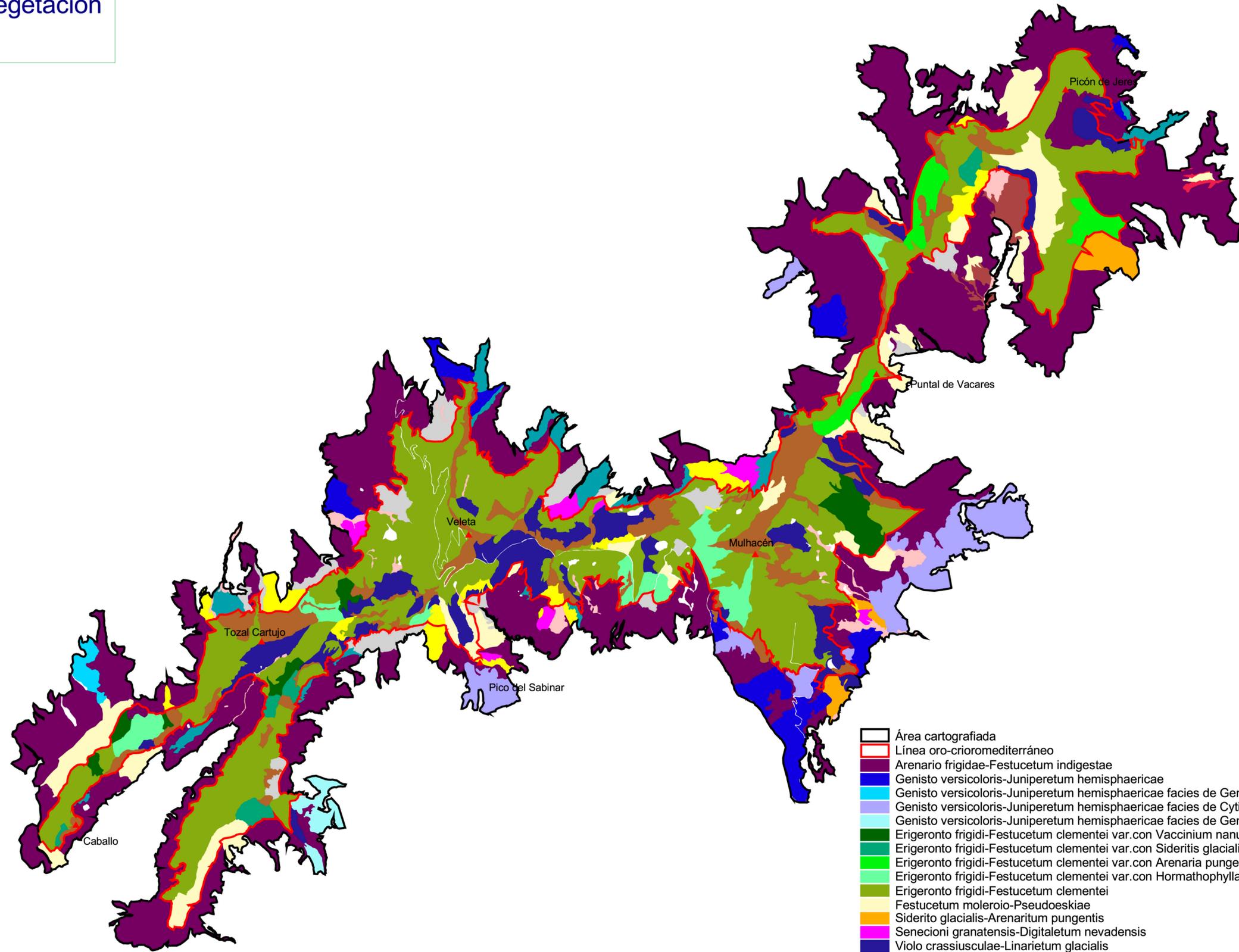
Si nos fijamos en el mapa Comunidad 1 se observa como dentro de la línea crioromediterránea la mayoría de los polígonos presentan la asociación *Erigeronto*

*frigidi-Festucetum clementei* como primera comunidad, siendo en otros las asociaciones *Saxifragetum nevadensis* y *Violo crassiusculae-Linarietum glacialis* las que mayor ocupación presentan.

Fuera de la línea crioromediterránea, las asociaciones que están presentes en mayor número de polígonos son *Arenario frigidae-Festucetum indigestae* y *Genisto versicoloris-Juniperetum hemisphaericae* junto a algunas de sus variantes.

Al utilizar los 4 mapas en conjunto podemos obtener información de cada uno de los polígonos presentes en la cartografía cuantificando el número de comunidades presentes en ellos, la denominación de estas y la prioridad que poseen dentro del polígono.

MAPA 1  
Comunidad 1  
Cartografía de la vegetación  
1:10.000



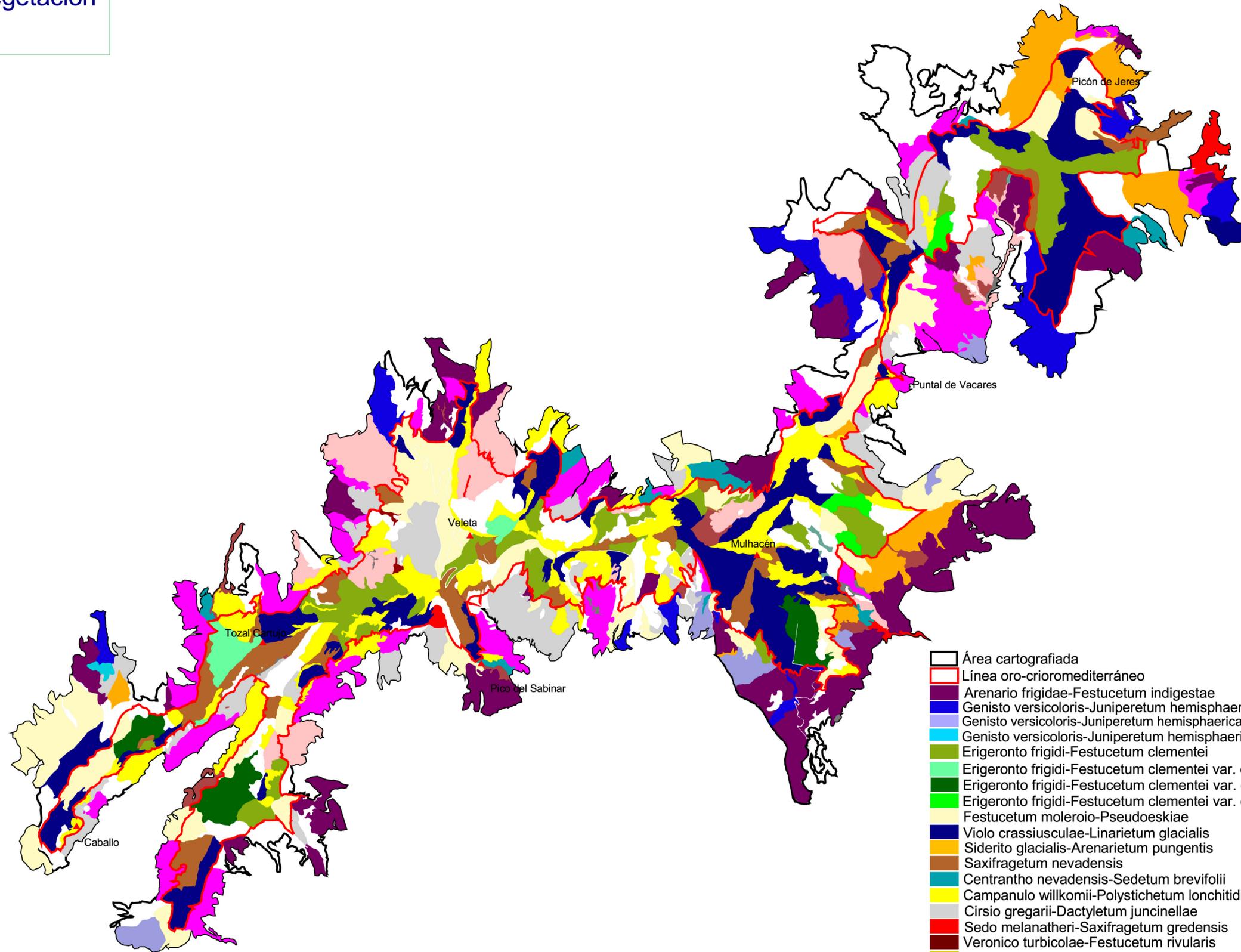
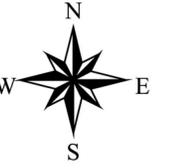
- Área cartografiada
- Línea oro-crioromediterráneo
- Arenario frigidae-Festucetum indigestae
- Genisto versicoloris-Juniperetum hemisphaericae
- Genisto versicoloris-Juniperetum hemisphaericae facies de Genista versicolor
- Genisto versicoloris-Juniperetum hemisphaericae facies de Cytisus nevadensis
- Genisto versicoloris-Juniperetum hemisphaericae facies de Genista versicolor/Cytisus nevadensis
- Erigeronto frigidi-Festucetum clementei var.con Vaccinium nanum
- Erigeronto frigidi-Festucetum clementei var.con Sideritis glacialis
- Erigeronto frigidi-Festucetum clementei var.con Arenaria pungens
- Erigeronto frigidi-Festucetum clementei var.con Hormathophylla spinosa
- Festucetum molerioi-Pseudoeskia
- Siderito glacialis-Arenarum pungentis
- Senecioni granatensis-Digitalium nevadensis
- Viola crassiusculae-Linarietum glacialis
- Saxifragetum nevadensis
- Centrantho nevadensis-Sedetum brevifolii
- Campanulo willkomii-Polystichetum lonchitidis
- Sedo melanatheri-Saxifragetum gredensis
- Cirsio gregarii-Dactyletum juncinellae
- Armerio splendidis-Agrostietum nevadensis
- Nardo strictae-Festucetum ibericae

1 0 1 2 Kilometers

1: 50.000



MAPA 2  
Comunidad 2  
Cartografía de la vegetación  
1:10.000



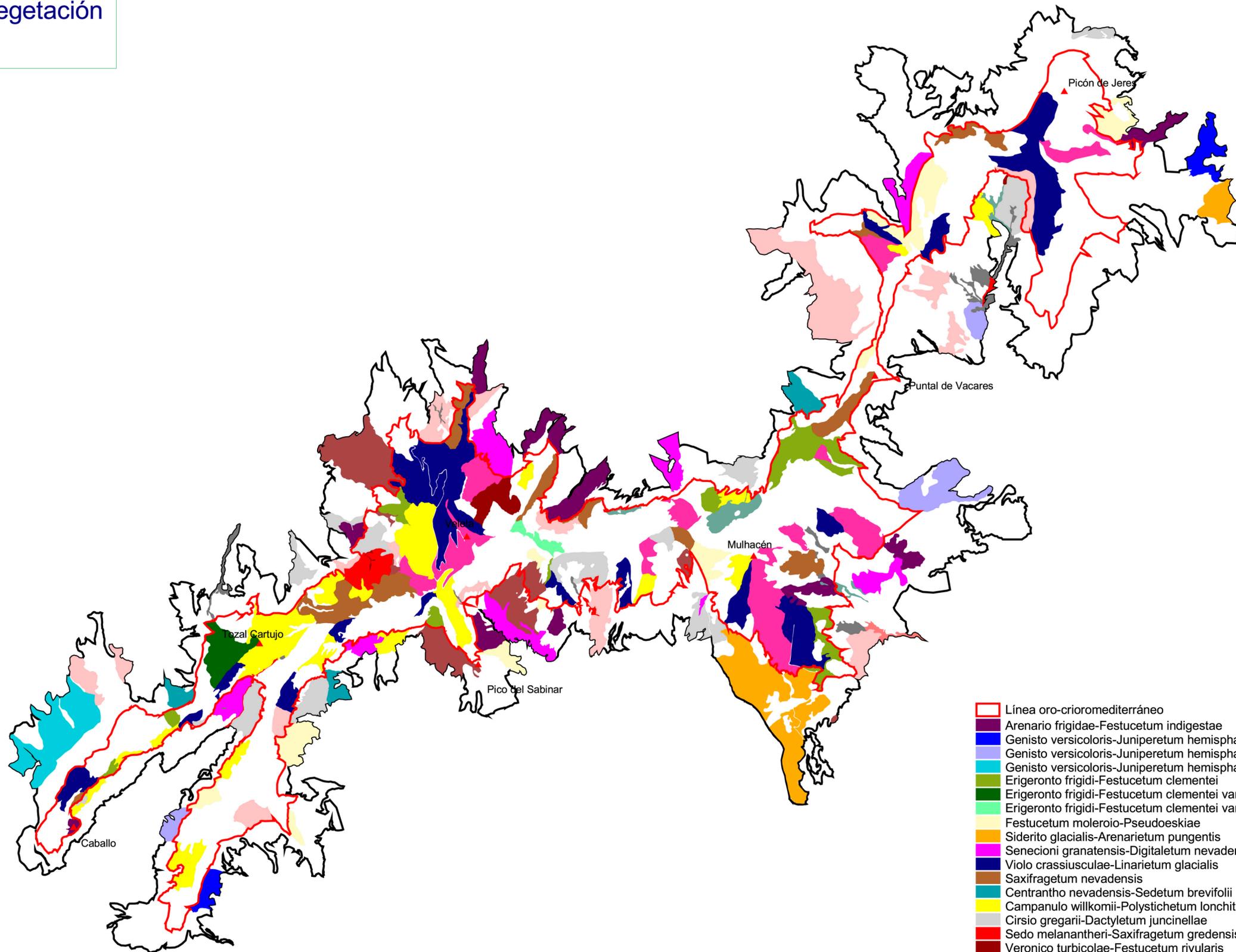
- Área cartografiada
- Línea oro-crioromediterráneo
- Arenario frigidiae-Festucetum indigestae*
- Genisto versicoloris-Juniperetum hemisphaericae*
- Genisto versicoloris-Juniperetum hemisphaericae* facies de *Cytisus nevadensis*
- Genisto versicoloris-Juniperetum hemisphaericae* facies de *Genista versicolor*
- Erigeronto frigidi-Festucetum clementei*
- Erigeronto frigidi-Festucetum clementei* var. con *Hormathophylla spinosa*
- Erigeronto frigidi-Festucetum clementei* var. con *Vaccinium nanum*
- Erigeronto frigidi-Festucetum clementei* var. con *Arenaria pungens*
- Festucetum moleroio-Pseudoeskiaae*
- Violo crassiusculae-Linarietum glacialis*
- Siderito glacialis-Arenarietum pungentis*
- Saxifragetum nevadensis*
- Centrantho nevadensis-Sedetum brevifolii*
- Campanulo willkomii-Polystichetum lonchitidis*
- Cirsio gregarii-Dactyletum juncinellae*
- Sedo melanatheri-Saxifragetum gredensis*
- Veronico turbicolae-Festucetum rivularis*
- Pinguiculo nevadensis-Eleocharitetum quinqueflorae*
- Omalotheco pusillae-Lepidietum stylati*
- Nardo strictae-Festucetum ibericae*
- Ranunculo acetosellifolii-Vaccinietum nani*
- Armerio splendentis-Agrostietum nevadensis*
- Senecioni granatensis-Digitaletum nevadensis*

1 0 1 2 Kilometers

1: 50.000



MAPA 3  
Comunidad 3  
Cartografía de la vegetación  
1:10.000

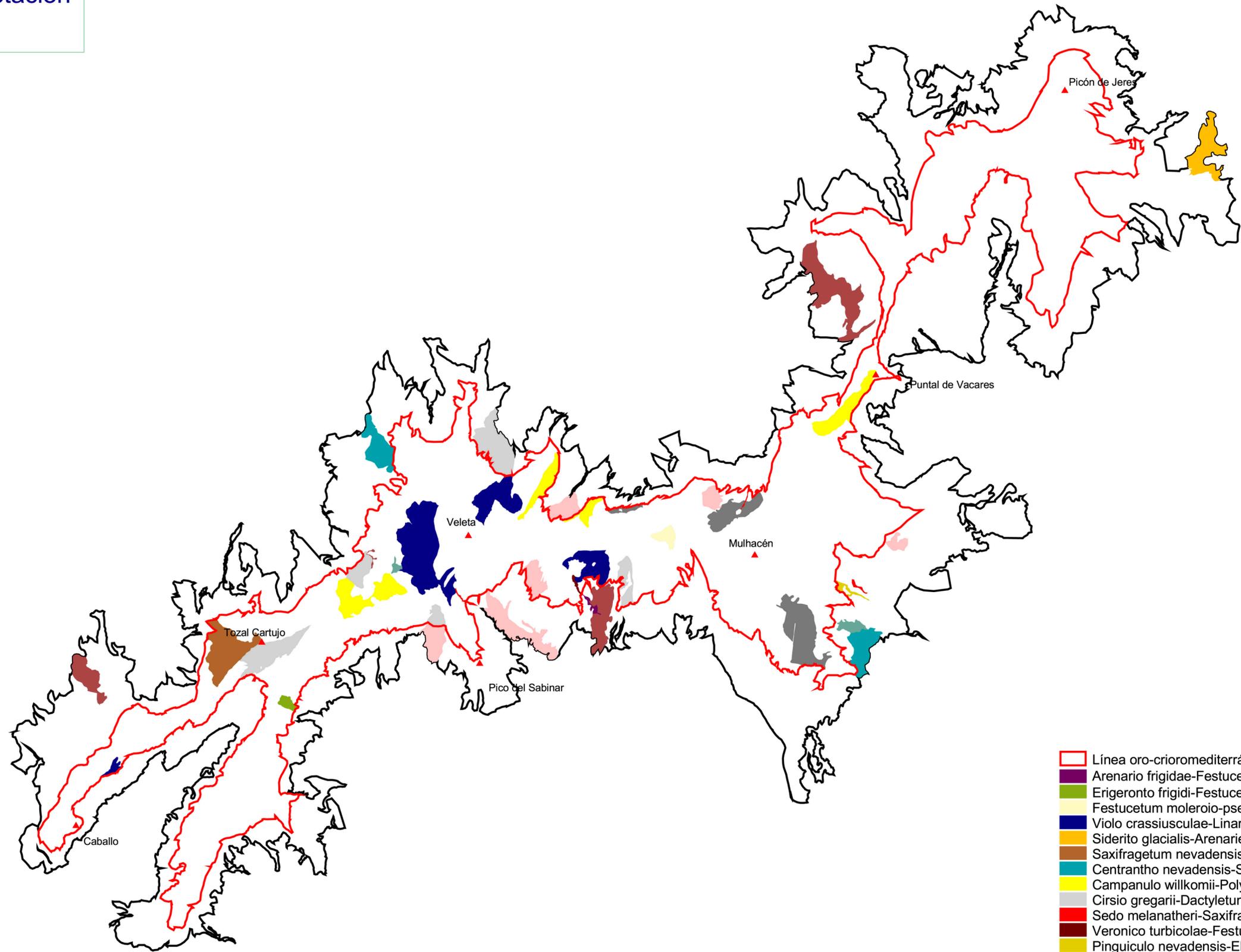


- Línea oro-crioromediterráneo
- Arenario frigidiae-Festucetum indigestae
- Genisto versicoloris-Juniperetum hemisphaericae
- Genisto versicoloris-Juniperetum hemisphaericae facies de Cytisus nevadensis
- Genisto versicoloris-Juniperetum hemisphaericae facies de Genista versicolor
- Erigeronto frigid-Festucetum clementei
- Erigeronto frigid-Festucetum clementei var. con Vaccinium nanum
- Erigeronto frigid-Festucetum clementei var. con Hormathophylla spinosa
- Festucetum moleroio-Pseudoeskiaie
- Siderito glacialis-Arenarietum pungentis
- Senecioni granatensis-Digitalium nevadensis
- Violo crassiusculae-Linarietum glacialis
- Saxifragetum nevadensis
- Centrantho nevadensis-Sedetum brevifolii
- Campanulo willkomii-Polystichetum lonchitidis
- Cirsio gregarii-Dactyletum juncinellae
- Sedo melanantheri-Saxifragetum gredensis
- Veronico turbicolae-Festucetum rivularis
- Leontodon microcephali-Ranunculetum alismoides
- Omalotheco pusillae-Lepidietum sylvati
- Ranunculo acetosellifolii-Vaccinietum nani
- Nardo strictae-Festucetum ibericae
- Armerio splendidis-Agrostietum nevadensis
- Aconito nevadensis-Senecionetum elodis
- Área cartografiada

1 0 1 2 Kilometers  
1: 50.000



MAPA 4  
Comunidad 4  
Cartografía de la vegetación  
1:10.000



- Línea oro-crioromediterráneo
- Arenario frigidiae-Festucetum indigestae
- Erigeronto frigidi-Festucetum clementei
- Festucetum moleroio-pseudoeskieae
- Violo crassiusculae-Linarietum glacialis
- Siderito glacialis-Arenarietum pungentis
- Saxifragetum nevadensis
- Centrantho nevadensis-Sedetum brevifolii
- Campanulo willkomii-Polystichetum lonchitidis
- Cirsio gregarii-Dactyletum juncinellae
- Sedo melanatheri-Saxifragetum gredensis
- Veronico turbicolae-Festucetum rivularis
- Pinguiculo nevadensis-Eleocharitetum quinqueflorae
- Omalotheco pusillae-Lepidietum stylati
- Nardo strictae-Festucetum ibericae
- Ranunculo acetosellifolii-Vaccinietum nani
- Armerio splendidis-Agrostietum nevadensis
- Área cartografiada

1 0 1 2 Kilometers  
1: 50.000



La segunda aportación cartográfica que presentamos en formato papel A4 son 11 figuras en las que mostramos con detalle la distribución de algunas de las asociaciones y sus variantes presentes en el territorio cartografiado y que pensamos de interés para la delimitación. Es importante destacar que cuando hacemos referencia al área de cualquier asociación, estamos refiriéndonos a la suma del área de todos los polígonos donde la asociación está presente, independientemente de si la ocupación del polígono por parte de la asociación es completa o no.

En la figura 35 se observa la distribución de la asociación *Arenario frigidae-Festucetum indigestae*, esta se sitúa rodeando al crioromediterráneo en casi todo su contorno y marca con su ausencia el paso a este termotipo desde el oromediterráneo. La citada asociación está presente en un número de polígonos que suman un área total de 4280,19 hectáreas dentro de la zona cartografiada, estando en la mayoría de los casos distribuida de forma homogénea y con un índice de ocupación elevado.

Para la asociación *Genisto versicoloris-Juniperetum hemisphaericae* y sus facies (Figuras 36) se presenta un área de 1331,74 hectáreas, que comparándola con la asociación anterior nos da una idea del estado de esta asociación en el territorio cartografiado. La comunidad, al igual que sus facies, se dispone de forma discontinua alternando con la asociación anterior, y en ocasiones siendo sustituida casi por completo por esta. El terrible deterioro de la asociación se debe en gran medida a la acción humana, talas, quema y pastoreo se han sucedido de forma indiscriminada hasta la declaración de la zona como Parque Natural.

Las asociaciones con posibilidad de desarrollarse, en mayor o menor grado, tanto en oro como crioromediterráneo son tres: *Festucetum molorio-pseudoeskliae*, *Cirsio gregarii-Dactyletum juncinellae* y *Campanudo willkomii-Polystichetum lonchitidis*.

La primera, como se puede ver en la figura 37, se presenta dispersa por todo el territorio siendo mayor su representación en el tránsito entre ambos pisos de vegetación. Sin embargo, no debe despreciarse su existencia en las zonas superiores dando lugar a un paisaje de lastones peculiar en las zonas de mayor altitud. Su área está en 1565,41 hectáreas

Para la asociación *Cirsio gregarii-Dactyletum juncinellae* sucede algo similar a la anterior. Podemos verla distribuida también en los límites entre ambos pisos pero su contribución al grueso de asociaciones que pueblan la zona de cumbre es menos importante. Su área se sitúa en 1137,68 hectáreas (Figura 38).

La última de ellas, *Campanudo willkomii-Polystichetum lonchitidis*, no aparece demasiado representada en el oromediterráneo, quizás por la poca potencia de este piso cubierta en el área cartografiada (Figura 39). En el crioromediterráneo se presenta con bastante frecuencia, limitándose a las zonas de cortados y bloques, compartiendo con otras asociaciones como *Saxifragetum nevadensis*. Área 1319,72 hectáreas.

Para la asociación *Erigeronto frigidi-Festucetum clementei* y sus variantes (Figuras 40,41,42) existe un área de 2969,02 hectáreas donde se desarrolla dicha comunidad, siendo la más representada dentro de las asociaciones crioromediterráneas. Sus variantes se dan de forma dispersa y con baja ocupación. Esto no significa que paisajísticamente no sean importantes, sobre todo las variantes con *Hormathophylla spinosa* y *Arenaria pungens*, imprimiendo una peculiaridad especial a la zona donde se sitúan. Al igual que *Arenario frigidae-Festucetum indigestae* marca hacia arriba el comienzo del crioromediterráneo, esta asociación lo hace hacia abajo con su desaparición (Figuras 43)

En el seno de la alianza *Holción caespitosi*, existen en el área cartografiada dos asociaciones glerícolas, excluyendo a *Campanudo willkomii-Polystichetum lonchitidis* ya comentada, que separan sus territorios entre el oro y el crioromediterráneo (Figura 44). Se puede observar claramente como la asociación *Violo crassiusculae-Linarietum glacialis* posee una distribución bastante amplia por la zona de cumbres (crioromediterráneo) debido a la disponibilidad continua de canchales propicios para su establecimiento. La otra asociación, *Senecioni granatensis-Digitaletum nevadensis* (oromediterráneo), ha sido prospectada solo en parte del termotipo oromediterráneo por lo que no se refleja enteramente su área de distribución.

Las dos asociaciones rupícolas representantes del *Saxifragion nevadensis* en el territorio, son *Centrantho nevadensis-Sedetum brevifolii* y *Saxifragetum nevadensis*. Al igual que con las asociaciones del *Holción caespitosi*, estas nos ayudan a delimitar el crioromediterráneo (Figura 45).

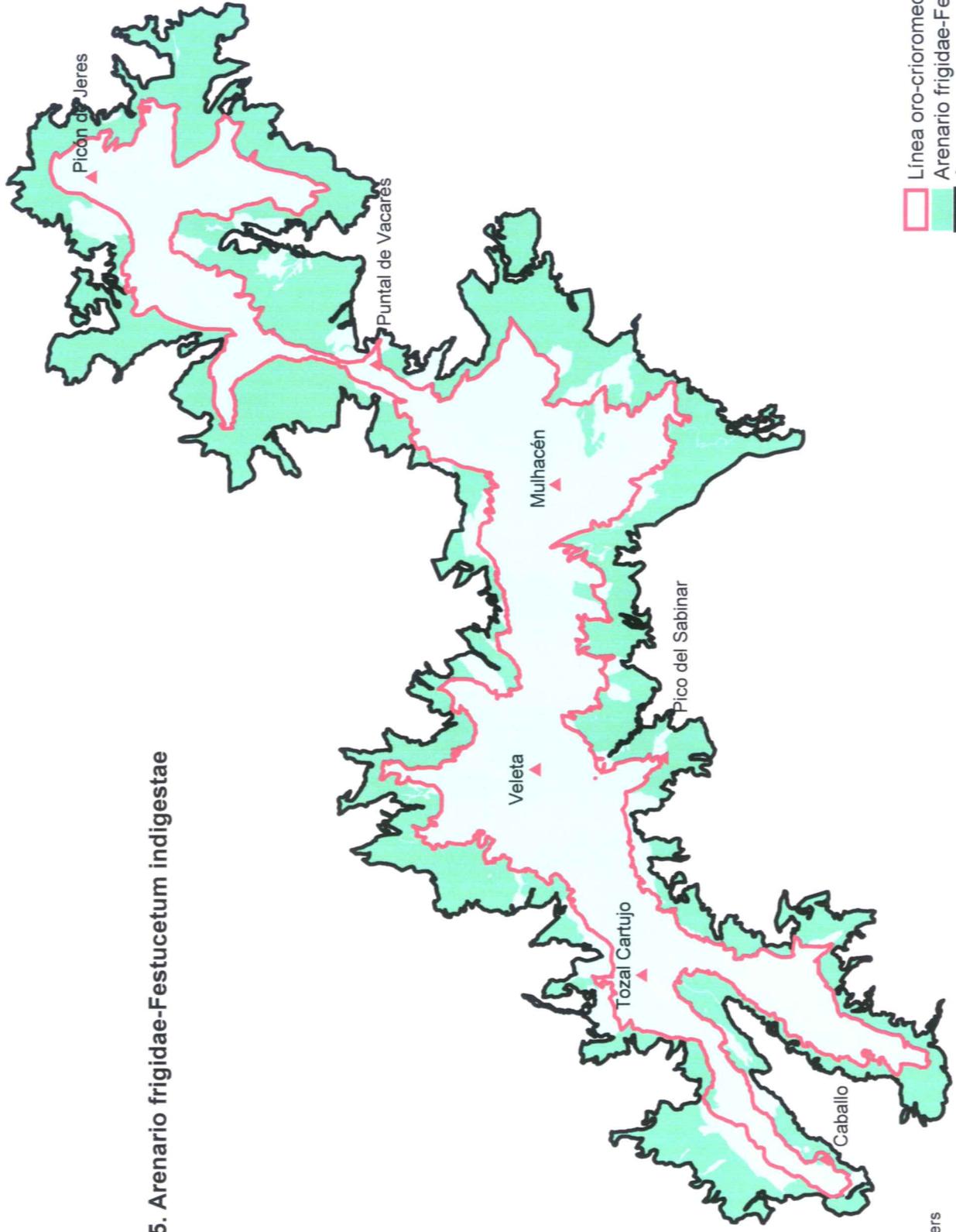


Figura 35. Arenario frigidiae-Festucetum indigestae

Línea oro-crioromediterráneo  
 Arenario frigidiae-Festucetum indigestae  
 Área cartografiada

0.4 0 0.4 0.8 1.2 Kilometers



Figura 36. *Genisto versicoloris*-*Juniperetum* hemisphaericae y facies

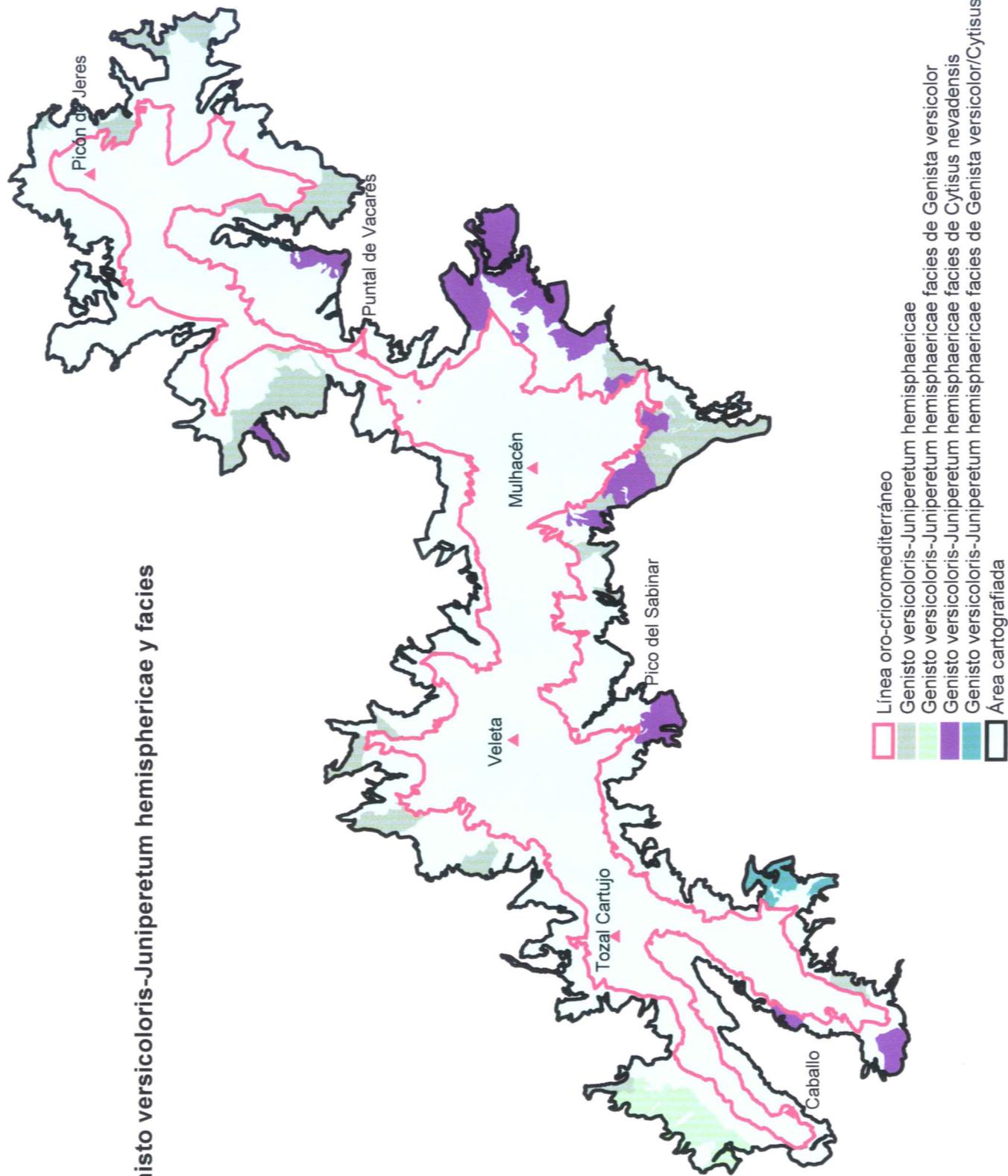




Figura 37. Festucetum moleroio-pseudoeskaiae

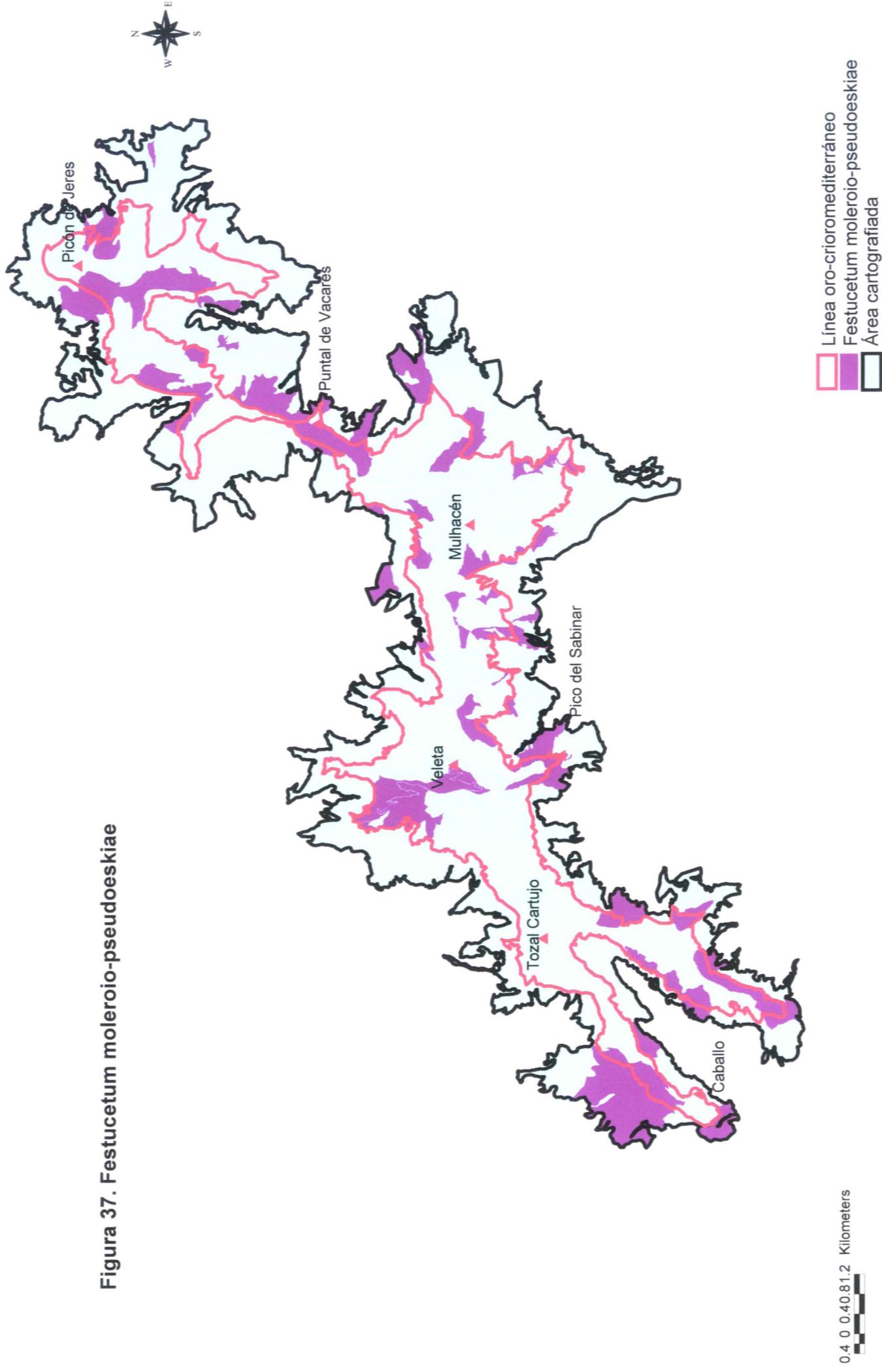
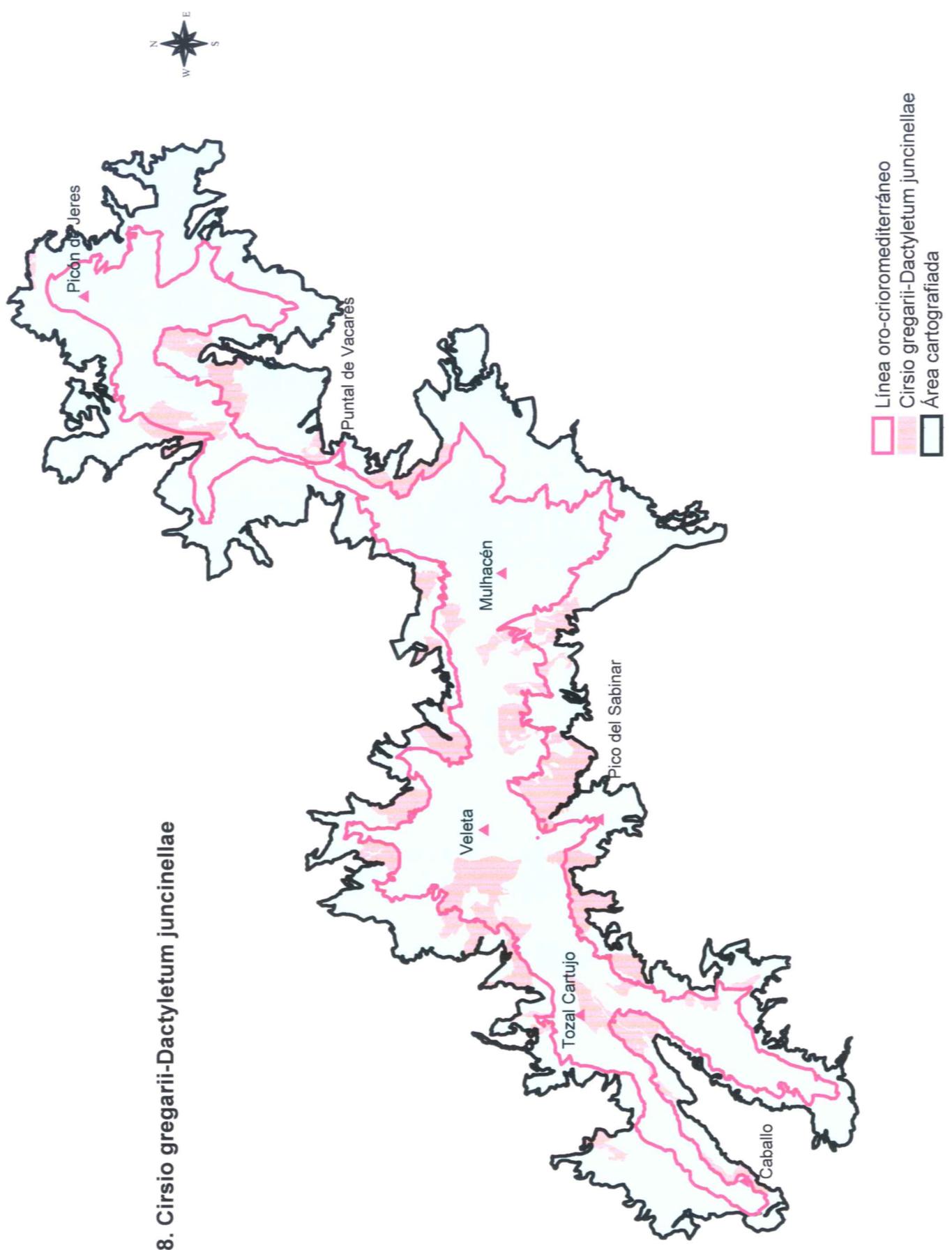




Figura 38. *Cirsio gregarii-Dactyletum juncinellae*



0.4 0 0.4 0.8 1.2 Kilometers



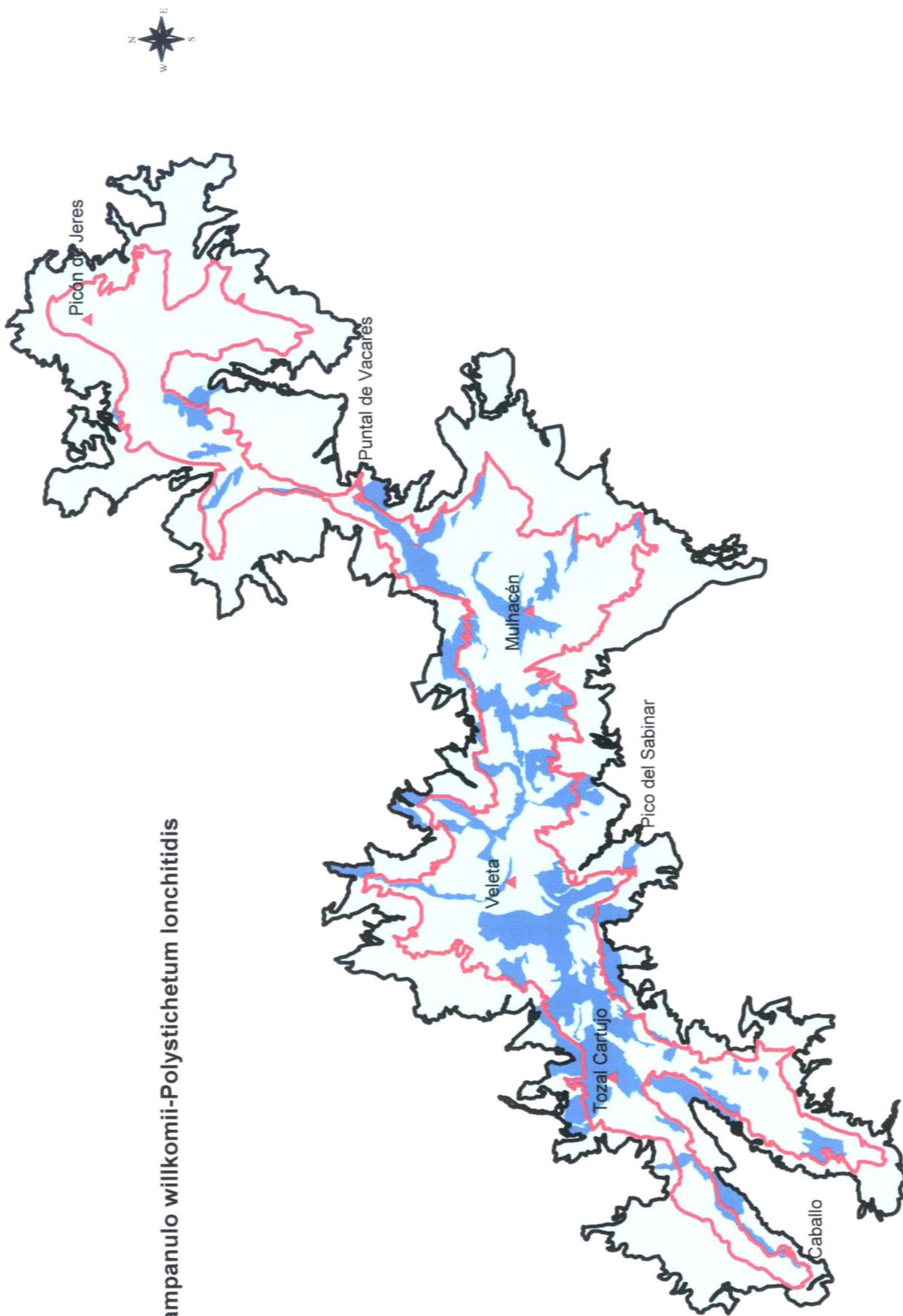


Figura 39. Campanulo willkomii-Polystichetum lonchitidis

- Línea oro-crioromediterráneo
- Campanulo willkomii-Polystichetum lonchitidis
- Área cartografiada

0.4 0 0.40.81.2 Kilometers



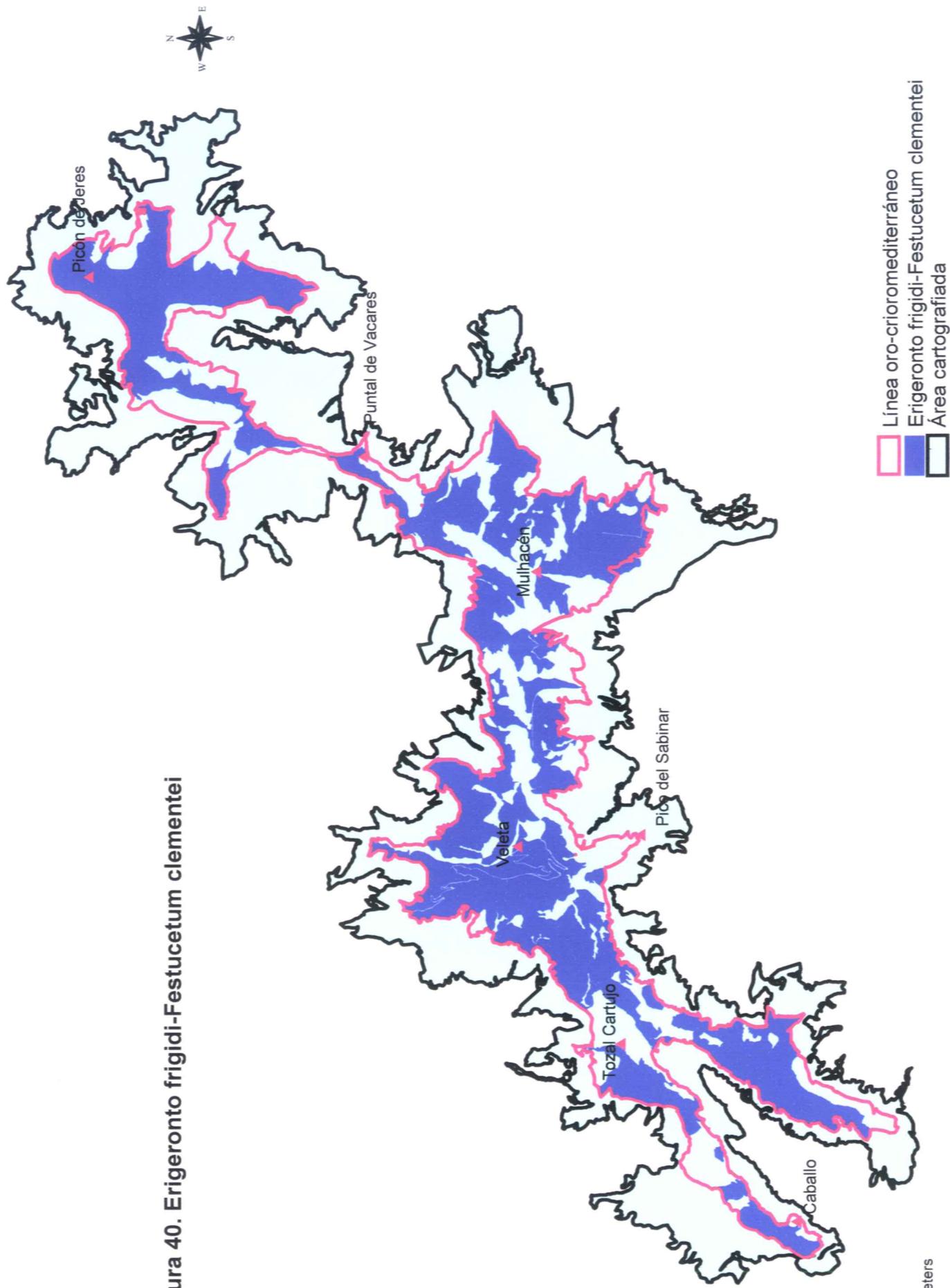


Figura 40. *Erigeronto frigidum-Festucetum clementei*

Línea oro-crioromediterráneo  
 *Erigeronto frigidum-Festucetum clementei*  
 Área cartografiada

0.4 0 0.4 0.8 1.2 Kilometers



Figura 41. Variantes de *Erigeronto frigidifolium* clementei.

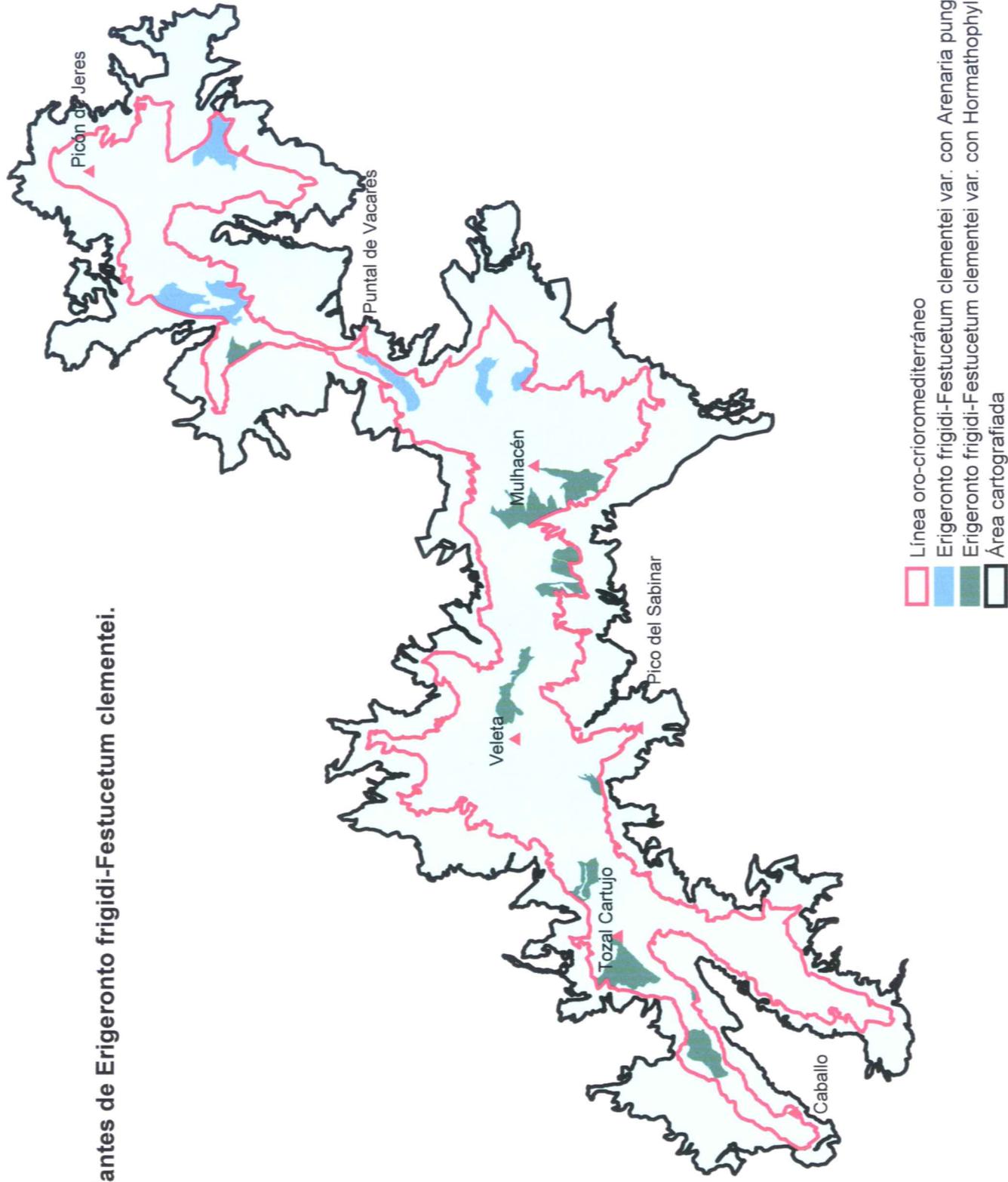
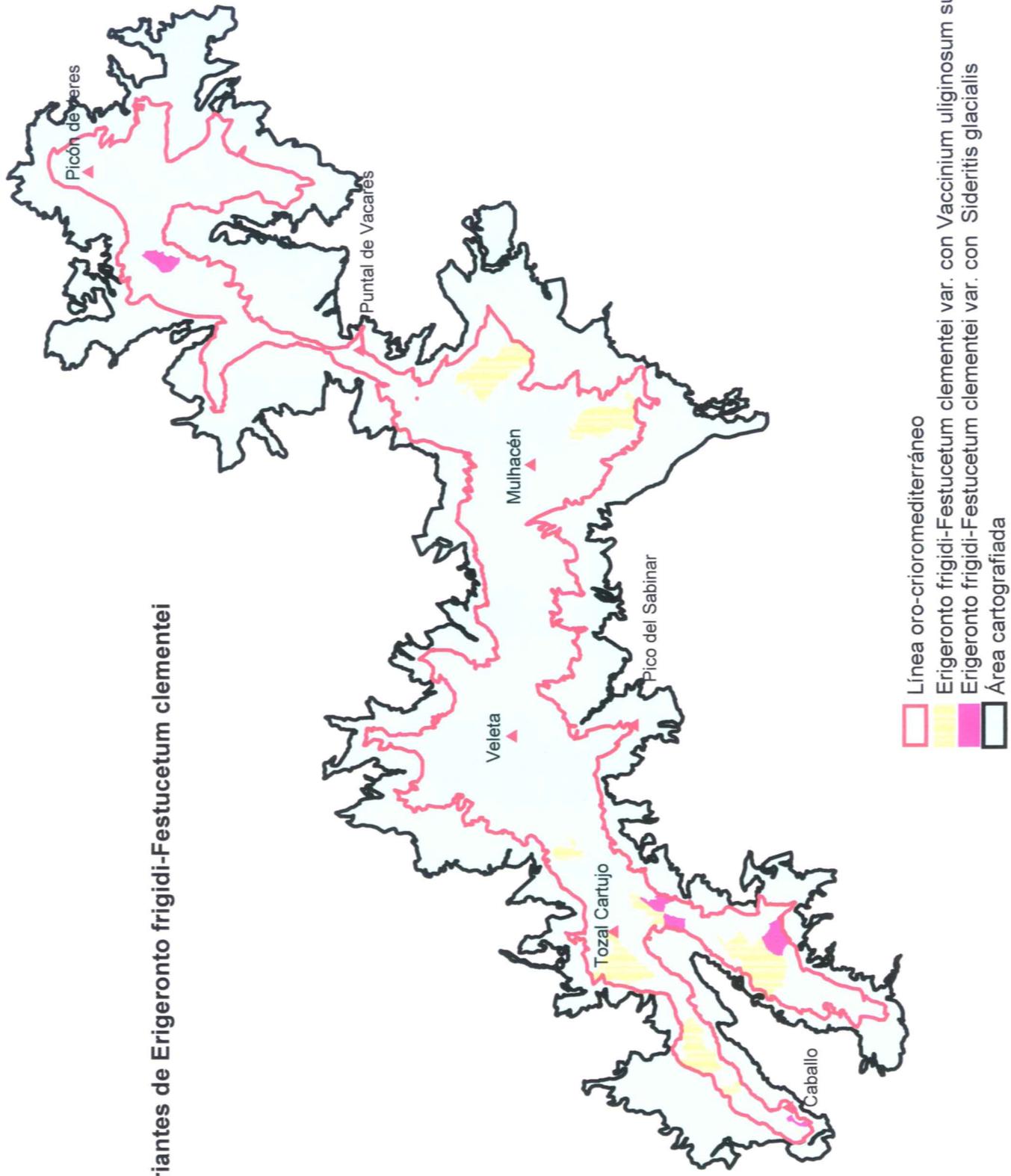




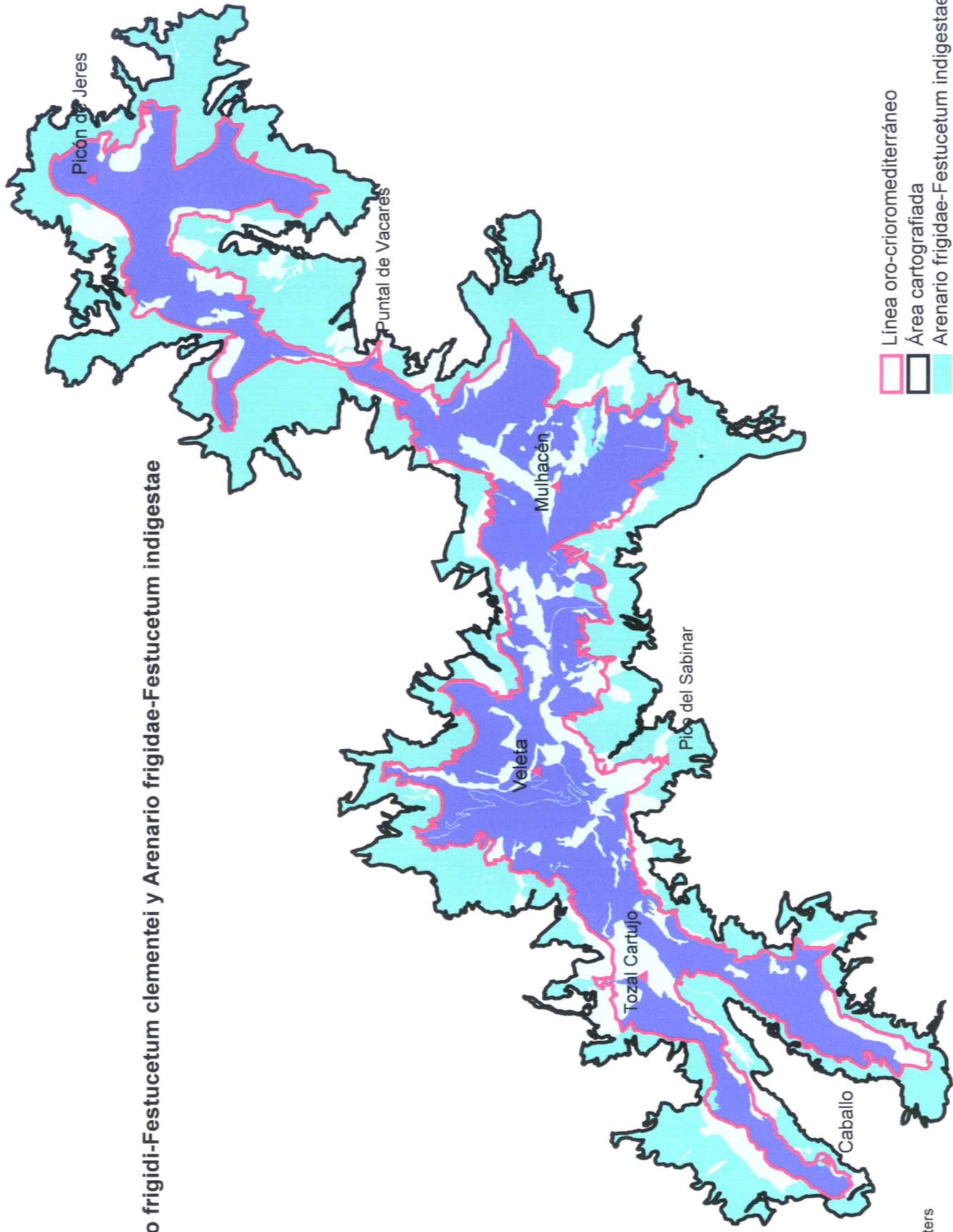
Figura 42. Variantes de *Erigeronto frigidum*-*Festucetum clementei*







43. *Erigeronto frigidum-Festucetum clementei* y *Arenario frigidum-Festucetum indigestum*

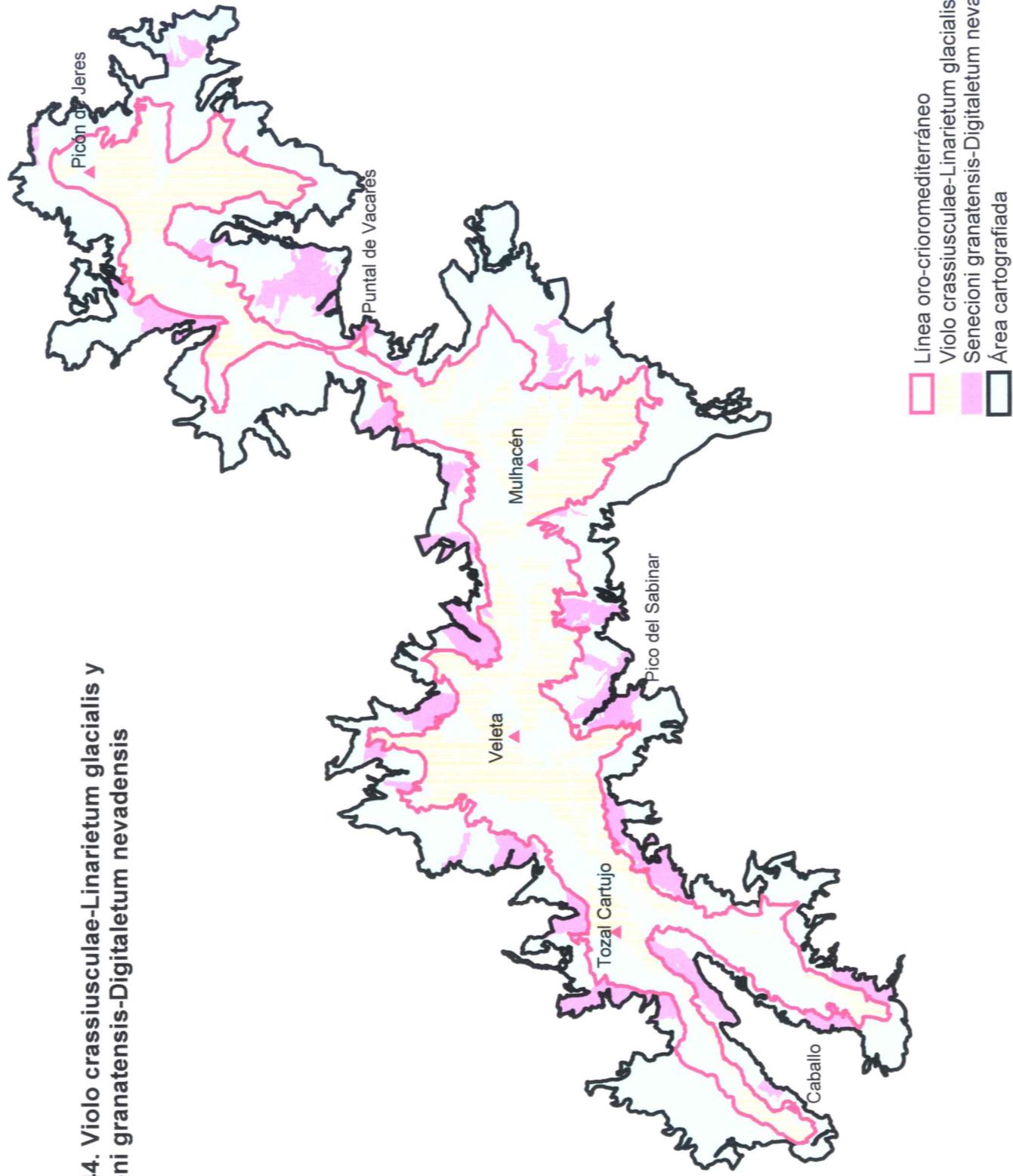


-  Línea oro-crioromediterráneo
-  Área cartografiada
-  *Arenario frigidum-Festucetum indigestum*
-  *Erigeronto frigidum-Festucetum clementei* y variantes

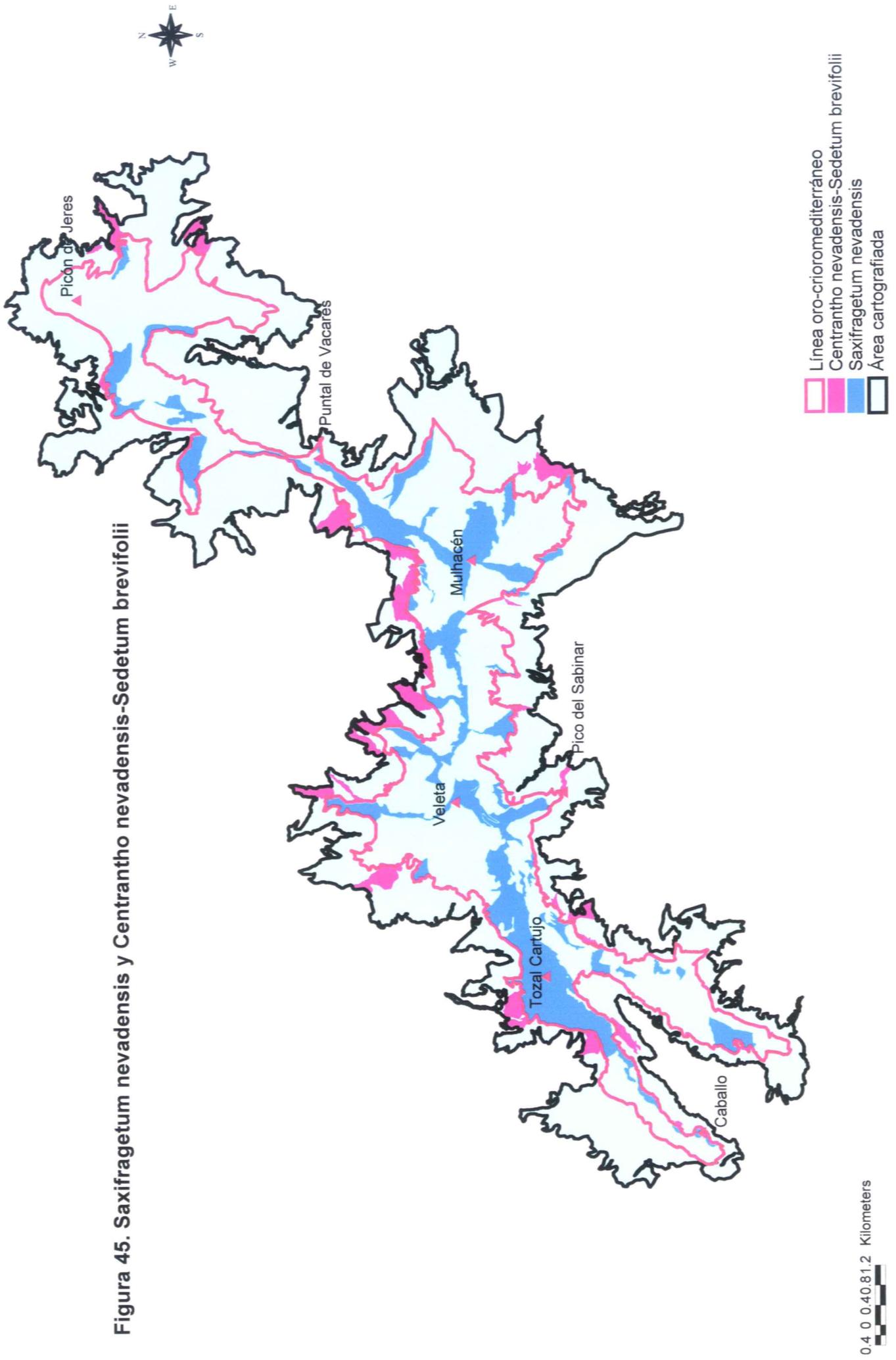




Figura 44. *Violo crassiusculae-Linarietum glacialis* y *Senecioni granatensis-Digitalietum nevadensis*









## **4. MODELOS PREDICTIVOS DE DISTRIBUCIÓN**



## 4.1 METODOLOGÍA MODELOS PREDICTIVOS DE DISTRIBUCIÓN

Tras realizar un estudio pormenorizado de la información obtenida durante el trabajo de campo surgió la idea de escoger algunas especies clave por su importancia en las comunidades vegetales y en la delimitación de los termotipos oromediterráneo y crioromediterráneo para llevar a cabo un análisis de su distribución.

De entre todas las especies posibles solamente pudimos utilizar aquellas de las que poseíamos registros en un número igual o superior a 15 (presencias), condición necesaria para realizar los modelos de distribución.

Las especies utilizadas en el modelización predictiva de nichos fueron las siguientes:

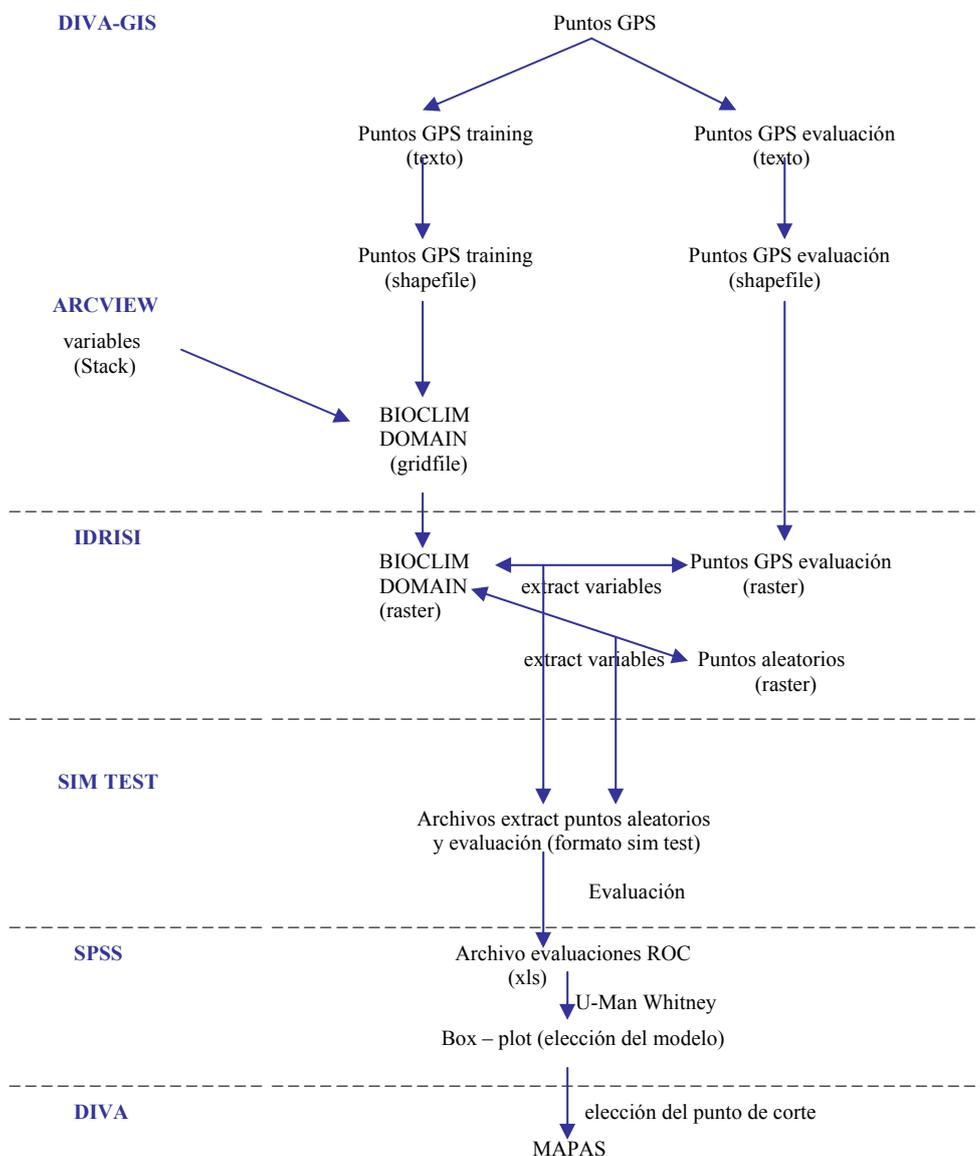
*Arenaria pungens*  
*Arenaria tetraquetra* subsp. *amabilis*  
*Avenella iberica*  
*Crepis oporinooides*  
*Cytisus balansae* subsp. *nevadensis*  
*Dactylis juncinella*  
*Dianthus subacaulis* subsp. *brachyanthus*  
*Digitalis purpurea* var. *nevadensis*  
*Draba hispanica* subsp. *laderoi*  
*Erodium cheilanthifolium*  
*Festuca clementei*  
*Festuca indigesta*  
*Festuca pseudoeskia*  
*Galium rosellum*  
*Genista versicolor*  
*Holcus caespitosus*  
*Hormathophylla spinosa*  
*Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica*  
*Leontodon boryi*  
*Saxifraga nevadensis*  
*Thymus serpylloides*  
*Trisetum glaciale*  
*Viola crassiuscula*

En la elaboración de los modelos de idoneidad del hábitat ha sido necesario el uso de varios programas informáticos:

- Arc View (versión 3.3): este programa ha sido utilizado para extraer las variables topográficas (MDE) y de radiación (Solar Analyst) usadas en la modelización.

- Diva-Gis (versión 4): modelización de nichos ecológicos usando los algoritmos BIOCLIM y DOMAIN. Mapas de distribución.
- IDRISI Kilimanjaro: transformaciones a formato raster, creación de puntos aleatorios, extracción de las variables a partir de la imagen de entrada.
- Sim Test : evaluación de los modelos BIOCLIM y DOMAIN.
- Spss (versión 14.0): test no paramétricos (U-Man Whitney).

Para una mejor comprensión mostramos un esquema detallando los pasos seguidos para la elaboración de los modelos de idoneidad.



**Esquema 1.** Esquema (resumen) de los pasos en la construcción de los modelos predictivos de distribución.

Los modelos predictivos de distribución o modelos de idoneidad generan una información muy valiosa y con multitud de aplicaciones entre las que cabría destacar las siguientes:

- estimación de los tamaños poblacionales
- rangos geográficos poblacionales
- identificación del impacto potencial frente a cambios en el hábitat
- investigación sobre localidades nuevas para prospectar
- determinación del área del hábitat bajo protección ambiental
- ayuda a la proposición de ciertas áreas como reservas para la conservación

Estos modelos son, por tanto, importantes herramientas para el conocimiento ecológico del hábitat y la conservación (Fielding, A., 1997).

Los modelos exploran las relaciones entre la ocurrencia de especies y un conjunto de variables predictivas, produciendo dos tipos de resultados. El primero son las estimaciones de la probabilidad de que las especies puedan aparecer en localizaciones que no están registradas. La segunda son las estimaciones de un área adecuada para las especies (Segurado, 2004) y por lo tanto a la inversa, de un hábitat inadecuado, por lo que serían lugares potenciales para la extinción.

Son multitud las técnicas de modelización existentes hoy en día : Artificial neural networks, Generalized linear model (GLM), Generalized additive model (GAM), Ecological niche factor análisis (DOMAIN, BIOCLIM), etc. La principal diferencia entre una manera u otra de modelizar es la disposición de valores de ausencia y presencia, o solamente de presencia.

En nuestro caso solo disponíamos de datos de presencia, como sucede en muchos otros estudios (colecciones de herbario, etc) por lo que decidimos realizar los modelos BIOCLIM y DOMAIN ya que se ajustaban mejor a la naturaleza de nuestros datos.

En el modelo BIOCLIM son usados los datos de presencia y los datos ambientales para generar un espacio elipsoidal de  $n$  dimensiones (siendo  $n$  el número de variables predictoras) calculado a partir de la media de cada una de las variables ambientales y la matriz de covarianza de las variables. Las localidades cuyas

condiciones ambientales quedan dentro del rango multidimensional son identificadas como lugares de hábitat idóneo.

A diferencia del anterior, en el modelo DOMAIN se compara el valor del espacio multidimensional de cada punto con el que corresponde al conjunto de presencias, otorgando el valor de idoneidad en función de la distancia ecológica que los separa. Este algoritmo permite la inclusión de variables cualitativas para generar modelos.

A continuación pasamos a describir, de forma escueta, los pasos más importantes en la consecución de los modelos:

Como paso inicial, para construir cualquiera de los dos modelos, fue necesario reunir las variables predictivas que serían usadas en un “stack”. Este agrupamiento contenía las siguientes variables: altitud, pendiente, radiación difusa 00 y 02 (solsticio de verano y de invierno), radiación directa 00 y 02, radiación global 00 y 02. Se decidió incorporar las variables relacionadas con la radiación por su actuación como factor determinante en la productividad de las plantas.

Por otro lado, los datos de presencia disponibles para cada especie son divididos en dos grupos, “training” y “evaluation”, de diferente tamaño dependiendo del número de presencias del que partimos. Con el primer grupo se construye el modelo y con el segundo se evalúa. Para realizar esta evaluación y la selección posterior del modelo, es necesaria la creación de un tercer grupo de puntos, de forma estratificada al azar y en igual número que los datos de evaluación, denominados “puntos aleatorios” (similar a las ausencias en otros modelos).

Continuamos el proceso escogiendo una medida para evaluar la exactitud del modelo. La mayoría de las medidas de exactitud que usa el programa simtest están basadas en la matriz de confusión siguiente (Fielding, 1997):

	Actual	
	+	-
Predicted	+	a      b
	-	c      d

**Figura 46.** a:verdadero positivo; b: falso positivo; c: falso negativo; d: verdadero negativo.

De entre las medidas disponibles, nosotros decidimos usar el método AUC (area under curve), medida independiente del umbral. Los valores resultantes de la curva ROC para cada especie y modelo quedan recogidos en el anexo 2.

Estos valores reunidos en la tabla son utilizados para aplicarles un test no paramétrico (Mann Whitney). Con este test comparamos los grupos y seleccionamos cual de los modelos es mas preciso para cada especie, aquel cuya media sea superior (figura 47).

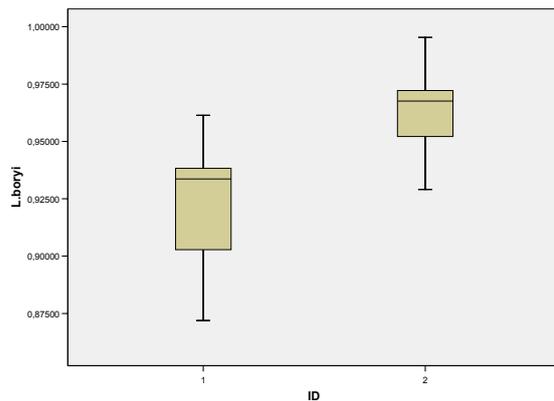


Figura 47. Ejemplo de diagrama de caja (boxplot) para la especie *Leontodon boryi*

Aplicado el test resultaron favorables para el modelo DOMAIN todas las especies excepto *Hormathophylla spinosa* donde BIOCLIM quedaba como el modelo mas adecuado.

Una vez seleccionado el modelo mas propicio para cada especie es necesario un último paso anterior a la elaboración de los mapas predictivos de distribución. En este, decidimos cual será el “punto de corte o umbral” adecuado a partir del cual nuestra especie se encontrará presente dentro del modelo.

Los modelos en muchas ocasiones pueden no ser lo buenos que esperábamos por lo que debemos escoger con sumo cuidado el punto de corte para que se asemeje su distribución lo máximo posible a la que esperaríamos que tuviese por los conocimientos que se poseen de esa especie. DOMAIN suele ser un algoritmo que nos da distribuciones mas exageradas, es decir, más amplias.

En la mayoría de los casos (DOMAIN) el punto de corte que nos ofrecían los puntos de evaluación no nos pareció adecuado porque exageraban el área de la especie, siendo a nuestro entender una aproximación excesivamente conservadora.

Las soluciones posibles para ajustar el modelo son varias, entre las que seleccionamos el método del tanto por ciento como el más conveniente.

En este punto se nos plantearon dos posibilidades, aplicar el mismo tanto por ciento al conjunto de especies del que partíamos o estudiar las especies de forma independiente aplicándoles el punto de corte mas correcto para resultar en un modelo mas óptimo. La primera opción fue desechada y se paso a decidir el umbral de cada especie apoyándonos en los conocimientos sobre su área de distribución, en el ajuste de los puntos de evaluación sobre el modelo (evaluación extrínseca), etc.

La aplicación de los modelos predictivos de distribución es una herramienta muy útil, como ya explicamos al inicio del capítulo, pero es siempre susceptible de mejora. Los valores de los modelos nos indican, en una escala relativa de 0-100, como de idóneo es cada lugar para la especie. Cuanto mas alto es el valor, mejor es el hábitat para la especie, pero no quiere decir que la especie necesariamente exista. Esto es debido a que el modelo no considera todos los factores que conforman el nicho ecológico de la especie, ni tiene en cuenta la capacidad dispersiva o la historia biogeográfica. Si es cierto que cuanto mejor es el hábitat para la especie, existen mayores probabilidades de encontrarla en ese lugar. Estos resultados nos dan pie para continuar afinando, en un futuro, por medio de los mapas que ya poseemos y un trabajo de campo aún más específico, el área de distribución de estas especies con mayor exactitud.

## 4.2 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Con el fin de permitir una visualización de mayor calidad y posibles consultas, la totalidad de los resultados (mapas de distribución potencial) han sido recogidos en un archivo con el nombre ALGORITMOS presente en el DVD adjunto. En este archivo aparece un documento .txt (instrucciones) donde se detalla el procedimiento a seguir para la visualización de los mapas.

En la siguiente tabla se muestran los puntos de corte que se han seleccionado como más idóneos para cada especie:

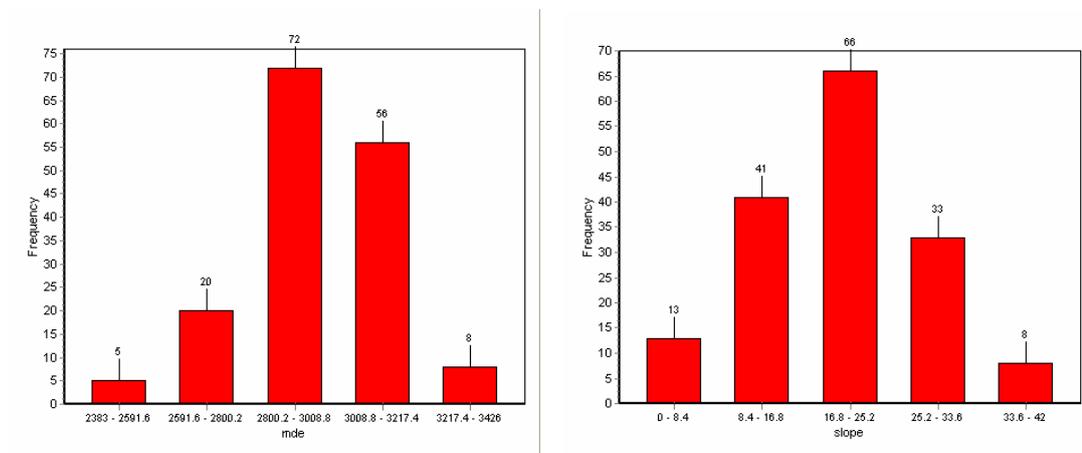
ESPECIES	PUNTO DE CORTE
<i>Arenaria pungens</i>	98
<i>Arenaria tetraquetra</i> subsp. <i>amabilis</i>	95
<i>Avenella iberica</i>	96
<i>Crepis oporinoides</i>	95
<i>Cytisus balansae</i> subsp. <i>nevadensis</i>	93
<i>Dactylis juncinella</i>	96
<i>Dianthus subacaulis</i> subsp. <i>brachyanthus</i>	95
<i>Digitalis purpurea</i> var. <i>nevadensis</i>	95
<i>Draba hispanica</i> subsp. <i>laderoi</i>	94
<i>Erodium cheilanthifolium</i>	97
<i>Festuca clementei</i>	95
<i>Festuca indigesta</i>	96
<i>Festuca pseudoeskia</i>	96
<i>Galium rosellum</i>	94
<i>Genista versicolor</i>	96
<i>Holcus caespitosus</i>	-
<i>Hormathophylla spinosa</i>	91
<i>Juniperus communis</i> subsp. <i>hemisphaerica</i>	95
<i>Leontodon boryi</i>	96
<i>Saxifraga nevadensis</i>	-
<i>Thymus serpylloides</i>	96
<i>Trisetum glaciale</i>	-
<i>Viola crassiuscula</i>	96

Tabla 7. Puntos de corte seleccionados para las especies.

Observando los mapas con detenimiento podemos extraer conclusiones sobre algunas de las especies de la tabla, las cuales nos parecen importantes en la delimitación. Además de estos comentarios, los mapas potenciales de distribución ya suponen un resultado por si mismos.

- *Arenaria tetraqueta* subsp. *amabilis*: esta especie podemos encontrarla presente, según nuestros datos, desde una altitud de 2383m hasta las cimas. El área potencial que muestran los mapas de distribución creemos que se ajusta bastante bien a lo que se conoce según la bibliografía de esta especie.

Si utilizamos los registros totales para esta especie (puntos GPS donde se ha registrado la especie), con el modulo Modeling en Diva-gis, podemos realizar algunas gráficas donde se observan el rango altitudinal y la inclinación para los registros disponibles de esta especie (grafica 7)

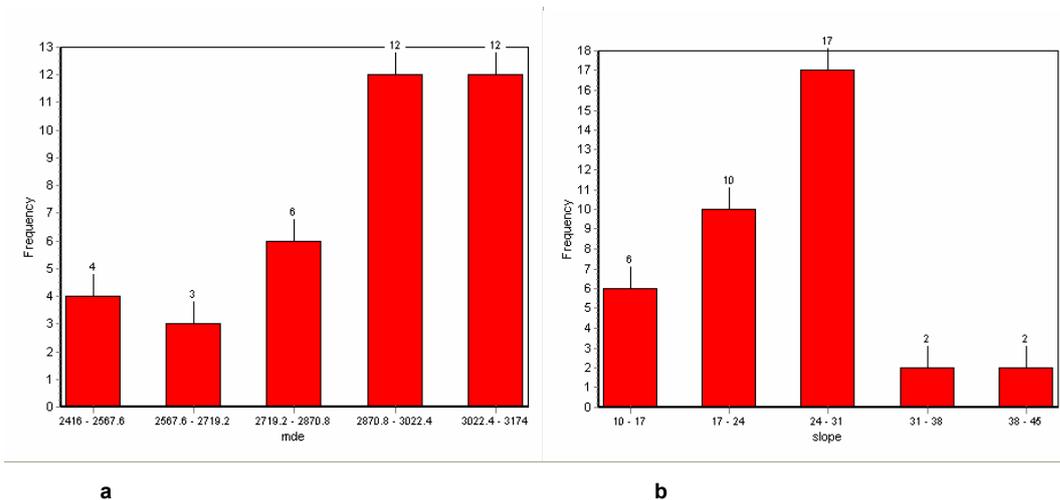


**a** **b**  
**Gráfica 7.** a) Histograma: frecuencia de aparición en altitud para *Arenaria tetraqueta* subsp. *amabilis*;  
 b) Histograma: frecuencia de aparición para la inclinación en la misma especie.

En la gráfica 7a se puede observar como la mayoría de los datos están presentes entre 2800 y 3217m, siendo destacables también los que están entre 2500 y 2800m. Con respecto a la inclinación (7b) vemos un gran número de registro que se disponen en un rango que va desde los 8.4 a los 33.6 grados.

- *Arenaria pungens*: a diferencia con la anterior, la idoneidad del hábitat para que la especie este presente se restringe considerablemente según el modelo. Son destacables e interesantes los resultados para zonas altas donde el modelo cree que existen zonas potencialmente buenas para encontrar la especie. Esto coincide con las observaciones que hemos registrado para esta especie, siendo un hecho peculiar si tenemos en cuenta el porte de la especie y sus requerimientos ecológicos.

De acuerdo con los datos disponibles (grafica 8, a y b) podemos ver la existencia de un número alto de registros en zonas elevadas y como orientaciones mas comunes las que no sobrepasan los 31 grados de inclinación.



a

b

**Gráfica 8.** a) Histograma: frecuencia de aparición en altitud para *Arenaria tetraqueta subsp. amabilis*; b) Histograma: frecuencia de aparición para la inclinación en la misma especie.

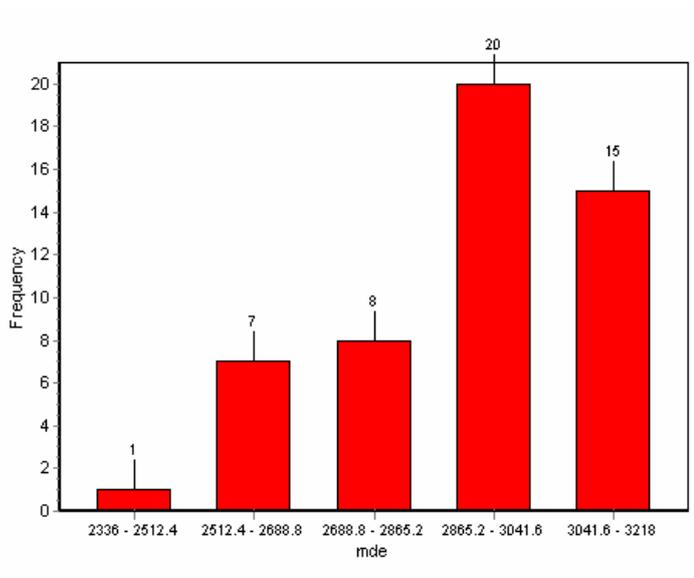
- *Avenela iberica*: el área potencial que predice el modelo parece sobreestimada. Si comparamos el modelo con el de *Festuca indigesta*, el de esta aparece con un área mas reducida. Hace algunas incursiones a bastante altitud.
- *Digitalis purpurea subsp. nevadensis* y *Dactylis juncinella*: ambas especies presentan unos modelos potenciales de distribución en los que las áreas de idoneidad son las más próximas a los límites entre oro y crioromediterráneo. *Digitalis* sin embargo, presenta unos límites altitudinales inferiores que *Dactylis*.

- *Cytisus balansae* subsp. *nevadensis*: el modelo se ajusta bastante bien a nuestra estimación sobre el área de ocupación de esta especie. Comparándolo con el de *Genista versicolor*, esta última posee un límite superior mas bajo que *Cytisus*, mientras que esta especie presenta hábitat mas idóneo a mayor altitud que *Genista*, especialmente en la cara sur. Quizás es posible que *Cytisus* en un futuro pueda colonizar e incluso desplazar a *Genista*. El área potencial de estas dos especies aparece similar a la de *Festuca indigesta*, siendo esta mayor. Si observamos ahora el resultado para *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica*, la potencialidad de esta especie cubre hasta zonas mas elevadas que *Cytisus*, lo que se ajusta a nuestras observaciones.

El uso de los modelos para estas especies nos ayuda a marcar el límite entre los pisos de vegetación oro y crioromediterráneo.

- *Festuca pseudoeskia*: el modelo predictivo nos puede permitir su uso para delimitar una zona de transición.
- Para la especie *Festuca clementei* la predicción efectuada por el modelo nos parece exagerada, considerando el área real que nosotros hemos estimado. En ocasiones se localiza en altitudes inferiores que las reflejadas en el modelo pero siempre aprovechando orientaciones topográficamente más frías. Los límites en el área idónea de esta especie junto con los de *Festuca indigesta* marcan claramente el tránsito desde el oromediterráneo al crioromediterráneo. En este termotipo casi no existen lugares idóneos para la existencia de *Festuca indigesta* por lo que excluimos su presencia en esta zona.
- *Hormathophylla spinosa*: del mapa se infiere que esta especie tiene un rango altitudinal muy amplio, que le permitiría colonizar las más elevadas cumbres, lo que concuerda con nuestras observaciones
- *Thymus serpylloides* tiene una potencialidad parecida a *Festuca indigesta* pero es mas probable que pueda encontrarse en zonas superiores.

- *Leontodon boryi*: su mapa se ajusta a lo que pensamos sobre la especie, se encuentra presente en oro y crioromediterráneo.
- *Draba hispanica* subsp. *laderoi*. En nuestros registros, esta especie es común desde unos 2512m, donde la encontramos habitualmente (grafica 9), coincidiendo con las estimaciones realizadas por el modelo.



Gráfica 9. ) Histograma: frecuencia de aparición para la inclinación de *Draba hispanica* subsp. *laderoi*.

- *Viola crassiuscula*: aunque esta especie se presenta en una comunidad propia del crioromediterráneo, *Viola crassiuscula-Linarietum glacialis*, su distribución potencial es adecuada porque podemos encontrarla a unas altitudes menores que las propias de la comunidad reflejándose de manera adecuada en el mapa.
- *Saxifraga nevadensis*, *Trisetum glacialis* y *Holcus caespitosus* no se ajustan bien a lo esperado, quizás sería aconsejable recabar mas información sobre ellas (puntos de muestreo) y rehacer los mapas buscando un resultado mas óptimo.

Una vez finalizados los mapas se realizó un Mapa de biodiversidad potencial (adjunto también en el DVD). Este mapa es el resultado de la suma de los modelos

predictivos de 22 de las especies (exceptuando *Hormathophylla spinosa*). La escala relativa va de 0 a 100, siendo aquellos con unos valores superiores los que presentarían mayor idoneidad para la presencia de las especies.

Se presentan como zonas potenciales que podrían albergar mayor biodiversidad, entendida como número de especies, las zonas a mayor altitud exceptuando los cortados, crestas, paredes, etc, apareciendo como mas adecuadas las zonas con orientación sur y con menor inclinación (Valle del Poqueira, Loma del Alcazaba, etc).

## **5. MAPAS DE TEMPERATURA**



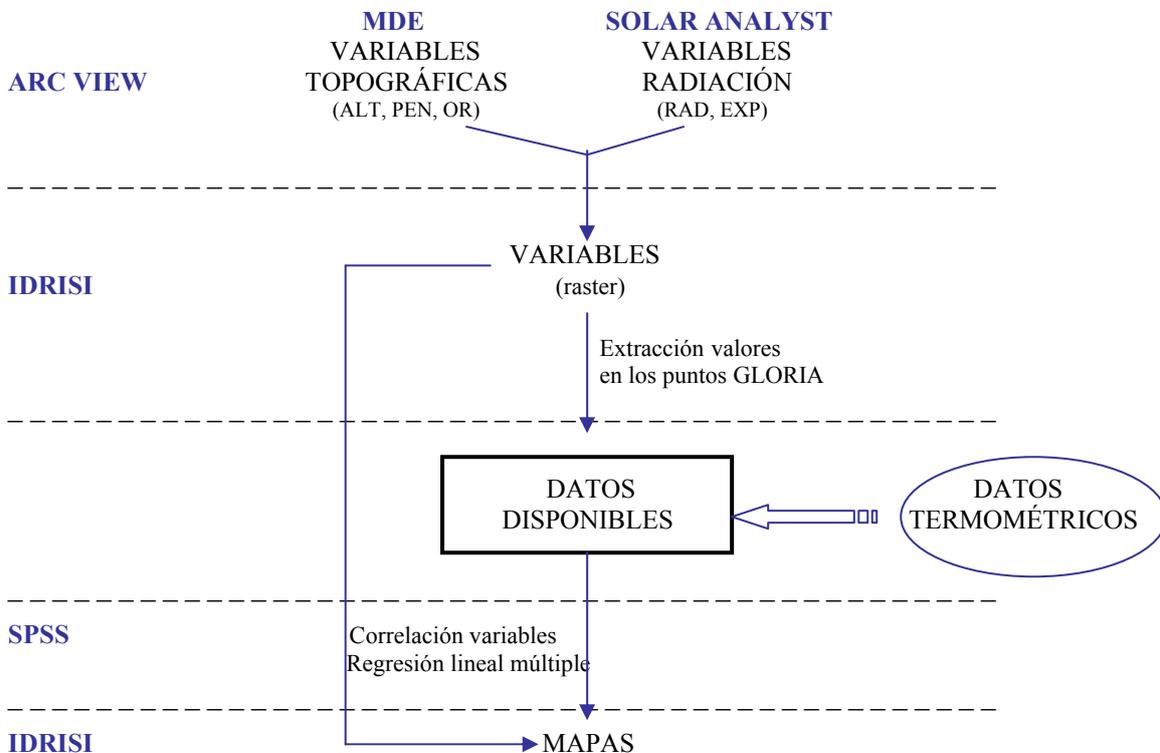
## 5. METODOLOGÍA MAPAS DE TEMPERATURA

Los datos obtenidos por los termómetros instalados en las cuatro cimas iniciales (TCA, PUL, CUP, MAC) con el proyecto GLORIA-EUROPE y aún en activo gracias al proyecto NEVADENSIA (capítulo 6) han sido el punto de partida para la elaboración de varios mapas de temperaturas: temperatura media anual, temperatura media febrero y temperatura media julio.

Programas informáticos utilizados:

- Excel: tabulación de los datos termométricos y cálculos.
- Arc View (3.3): obtención de variables topográficas (MDE) y de radiación (Solar Analyst).
- SPSS (14.0): regresión lineal múltiple.
- IDRISI Kilimanjaro: elaboración de los mapas.

El siguiente esquema trata de aclarar los pasos seguidos en la elaboración de los mapas de temperatura:



**Esquema 2.** Resumen de los pasos seguidos en la elaboración de los mapas de temperatura. **ALT:** altitud; **PEN:** pendiente; **OR:** orientación; **RAD:** radiación; **EXP:** exposición.

La escasez, en muchos casos, e inexistencia en otros, de datos climáticos referentes a las zonas cacuminales de Sierra Nevada ha hecho muy difícil cualquier estudio en el que se intentara relacionar la presencia de ciertas especies o comunidades vegetales con datos de este tipo.

En el presente capítulo tratamos de aportar algo más de información que pueda ampliar o ayudarnos a una mejor aproximación sobre como afectan algunas variables climáticas, en nuestro caso la temperatura, a la flora y vegetación de Sierra Nevada.

Los datos de los que disponíamos, como se indica en el capítulo 6 (metodología proyecto GLORIA), fueron registrados por unos aparatos de medida (data loggers) dispuestos en las direcciones de los puntos cardinales. De esta forma, disponíamos de datos procedentes de 16 puntos, 4 por cima (CUP, PUL, TCA, MAC).

Partiendo de estos datos se hizo la tabulación y elección del periodo válido para el posterior trabajo con ellos. En un principio, se disponía de más registros de los que han sido utilizados pero con el propósito de tener unos datos homogéneos y que cubriesen años hidrológicos completos decidimos usar el periodo comprendido entre el 1 de agosto de 2001 y el 31 de julio de 2005 (4 años completos), desechando el resto de datos.

Una vez organizados los registros, se calcularon para los 16 puntos los valores anuales y para los meses de febrero y julio, de las temperaturas máxima (Tmax), media (Tmed) y mínima (Tmin) (Anexo 3).

Por otro lado, también se extrajeron los valores de las variables topográficas y de radiación para los mismos puntos, como se muestra en la misma tabla.

Recopilados los datos referentes a los 16 puntos se pasó a realizar una exploración de las relaciones existentes entre las variables para buscar posibles correlaciones entre ellas. Este método nos llevo a desechar algunas variables y quedarnos con aquellas que no estaban correlacionadas para realizar la regresión lineal múltiple. A continuación se muestran las ecuaciones de regresión:

**1/ TEMPERATURA DEL SUELO MEDIA ANUAL**

TMED = 11.3236401-.00787065\*ALT+.057771406\*PEN+.002056166\*\*RADDIR00"+.005037553\*\*EXPO1000REL"

**Ajuste**

Dependent variable	Test of SS Whole Model vs. SS Residual				
	Multiple R	Multiple R <sup>2</sup>	Adjusted R <sup>2</sup>	SS Model	df Model
Tmed	0.956947	0.915748	0.885111	52.48165	4

Error medio = 0.5°C. Desviación estandar = 0.3°C. Error máximo = 1.2 °C

**2/ TEMPERATURA DEL SUELO MEDIA MES DE JULIO**

MEDJUL = 15.6657958-.00766351\*ALT+.063669307\*PEN+.003341578\*\*RADDIR00"- .03986560\*\*EXPO1000REL"

**Ajuste**

Dependent variable	Test of SS Whole Model vs. SS Residual				
	Multiple R	Multiple R <sup>2</sup>	Adjusted R <sup>2</sup>	SS Model	df Model
Tmed	0.964896	0.931025	0.905943	114.2097	4

Error medio = 0.5°C Desviación estandar = 0.5°C Error máximo = 1.7°C

**3/ TEMPERATURA DEL SUELO MEDIA MES DE FEBRERO**

MEDFEB = 1.60835274-.01015226\*ALT+.064288530\*PEN+.002554458\*\*RADDIR00"+.090787705\*\*EXPO1000REL"

**Ajuste**

Dependent variable	Test of SS Whole Model vs. SS Residual				
	Multiple R	Multiple R <sup>2</sup>	Adjusted R <sup>2</sup>	SS Model	df Model
Tmed	0.817289	0.667961	0.547219	45.13714	4

Error medio = 0.9°C Desviación estandar = 0.7°C Error máximo = 2.6°C

Las ecuaciones de regresión lineal múltiple fueron introducidas en la calculadora raster del programa Idrisi Kilimanjaro junto con los raster pertinentes para conseguir finalmente los mapas que a continuación exponemos y comentamos.

## 5.2 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Sierra Nevada fue el reducto más meridional de Europa donde el glaciario pleistoceno y holoceno tuvo lugar. Esta peculiaridad junto a las condiciones climáticas principales propias de otras montañas europeas como la persistencia del frío, la nieve y el hielo en el suelo, y otras más concretas como la prolongada aridez estival, confieren a esta montaña un interés excepcional. Este interés se centra en el estudio de la morfodinámica de procesos fríos, particularmente por lo que se refiere a esta parte occidental del mediterráneo, más aún si tenemos en cuenta su deglaciación y posición latitudinal (Gómez Ortiz, 2004).

Los periodos de enfriamiento y calentamiento acontecidos en esta montaña la han hecho propicia para el refugio de especies vegetales, no propias de estas latitudes, y que confieren una singularidad destacable al macizo.

Sierra Nevada se caracteriza por lo extremo de su climatología, donde sus bajas temperaturas, enormes diferencias térmicas entre día y noche, vientos con una fuerza que aumenta con motivo de su orografía abrupta y una sequía estival durísima, entre otros aspectos, dificultan la vida vegetal en ese entorno.

Con respecto a las temperaturas, estas suelen provocar una respuesta apreciable en las especies vegetales, modificando su fenología, su anatomía, e incluso llegando a limitar su distribución a ciertos hábitas o lugares. Las bajas temperaturas, en los periodos invernales, van acompañadas de nevadas que cubre el suelo y a las plantas "protegiéndolas" de la dureza con la que actúan otros factores climáticos como la insolación o el viento. Esta protección no es gratuita, debiéndose cumplir tres requisitos fundamentales para poder soportar los periodos prolongados de cobertura nival: resistencia fisicoquímica al stress y patógenos, ritmos fenológicos que se ajusten al tiempo de cobertura y poseer ganancias suficientes de carbono para permitir algunos procesos vitales (Körner, 2003).

La época estival, se ve acompañada por una sequía que se prolonga más de 2 meses, con altas temperaturas, insolación directa sobre el sustrato y sobre las especies vegetales descubiertas de nieve, y limitaciones en la disponibilidad de agua, entre otros impedimentos que hacen aún mas problemática la vida vegetal.

Estas condiciones tan duras arriba mencionadas, junto con otros factores, producen un mosaico de nichos ecológicos diversos, pequeños microclimas que se

sucedan en escasos metros y una acusada especialización vegetal, como recurso común, si se desean obtener los mínimos para la supervivencia.

La posibilidad de contar con datos in situ de las cumbres de Sierra Nevada, hasta el momento no disponibles para esta zona de tan difícil acceso, nos está permitiendo aproximarnos más a la respuesta que presentan las especies vegetales ante la temperatura. Una primera aproximación ha sido la elaboración de tres mapas de temperatura, mapa de temperatura media anual, media de febrero y media de julio, que en un futuro serán mejorados con los datos que actualmente siguen registrándose con el proyecto Nevadensia. Los citados mapas nos aproximan, con mayor exactitud, a las condiciones reinantes en el termotipo crioromediterráneo siendo una herramienta muy útil para su delimitación y ayudando en la determinación del área de distribución de especies clave. La totalidad de los mapas se adjuntan en el DVD en un archivo con el nombre Temperaturas.

Analizando los mapas resultantes con el programa Diva-Gis podemos extraer los valores mínimos y máximos aproximados para el piso crioromediterráneo:

- En el mapa de la media anual observamos unos valores termométricos que oscilan entre -9 y 7.5° centígrados.
- media julio: -5 y 20° centígrados.
- media febrero: -20 y 0.7° centígrados.

Si en lugar de trabajar únicamente con los mapas de temperatura lo complementamos superponiendo los polígonos resultantes de la cartografía de la vegetación (capítulo 3) para algunas asociaciones importantes en la delimitación, los resultados son aún más interesantes.

Como se observa en las figuras 48,49,50, el dominio de la asociación *Erigeronto frigidii-Festucetum clementei* y sus variantes se correlaciona con las temperaturas, sobre todo con las medias anuales. El dominio de esta asociación se distribuye por las zonas donde las temperaturas suelen ser mínimas, tanto en la época más cálida como en la fría, quedando ahí restringido.

Este hecho es un dato importante si valoramos el aumento de las temperaturas predicho ya que restringiría aún más el hábitat posible para la distribución de esta asociación y de algunas de las especies que la componen.

El dominio territorial de la asociación *Arenario frigidae-Festucetum indigestae*, con respecto a las temperaturas, se extiende por las zonas circundantes a la asociación anterior. La asociación en principio es más térmica, no soportando temperaturas tan bajas, salvo en algunos enclaves donde topográficamente las condiciones son más propicias.

Al igual que las asociaciones anteriores nos ayudan a marcar un tránsito entre un termotipo y otro (oro-crioromediterráneo), las que siguen también nos dan una idea de los requerimientos térmicos de las comunidades (Figura 51,a,b,c). Para *Saxifragetum nevadensis*, las zonas culminales más frías son sus localizaciones preferidas. A nuestro entender, sus requerimientos son aún más estrictos que para *Erigeronto frigidi-Festucetum clementei*, temiendo aún más por su persistencia si los cambios se producen.

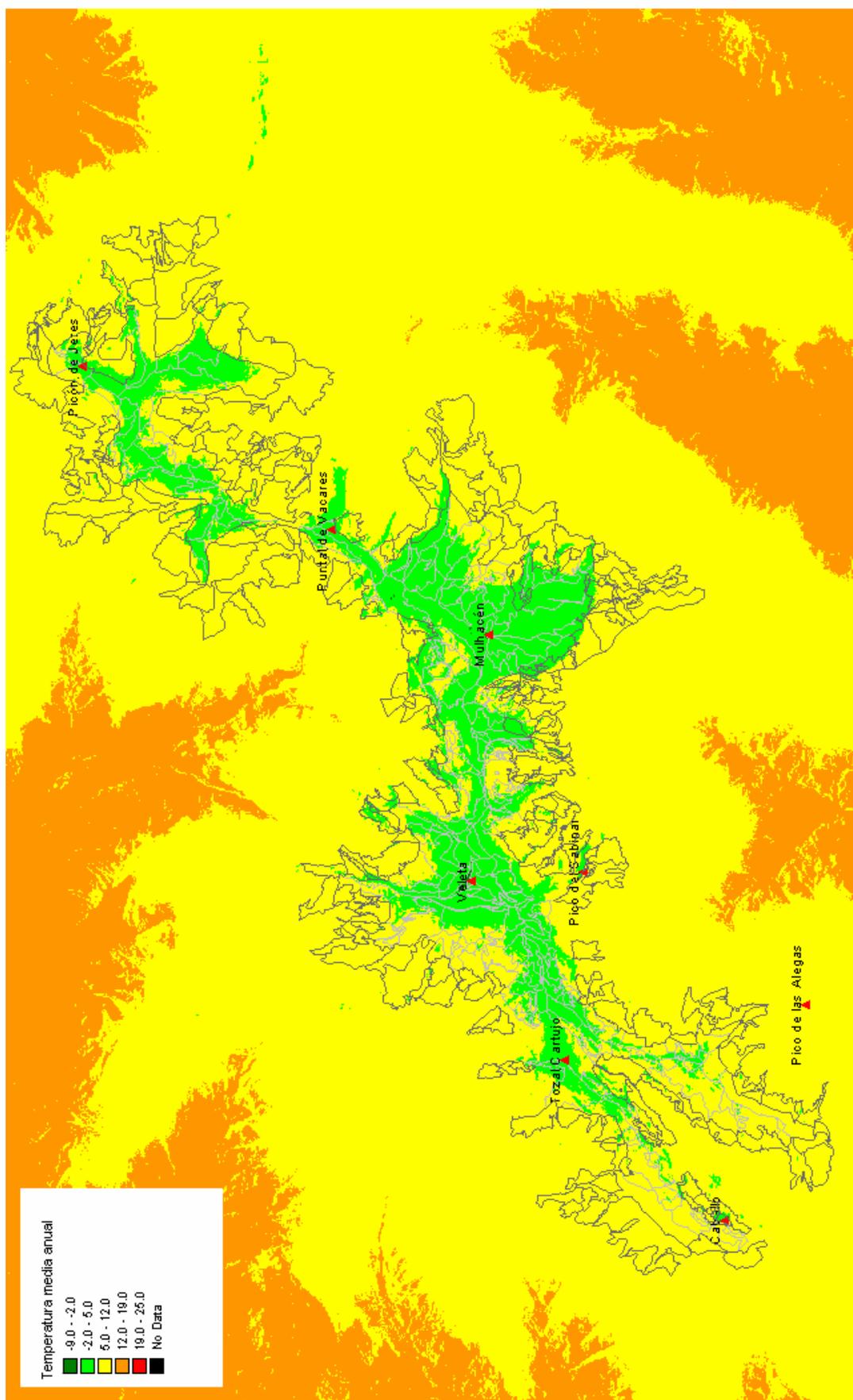


Figura 48. Superposición temperatura media anual y polígonos correspondientes a *Erigeronto frigidifestucetum clementei* y sus variantes (*gris*) y *Arenario friquidae-festucetum indigestae* (*negro*).

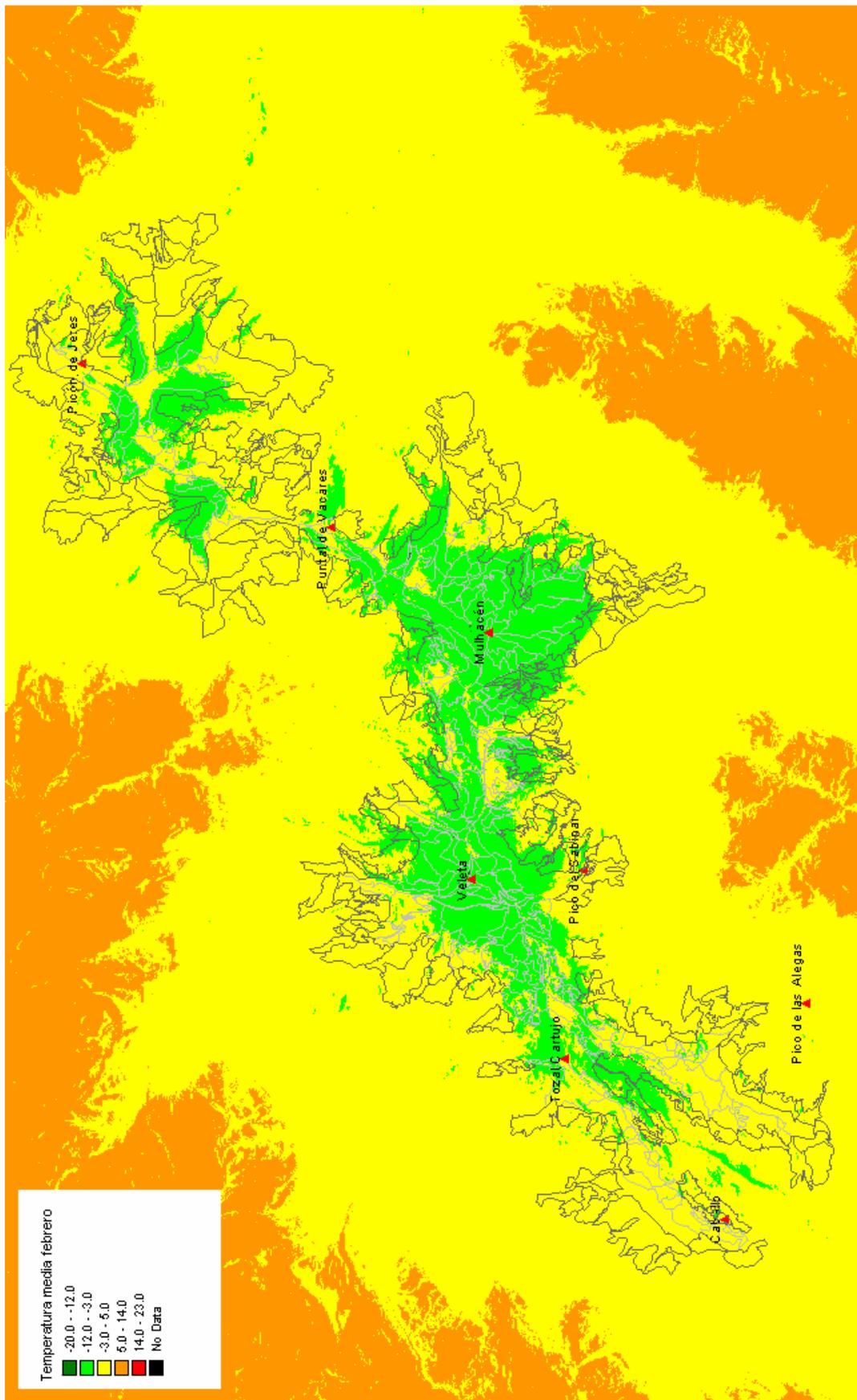


Figura 49. Superposición temperatura media febrero y polígonos correspondientes a *Erigeronto frigidifolium*-*Festucetum clementei* y sus variantes (*gris*) y *Arenario frigidae*-*Festucetum indigestae* (*negro*).

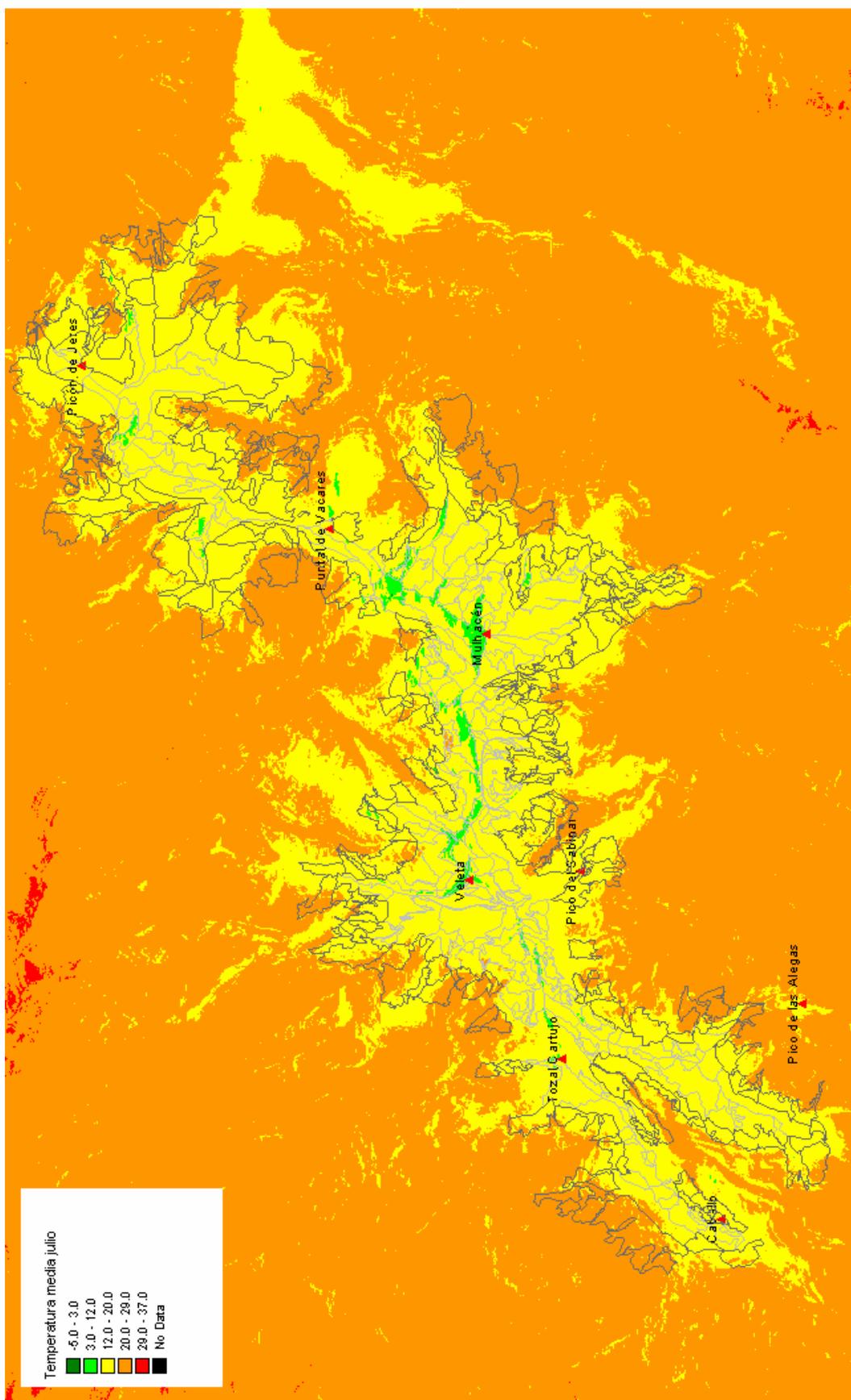
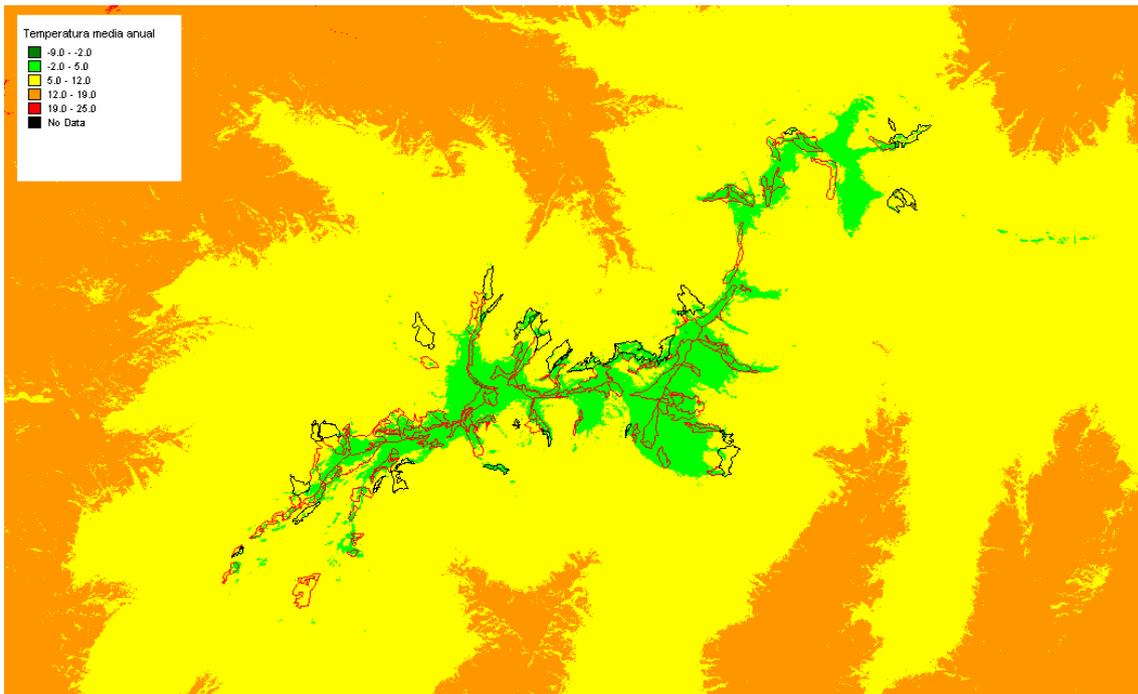
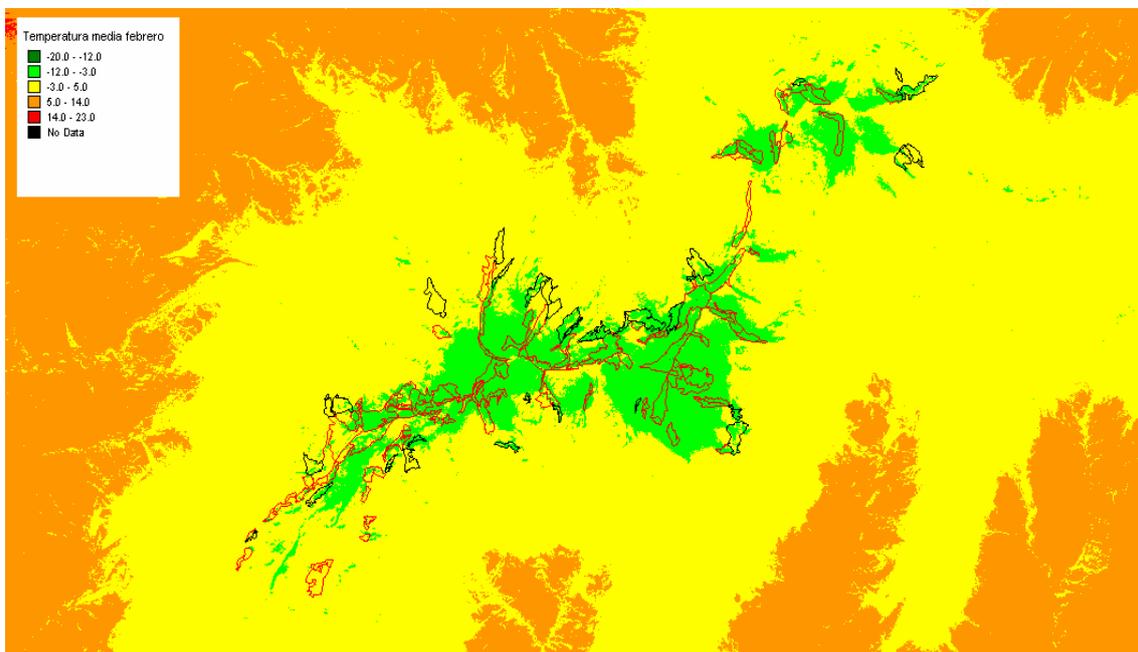


Figura 50. Superposición temperatura media julio y polígonos correspondientes a *Erigeronto frigidifolium* y *Arenario frigidifolium* y sus variantes (*gris*) y *Arenario frigidifolium*-*Festucetum indigestae* (*negro*).

a



b



C

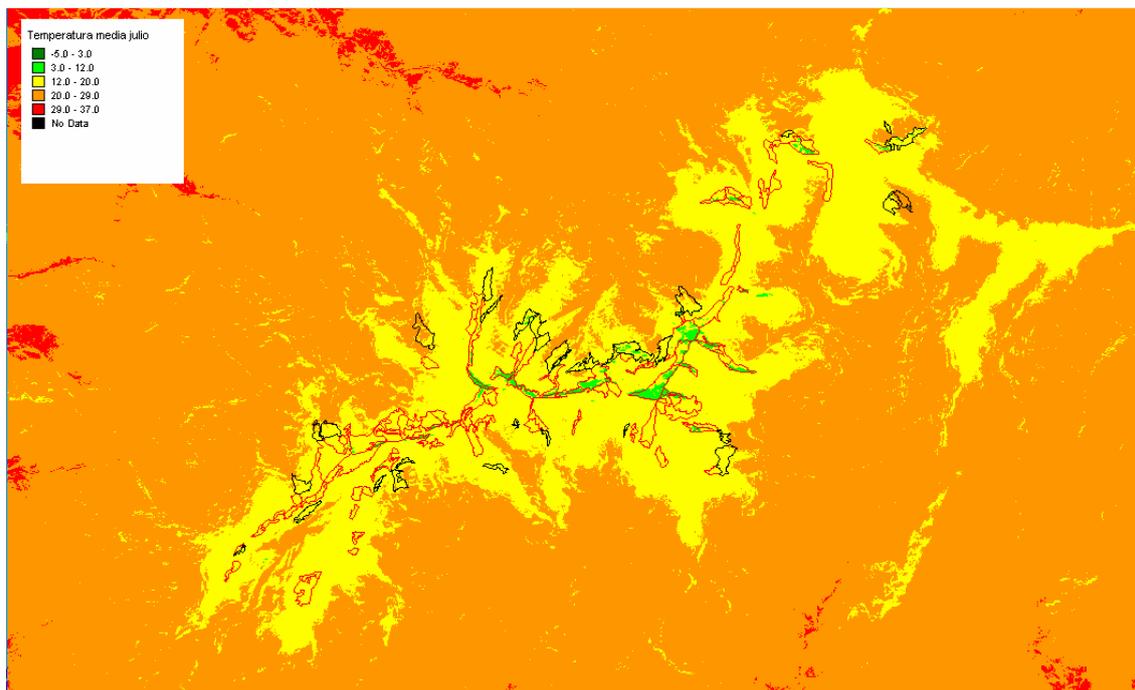


Figura 51. Superposición temperatura media anual (a), media de febrero (b), media de julio (c) y polígonos correspondientes a *Saxifragetum nevadensis* (rojo) y *Centrantho nevadensis-Sedetum brevifolii* (negro).

## **6. PROYECTO GLORIA-EUROPE**



### 3.4 METODOLOGÍA GLORIA-EUROPE

La metodología propuesta para el proyecto Gloria-Europe fue elaborada por los miembros pertenecientes a la red de trabajo, siendo avalada con las pruebas de ensayo ejecutadas en los Alpes austriacos para asegurar un rendimiento adecuado.

Existen diferentes versiones de la metodología propuesta inicialmente donde se han incorporado mejoras en el texto y en la ejecución de esta. En nuestro trabajo nos remitimos a la versión traducida por Luís Villar (Pauli, & cols., 2003).

El proyecto Gloria-Europe ha trabajado en el establecimiento de una red de escenarios de observación a largo plazo con el fin de determinar los efectos del cambio climático. Esta red aportará datos sobre la vegetación y biodiversidad en alta montaña, pudiendo vislumbrar los riesgos así como la vulnerabilidad de los ecosistemas de alta montaña al cambio climático.

La consecución del trabajo de campo tuvo lugar durante los veranos de 2001 y 2002, permitiendo la instalación de 4 escenarios en 4 cimas para la observación de los efectos del cambio climático (Figura 48).

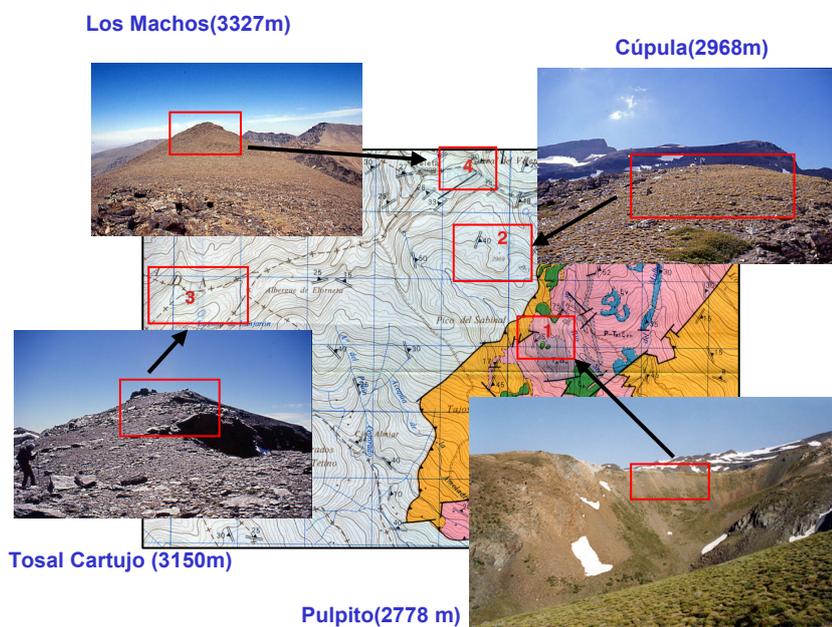


Figura 48. Área proyecto GLORIA.

(A) TIPOS DE PARCELAS Y DISEÑO ESQUEMÁTICO

Para cada cima, el diseño del muestreo consta de:

- 16 cuadrados permanentes de 1x1 m que son los cuatro cuadrados extremos de cada una de las parcelas de 3x3 m situadas en las cuatro direcciones principales.
- 8 Secciones del área culminar, 4 de ellas en el área cimera superior (área cimera de 5 m) y 4 en el área cimera inferior (área comprendida entre 5 y 10 m). El tamaño de la sección del área cimera no está fijado ya que depende de la estructura de la ladera y su pendiente (Figuras 6 y 7).

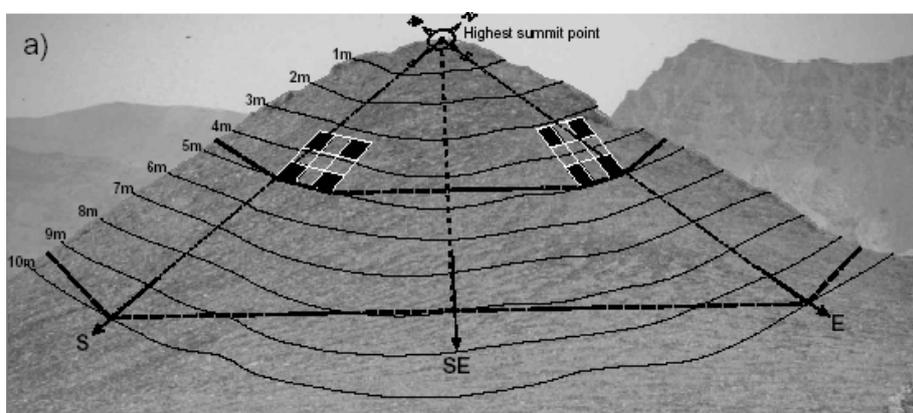


Figura 49. Diseño esquemático del muestreo de las cimas en una cima modelo. Vista lateral

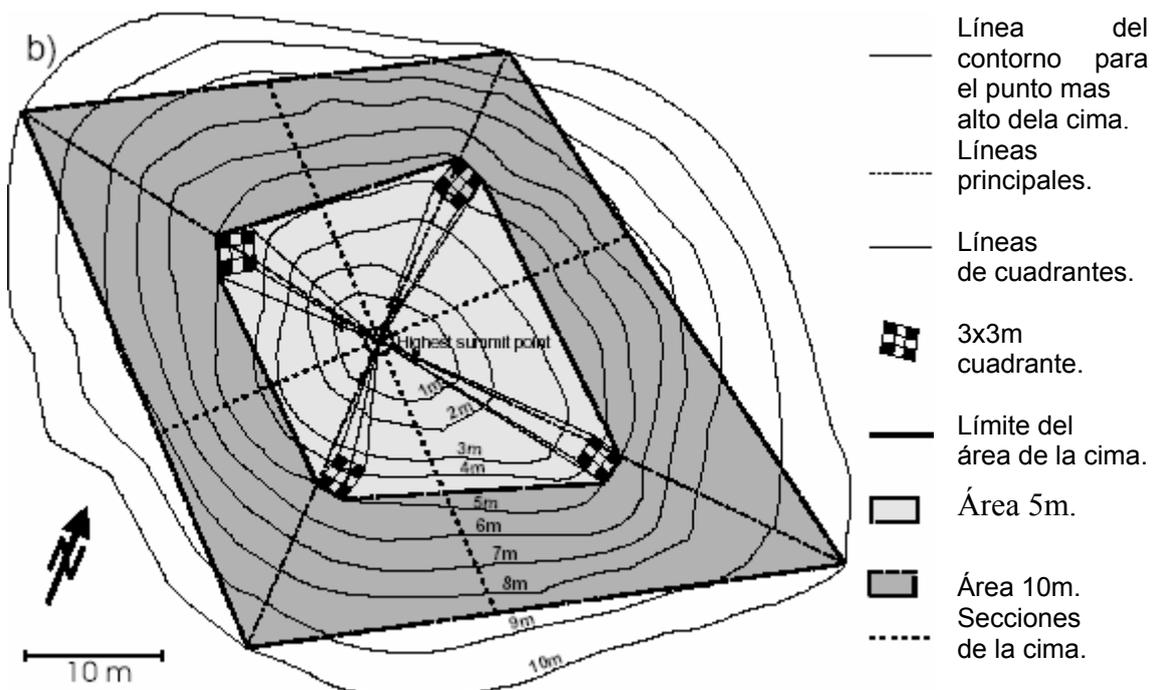


Figura 50. Diseño esquemático del muestreo de las cimas en una cima modelo. Vista superior

## (B) SEÑALIZACIÓN DE LAS PARCELAS PERMANENTES

### **B1. Punto culminante (HSP)**

El HSP (high summit point) es el principal punto de referencia desde el que partían todas las demás medidas. Este punto se marcó con una pequeña cruz esculpida en la roca siempre. Se prevé que las marcas deben permanecer durante décadas.

### **B2. Parcelas de 3 x 3 m y esquinas o vértices del área cimera.**

Parcelas: se situó una parcela de 3 x 3 m en cada una de las cuatro direcciones principales (N, S, E, W geográficos). El límite inferior de la parcela coincidiendo con la curva de nivel de 5m por debajo de la cima.

Fue necesario realizar unas pequeñas desviaciones de la línea geográfica principal cuando:

- el terreno fué demasiado abrupto como para permitir un trabajo seguro.
- El terreno esté desnudo donde apenas puedan establecerse los vegetales.

Esquinas del área cimera: a 5m y a 10m de la cima. Con ayuda de la brújula y del clinómetro desde el HSP se lanzó una cuerda hacia cada punto cardinal pasando por un punto situado a 5m de desnivel hasta llegar al punto final a 10m de desnivel. De esta manera quedaron delimitados dos cinturones inferiores a la cima de 5 m de anchura cada uno de ellos.

### **B3. Líneas limítrofes de las áreas cimera y de las secciones del área cimera.**

El área cimera superior viene delimitada por una cuerda que rodea la cima y conecta las 8 esquinas o vértices del nivel de los 5 m. Dicha área alcanza la curva de nivel de 5 m por debajo del HSP sólo en las 4 parcelas. Así se mantiene el área dentro de unos límites razonables, simplificando el procedimiento y disminuyendo así el tiempo de trabajo.

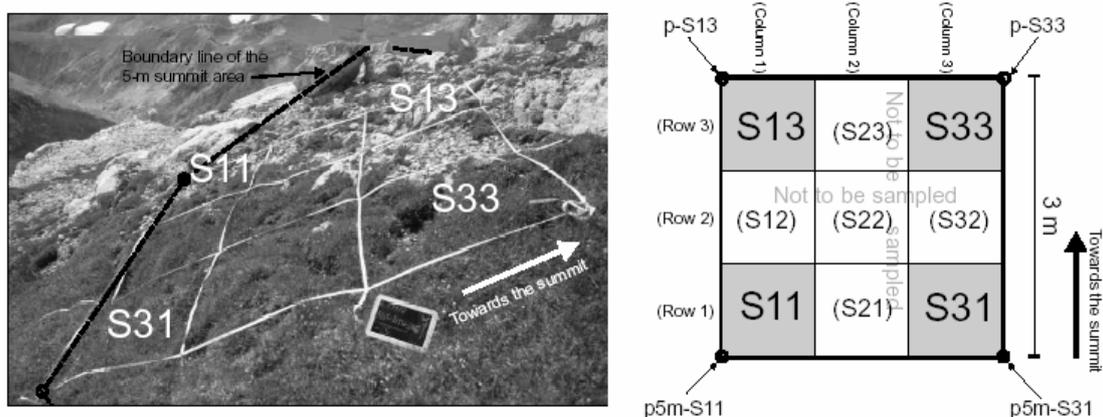
Las esquinas de los 10m de desnivel se conectaron del mismo modo, circundando el área cimera de 5m y excluyendo esta.

Cada una de las áreas cimeras quedaron divididas en cuatro secciones mediante líneas rectas trazadas desde el HSP, siguiendo las direcciones NE, SE, SW y NW. Se midieron también las distancias exactas existentes entre el HSP y los puntos donde se cruzan esas líneas de intersección con las que delimitan las áreas circundantes.

**(C) PROCEDIMIENTO DE MUESTREO**

**C1. Muestreo en los cuadrados de 1x1m.**

- Muestreo detallado



**Figura 51.** Parcela de 3 x 3 m. A la izquierda, un ejemplo del NE de los Alpes; a la derecha, esquema de la parcela con los códigos correspondientes a cada uno de los cuadrados y los números de los puntos de medida.

Cada parcela de 3x3m consta de nueve cuadrados de 1x1m. Las observaciones de vegetación se llevaron a cabo únicamente en los cuadrados de las esquinas (en el caso de la figura S11, S33, S31, S13), ya que los otros pueden quedar alterados por el pisoteo a lo largo del muestro. Así se obtienen datos de vegetación para 16 cuadrados de 1x1m en cada cima.

En cada uno de los 16 cuadrados de 1x1m registramos los siguientes datos:

- Características del hábitat

En cada cuadrado se estima visualmente la cobertura máxima de cada tipo de superficie, que puede llegar hasta el 100%, mientras que el recubrimiento de cada especie tiene en cuenta el solapamiento entre las distintas capas.

- Composición en especies

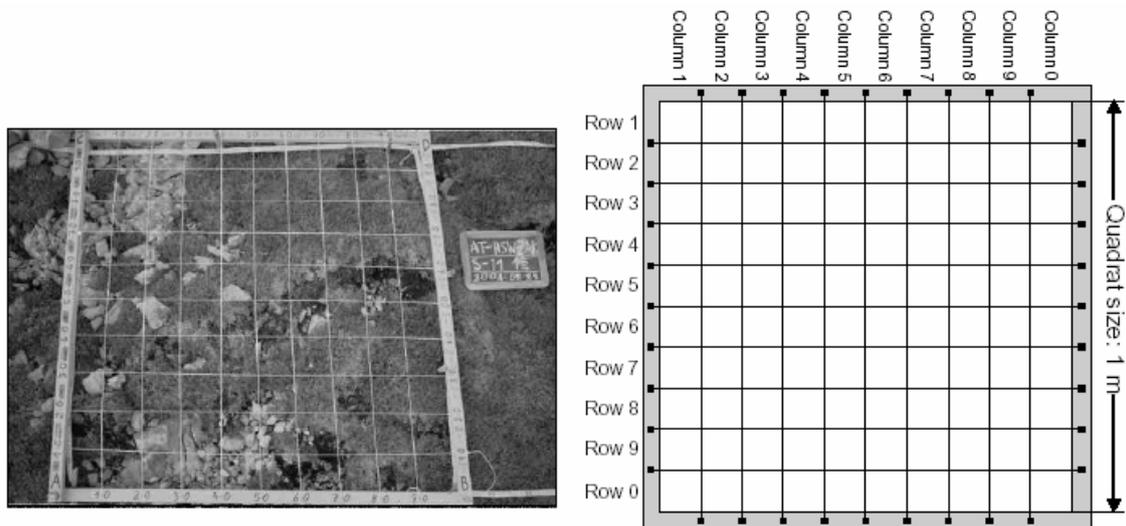
El recubrimiento de cada especie de planta vascular se calcula visualmente incluyendo los ejemplares vegetativos. El porcentaje de recubrimiento se calculará del modo más preciso posible para nuestro propósito de seguimiento, en especial para las especies menos abundantes (Pauli et al, Field Manual).

Aunque el método puede parecer poco preciso, se complementa con el apoyo de la documentación fotográfica.

La identificación taxonómica se realizó con la mayor precisión y sin recolectar especímenes, en ningún caso, en las parcelas de 3x3m.

- Recuento de la frecuencia

El recuento de la frecuencia de las especies así como el de los impactos más llamativos del pastoreo se efectuó en los 16 cuadrados de 1x1m. Se utilizó un marco de madera con un enrejado formado por hilos como se muestra en la figura 6.



**Figura 52.** Marco o armazón de madera con malla para el recuento de la frecuencia de especies. A la izquierda, marco con malla en un terreno con pendiente; a la derecha, esquema de dicha malla de 1 x 1 m, subdividido en celdillas de 0.1 x 0.1 m.

En cada una de las celdillas se anotó la presencia de plantas vasculares, considerando que una especie está presente cuando alguna de sus partes cae dentro

de los límites señalados por los hilos de la celda de 0.1x0.1m, con independencia de donde esté enraizada.

Estos registros de la presencia de especies obtenidos en las 100 celdillas de la malla se utilizarán para el seguimiento a escala detallada de los cambios en la vegetación.

### **C2. Muestreo en las secciones del área cimera.**

Las cuatro secciones del área cimera de 5m junto con las cuatro secciones del área cimera de 10m forman el conjunto de las ocho parcelas del área cimera. En cada una de las secciones del área cimera se anotaron:

- a) recubrimiento en porcentaje de los tipos de superficie (plantas vasculares, roca, suelo desnudo, etc.).
- b) lista completa de las especies y recubrimiento en porcentaje de cada una de ellas.

Con ello se pretende detectar cambios en la riqueza de especies y las posibles migraciones de estas.

### **C3. Registro continuo de la temperatura.**

Los instrumentos utilizados son los *StowAway Tidbit (-20/+50)mini-data loggers* de la casa Onset. Los termómetros se instalaron en el suelo, a 10 cm de profundidad por dos razones:

- a) quedan al abrigo de la insolación directa y de los vientos, minimizándose así los errores;
- b) no están expuestos a la curiosidad de montañeros, turistas o pastores ni a la acción de animales.

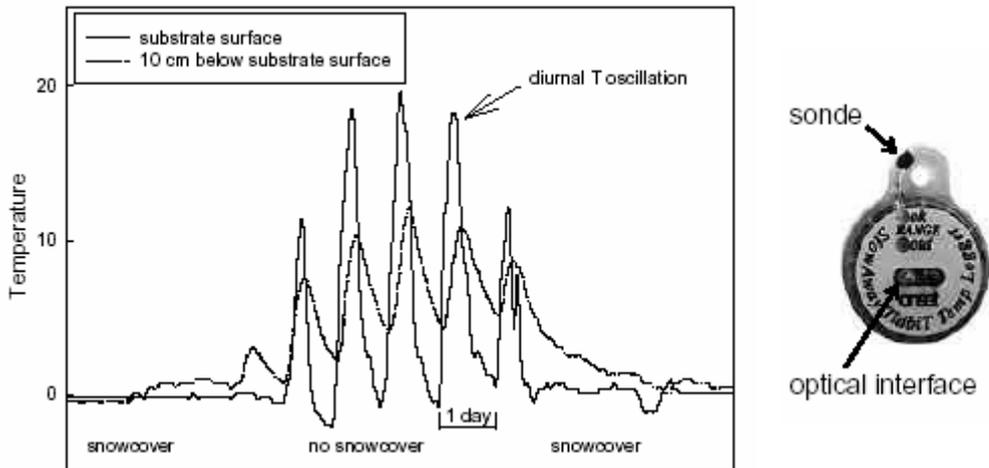


Figura 53. Gráfico de las temperaturas registradas en la superficie y en el suelo, a 10 cm de profundidad. La curva obtenida con el sensor térmico enterrado sigue de cerca la de la superficie, pero con unas horas de retraso.

Estos datos servirán para comparar los regímenes térmicos y de innivación en varias cimas a lo largo de un gradiente altitudinal, tanto dentro de la zona piloto como entre ellas y para detectar cambios climáticos a largo plazo.

Se instalaron cuatro sensores térmicos por cima, uno en cada parcela de 3x3m (S22, E22, N22, W22). Por este procedimiento se obtiene información válida sobre la situación climática en las cuatro exposiciones principales.

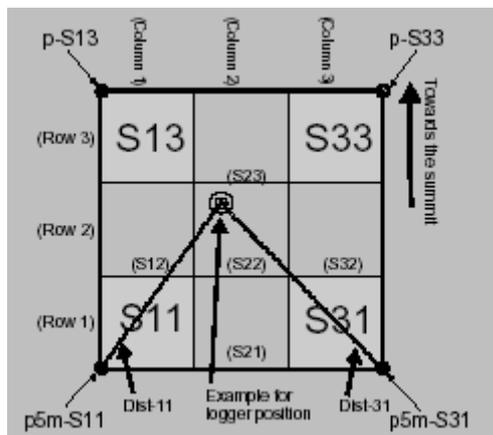


Figura 54. Ejemplo de la posición para un sensor.

Cada uno de los sensores térmicos se introdujo a 10cm bajo la superficie del suelo dejando un cordel para su desinstalación cuando se haya convenido. Es indispensable para ello el material fotográfico, para la ubicación y su posterior desinstalación.



Figura 55. Sensores de temperatura.

#### C4. Documentación fotográfica.

La documentación fotográfica es una parte relevante del proyecto ya que es un testigo visual de los probables cambios que se sucederán en un futuro. Esta información se utiliza también para orientarse en campo en el momento de la desinstalación de los termómetros ya que de un año a otro la cobertura y estructura de la vegetación puede cambiar siendo difícil situar el punto donde se encontraba el termómetro.

Se ha realizado fotografías de:

- localización de las cimas.
- cimas (detalle).

Se hicieron en las 4 orientaciones de las cuatro cimas las siguientes fotografías:

- áreas cimaras a 5m y 10m
- parcela de 3x3m (con red y sin red), cuadrados de 1x1m dentro de la parcela
- instalación y desinstalación de los termómetros
- rejilla de madera para el conteo dentro de los cuadrados de 1x1m, se hizo la fotografía situada sobre el cuadrado .

La información fotográfica al completo fue introducida en la base de datos central de GLORIA a través de un programa informático GLORIA\_GPDM\_acc2000\_v10. Este programa ha sido diseñado por la coordinación de GLORIA para prever los errores del ordenador y del usuario.

Terminado el proyecto GLORIA-EUROPE y motivados por el convencimiento de la necesidad en continuar con las observaciones a largo plazo y plantear nuevos retos en el estudio de las zonas cacuminales de Sierra Nevada fue solicitado un nuevo proyecto: “El cambio climático en Sierra Nevada a partir de escenarios fitocenológicos, especies, y comunidades vegetales indicadoras y la evaluación de la actividad biológica de los suelos en el piso crioromediterráneo (ciclos de C y N)” (NEVADENSIA). Este proyecto comenzó su andadura en el año 2005 con los siguientes objetivos:

- seguimiento de las 4 cimas originales del proyecto GLORIA.
- instalación de 4 nuevas cimas.
- reposición e instalación de instrumentos de medida térmica en las 8 cimas.
- catálogo liquénico para las 8 cimas.
- estudio de los suelos para las 8 cimas.

## 6.2 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

### 6.2.1 FLORA

La composición florística de las cimas estudiadas comprende un total de 79 taxones (especies, subespecies), agrupados en 63 géneros y 25 familias (Figura 56).

Ello nos pone de relieve, que la concurrencia o “adaptación” a las condiciones extremas, en este caso de alta montaña, se realiza por escasos taxones, en general de uno sólo, de diferentes géneros provenientes de las familias mas típicas de las condiciones de montaña (Saxifragaceae, Primulaceae) y de las mas representativas de la región biogeográfica (Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Lamiaceae).

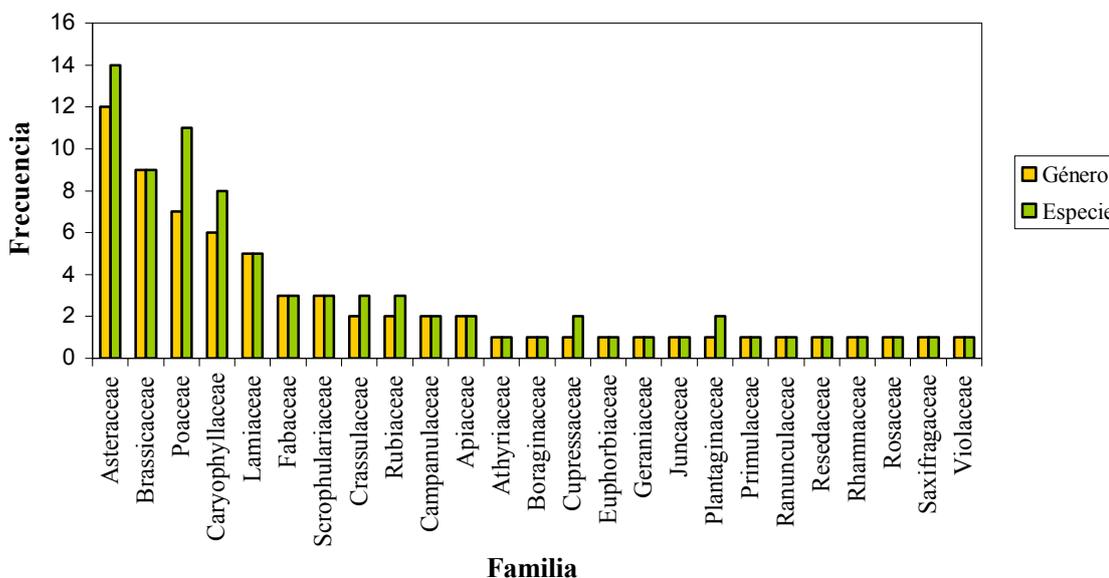


Figura 56. Número de familias, géneros y especies en la zona de estudio.

Las cimas en las montañas vienen a representar, hasta cierto punto, las condiciones climatófilas en que se debe desarrollar una flora bien adaptada al clima del territorio, no ligada, por tanto, a biotopos que enmascaren o que atenúen dicha influencia, como las zonas húmedas (borreguiles), pedregales, roquedos o neveros.

De esta forma, la flora que crece en esta ecología viene a ser la mejor “adaptada” al medio (territorio y clima) y, por tanto, la mas representativa en un momento determinado de las condiciones ambientales medias de ese territorio.

Con ello queremos indicar que el espectro florístico nos da indicios, al menos, de cuales son las familias y géneros, por el número de taxones, que a lo largo del tiempo han podido ir manteniéndose ó modificándose para poder seguir viviendo en un contexto bioclimático especial; que géneros y que familias se han diversificado mas a fin de conseguir la colonización de estos territorios.

Aparte de las familias mas representativas en el Reino Holártico, matizado en su Región Mediterránea y que son las Asteraceae (14), Poaceae (11), Fabaceae (3) y Lamiaceae (5); se puede observar un número importante de taxones en dos familias, Brassicaceae (9) y Caryophyllaceae (8).

Por otro lado, de las familias que no han sido mencionadas, sólo las Scrophulariaceae, Crassulaceae y Rubiaceae llegan a tener tres representantes y dos las familias Campanulaceae, Apiaceae, Cupressaceae y Plantaginaceae. Hasta un total de doce familias sólo están representadas por un solo taxon.

En cuanto a los géneros *Festuca* y *Poa* (Poaceae), y *Arenaria* (Caryophyllaceae) son los más representativos, con tres especies cada uno. *Erigeron* y *Senecio* (Asteraceae), *Galium* (Rubiaceae), *Juniperus* (Cupressaceae), *Plantago* (Plantaginaceae) y *Sedum* (Crassulaceae) presentaron dos taxones cada uno de ellos.

Es decir, sólo 9 géneros presentan 2 ó 3 especies, el resto hasta 58 están representadas por un taxon. Si lo hiciésemos en porcentajes sería, 13.4% con más de un taxon y 86.6% en que el taxon en cuestión representa a todo el género en el territorio.

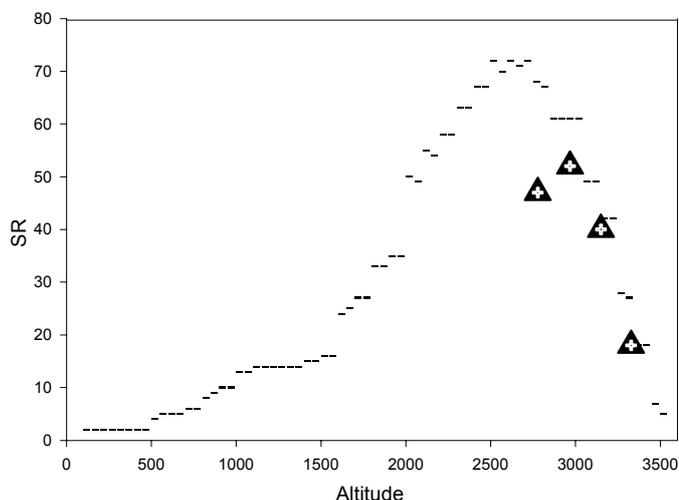
En cuanto a la distribución en altitud, como cabría esperar, el número de especies disminuye conforme ascendemos y esto se refleja en la cobertura que ocupan (Tabla 8). Hay una excepción, en la cima Cúpula encontramos un número de taxones superior, sin embargo, la cobertura que presentan es inferior.

CIMA	ALTITUD(m)	SR	COBERTURA (%)
Pulpitito (PUL)	2778	47	18.7
Cúpula (CUP)	2968	52	17.5
Cartujo (TCA)	3150	40	15.0
Los Machos (MAC)	3327	18	4.9

**Tabla 8.** Datos sobre riqueza de especies y porcentaje de cobertura en las cimas.

Numerosas pueden ser las consideraciones que se hagan respecto a la distribución de los taxones en altitud. Una de ellas es si coinciden sus límites, al menos grosso modo, con lo indicado por Molero Mesa & Pérez Raya (1987), Molero Mesa & González Tejero 1996, Rivas Martínez & cols. (1991) o Blanca & cols. (2002), etc.

Es decir, si las referencias a su localización en un piso o en más pisos determinados, o a determinadas alturas concuerdan con nuestros resultados (Figura 57). A este respecto como se ve en la figura los datos de nuestras cimas se ajustan a la curva de los datos descritos en la bibliografía.



**Figure 57.** Distribución SR (riqueza de especies) en plantas vasculares a lo largo del gradiente altitudinal. Marcas horizontales: rango completo de la distribución altitudinal de todas las especies encontradas en las cimas, obtenido desde la bibliografía; Triángulos: SR en las cimas.

A este respecto hay que indicar que, precisamente, este es uno de los objetivos marcados para un futuro próximo, en que los datos que tengamos ampliados con cuatro cimas, haciendo un total de 8 y de 16 termómetros (32 en total) nos permitirán fijar con más exactitud la distribución altitudinal de todos estos taxones en Sierra Nevada.

### 6.2.2 ENDEMISMOS

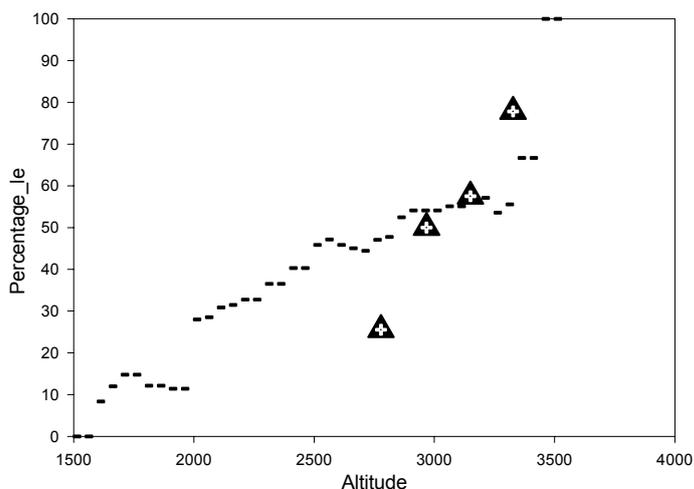
La colonización de las cumbres de Sierra Nevada por parte de los vegetales, desde su aparición hace unos 20 millones de años, ha dado lugar tras tan largo periodo de tiempo y después de numerosos cambios climáticos, a una flora especialmente rica en endemismos, hasta el punto de estimarse que en el termotipo crioromediterráneo un 31% son endemismos exclusivos y hasta un 38% si se amplía el concepto de endemismo a las áreas de montaña bética (Molero Mesa & González Tejero, 1996). Estos datos vienen a coincidir por los realizados en esta memoria (capítulo 3).

Considerando los endemismos exclusivos del sistema Bético (Tabla 9) se pone de manifiesto como la altitud implica un porcentaje de endemismo superior, siendo Los Machos la cima que mayor porcentaje alcanza. Existe una excepción en el Pulpito, este y oeste, donde la tasa de endemidad es mayor debido a su sustrato calizo que permite la entrada de elementos Béticos.

Orientación	NORTE		SUR		ESTE		OESTE	
	%E	%NE	%E	%NE	%E	%NE	%E	%NE
<b>Cima</b>								
<b>PUL</b>	53,33	46,66	46,66	53,34	40,9	59,1	46,15	53,85
<b>CUP</b>	61,11	38,88	57,14	42,85	52,63	47,37	64,7	35,3
<b>TCA</b>	100	0	64,28	35,72	100	0	77,77	22,22
<b>MAC</b>	75	25	50	50	50	50	100	0

Tabla 9. Porcentaje de endemidad en las cimas.

Si consideramos únicamente los endemismos exclusivos del macizo de Sierra Nevada (Figura 58), endemismos nevadenses, observamos como los datos procedentes de la bibliografía crecen bruscamente hasta el 100% y se observa la misma tendencia con los datos procedentes de nuestras cimas.



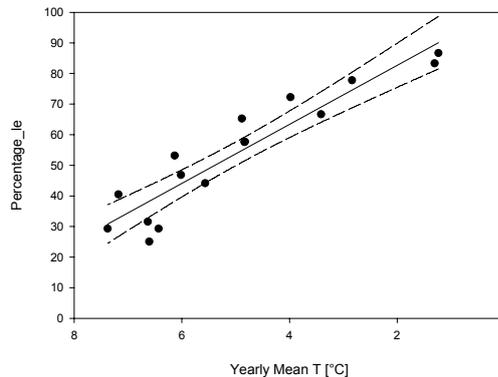
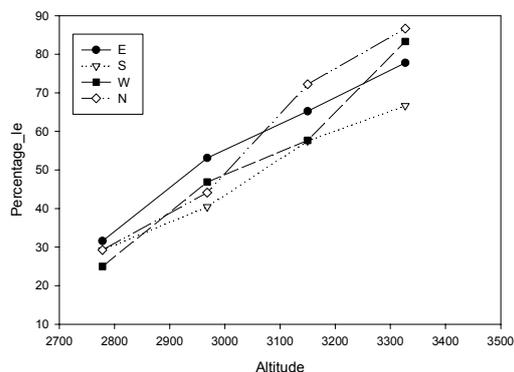
**Figure 58.** Porcentaje de endemismos vasculares nevadenses a lo largo del gradiente altitudinal. Marcas horizontales: rango completo de la distribución altitudinal de todas las especies encontradas en las cimas, obtenido desde la bibliografía; Triángulos: porcentaje de endemismos nevadenses del número total de especies en las cimas.

En la siguiente gráfica (figura x,a) se pone de manifiesto un modelo claro en el porcentaje de endemismos nevadenses en plantas vasculares, mostrándose un incremento significativo desde las cimas mas bajas a las mas altas. Sin embargo, no existen relaciones significativas entre las cuatro exposiciones.

La pronunciada correlación positiva entre los porcentajes de endémicas nevadenses y la altitud también fue reflejado con el gradiente de temperatura (Figura 59, a y b) donde se muestra un incremento en el porcentaje de endemismos nevadenses desde las mas altas a las mas bajas temperaturas.

a

b



**Figura 59.** a) Porcentaje de endemismos vasculares nevadenses a lo largo del gradiente altitudinal para cada orientación en cada cima; b) Porcentaje de endemismos vasculares nevadenses enfrentados a la temperatura media anual. Las líneas discontinuas indican intervalos de confianza del 95%.

## 6.4 REINVESTIGACIÓN

En el verano de 2006 se realizó una reinvestigación de las cimas iniciales del proyecto GLORIA-EUROPE con el propósito de controlar cualquier posible cambio tras 4 años de intervalo.

Se escogieron las cuadrículas de 1x1 presentes en cada cima (total=64) y se volvió a realizar el recuento de las especies como se detalla en el apartado C.1. También, se tomó constancia fotográfica de dichas cuadrículas para compararlas con el material fotográfico anterior.

De este modo, para realizar el análisis, se partió de los datos de frecuencias y fotográficos obtenidos en las cuadrículas de 1x1 para 2002 y 2006. Una vez recogida y organizada la información se realizaron los análisis estadísticos, detallados a continuación, con el programa Statistix 8.0:

1. En un primer análisis se quisieron detectar posibles cambios en la riqueza y biodiversidad de las especies, realizándose un análisis de la varianza (ANOVA de 3 vías). Con este propósito organizamos los datos en una tabla (anexo 4, a) donde se calcularon:

- Riqueza de especies (SR): número total de especies en cada cuadrícula de 1x1.
- Índice de Shannon: medida de la diversidad de especies en cada cuadrícula de 1x1.

$$I\text{-Shannon} = -\sum_{i=1}^n p_i \ln(p_i)$$

El resultado de la ANOVA de 3 vías se muestra en las siguientes tablas:

Source	DF	SS	MS	F	P
CIMA	3	4.46278	1.48759	65.38	0.0000
ORIENTACIÓN	3	0.17533	0.05844	2.57	0.0603
MUESTREO	1	0.00134	0.00134	0.06	0.8091
CIMA*ORIENTACIÓN	9	1.07409	0.11934	5.24	0.0000
CIMA*MUESTREO	3	0.01207	0.00402	0.18	0.9118
ORIENTACIÓN*MUESTREO	3	0.03411	0.01137	0.50	0.6836
CIMA*ORIENTACIÓN*MUESTREO	9	0.08583	0.00954	0.42	0.9212
Error	78	1.77486	0.02275		
Total	109				

**Tabla 10.** Análisis de la varianza para el índice de Shannon.

Source	DF	SS	MS	F	P
CIMA	3	983.326	327.775	60.38	0.0000
ORIENTACIÓN	3	33.795	11.265	2.08	0.1103
MUESTREO	1	7.339	7.339	1.35	0.2485
CIMA*ORIENTACIÓN	9	208.092	23.121	4.26	0.0002
CIMA*MUESTREO	3	4.203	1.401	0.26	0.8553
ORIENTACIÓN*MUESTREO	3	2.709	0.903	0.17	0.9188
CIMA*ORIENTACIÓN*MUESTREO	9	14.393	1.599	0.29	0.9743
Error	78	423.417	5.428		
Total	109				

Tabla 11. Análisis de la varianza para SR.

En la ANOVA de tres vías se puede ver como las diferencias significativas solamente existen entre cimas y en cimas\*orientación para las dos variables, Índice de Shannon y SR (marcado con un circulo).

Realizada la ANOVA se hizo un Test de Tukey (HSD) o de comparaciones múltiples para las variables significativas, es decir, para las cimas. Este test es uno de los muchos procedimientos a posteriori disponibles para comparar medias. Los resultados se muestran en las siguientes tablas:

CIMA	Mean	Homogeneous Groups
1	0.8338	A
3	0.7093	B
4	0.5571	C
2	0.1204	D
Alpha		0.05
Critical Q Value		3.692

Tabla 12. Test de Tukey (HDS) para I\_Shannon por cima.

CIMA	Mean	Homogeneous Groups
1	11.125	A
3	8.6667	B
4	5.6250	C
2	1.6250	D
Alpha		0.05
Critical Q Value		3.692

Tabla 13. Test de Tukey (HDS) para SR por cima

Los resultados del test de Tukey nos dice que hay diferencias significativas entre cimas (indicadas con letras distintas) y que cada una de ellas es un grupo distinto.

2. En un segundo análisis, usamos el Test de  $\chi^2$  (Chi-Square Test for Heterogeneity or Independence) para verificar si son independientes las variables (Ho). Por medio de este análisis pretendíamos encontrar diferencias entre los casos según las diferentes orientaciones y según las diferentes cimas. Para realizar este test los datos deben agruparse en una tabla de contingencia (Anexo 4, b).

A continuación se muestran las tablas con los resultados una vez aplicado el test.

Case		Variable				
		E	N	S	W	
1	Observed	33	41	45	36	155
	Expected	40.63	35.06	44.24	35.06	
	Cell Chi-Sq	1.43	1.01	0.01	0.03	
2	Observed	43	38	45	35	161
	Expected	42.21	36.42	45.95	36.42	
	Cell Chi-Sq	0.01	0.07	0.02	0.06	
3	Observed	12	6	13	10	41
	Expected	10.75	9.27	11.70	9.27	
	Cell Chi-Sq	0.15	1.16	0.14	0.06	
4	Observed	26	13	22	19	80
	Expected	20.97	18.10	22.83	18.10	
	Cell Chi-Sq	1.21	1.44	0.03	0.05	
5	Observed	10	9	10	7	36
	Expected	9.44	8.14	10.27	8.14	
	Cell Chi-Sq	0.03	0.09	0.01	0.16	
		124	107	135	107	473
Overall Chi-Square		7.15				
P-Value		0.8478				
Degrees of Freedom		12				

Cases Included 20 Missing Cases 0

**Tabla 14.** Chi-Square Test for Heterogeneity or Independence. Orientaciones.

Case		Variable				
		CUP	MAC	PUL	TCA	
1	Observed	67	7	42	39	155
	Expected	65.54	5.24	50.79	33.42	
	Cell Chi-Sq	0.03	0.59	1.52	0.93	
2	Observed	71	2	59	29	161
	Expected	68.08	5.45	52.76	34.72	
	Cell Chi-Sq	0.13	2.18	0.74	0.94	
3	Observed	16	3	11	11	41
	Expected	17.34	1.39	13.44	8.84	
	Cell Chi-Sq	0.10	1.88	0.44	0.53	
4	Observed	29	3	33	15	80
	Expected	33.83	2.71	26.22	17.25	
	Cell Chi-Sq	0.69	0.03	1.76	0.29	
5	Observed	17	1	10	8	36
	Expected	15.22	1.22	11.80	7.76	
	Cell Chi-Sq	0.21	0.04	0.27	0.01	
		200	16	155	102	473
Overall Chi-Square		13.31				
P-Value		0.3473				
Degrees of Freedom		12				

Cases Included 20      Missing Cases 0

**Tabla 15.** Chi-Square Test for Heterogeneity or Independence. Cimas.

En ambos casos, puesto que el P-value de la Chi-cuadrado es mayor que 0.05, aceptamos la hipótesis nula (Ho) afirmando que las variables son independientes. Este resultado nos dice que en general no hay patrones en los datos que difieran significativamente de lo que cabría esperar de forma aleatoria.

Los resultados que hemos obtenido con la Anova y el test de la Chi-cuadrado no muestran ningún patrón especial, únicamente se observa la existencia de diferencias entre las cimas como ya esperábamos.

Estos resultados pueden ser debidos al bajo número de muestras (n=4=nº de plots) o al escaso tiempo transcurrido entre un muestreo y otro.

## **7. CONCLUSIONES**



## 7. CONCLUSIONES

Durante el desarrollo del proyecto que ha dado lugar a la presente memoria de tesis doctoral se han realizado trabajos inéditos y se han alcanzado resultados que a continuación exponemos:

1. Se ha delimitado sobre el territorio de Sierra Nevada el termotipo crioromediterráneo a partir del perímetro de polígonos identificados en base a sus asociaciones vegetales ocupando 3.875,7 hectáreas y oscilando sus límites inferiores entre los 2750 y 3290 m de altitud.
2. Para ello ha sido necesario identificar y caracterizar cada una de las asociaciones vegetales existentes en todo el territorio crioromediterráneo y en los límites con el oromediterráneo.
3. Se ha realizado el catálogo de los taxones vegetales crioromediterráneos que ascienden a 190.
4. La zona de estudio se integra dentro del Sector Nevadense, Distrito Altonevadense y en ella se han reconocido un total de 24 sintáxones y 2 comunidades, dentro de 8 clases fitosociológicas, incluidas en una serie de vegetación climatófila y una geopermaserie.
5. Se ha elaborado la cartografía digital a escala 1:10000 de la vegetación de las cumbres de Sierra Nevada, que incluye territorios crioromediterráneos y oromediterráneos superiores, de 16 hojas cartográficas. La capa digital resultante comprende un total de 14259 referencias codificadas.
6. En papel impreso se han realizado 4 mapas a escala 1:50000 y diversas figuras que incluyen los resultados de las aplicaciones prácticas de la capa digital.
7. Para 23 de las 190 especies y subespecies crioromediterráneas se han realizados modelos predictivos de distribución, con resultados óptimos en la mayoría de los casos.
8. Se ha trabajado dentro del proyecto GLORIA-EUROPE, en la instalación de cuatro escenarios de observación a largo plazo, permitiéndonos observar el comportamiento de la flora en zonas de cumbre y el uso de los termómetros de medida continua situados a 10 cm. bajo el suelo. Con los datos de cuatro años

se han elaborado 3 mapas térmicos, en los que, aún de forma muy provisional, se observan ciertas correlaciones entre las temperaturas mas frías, mas cálidas y medias, con respecto a la distribución de algunas comunidades vegetales.

## **8. BIBLIOGRAFÍA**



---

## 8. BIBLIOGRAFÍA

**Achhal el Kadmiri, A. C. (2004).** Analyse phytosociologique des formations de matorral du massif des Béni-Snasséne (Maroc oriental). *Acta Botanica Malacitana* 29: 67-87.

**Aguilar, J. & cols. (1986).** Mapa de suelos, escala 1: 100.000, Aldeire-1028. Lucdeme-Ikona. Madrid.

**Aguilar, J. & cols. (1986).** Mapa de suelos, escala 1: 100.000, Berja-1043. Lucdeme-Ikona. Madrid.

**Aguilar, J. & Fernández, J. (1996).** Mapa de suelos de la Alpujarra, a escala 1:200.000. 1ª Conferencia Internacional. Sierra Nevada. Conservación y Desarrollo Sostenible. Volumen 2: 11-27. Ed. Tiasa Gráfica

**Aladosa, C. L. A. E., Vasilios P. Papanastasis, Huseyin Ozbek, H. F. Teresa Navarroe, Mihalis Vrahnakis, & cols. (2004).** Change in plant spatial patterns and diversity along the successional gradient of Mediterranean grazing ecosystems. *Ecological Modelling* 180: 523-535.

**Araújo, M. B. W. (2000).** Selecting areas for species persistence using occurrence data. *Biological Conservation* 96: 331-345.

**Bakkenes, M. A., R.M., Ihle, F., Leemans, R., & Latour, J.B. (2002).** Assessing effects of forecasted climate change on the diversity and distribution of European higher plants for 2050. *Global Change Biol.* 8: 390-407

**Bakker, J. P., Olff, H., Willems, J.H. & Zobel, M. (1996).** Why do we need permanent plot in the study of long-term vegetation dynamics?. *Journal vegetation of science* 7: 147-156.

**Barthlott, W., Lauer, W. & Placke, A. (1996).** Global distribution of species diversity in vascular plants: towards a world map phytodiversity. *Erdkunde* 50: 317-327.

**Bazzaz, F. A.** (1991). Habitat selection in plants. *The american naturalist* 137: 116-130.

**Beaumont, L.** (2005). Predicting species distributions: use of climatic parameters in BIOCLIM and its impact on predictions of species' current and future distributions. *Ecological Modelling* 186: 250-269.

**Beier, C. B. E., Gundersen, P., Tietema, A., M. E. Josep Peñuelas, Gordon, C. Gorissen, A. & cols.** (2004). CLIMATE CHANGE IMPACTS ON TERRESTRIAL ECOSYSTEMS (CLIMOOR) Novel Approaches to Study Climate Change Effects on Terrestrial Ecosystems in the Field: Drought and Passive Nighttime Warming Ecosystems. Springer-Verlag 7: 583-597.

**Bell, G.** (2005). The co-distribution of species in relation to the neutral theory of community ecology. *Ecology* 86 (7): 1757-1770.

**Beniston, M., Diaz, H.F., Bradley, R.S.** (1997). Climatic change at high elevation sites: An overview. H. F. Diaz, Beniston, M., Bradley, R.S. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers: 1-19.

**Beniston, M.** (1997). Variations of snow depth and duration in the Swiss Alps over the last 50 years: links to changes in large-scale climatic forcings. *Climatic Change* 36: 281-300.

**Bertness, M.** (1997). The role of positive interactions in communities: lessons from intertidal habitats. *Ecology* 78(7): 1976-1989.

**Blanca, G.** (1996). Diversidad y protección de la flora vascular de Sierra Nevada (Granada, España). In: J. Chacón Montero & J. L. Rosúa Campos (eds.), Sierra Nevada. Conservación y Desarrollo Sostenible 2: 245-269. Madrid.

**Blanca, G & cols.** (2002). Flora amenazada y endémica de Sierra Nevada, Universidad de Granada. Junta de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. pp.401

**Blanca, G., Cueto, M., Martínez-Lirola, M.J. & Molero Mesa, J.** (1998). Threatened vascular flora of Sierra Nevada (Southern Spain). *Biological Conservation* 85: 269-285.

**Boissier, E.** (1839-1845). Voyage Botanique dans le midi de l'Espagne pendant l'année 1837. pp. 183-241. París.

**Bouxin, G.** (2005). Ginkgo, a multivariate analysis package. *Journal of Vegetation Science* 16: 353-359.

**Braun-Blanquet, J.** (1964). Fitosociología; Bases para el estudio de las comunidades vegetales. 3ª edición, traducción de 1979. Ed. H. Blume. Madrid. pp.820.

**Braun-Blanquet, J. & Pavillard, J.** (1928). Vocabulaire de Sociologie Végétale. 3ème édition. Montpellier.

**Callaway, R. M.** (1997). Competition and facilitation: a synthetic approach to interactions in plant communities. *Ecology* 78(7): 1958-1965.

**Callaway, R. M.** (2002). Positive interactions among alpine plants increase with stress. *Nature* 417: 844-848.

**Capelo, J.** (2003). Conceitos e Métodos da Fitossociologia. Formulacao Contemporanea e Métodos Numéricos de Análise da Vegetacao. Estacao Florestal Nacional. Sociedade Portuguesa de Ciencias Florestais. pp. 107

**Castroviejo, S., Laínz, M., López González, G., Montserrat, T., Muñoz Garmendia, F., Paiva, J. & Villar, L.** –eds- (1986). Flora Ibérica. Plantas Vasculares de la Península ibérica e Islas Baleares. Vol.I: Lycopodiaceae- Papaveraceae. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid. 575 pp.

**Castroviejo, S., Laínz, M., López González, G., Montserrat, T., Muñoz Garmendia, F., Paiva, J. & Villar, L.** –eds- (1990). Flora Ibérica. Plantas Vasculares de la Península ibérica e Islas Baleares. Vol.II: Platanaceae-Plumbaginaceae (partim). Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid. 897 pp.

**Castroviejo, S., Aedo, C., Cirujano, S., Laínz, M., Montserrat, P., Morales, R., Muñoz Garmendia, F., Navarro, J., Paiva, J. & Soriano, C.** –eds- (1993a). Flora Ibérica. Plantas Vasculares de la Península ibérica e Islas Baleares. Vol.III: Plumbaginaceae (partim)-Capparaceae. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid. 730 pp.

**Castroviejo, S., Aedo, C., Gómez Campo, C., Laínz, M., Montserrat, Morales, R., P., Muñoz Garmendia, Nieto Feliner, G., Rico, E., Talavera, S., & Villar, L.**—eds- (1993b). Flora Ibérica. Plantas Vasculares de la Península ibérica e Islas Baleares. Vol.IV: Cruciferae-Monotropaceae. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid. 730 pp.

**Castroviejo, S., Aedo, C., Laínz, M., Morales, R., Muñoz Garmendia, Nieto Feliner & G., Paiva, J.**—eds- (1997a). Flora Ibérica. Plantas Vasculares de la Península ibérica e Islas Baleares..Vol. V: Ebenaceae-Saxifragaceae Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid. 375 pp.

**Castroviejo, S., Laínz, M., López González, G., Montserrat, T., Muñoz Garmendia, F., Paiva, J. & Villar, L.** —eds- (1993a). Flora Ibérica. Plantas Vasculares de la Península ibérica e Islas Baleares. Vol.I: Plumbaginaceae (partim)-Capparaceae. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid. 730 pp.

**Clemente, S. R.** (1864). Tentativa sobre la Liquenología geográfica de Andalucía; por D. Simón de Rojas Clemente. (Trabajo ordenado conforme a los manuscritos del autor, por D. Miguel Colmeiro). Rev. De los Progr. y de las Cienc. 14: 39-58. Madrid.

**Cubas, P. , Pardo C. & Tahiri, H.** (2006). Morphological convergence or lineage sorting? The case of *Cytisus purgans* auct. (Leguminosae). *Taxon* 55 (3): 695-704.

**De Cáceres & cols.** (2003). VEGANA, un paquete de programas para la gestión y análisis de datos ecológicos. VII Congreso Nacional de la Asociación Española de Ecología Terrestre. Barcelona. pp 1484-1497.

**De Cáceres, M, Oliva, F. & Font, X.** (2003): GINKGO, a Multivariate Analysis Program Oriented Towards Distance-based Classifications. CARME - Correspondence Analysis and Related Methods. Barcelona.

**De Cáceres Ainsa, M.** GINKGO User's Manual. Versión 1.4

**De Cáceres Ainsa, M.** Manual de QUERCUS. Versión 1.2

**Delgado & cols.** (2001). Parque Nacional de Sierra Nevada . Canseco Editores. pp 300

**Delgado Calvo-Flores, R & cols.** (1988). Mapa de suelos, escala 1: 100.000, Güejar-Sierra 1027. Lucdeme-Ikona. Madrid.

**Delgado Calvo-Flores, R & cols.** (1993). Mapa de suelos, escala 1: 100.000, Lanjaron-1042. Lucdeme-Ikona. Madrid.

**Diaz, H. F. B., R.S.** (1997). Temperature variations during the last century at high elevation sites. *Climatic Change* 36: 253-279.

**Dirnbörck, T., Dullinger, Stefan and Grabherr, Georg** (2003). A regional impact assessment of climate and land-use change on alpine vegetation. *Journal of Biogeography* 30: 401-417.

**Dirnbörck, T., Dullinger, Stefan, Gottfried, M, Ginzler, C. and Grabherr, Georg** (2003). Mapping alpine vegetation. *Ecological studies* 167: 209-219.

**Dominguez Lozano, F., Schwartz, Mark W.** (2005). Patterns of rarity and taxonomic group size in plants. *Biological Conservation* 126: 146-154.

**Dullinger, S., Dirnböck T. & Grabherr G.** (2004). Modelling climate change-driven treeline shifts: relative effects of temperature increase, dispersal and invasibility. *Journal of Ecology* 92: 241-252.

**Dukes, J. S. M. & cols.** (1999). Does global change increase the success of biological invaders?. *Trends Ecol. Evol.* 14: 135-139.

**Dupré, C.** (2000). How to determine a regional species pool: a study in two Swedish regions. *Oikos* 89: 128-136.

**El Aallali, A.** (2003). Cartografía botánico-ecológica de detalle en la Alpujarra: la vertiente sur del Parque Natural de Sierra Nevada. Tesis Doctoral. Pp 480.

**Ern, H.** (1966). Die dreidimensionale Anordnung der Gebirgsvegetation auf der Iberischen Halbinsel. *Bonner Geographische Abhandlungen*, 37: 1-136. Bonn.

**Fagre, D. P., David L. & Hessler, Amy E.** (2003). Taking the Pulse Of Mountains: Ecosystem Responses. *Climatic Change* 59.: 263-282.

**Fernández-González, F., Loidi, J. & Moreno Sainz, J. C.** (2005). Impactos sobre la biodiversidad vegetal, 5. Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático, pp 821. MMA. Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones.

**Ferrier, S.** (2006). Spatial modelling of biodiversity at the community level. *Journal of applied ecology* 43: 393-404.

**Fielding, A. H. & Bell, J. F.** (1997). A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environmental Conservation* 24 (1): 38-49.

**Fortin, M. J., Keitt, T.H., Maurer, B.A., Taper, M. L., Kaufman, D., Blackburn, T.M.** (2005). Species' geographic ranges and distributional limits: pattern analysis and statistical issues. *Oikos* 108: 7-17.

**Fosaa, A. M.** (2004). Biodiversity patterns of vascular plant species in mountain vegetation in the Faroe Islands. *Diversity and Distributions* 10: 217-223.

**Fowler, J., Cohen, L. Jarvis, P.** (1990). Practical statistics for field biology. Open University Press. pp 259.

**Gausson, H.** (1955). Détermination des climats par la méthode des courbes ombrothermiques. *Comp. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci.* 240: 642-644.

**Géhu, J. M. & Rivas-Martínez, S.** (1981). Notions fondamentales de phytosociologie. In: Dierschke, H. (ed.) *Syntaxonomie*. Ber. Intern. Symposium IV-V: 5-53. Ed. Cramer, Vaduz.

**Gertsev, V. I. & Gertseva, V.V.** (2004). Classification of mathematical models in ecology. *Ecological Modelling* 178: 329-334.

**Giménez E., Valle, F., Gómez Mercado, F. & Cano, E.** (2004). Endemic flora biodiversity in the south of Iberian Peninsula: Altitudinal distribution, life forms and dispersal modes. *Biodiversity and Conservation* 13: 2461-2660.

**Gómez Ortiz, A. & cols.** (2002). Mapa geomorfológico de Sierra Nevada. Morfología glacial y periglacial. Junta de Andalucía. pp86

**Gómez Ortiz, A. & cols** (2004). Deglaciación reciente de Sierra Nevada. Repercusiones morfogénicas, nuevos datos y perspectivas de estudio futuro. *Cuadernos de investigación Geográfica* 30: 147-168.

**Gotelli, N. J.** (2001). "Research frontiers in null model analysis." *Global Ecology & Biogeography* 10: 337-343.

**Gotelli, N. J. & Ellison, A. M.** (2004). A primer of Ecological Statistics. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts U.S.A. pp. 510.

**Gottfried, M., Pauli, H., & Grabherr** (1998). Prediction of vegetation patterns at the limits of plant life: a new view of the Alpine-nival ecotone. *Arctic and Antarctic Research* 30(3): 207-221.

**Gottfried, M., Pauli, H., Reiter, K. & Grabherr, G.** (1999). A fine-scaled predictive model for changes in species distribution patterns of high mountain plants induced by climate warming. *Diversity and Distributions* 5: 241-251.

**Grabherr, G., Gottfried, M., Pauli, H.** (2002). GLORIA: A Global Observation Research Initiative in Alpine Environments. *Mountain Research and Development* 20/2: 190-191.

**Guisan, A., Weiss, S.B., & Weiss, A.D.** (1999). GLM versus CCA modelling of plant species distribution. *Plant Ecol.* 143: 107-122.

**Guisan, A., Theurillat, J.P.** (2001). Assessing alpine plant vulnerability to climate change: a modelling perspective. *Integrated Assessment* 1: 307-320.

**Hair, J. F., Anderson, R.E., Tatham, R. L. & Black, W. C.** (1999). Analysis multivariant. Prentice Hall International. pp 797.

**Harrington R., W. I. S. T.** (1999). Climate Change and trophic interactions. *Trends Ecol. Evol.* 14: 146-150.

**Hirzel, A.** (2002). Which is the optimal sampling strategy for habitat suitability modelling. *Ecological Modelling* 157: 331-341.

**Holdridge, L. R.** (1967). Life zone ecology. pp 206. San José.

**Humboldt, A. et Bonpland, A.** (1985). Essai sur la géographie des plantes. Paris

**Izco, J. & Del Arco, M.** (2003). Código internacional de nomenclatura fitosociológica. Materiales didácticos universitarios. Ed. Universidad de la Laguna. pp. 154.

**Keller, F., Goyette, S., Beniston, M.** (2005). Sensitivity analysis of snow cover to climate change scenarios and their impact on plant habitats in alpine terrain. *Climatic Change* 72: 299-319.

**Köppen, W.** (1918). Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag und Jahreslauf. Petermanns Geogr. Mitt. 64:193-203, 243-248.

**Köppen, W.** (1936). Grundriss der Klimakunde. 2 Aufl. 388pp +9 tables. Berlin & Leipzig.

**Körner, C.** (1994). Impact of atmospheric changes on high mountain vegetation. *Mountain environments in changing climates*. B. M. Routledge, London.: 155-166.

**Körner, C.** (1995). Impact of atmospheric changes on alpine vegetation: the ecophysiological perspective. Potencial ecological impacts of climate change in the Alps and Fennoscandian mountains.: H. J. I. Guisan A., Spichiger R., & Teissier L. *Conserv. Jard. Bot. Genève*, Genève.: 113-120.

**Körner C.** (2003). Alpine plant life. Functional Plant Ecology of High Mountain Ecosystems. Ed. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York. pp. 333.

**Lavorel S., Rambal S. & Terradas J.** (1998). Mediterranean terrestrial ecosystems: research priorities on global change effects. *Global Ecol. Biogeogr.* 7: 157-166.

**Litardière, R. & Malcuit, G.** (1926). Contribution a l'étude phytosociologique de la Corse. Le massif du Renoso. *Lechevalier ed. París.* pp137.

**Liu, C.** (2005). Selecting thresholds of occurrence in the prediction of species distributions. *Ecography* 28: 385-393.

**Loidi, J.** (1996). Avances en Fitosociología. Ed. Universidad del País Vasco. pp. 191.

**Lorite Moreno, J.** (2001). Estudio florístico y fitosociológico de la Sierra Nevada almeriense: bases para la gestión de las comunidades. Tesis Doctoral. pp 678.

**Losa Quintana, J. M., Molero Mesa, J., Casares Porcel, M.** (1986). El paisaje vegetal de Sierra Nevada. La cuenca alta del Río Genil. Ed. Campus Universitario de Cartuja. Granada. pp. 285.

**Malcolm, J. R., Liu, C., Ronald, P. Neilson, O., Hansen, L. & Hannah, L.** (2006). Global Warming and Extinctions of Endemic Species from Biodiversity Hotspots. *Conserv. Biol.* 20(2): 538-548.

**Mark, A.** (2006). Two GLORIA long-term alpine monitoring sites established in New Zealand as part of global network. *Journal of Royal Society of New Zealand* 36 (3): 11-128.

**Martinez Parras, J. M., Peinado Lorca, M., Alcaraz Ariza, F.** (1987). Comunidades vegetales de Sierra Nevada (España). Ed. Universidad de Alcalá de Henares. pp. 51.

**Médail, F. Q. P.** (1999). Biodiversity hotspot in the Mediterranean basin: setting global conservation priorities. *Conserv. Biol.* 13: 1510-1513.

**Messerli, B. & Ives, J. D.** (1997). Mountains of the world. Parthenon Publishing Group. pp 495.

**Molero Mesa, J.** (1984). Dryopteridion oreadis en Sierra Nevada: Ecología de algunos pteridófitos nevadenses. *Anales Biol. Univ. Murcia (Biol. Veg.)* 1: 305-308.

**Molero Mesa, J.** (1999). Granada-Málaga (14 July). The vegetation of Sierra Nevada in Rivas Martínez & cols. (eds.), *Iter Ibericum. A. D. MIM. Itinera Geobotánica* 13: 105-118.

**Molero Mesa, J.** (2000) La vegetación de alta montaña de Sierra Nevada. Trabajo Original de Investigación (inédito).

**Molero Mesa, J. & Perez Raya, F** (1987). La Flora de Sierra Nevada. Avance sobre el catálogo florístico nevadense. Ed. Universidad de Granada. pp 395.

**Molero Mesa, J., Perez Raya, F. & Valle, F.** (1992). Parque Natural de Sierra Nevada. Editorial Rueda. pp. 520.

**Molero Mesa, J., Perez Raya, F. & González- Tejero, M.R.** (1996). Catálogo y análisis florístico de la flora orófila de Sierra Nevada. 1ª Conferencia Internacional de Sierra Nevada. 271-276.

**Mota Poveda, J. F. & Valle Tendero, F.** (1987). Estudio botánico-ecológico de las cuencas altas de los ríos Bayarcal, Paterna y Andarax (Sierra Nevada Almeriense). Serv. Publ. Diputación de Almería. pp 269.

**Muñoz Medina, J. M.** (1960). Localidades botánicas granadinas: El Dornajo. *Ars Pharmaceutica*. 1 (5): 267-273. Granada.

**Pauli, H., Gottfried, M., Grabherr, G.** (1999). Vascular plant distribution patterns at the low-temperature limits of plant life-the alpine-nival ecotone of Mount Schrankogel (Tyrol, Austria). *Phytocoenologia* 29 (3): 297-325.

**Pauli, H., Gottfried, M., Hohenwallner, Reiter, K., Grabherr, G.** (2003) Manual para el trabajo de campo del proyecto GLORIA. Iniciativa para la Investigación y el

Seguimiento Global de los Ambientes Alpinos, como contribución al Sistema Terrestre de Observación Global (GTOS). Versión traducida por Luis Villar. pp 67.

**Pearce, J., & Ferrier, S.** (2000). An evaluation of alternative algorithms for fitting species distribution models using logistic regression. *Ecological Modelling* 128: 127-147.

**Pearson, R. G., Terence P.** (2003). Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful? *Global Ecology & Biogeography* 12: 361-371.

**Pearson, R. G., Dawson, T.P., Berry, P. M., Harrison, P. A.** (2002). SPECIES: A Spatial Evaluation of Climate Impact on the Envelope of Species. *Ecological Modelling* 154: 289-300.

**Pearson, R. G.** (2006). Model-based uncertainty in species range prediction. *Journal of Biogeography* 33: 1704-1711.

**Perez Raya, F.** (1987). La vegetación en el sector Malacitano-Almijareense de Sierra Nevada. Ser. Publ. Universidad de Granada. pp 350. Granada.

**Perez Raya, F., Nieto López, J. M., Molero Mesa, J. & Valle, F.** (1990). Vegetación de Sierra Nevada. Guía Geobotánica de la Excursión de las X Jornadas de Fitosociología. Ed. Ayuntamiento de Granada.

**Prieto, P.** (1971). Vegetación de Sierra Nevada. La cuenca de Monachil. *Colec. Monogr. Univ. Granada* 11. pp.218

**Priztel, E. & Brandt, M.** (1915). Vegetationsbilder aus der Sierra Nevada in Sudspainien. *Botanische Jahrbücher*, 53: 273-283.

**Pugnaire, F., y Luque, M.T.** (2001). Changes in plant interacciones along a gradient of environmental stress. *Oikos* 93: 35-43.

**Pugnaire, F., Armas, C & Tirado, R.** (2002). Interacciones entre plantas de alta montaña. *Quercus* 200: 29-32.

**Quézel, P.** (1953). Contribution à l'étude phytosociologique et géobotanique de la Sierra Nevada. Mem. Soc. Brot.9 :5-77.

**Rivas Goday, S. & Mayor, M.** (1966). Aspectos de vegetación y flora orófilas del Reino de Granada. *Anales Real Acad. Farmacia* 31: 345-400. Madrid.

**Rivas-Martínez, S.** (1961). Los pisos de vegetación de Sierra Nevada. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.* 59: 55-64. Madrid.

**Rivas-Martínez, S.** (1969). La vegetación de la alta montaña española. V Simposio Flora Europaea. Univ. Hispalense. Sevilla.

**Rivas-Martínez, S.** (1981). La vegetación de la alta montaña española. V Simposio de la Flora Europea: 53-90. Publ. Univ. Sevilla.

**Rivas-Martínez, S.** (1981). Les étages bioclimatiques de la végétation de la Péninsule Ibérique. *Anales Jard. Bot. Madrid*, 37 (2): 251-268.

**Rivas-Martínez, S.** (1987). Mapa de series de vegetación de España. ICONA, Serie Técnica. 268 p.+30 mapas. Madrid.

**Rivas-Martínez, S.** (1987). Nociones sobre Fitosociología, Biogeografía y Bioclimatología. In: Peinado, M. & S. Rivas-Martínez (eds) La vegetación de España: 19-45. Ed.

**Rivas-Martínez, S.** (1996). Geobotánica y Climatología. Discurso de investidura Dr. `honoris causa ` Universidad de Granada. Serv. Publ. Universidad de Granada. 98 p. Granada.

**Rivas-Martínez, S.** (2001). Bioclimatic Map of Europe: Bioclimates, scale 1:16 mill. Cartographic Service, University of León.

**Rivas-Martínez, S., Arnaiz, C., Barreno, E. & Crespo, A.** (1977). Apuntes sobre las provincias corológicas de la Península Ibérica e Islas Baleares. *Opusc. Bot. Pharm. Complut.* 1: 5-57. (reedit. Rev. 1987).

**Rivas-Martínez, S., Fernández-González, F. & Sánchez Mata, D.** (1986). Datos sobre la vegetación del Sistema Central y Sierra Nevada. *Opusc. Bot. Pharm. Complut.* 2: 3-136.

**Rivas-Martínez, S., Asensi, A., Molero Mesa, J. & Valle Tendero, F.** (1991). Endemismos vasculares de Andalucía. *Rivasgodaya* 6. 5-76.

**Rivas-Martínez, S., Asensi, A., Diez, B., Molero, J., & Valle, F.** (1997). Biogeographical synthesis of Andalucía (southern Spain). *J. Biogeography*, 24: 915-928.

**Rivas-Martínez, S., Sánchez Matas, D. & Costa, M.** (1999). North American Boreal and Western Temperate vegetation. *Itinera Geobotánica* 12: 5-316.

**Rivas-Martínez, S., Fernández-González, F., Loidi, J., Lousä, M & Penas, A** (2001). Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. *Itinera Geobotánica* 14: 1-341

**Rivas-Martínez, S., Díaz, T. E., Fernández-González, F., Izco, J., Loidi, J., Lousä, M & Penas, A** (2002). Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001. *Itinera Geobotanica* 15 (1) y (2): 1- 922.

**Rivas-Martínez, S.** (2002) High syntaxa of Spain and Portugal and their characteristic species, in Rivas- Martínez & col, "Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001. *Itinera Geobotanica* 15 (2): 434-696

**Rivas-Martínez, S. y coautores.** (2007). Mapa de series, geoseries y geopermaseries de vegetación de España (Memoria del mapa de vegetación potencial de España). Parte I. *Itinera Geobotánica*, 17: 5-436.

**Rodríguez Martínez, F.** (1985). Granada: Medio físico y desarrollo. *Inst. Des. Reg.* Granada.

**Ronald Eastman, J.** (2003). Manual Idrisi Kilimanjaro 14.00. Guía para SIG y procesamiento de imágenes. Clark University. Traducción Lorena Mosca.

- Rübel, E. (1930).** Pflanzengesellschaften der Erde. pp 464. Hans Huber. Berlin.
- Salazar Mendías, C. (1996).** Estudio fitosociológico de la vegetación riparia andaluza (provincia bética): cuenca del Guadiana Menor. pp 723.
- Sanchez-gonzalez, A. L. (2005).** Plant species richness and diversity along an altitudinal gradient in the Sierra Nevada, Mexico. *Diversity and Distributions* 11: 567-575.
- Sánchez Gómez, P. & Alcaraz, F. (1993).** Flora, vegetación y paisaje vegetal de las Sierras de Segura Orientales. Instituto de Estudios Albacetenses, Albacete.
- Schimper, A. F. W. (1898).** Pflanzengeographie auf der physiologischen Grundlage. Leipzig. Traducción inglesa Plant geography upon a physiological basis. Oxford. 1903.
- Schouw J. F. (1823).** Grundzüge einer allgemeinen Pflanzengeographie. Berlín.
- Segurado, P & Araújo, M.(2004).** An evaluation of methods for modelling species distributions. *Journal of Biogeography* 31, 1555–1568.
- Stanisci, A., Pelino G. and Blasi, C. (2005).** Vascular plant diversity and climate change in the alpine belt of central Appenines (Italy). *Biodiversity and Conservation* 14: 1301-1318.
- Thorntwaite, C. W. (1984).** An approach towards a rational classification of climate. *Geogr. Rev.* 38: 55-94.
- Troll, C. & Paffen (1964).** Die Jahreszeitenklimate der Erde. (The seasonal climate of the Earth). *Erkunde*, 18: 5-28.
- Tutin, T. G., Heywood, V.N., Burges, N.A., Valentine, D.H., Walters, S.M. & Webb, D.A.-eds-. (1964).** Flora Europea. Vol.I. Lycopodiaceae to Plataneaceae. Cambridge University Press. 464 pp.

**Tutin, T. G., Heywood, V.N., Burges, N.A., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M. & Webb, D.A.-eds-** (1968) *Flora Europea*. Vol.II. Rosaceae to Umbelliferae. Cambridge University Press. 455 pp.

**Tutin, T. G., Heywood, V.N., Burges, N.A., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M. & Webb, D.A.-eds-** (1972) *Flora Europea*. Vol.I. Lycopodiaceae to Plataneaceae. Cambridge University Press. 464 pp.

**Tutin, T. G., Heywood, V.N., Burges, N.A., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M. & Webb, D.A.-eds-**(1976) *Flora Europea*. Vol.IV. Plantaginaceae to Compositae (and Rubiaceae). Cambridge University Press. 505 pp.

**Tutin, T. G., Heywood, V.N., Burges, N.A., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M. & Webb, D.A.-eds-**(1980) *Flora Europea*. Vol.V. Alismataceae to Orchidaceae (Monocotyledones). Cambridge University Press. 439 pp.

**Underwood, A. J.** (1997). *Experiments in Ecology. Their logical design and interpretation using analysis of variance*. Cambridge University Press. pp 504.

**Valle, F.** (1985). Mapa de las series de vegetación de Sierra Nevada (España). *Ecol. Medit.* 11: 183-199.

**Valle, F. & cols.** (2003). *Mapa de Series de Vegetación de Andalucía*. Ed. Rueda. pp. 131.

**Walter, H.** (1970). *Vegetationszonen und zonale Vegetation*. Festschr Aichinger, Viena.

**Walter, H.** (1985). *Vegetation of the Earth and Ecological Systems of the Geobiosphere*. 3<sup>rd</sup>. ed. Springer-Verlag. Berlin.

**White, E. P. C.** (2006). A comparison of the species-time relationship across ecosystems and taxonomic groups. *Oikos* 112: 185-195.

**Willkomm, H. M.** (1852). *Die Strand-und Steppengebiete der Iberischen Halbinsel und deren Vegetation*. Leipzig.

**Willkomm, H. M.** (1882). Aus den Hochgebirgen von Granada. Wien.

**Willkomm, H. M.** (1896). Grundzüge der Pflanzenverbreitung auf der iberischen Halbinsel.

**Zaniewski, A. E.** (2002). Predicting species spatial distributions using presence only-data: a case of native New Zealand ferns. *Ecological Modelling* 157: 261-280.

**Zobel, M.** (1997). The relative role of species pools in determining plant species richness: an alternative explanation of species coexistence? *Trends Ecol Evol* 12: 266-269.

## **9. ANEXOS**



**ANEXO 1**

a

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
<b>Enero</b>	-6,54762	-3,13835	-2,4196	-4,2507	-5,20768	-5,71389	-5,80185	-3,07527	-5,76075	
<b>Febrero</b>	-2,30357	-3,41386	-3,26144	-3,44248	1,03254	-7,71347	-2,88555	-6,81044	-6,13988	
<b>Marzo</b>	-4,87445	0,3607	-0,56022	0,24071	-0,18446	-4,22019	-4,1998	-3,93939	-1,42449	
<b>Abril</b>	-0,49166	3,54899	0,69279	-1,44288	-3,00808	-2,93103	-1,17825	-3,14924	-2,71667	
<b>Mayo</b>	-0,19354	5,43106	4,48582	4,15004	2,90773	0,95714	3,33878	1,29421	3,45088	
<b>Junio</b>	8,25699	10,4102	6,96186	9,20036	8,81259	9,45681	2,28298	7,83333	9,57222	
<b>Julio</b>	13,59666	12,20989	15,31677	14,85523	10,74231	12,74172	9,90934	12,26344	13,47312	
<b>Agosto</b>	13,04032	15,47254	15,21217	14,04229	11,81446	12,96701	10,86389	12,97043	5,15	
<b>Septiembre</b>	9,47222	8,65439	10,98667	8,45511	8,57932	7,96382	7,65191	4,71912	1,44452	
<b>Octubre</b>	4,73118	3,22194	3,69621	5,7546	0,39121	0,39121	-0,70288	-1,30474	1,44452	
<b>Noviembre</b>	-0,88434	0,21663	0,28484	-0,43292	-1,7052	-1,29221	0,68675	-2,96187	0,60555	
<b>Diciembre</b>	-2,29863	-1,9093	-0,73889	-1,00707	-2,7043	-2,21313	-4,79619	-1,97587	-2,41667	
<b>Media max enero</b>	-3,35714	-0,06552	0,16129	-2	-3,03448	-3,43333	-3,67742	-1,16129	-3,51613	
<b>Media min enero</b>	-8,58065	-5,39286	-4,67742	-5,96774	-7,54839	-8,03226	-8,06667	-4,93548	-8,03226	



	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Med mensual
	-2,70968	-5,83602	-4,50806	-4,0259	-4,61022	-5,73656	-5,83871	-2,28763	-4,45699	-0,82796	-4,35544421
	-2,33631	-7,78448	-2,11607	-2,27381	-5,59821		-5,07549	-0,96726	-2,7381	-0,94828	-3,59867556
	-3,00269	-4,41111	-1,33602	-1,54081	-4,32258	-2,32796	-1,36559	-0,22581	2,43279	-0,39247	-1,85757053
	-1,99444	-1,56111	-0,58611	-3,275	-0,02778	-3,46389	0,59292	1,80555	4,275		-0,82838278
	5,02419	0,66129	2,35752	0,10337	4,92741	3,54444	0,7258	5,61021	9,32526	10,99722	3,22786722
	6,81944	7,58888	6,625	9,54798	8,93333	9,74444	8,91944		15,41389	13,0391	8,74316444
	11,98925	11,0672	9,36828	12,88465	12,15278	12,84677	12,152		14,79301	12,82796	12,3887359
	10,3871	10,36828	9,81451	11,29167	12,19892	12,05376	13,2043		10,05833	9,56666	12,5483894
	4,15555	4,65833	6,41805	7,01111	6,80151	7,13333	8,22222	8,72988	4,64516	4,00806	7,59934368
	2,55107	2,46505	3,65053	2,86828	2,88978	0,56451	3,88758	5,25806	1,00555	0,10555	2,77889556
	-1,33889	-1,46677	-2,68889	-0,58611	-3,21667	-2,99444	-2,91667	0,44444	-1,83333	-3,77419	-1,00714053
	-4,77957	-5,16	-2,71237	-3,01051	-3,10753	-3,83333	-2,19624	-0,76613			-2,785715
									<b>Media anual</b>		<b>2,73778897</b>

		<b>Medias</b>									
	2,322581	-3,64516	-2,64516	-1,77419	-2,64516	-2,35484	-3,6129	2,322581	-0,3871	3,548387	-1,52394621
	-7,25806	-7,87097	-6,21613	-6,19355	-7,25806	-7,90323	-8,16129	-5,22581	-7,12903	-3,51613	-6,73505211



b

<b>ESP GRANADA ( PRADO LLANO )</b>		Altitude: 2507 m.					
Latitude: 37°05'N		Longitude: 003°23'W					
Temperature observation period.: 1975-1989 (15)							
Rainfall observation period.....: 1975-1989 (15)							
(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	PEi
Jan	-2.9	0.3	-6.1	8.6	-15.8	86.7	0.0
Feb	-4.4	-0.9	-7.9	6.9	-11.3	91.2	0.0
Mar	-3.4	0.6	-7.5	8.7	-13.5	78.8	0.0
Apr	-0.6	3.2	-4.3	11.3	-11.8	53.8	0.0
May	0.9	4.6	-2.9	10.5	-8.5	53.6	10.9
Jun	9.9	14.2	5.6	22.7	-1.5	29.7	75.3
Jul	16.6	21.3	11.9	25.5	4.7	6.1	116.0
Aug	15.2	19.8	10.6	24.5	4.1	11.7	101.2
Sep	9.9	14.2	5.7	20.5	-1.3	33.7	63.1
Oct	6.3	10.4	2.2	17.5	-5.3	69.0	41.3
Nov	0.1	3.5	-3.3	11.8	-10.8	85.2	1.3
Dec	-0.7	2.6	-4.0	9.2	-11.0	93.1	0.0
<b>Year</b>	<b>3.9</b>	<b>7.8</b>	<b>-0.0</b>	<b>14.8</b>	<b>-6.8</b>	<b>692.6</b>	<b>409.0</b>

<b>----- BIOCLIMATIC INDEX AND DIAGNOSIS -----</b>													
Thermicity index.....(It):	-49												
Compensated thermicity index.....(Itc):	-34												
Simple continentality index.....(Ic):	21.0												
Diurnality index.....(Id):	9.4												
Annual ombrothermic index.....(Io):	4.91												
Monthly estival ombrothermic index.....(Ios1):	0.37												
Bimonthly estival ombrothermic index.....(Ios2):	0.56												
Three monthly estival ombrothermic index.....(Ios3):	1.14												
Four monthly estival ombrothermic index.....(Ios4):	2.37												
Annual ombro-evaporation index.....(Ioe):	1.69												
Annual positive temperature.....(Tp):	589												
Annual negative temperature.....(Tn):	120												
Estival temperature.....(Ts):	417												
Positive precipitation.....(Pp):	289												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°of</th> <th>P&gt;4T</th> <th>P:2T a 4T</th> <th>P: T a 2T</th> <th>P&lt;T</th> <th>T&lt;=0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Years</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>2</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>		N°of	P>4T	P:2T a 4T	P: T a 2T	P<T	T<=0	Years	3	2	0	2	5
N°of	P>4T	P:2T a 4T	P: T a 2T	P<T	T<=0								
Years	3	2	0	2	5								
Latitudinal Belt....: Eutemperate													
Continentality.....: Oceanic - High Semicontinental													
Bioclimate.....: MEDITERRANEAN FLUVISEASONAL-OCEANIC													
Bioclimatic Belt....: UPPER OROMEDITERRANEAN UPPER SUBHUMID													



**ANEXO 2**

ID	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	0,96094	0,86889	0,84626	0,82825	0,64286	0,8925	0,9375	0,9	0,87654	0,75	0,94896
1	0,91969	0,90667	0,82964	0,86981	0,72449	0,88	0,84375	0,9	0,88889	0,75	0,96219
1	0,92969	0,96667	0,79501	0,8892	0,70408	0,87375	0,9375	0,9	0,88889	0,75	0,96692
1	0,95625	0,96667	0,84626	0,02632	0,72449	0,9	0,9375	0,9	0,88889	0,75	0,95558
1	0,93281	0,95556	0,8144	0,85734	0,71429	0,88125	0,8125	0,9	0,88889	0,75	0,96408
1	0,91312	0,95111	0,86842	0,89197	0,68367	0,86	1	0,9	0,87654	0,75	0,95747
1	0,93375	0,86889	0,82548	0,89751	0,58163	0,87875	0,9375	0,9	0,76543	0,75	0,97353
1	0,93656	0,95556	0,86842	0,8241	0,73469	0,89375	1	0,9	0,87654	0,75	0,97826
1	0,94969	0,96667	0,84072	0,8892	0,67347	0,85	1	0,9	0,87654	0,75	0,95558
1	0,93094	0,88	0,83951	0,88366	0,67347	0,88875	0,875	0,9	0,88889	0,75	0,97826
2	0,97531	0,99556	0,92936	0,95845	0,85714	0,93625	0,875	1	0,92593	0,6875	0,97543
2	0,96719	1	0,91136	0,9903	0,83673	0,9825	1	1	0,97531	1	0,99149
2	0,97	1	0,93213	0,93767	0,78571	0,955	1	1	0,96914	1	0,99244
2	0,98594	0,98889	0,90443	0,5625	0,88776	0,9625	1	1	0,98148	0,9375	0,98204
2	0,97875	1	0,96676	0,85734	0,87755	0,98	0,90625	1	0,98148	0,6875	0,99338
2	0,97312	0,99556	0,96399	0,90859	0,70408	0,9525	0,875	1	1	0,84375	0,9603
2	0,99031	1	0,91551	0,95429	0,88776	0,9625	0,96875	1	0,98148	0,84375	0,97637
2	0,99344	1	0,92798	0,96537	0,84694	0,97	1	1	0,96914	0,9375	0,9896
2	0,97312	1	0,95291	0,95845	0,73469	0,95375	1	1	0,96914	0,875	0,97259
2	0,98812	1	0,90166	1	0,72449	0,95625	1	1	0,98148	0,875	0,98295



L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
0,90863	0,94375	0,89796	0,69	0,875	0,95273	0,80556	0,91049	0,5625	0,97852	0,85714	0,88889
0,89348	0,9275	0,90816	0,85	0,875	0,93753	0,75	0,93827	0,875	0,96826	0,85714	0,89796
0,88797	0,92	0,92857	0,725	0,875	0,94294	0,75694	0,87191	0,875	0,91602	0,85714	0,89116
0,88751	0,95	0,89796	0,85	0,875	0,93732	0,72222	0,8966	0,875	0,93408	0,85714	0,90476
0,9045	0,95	0,89796	0,8	0,875	0,95523	0,75694	0,96142	0,875	0,93457	0,85714	0,90476
0,8719	0,93875	0,92857	0,83	0,875	0,93336	0,75	0,93519	0,7188	0,96338	0,7449	0,86961
0,92332	0,93125	0,92857	0,82	0,875	0,92128	0,77778	0,93827	0,875	0,94141	0,85714	0,90476
0,91552	0,89	0,92857	0,8	0,875	0,93336	0,75694	0,9321	0,875	0,96973	0,85714	0,89796
0,86961	0,95	0,92857	0,82	0,875	0,92982	0,83333	0,90278	0,875	0,95264	0,85714	0,90476
0,88292	0,9375	0,92857	0,725	0,875	0,95627	0,78472	0,96142	0,7813	0,95508	0,7551	0,89796
0,93802	0,9825	1	0,98	0,97656	0,91337	1	0,94444	1	0,98975	0,95918	0,95578
0,91322	0,97375	0,90816	0,97	0,96875	0,92316	0,99306	0,95216	1	0,96973	1	0,95805
0,87925	0,955	1	0,97	0,98438	0,94398	0,97222	0,97994	1	1	0,90816	0,97959
0,94399	0,8925	0,94898	1	0,9375	0,92441	0,93403	0,97222	1	0,96729	0,95918	0,94558
0,91965	0,99	1	0,91	0,96875	0,95065	0,97222	0,92901	1	0,98535	0,9898	0,98639
0,95363	0,98875	0,97959	0,935	1	0,91545	0,88889	0,97222	1	0,94971	0,97959	0,96032
0,89164	0,93625	1	0,88	0,85938	0,92128	0,95139	0,95833	1	0,99707	0,96939	0,98186
0,93664	0,98375	0,97959	0,975	0,90625	0,96418	1	0,99537	1	0,97803	1	0,98413
0,91736	0,98875	1	0,915	0,91406	0,93503	0,97222	0,96605	1	0,98242	1	1
0,87236	0,97	1	0,955	0,88281	0,96793	0,96181	0,96914	1	0,92969	1	0,98639

1: BIOCLIM, 2: DOMAIN; **A:** *Arenaria tetraqueta*, **B:** *Arenaria pungens*, **C:** *Avena ibérica*, **D:** *Crepis oporinoides*, **E:** *Cytisus galianoi*, **F:** *Dactylis juncinella*, **G:** *Dianthus subacaulis* subsp. *brachyanthus*, **H:** *Digitalis purpurea* subsp. *nevadensis*, **I:** *Draba hispánica* subsp. *laderoi*, **J:** *Erodium cheilanthifolium*, **K:** *Festuca clementei*, **L:** *Festuca indigesta*, **M:** *Festuca pseudoeskia*, **N:** *Galium rosellum*, **O:** *Genista versicolor*, **P:** *Holcus caespitosus*, **Q:** *Hormathophylla spinosa*, **R:** *Juniperus communis* subsp. *hemispherica*, **S:** *Leontodon boryi*, **T:** *Saxifraga nevadensis*, **U:** *Thymus serpylloides*, **V:** *Trisetum glacialis*, **W:** *Viola crassiuscula*.



**ANEXO 3**

CIMA	ID	OR	X	Y	ALT	PEN	OR(DEM)	RADDIR00	RADDIR01	RADDIR02	RADDIF00	RADDIF01	RADDIF02	EXPOI000REL	EXPOI000ABS
MAC	11	N	468215	4101364	3268	49	155	6121	6351	4413	1837	1420	865	77	213
MAC	12	S	468214	4101334	3237	43	155	6596	6456	4306	1921	1485	904	72	181
MAC	13	E	468229	4101346	3244	46	157	6425	6564	4400	1953	1510	919	74	189
MAC	14	W	468192	4101347	3257	49	151	6226	6288	4293	1787	1382	842	75	199
TCA	21	N	463974	4099448	3084	33	189	7216	6727	4121	2215	1710	1037	64	123
TCA	22	S	463977	4099397	3060	27	191	7657	6614	3780	2314	1786	1082	59	95
TCA	23	E	464024	4099422	3080	33	176	7325	6779	4113	2281	1760	1067	62	114
TCA	24	W	463951	4099422	3074	29	180	7557	6696	3915	2301	1776	1077	62	112
CUP	31	N	468673	4100113	2917	19	270	7852	5177	2056	2244	1730	1044	56	69
CUP	32	S	468676	4100058	2913	21	203	7978	6306	3285	2350	1812	1093	57	76
CUP	33	E	468696	4100079	2919	9	252	8185	5598	2382	2374	1830	1104	57	79
CUP	34	W	468658	4100086	2915	20	286	7724	4717	1617	2262	1743	1052	56	72
PUL	41	N	469298	4099081	2720	37	274	6720	4299	1615	1567	1206	723	52	48
PUL	42	S	469293	4099042	2714	39	270	6777	4512	1821	1508	1161	696	53	49
PUL	43	E	469302	4099063	2724	35	240	7106	5411	2693	1696	1305	783	54	56
PUL	44	W	469286	4099077	2712	39	266	6791	4579	1880	1532	1179	707	51	41



EXPO100REL	EXPO100ABS	T MED	TMAX	TMIN	STD DEV	MED JUL	MAX JUL	MIN JUL	STD DEV	MED FEB	MAX FEB	MIN FEB	STD DEV
51	4	0,9	19,6	-15,9	6,4	11,1	19,6	2,2	2,4	-6,5	-3,0	-12,5	1,7
43	-9	3,4	27,7	-11,4	7,0	13,4	26,7	2,7	4,2	-3,3	6,5	-9,3	2,6
45	-6	2,5	19,3	-14,3	6,4	12,4	19,3	3,3	2,6	-4,8	-0,5	-11,0	2,0
49	0	1,0	24,7	-14,7	6,0	10,4	24,7	2,8	2,2	-6,1	-3,1	-12,1	2,0
47	-3	3,7	28,7	-13,2	8,7	17,1	28,7	4,3	4,4	-5,3	-1,6	-12,1	2,5
48	-2	4,6	26,1	-9,0	7,0	15,5	25,3	3,1	3,7	-1,4	-0,1	-6,7	1,8
50	2	4,8	29,5	-8,3	8,0	16,9	29,5	4,7	4,4	-3,0	-0,4	-8,3	2,2
47	-3	4,1	26,0	-12,8	7,9	16,7	26,0	3,4	3,8	-3,7	-1,1	-11,4	2,4
52	5	5,4	29,7	-11,4	8,9	19,1	29,7	6,9	4,1	-4,2	2,0	-11,4	2,3
53	6	7,0	32,9	-2,3	8,3	19,3	30,4	5,2	4,3	-0,2	12,1	-2,3	1,0
51	4	6,1	28,3	-1,5	7,9	18,5	27,8	6,3	4,3	0,1	0,3	-0,9	0,4
56	11	5,8	27,4	-11,7	8,2	18,1	27,4	6,3	4,0	-2,1	5,1	-11,4	2,3
52	5	6,3	29,3	-8,4	7,7	17,8	29,3	8,0	2,9	-1,8	2,5	-8,4	1,9
50	3	7,2	26,5	-5,1	7,4	17,8	24,0	7,3	2,7	0,0	9,6	-5,1	1,5
52	6	6,2	26,0	-5,4	7,6	18,1	26,0	7,8	3,4	-1,1	0,2	-5,4	1,8
51	4	6,1	27,6	-8,6	8,0	18,1	27,6	6,6	3,4	-1,8	8,9	-8,3	2,3

**CIMA, ID, OR, X, Y:** situación puntos Gloria; **ALT:** altitud; **PEN:** pendiente; **OR (DEM):** orientación; **RADDIR 00:** radiación directa solsticio de verano; **RADDIR 01:** radiación directa equinoccio; **RADDIR 02:** radiación directa solsticio invierno; **RADDIF 00:** radiación difusa solsticio de verano; **RADDIF 01:** radiación difusa equinoccio; **RADDIF 02:** radiación difusa solsticio invierno; **EXPO1000REL:** exposición relativa; **EXPO1000ABS:** exposición absoluta; **EXPO100REL:** exposición relativa; **EXPO100ABS:** exposición absoluta; **TMED:** temperatura media anual, **TMAX:** temperatura máxima anual; **TMIN:** temperatura mínima anual; **STD DEV:** desviación standard; **MEDJUL:** temperatura media julio; **MAXJUL:** temperatura máxima julio; **MINJUL:** temperatura mínima julio; **MEDFEB:** temperatura media febrero; **MAXFEB:** temperatura máxima febrero; **MINFEB:** temperatura mínima febrero.



## ANEXO 4

a

CIMA	ORIENTACION	MUESTREO	PLOT	SR	I SHANNON
1	1	1	1	11	0,73946416
1	1	1	2	15	1,04614249
1	1	1	3	6	0,58592111
1	1	1	4	8	0,73864651
1	2	1	1	12	0,83352365
1	2	1	2	10	0,86376029
1	2	1	3	9	0,6902578
1	2	1	4	9	0,75183651
1	3	1	1	11	0,95546501
1	3	1	2	15	0,95570049
1	3	1	3	16	1,02230015
1	3	1	4	16	0,92203513
1	4	1	1	11	0,94104169
1	4	1	2	14	0,97330764
1	4	1	3	11	0,92504397
1	4	1	4	11	0,70308296
2	1	1	1	2	0,12457128
2	1	1	3	1	0
2	1	1	4	1	0
2	2	1	2	4	0,49651811
2	3	1	1	2	0,06039334
2	3	1	3	1	0
2	4	1	1	1	0,150515
2	4	1	2	1	0,150515
3	1	1	1	10	0,78672105
3	1	1	2	18	1,03961291
3	1	1	3	8	0,47416938
3	1	1	4	13	0,7941056
3	2	1	1	9	0,75536541
3	2	1	2	10	0,76535605
3	2	1	3	8	0,75343507
3	2	1	4	9	0,75661276
3	3	1	1	12	0,86517026
3	3	1	2	9	0,81231728
3	3	1	3	8	0,74621857
3	3	1	4	7	0,72654608
3	4	1	2	5	0,57894681
3	4	1	3	11	0,76196562
3	4	1	4	1	0
4	1	1	1	5	0,6231307
4	1	1	2	7	0,70768212
4	1	1	3	5	0,5917189

4	1	1	4	3	0,39097624
4	2	1	1	5	0,62194389
4	2	1	2	5	0,49689313
4	2	1	3	6	0,58585646
4	2	1	4	5	0,51434062
4	3	1	1	6	0,32723082
4	3	1	2	4	0,35006453
4	3	1	3	5	0,23594895
4	3	1	4	10	0,69201745
4	4	1	1	8	0,77470027
4	4	1	2	6	0,61927828
4	4	1	3	5	0,65530093
4	4	1	4	7	0,62801774
1	1	2	1	9	0,69247348
1	1	2	2	13	0,97813323
1	1	2	3	6	0,56247107
1	1	2	4	10	0,81390816
1	2	2	1	9	0,70457871
1	2	2	2	9	0,75845133
1	2	2	3	8	0,7025236
1	2	2	4	10	0,73560176
1	3	2	1	13	0,96621613
1	3	2	2	11	0,8837863
1	3	2	3	15	0,97903986
1	3	2	4	14	0,87180125
1	4	2	1	10	0,88079794
1	4	2	2	11	0,8733735
1	4	2	3	13	0,95230982
1	4	2	4	10	0,67839318
2	1	2	1	2	0,09512462
2	1	2	3	2	0,17811125
2	1	2	4	1	0
2	2	2	2	4	0,5058755
2	3	2	1	3	0,1652949
2	3	2	3	0	0
2	4	2	1	1	0
2	4	2	2	0	0
3	1	2	1	8	0,69529006
3	1	2	2	16	0,95468727
3	1	2	3	5	0,4873396
3	1	2	4	8	0,73523828
3	2	2	1	7	0,7108515

3	2	2	2	10	0,78297981
3	2	2	3	9	0,82917607
3	2	2	4	7	0,71118826
3	3	2	1	12	0,90411873
3	3	2	2	10	0,84246313
3	3	2	3	9	0,77880964
3	3	2	4	7	0,7586387
3	4	2	2	5	0,59165995
3	4	2	3	2	0,24421905
3	4	2	4	7	0,63717349
4	1	2	1	0	0
4	1	2	2	5	0,58688424
4	1	2	3	6	0,74752241
4	1	2	4	5	0,61771872
4	2	2	1	3	0,26880255
4	2	2	2	5	0,63845687
4	2	2	3	4	0,49364453
4	2	2	4	6	0,62290361
4	3	2	1	5	0,48657506
4	3	2	2	4	0,46247654
4	3	2	3	8	0,67480456
4	3	2	4	7	0,68587829
4	4	2	1	8	0,57896238
4	4	2	2	6	0,62354101
4	4	2	3	7	0,77916871
4	4	2	4	9	0,74518719

Tabla resumen con los datos de SR e Índice de Shannon en los puntos Gloria.

**b**

	<b>E</b>	<b>N</b>	<b>S</b>	<b>W</b>
Aumento sps.	33	41	45	36
Disminución sps.	43	38	45	35
Aparición sps.	12	6	13	10
Desaparición sps.	26	13	22	19
No cambios	10	9	10	7

Tabla de contingencia para las orientaciones.

	<b>CUP</b>	<b>MAC</b>	<b>PUL</b>	<b>TCA</b>
Aumento sps.	67	7	42	39
Disminución sps.	71	2	59	29
Aparición sps.	16	3	11	11
Desaparición sps.	29	3	33	15
No cambios	17	1	10	8

Tabla de contingencia para las cimas.