

Este informe acompaña y justifica la cartografía de zonas nivoclimáticas realizada el verano de 2021 en el Pirineo aragonés. En él se recogen los resultados de la modelización climática y de la encuesta realizada a lo largo de los meses de septiembre y octubre de 2021

Regionalización nivoclimática del Pirineo Aragonés

Resultados del estudio de los climas nivológicos del Pirineo mediante la modelización informática y la encuesta

Ivan Moner Seira

Contenido

1. Introducción	2
1.1. Objetivo y alcance	2
1.2. Personal a cargo	3
1.3. Antecedentes.....	3
2. Metodología	6
2.1. Cartografía previa	6
2.2. Modelización climática	7
2.3. Encuesta	7
3. Modelización climática: Métodos y discusión.....	9
3.1. Introducción	9
3.2. Datos usados.....	9
3.3. Metodología empleada	9
3.4. Resultados obtenidos	12
4. Resultados	17
4.1. Regionalización climática.....	17
4.2. Regionalización climática para la producción de boletines en regiones estáticas.....	19
5. Bibliografía.....	21
<u>ANEXO 1: Regionalización basada en la modelización climática</u>	
Ribagorzana y Benasque oriental	22
Posets	24
Valle del Cinca y Ordesa	26
Vignemale-Infiernos	28
Anayet y Somport.....	29
Valles Occidentales.....	29
<u>ANEXO 2: Regionalización basada en la encuesta</u>	
Ribagorzana y valle de Benasque	31
Chistau, Valle del Cinca y Ordesa (Sobrarbe)	33
Panticosa-Infiernos-Anayet	36
Somport y Valles Occidentales	38

INFORME DE LA CARTOGRAFÍA

1. Introducción

Este informe acompaña y justifica la cartografía “Regionalización nivoclimática del Pirineo Aragonés”, realizada los meses de junio a octubre de 2021. Para llevarla a cabo se han combinado tres enfoques distintos: la modelización climática informática de última generación y su análisis estadístico, el criterio de experto de un técnico nivólogo con más de 20 años de experiencia en la predicción pública de aludes y, finalmente, una extensiva encuesta a profesionales de la nieve que operan en el Pirineo Aragonés.

El enfoque que se ha tomado en la cartografía es el desarrollado por el servicio federal suizo de avalanchas (SLF) en 2012, que fue adoptado por los centros de predicción de aludes de Tirol y Trentino en 2018 y del valle de Aran en 2020, y que está en camino de imponerse en gran parte de Europa. Consiste en definir regiones relativamente pequeñas, entre los 100 y los 400 km², con comportamientos nivoclimáticos muy homogéneos en cuanto a los principales parámetros que condicionan la formación del manto nivoso y por ende del peligro de aludes. En los casos citados estas pequeñas regiones se agrupan de un modo u otro en función de las condiciones particulares de cada momento para referir los Boletines de Peligro de Aludes (BPA) (Winkler et al. 2013).

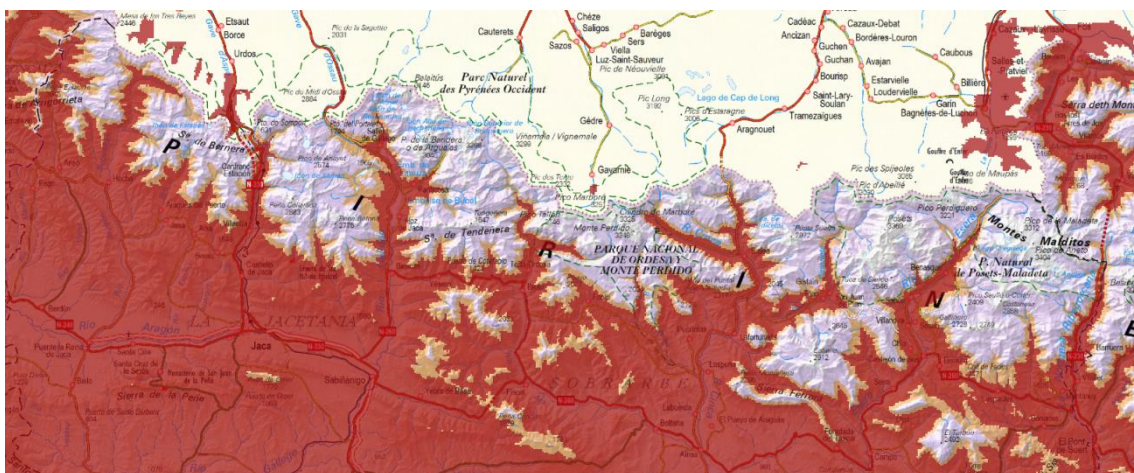


Figura 1: Área de objeto del estudio, Pirineo aragonés por encima de los 1500 m de altura sobre el nivel del mar.

1.1. Objetivo y alcance

Esta cartografía se hace por encargo del Servicio de Protección Civil de la Diputación General de Aragón, a fin de conocer mejor las dinámicas de formación del manto nivoso en los distintos macizos de esta cordillera. Esto puede permitir en el futuro **diseñar redes de observación** manuales y automáticas que complementen las ya existentes y proponer zonas de análisis de la estabilidad de la nieve basadas en criterios objetivos. Al cruzar esta cartografía con un catálogo de fuentes de información nivoclimática se pueden revelar zonas en las que la información disponible es insuficiente.

La baja densidad de observaciones nivometeorológicas en alta montaña, comparada con la de algunas regiones de los Alpes por ejemplo, ha obligado a trabajar con modelos climáticos y no con datos reales para el análisis estadístico. Afortunadamente hay disponibles trabajos muy recientes en este sentido que han podido ser incorporados al proyecto.

La regionalización aquí propuesta es susceptible de ser modificada en el futuro, cuando se pueda testar su operatividad a lo largo de diversas temporadas de predicción de aludes.

1.2. Personal a cargo

Ivan Moner Seira

Licenciado en geología y técnico especialista en avalanchas con 25 años de experiencia en este campo, incluyendo 18 años de predicción y control de aludes en las carreteras C-28 y C-128b y de predicción pública de aludes en el Valle de Aran. Titulación internacional por la Canadian Avalanche Association. Responsable durante 5 años de la predicción de aludes para las carreteras de Panticosa, Somport y Hospital de Benasque. Cartógrafo ATES de gran parte del Pirineo Aragonés. Formador de guías de montaña y grupos de rescate.



Marc Lemus i Cánovas

Graduado en Geografía, Máster en Teledetección y Sistemas de Información Geográfica, e investigador predoctoral y profesor asociado en el Grupo de Climatología del Departamento de Geografía de la Universidad de Barcelona. Autor de 11 publicaciones en revistas internacionales, la mayoría de ellas relacionadas con el estudio de la precipitación en el área de los Pirineos. Investigador en distintos proyectos de ámbito técnico y operativo, financiados por distintas instituciones: Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, Departamento de Medio Ambiente de la Generalitat de Catalunya, Institut d'Estudis Andorrans, etc. Docente en varios cursos de introducción a la programación en R para el análisis de datos espaciales, y autor de dos librerías en este mismo entorno de programación: `synoptReg` (<https://lemuscanovas.github.io/synoptreg/>) y `meteoclimaticR` (<https://github.com/lemuscanovas/meteoclimaticR>)



1.3. Antecedentes

El suizo (SLF) fue el primer servicio de aludes que realizó una división de su territorio en pequeñas zonas para después agruparlas en función de la situación particular de cada día (Winkler et al.2013, 2015). Este enfoque se toma en 2012, y en este caso la regionalización no usa criterios nivoclimáticos, si no de gestión de los riesgos naturales: se adoptan las regiones de alerta usadas por los servicios meteorológicos, sísmicos y ambientales, que tienen en cuenta criterios climáticos pero también administrativos.



Figura 2: División del territorio Suizo en 149 regiones nivoclimáticas.

En 2018, merced de un proyecto europeo de cooperación, los servicios de alerta de aludes del Tirol (Austria), Sud Tirol y Trentino (Italia) se agrupan para empezar a producir BPA de forma conjunta (Mitterer et al. 2018, Lanzanasto et al. 2018). Ponen en funcionamiento la plataforma ALBINA, que les permite proporcionar a los usuarios boletines mucho más homogéneos para toda la región, tanto en el lenguaje utilizado como en los criterios, horarios de publicación y formato de los boletines. En este caso la regionalización se hace a partir de criterios nivoclimáticos y de experto. Se realiza un análisis clúster de las acumulaciones de nieve en 24 h a partir del modelo de predicción SNOWGRID (Olefs et al. 2013) que después es revisado y ajustado por los técnicos de aludes.

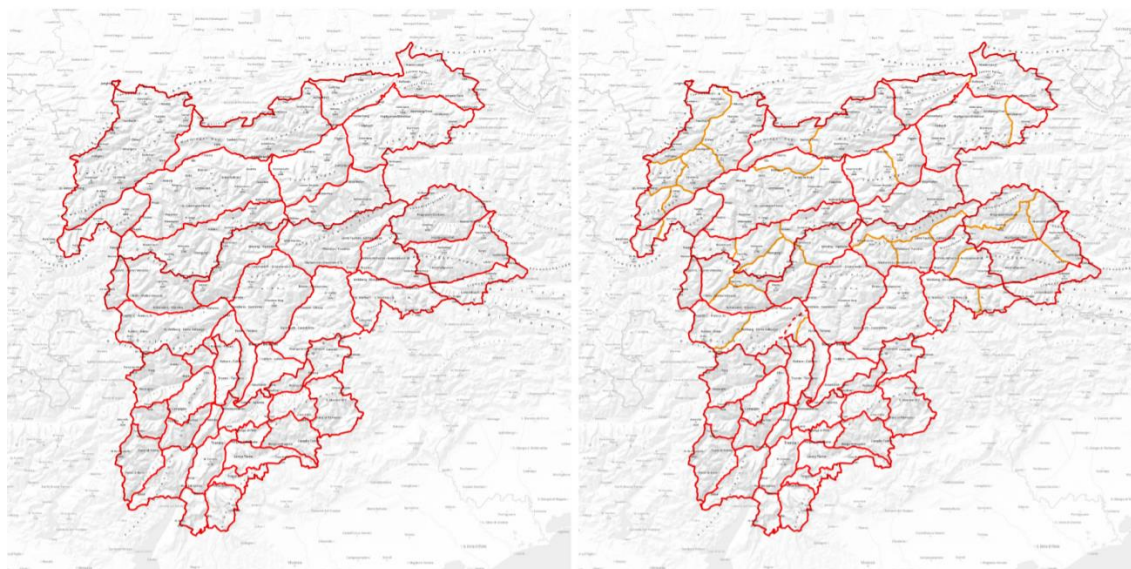


Figura 3: Regionalización climática de Tirol, Sud Tirol y Trentino antes (derecha) y después (izquierda) del análisis climático.

A una escala mucho menor, el servicio de aludes del valle de Arán adoptó la metodología ALBINA en 2020, dividiendo su pequeño territorio en 3 micro-regiones que actualmente se usan para la publicación del boletín de aludes.

Cabe destacar que la plataforma ALBINA está disponible para su utilización en forma de código libre en un repositorio web, de forma que una vez determinadas las regiones se puede adoptar este sistema para la elaboración y publicación de boletines de aludes. Entre otras ventajas, este sistema incorpora un Catálogo de Frases que automatiza la traducción del boletín a 7 lenguas (español, catalán, aranés, francés, inglés, alemán e italiano). Con toda probabilidad esta plataforma será adoptada en breve en Italia, con lo que se convertirá en predominante en todo el arco alpino. En la cordillera Pirenaica es posible imaginar un boletín común de los diferentes servicios que operan en ella, del mismo modo que se ha hecho en el área de la Euregio, al menos para la vertiente meridional.

2. Metodología

A partir de los métodos usados por otros servicios y descritos en los antecedentes, y teniendo en cuenta las especificidades del Pirineo Aragonés, se ha desarrollado una metodología propia para el desarrollo de este proyecto.

Los pasos que se han seguido han sido:

- Cartografía de micro-regiones con criterios puramente geográficos
- Modelización climática y análisis estadístico
- Entrevistas telemáticas y presenciales a profesionales de la nieve de distintos ámbitos (técnicos de aludes, observadores, guardas de refugios, guías de montaña, montañeros de referencia...)

2.1. Cartografía previa

Debido a la gran cantidad de mapas generados por la modelización climática ha sido necesaria una cartografía previa en zonas de pequeño tamaño (15-60 km²), siguiendo elementos geográficos marcados de la cordillera y tomando como límite los 1500 m de altura. De esta forma se han definido 60 micro-regiones como punto de partida de la cartografía.

Se ha buscado que estas regiones correspondan a elementos geográficos (vertientes, macizos, valles, etc.) y no administrativos (comarcas o municipios) puesto que los límites climáticos se corresponden con este tipo de elementos del terreno. De cara al usuario final, en caso que se adoptara este enfoque, también son más fáciles de reconocer.



Figura 4: Micro-regiones definidas por criterios geográficos



Figura 5: Ejemplo de microrregiones en el valle de Tena

2.2. Modelización climática

A continuación se han analizado los mapas obtenidos por medio de la modelización climática (ver siguiente apartado “Modelización climática: Métodos y discusión”). Los mapas usados han sido principalmente:

- Clústers de precipitación general de invierno
- Clústers de precipitación y T de invierno
- Precipitación por patrón sinóptico
- Clústers de precipitación por patrón sinóptico

En cuanto a los patrones, se ha tenido en cuenta la frecuencia de ocurrencia para darle mayor o menor peso en la clasificación y la época más frecuente de cada patrón. El número de clústers se ha ido escogiendo de forma que reflejara mejor las características de cada zona, tratando de eliminar la dependencia con la altura de las variables simuladas.

De esta forma, como se describe con detalle en el ANEXO 1: “Regionalización basada en la modelización climática”, se han ido agrupando micro-regiones de iguales características.

2.3. Encuesta

Finalmente los mapas obtenidos se han contrastado con la opinión de expertos conocedores de las dinámicas nivoclimáticas del Pirineo Aragonés. En el ANEXO 2 “Regionalización basada en la encuesta” se describe la aportación de estos expertos para la definición de zonas concretas. Estos han sido:

Nombre	Fecha entrevista	Tiempo en el puesto	
Marcos Martínez Güerri	Responsable Técnico Cerler	25 agosto 2021	18 años
José Antonio Canela	Técnico Aludes	25 agosto 2021	4 años
Martin Grudzein	Guarda de Llauset y Bachimaña	1 septiembre 2021	10 años
Juaquiné Sánchez	Guarda de Estós	1 septiembre 2021	31 años
Jordi Corominas	Guía Alta Montaña Benasque	1 septiembre 2021	+20 años

Chema Grau	Guarda del Ángel Orús (Posets)	1 septiembre 2021	24 años
Chemary Carrera	Guía de montaña y profesor esquí Benasque	1 septiembre 2021	+20 años
Jaime Arbex	Guarda Pineta	1 septiembre 2021	18 años
Andrés Bellera	Guarda Viadós	2 septiembre 2021	1 año
José Ángel Sánchez	Guarda Casa de Piedra y Bachimaña	6 septiembre 2021	23 años
Iban Urbietta	Guarda Góriz	6 septiembre 2021	26 años
Joan María Vendrell	Guarda Góriz	6 septiembre 2021	21 años
Segis Martínez	Guarda Casa de Piedra y Bachimaña	6 septiembre 2021	24 años
Albert Piqué	Técnico de aludes carreteras	8 septiembre 2021	5 años
Jordi Gavaldà	Técnico de aludes carreteras	8 septiembre 2021	6 años
Iban González	Técnico de aludes carreteras	8 septiembre 2021	6 años
Jorge García-Dihinx	Autor de guías de esquí	13 octubre 2021	+10 años
Alberto Bosque	Presidente CAS Aínsa	14 octubre 2021	
Ángel Moraga	Guía de montaña	14 octubre 2021	
Quique Escuaín	Guía de montaña	14 octubre 2021	
Nacho Vidal	Practicante esquí montaña	14 octubre 2021	
Xaro Cantero	Guarda de Lizara	18 octubre 2021	14 años



Figura 6: Localización de los informantes (puntos amarillos) sobre las regiones nivoclimáticas (líneas azules).

3. Modelización climática: Métodos y discusión

3.1. Introducción

El Pirineo, y por extensión el Pirineo de Aragón, está caracterizado por ser un área de elevada variabilidad espacio-temporal en términos de nivoclimatología, debido principalmente a su situación geográfica y su compleja orografía. De hecho, son varios los estudios que analizan esta variabilidad climática en las diversas áreas del Pirineo (Begueria et al., 2009; Vicente-Serrano et al., 2009; Buisan et al., 2015; Lemus-Canovas et al., 2021). Precisamente, y para conocer la variabilidad climática del Pirineo de Aragón, se propone generar una clasificación sinóptica objetiva que permita detallar los principales patrones atmosféricos existentes en el suroeste de Europa, y la vinculación de estos con la precipitación en esta área de los Pirineos. Este enlace entre la escala sinóptica y la escala local, permite descubrir donde empieza y termina la influencia, por ejemplo, de una advección del norte. Esto a su vez, facilita las tareas de definición de unas nuevas regiones nivoclimáticas para el Pirineo de Aragón. Los resultados obtenidos en este proyecto se desarrollan en base a la metodología propuesta por Lemus-Canovas et al. 2019.

3.2. Datos usados

La precipitación acumulada diaria fue extraída de la base de datos reticulada a 1km del Proyecto CLIM'PY (Characterization of the evolution of climate and provision of information for adaptation in the Pyrenees), para el periodo 1981-2015. Para el cómputo de la clasificación sinóptica, se usó la presión atmosférica en superficie (mslp), variable subministrada por el reanálisis NCEP/NCAR, promediada diariamente y envolviendo el área 30°N-55°N and 20°W-20°E a una resolución espacial de 2.5° para el periodo 1981-2015.

3.3. Metodología empleada

3.3.1. Clasificación sinóptica: Jenkinson and Collison

La clasificación sinóptica de Jenkinson & Collison (J&C) (1977) es un método automático que permite conocer el tipo de circulación atmosférica a partir de la presión atmosférica reducida al nivel del mar de al menos 9 puntos, 16 puntos en el caso del presente estudio (Figura 7), basándose en la clasificación de Lamb y sus LWT, y que proponer los tipos de tiempo de J&C (J&CWT). La presión atmosférica en este trabajo fue obtenida para el período 1995-2010 del proyecto ERA Interim a una resolución de 6 horas, a las 00, 06, 12 y 18 UTC, sumando un total de 5.844 días, 23.376 datos cada 6 horas y 374.016 datos de presión atmosférica.

La clasificación de J&C consta de 27 tipos de tiempo: 8 adyectivos puros (N, NE, E, SE, S, SW, W y NW), 1 ciclónico (C), 1 anticiclónico (A), 8 híbridos adyectivo- ciclónicos (CN, CNE, CE, CSE, CS, CSW, CW y CNW), 8 híbridos adyectivo- anticiclónicos (AN, ANE, AE, ASE, AS, ASW, AW y ANW) y 1 indeterminado (U).

Los índices utilizados fueron los siguientes: flujo del sur (SF), flujo del oeste (WF), flujo total (F), vorticidad de cizalladura del sur (ZS), vorticidad de cizalladura del oeste (ZW) y vorticidad de cizalladura total (Z). Estos índices se calcularon utilizando los valores de la presión a nivel del mar (SLP) obtenidos para los 16 puntos de la cuadrícula (p1 - p16) que se muestran en la Figura 7, utilizando las siguientes expresiones:

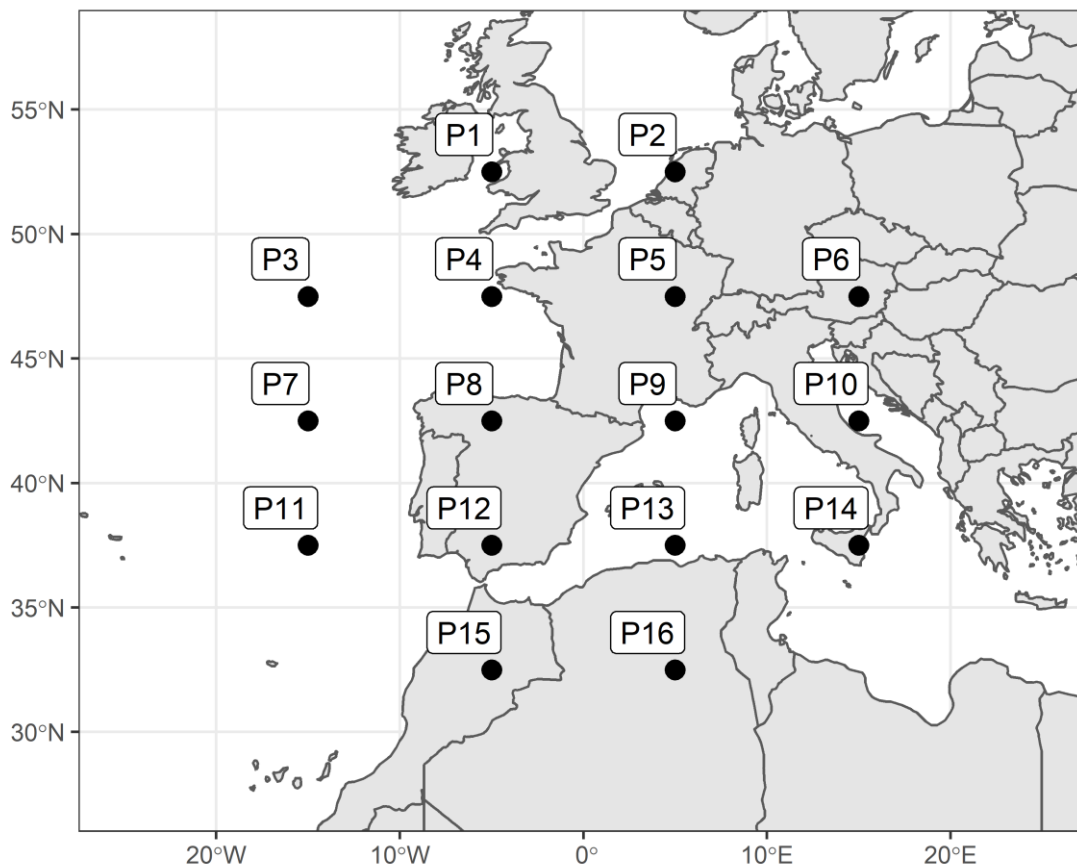


Figura 7. Malla de 16 puntos para la obtención de la presión atmosférica reducida a nivel del mar
 (Elaboración propia)

$$SF = 1.305[0.25(p_5 + 2 \times p_9 + p_{13}) - 0.25(p_4 + 2 \times p_8 + p_{12})]$$

$$WF = [0.5(p_{12} + p_{13}) - 0.5(p_4 + p_5)]$$

$$ZS = 0.85 \times [0.25(p_6 + 2 \times p_{10} + p_{14}) - 0.25(p_5 + 2 \times p_9 + p_{13}) - 0.25 \times (p_4 + 2 \times p_8 + p_{12}) + 0.25(p_3 + 2 \times p_7 + p_{11})]$$

$$ZW = 1.12 \times [0.5 \times (p_{15} + p_{16}) - 0.5 \times (p_8 + p_9)] - 0.91 \times [0.5 \times (p_8 + p_9) - 0.5 \times (p_1 + p_2)]$$

$$F = (SF^2 + WF^2)^{1/2}$$

A partir de los valores de las expresiones analíticas anteriores y siguiendo el método de J&C se aplican las siguientes 4 reglas:

La dirección del flujo viene dada por $\tan^{-1}(WF/SF)$, añadiéndose 180° si WF es positivo. La dirección adecuada se calcula utilizando un compás de ocho puntos, permitiendo 45° por sector.

Si $|Z| < F$, el flujo es esencialmente recto y se considera de tipo direccional puro (ocho casos diferentes según las direcciones del compás).

Si $|Z| > 2F$, se considera que el patrón es de tipo ciclónico puro si $Z > 0$, o de tipo anticiclónico puro si $Z < 0$.

Si $F < |Z| < 2F$, se considera que el flujo es de tipo híbrido y, por tanto, se caracteriza tanto por dirección y circulación (8×2 tipos diferentes).

Este método permite definir 26 CWT diferentes que se representan de forma esquematizada en la figura 8.

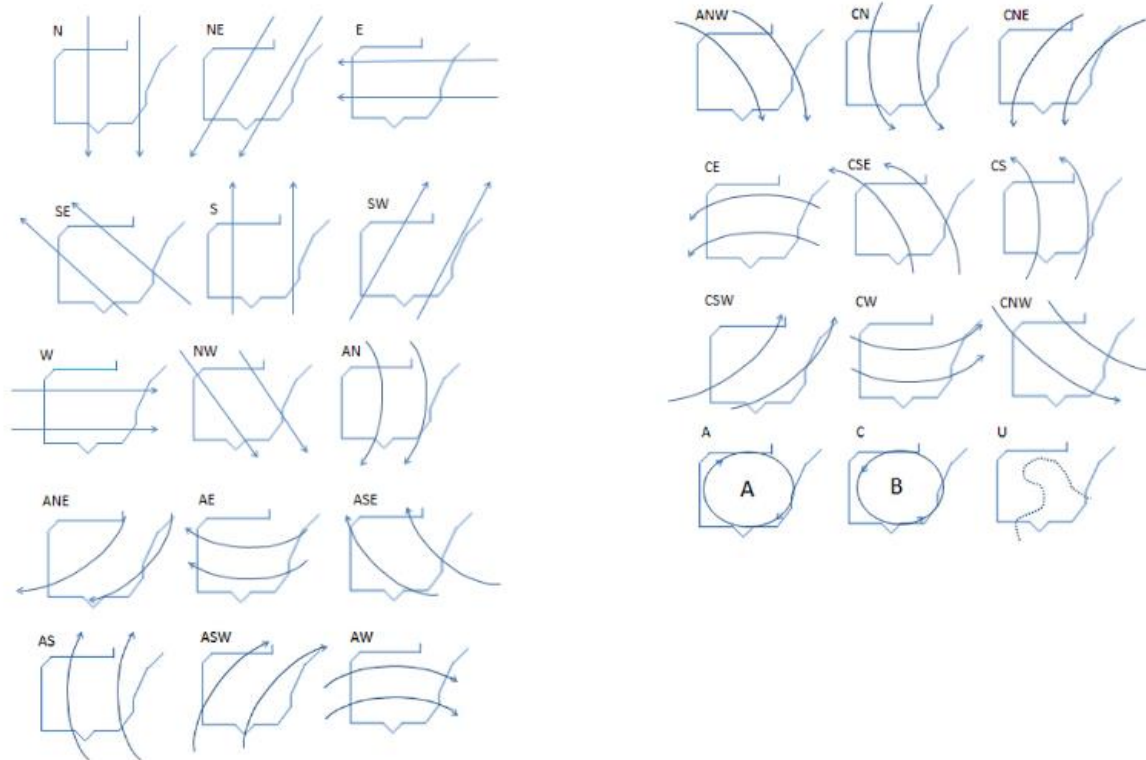


Figura 8. Configuración isobárica básica de los 27 tipos sinópticos de Jenkinson y Collinson sobre la Península Ibérica. (Las flechas representan isobaras). Fuente: Martín-Vide et al. 2016.

3.3.2. Cartografía y clustering pluviométrico basado en los tipos de circulación atmosférica

Mediante los tipos de circulación atmosférica, es posible cartografiar los valores medios de precipitación asociados a cada uno de ellos. De este modo, si inicialmente se habían obtenido 26 tipos de circulación, se consigue el mismo número de patrones de precipitación. Este tipo de cartografía permite conocer el grado de alcance que tiene de cada situación sinóptica en el Pirineo de Aragón.

Una vez obtenidos los 26 mapas de precipitación media diaria, es posible usar estos en un análisis clúster que permita obtener un mapa resumen con las principales regiones pluviométricas del área de estudio, siguiendo la metodología mostrada en la figura 3 y que detallamos a continuación. Primero aplicamos un análisis de componentes principales (ACP) a los 26 mapas de precipitación cada tipo sinóptico. Este proceso nos permite eliminar la información redundante de los mapas de precipitación y solo capturar la información más significativa del conjunto de los 26 mapas. (2) Posteriormente, se remuestran espacialmente los componentes principales (PC) seleccionados con una resolución espacial de 2×2 km para reducir los efectos locales, como el efecto del fondo del valle. Además, y para enfatizar aún más la continuidad espacial de las regiones, aplicamos un filtro de suavizado de 5×5 para evitar discontinuidades acusadas en nuestras regiones. (3) Aplicamos el método de agrupación K-means de forma iterativa para generar de 4 a 8 clústeres, obteniendo 5 clasificaciones.

Los resultados obtenidos por el proceso de clústering, son solamente una aproximación de las posibles regiones climáticas de la zona, ya que la configuración definitiva de las regiones debe basarse, también, en el criterio experto de los profesionales en el campo nivoclimático.

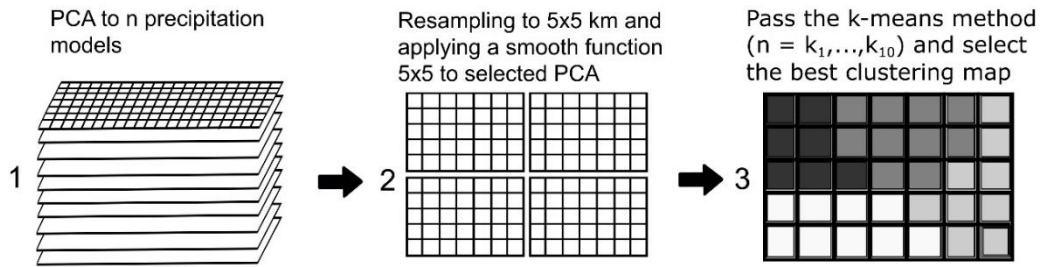


Figura 9. Esquema de la metodología desarrollada para generar regiones climáticas objetivas. Fuente: Lemus-Canovas et al., 2019

3.4. Resultados obtenidos

En primer lugar, se presentan los tipos de circulación atmosférica (Fig. 4) que permiten conocer el origen del flujo de aire. Como ya se comentó en el apartado metodológico, estos tipos atmosféricos se pueden dividir en tres grupos: advectivos puros, advectivos ciclónicos y advectivos anticiclónicos. En este sentido, son de especial interés todos aquellos patrones ciclónicos, ya que son los que realizarán un mayor aporte de humedad en el área del Pirineo de Aragón. Sin embargo, es importante también fijar la mirada en los tipos puros, ya que la dirección del flujo de aire condiciona claramente los acumulados en el área de estudio.

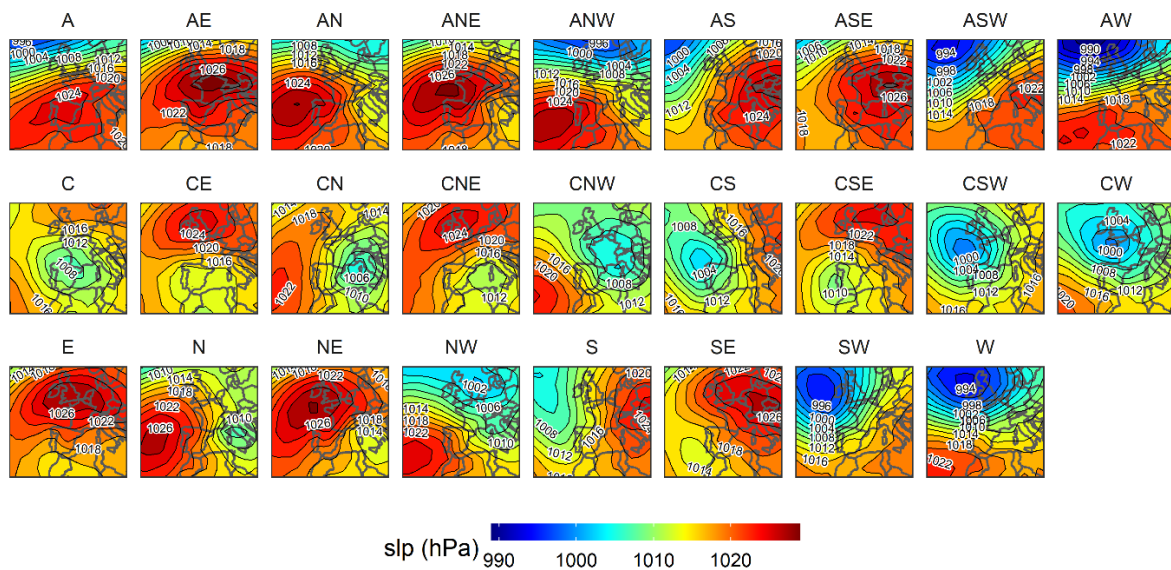


Figura 10. 26 tipos de circulación atmosférica derivados mediante el método de Jenkinson y Colison.

Lógicamente, no todos los tipos de circulación son igual de frecuentes, pues algunos de ellos, como el anticiclónico puro, es el más habitual de todos en el semestre frío (Fig. 11). De hecho, la mayoría de los inviernos se caracterizan por situaciones anticiclónicas, caracterizadas por la aparición del fenómeno de inversión térmica. De todos los días analizados de los meses de enero a mayo y de octubre a diciembre, en el período 1981-2015, el tipo anticiclónico supera los 1600 días. Si observamos el mapa de precipitación asociado al tipo anticiclónico, vemos que, lógicamente, la precipitación asociada es prácticamente cero en toda la región (Fig. 12). El tipo de NE puro, que es el segundo más frecuente (Fig. 11), tampoco es un patrón muy activo en el Pirineo de Aragón, debido a su recorrido continental, que si proporciona bajas

temperaturas, pero no conlleva precipitación. Solamente la parte más septentrional de esta región registra algunas precipitaciones débiles (Fig. 12).

El tercer patrón más frecuente, el ciclónico puro, se caracteriza por una profunda depresión centrada en el área de los Pirineos (Fig. 12), y que tiene su pico de frecuencia relativa en el mes de abril (Fig. 12). Este patrón sí que comporta una gran aportación de precipitación cuando este sucede, alrededor de unos 15 mm/día en las zonas más elevadas (Fig. 12), y especialmente en la parte más septentrional del área de estudio. En cuarto lugar, tenemos el tipo de circulación puro del oeste (W), muy habitual en los meses de invierno (Dic-Ene-Feb) (Fig. 12), y que aporta un gran flujo húmedo procedente del atlántico, debido a la colocación de una profunda depresión en el Reino Unido (Fig. 12). Esto produce que la mitad oeste del Pirineo de Aragón reciba una aportación pluviométrica mucho más abundante (~20 mm) que el área más oriental (0-10 mm) (Fig. 12).

Por lo que respecta a otros tipos de circulación interesantes para el Pirineo de Aragón, destacan las situaciones de Norte, sean puras, anticiclónicas o ciclónicas ya que dejan acumulados diarios medios abundantes en el extremo noroeste del área de estudio (Fig. 12). Opuestas a estas últimas tenemos las situaciones de sur, en todas sus formas, que dejan cantidades muy importantes de precipitación en toda la vertiente sur y mitad este del área de estudio, siendo estos valores inferiores en el extremo noroeste. Concretamente, con las situaciones ciclónicas del sur, los acumulados diarios medios llegan a máximos de 40-50 mm (Fig. 12), siendo una situación más propia de octubre y noviembre (Fig. 13).

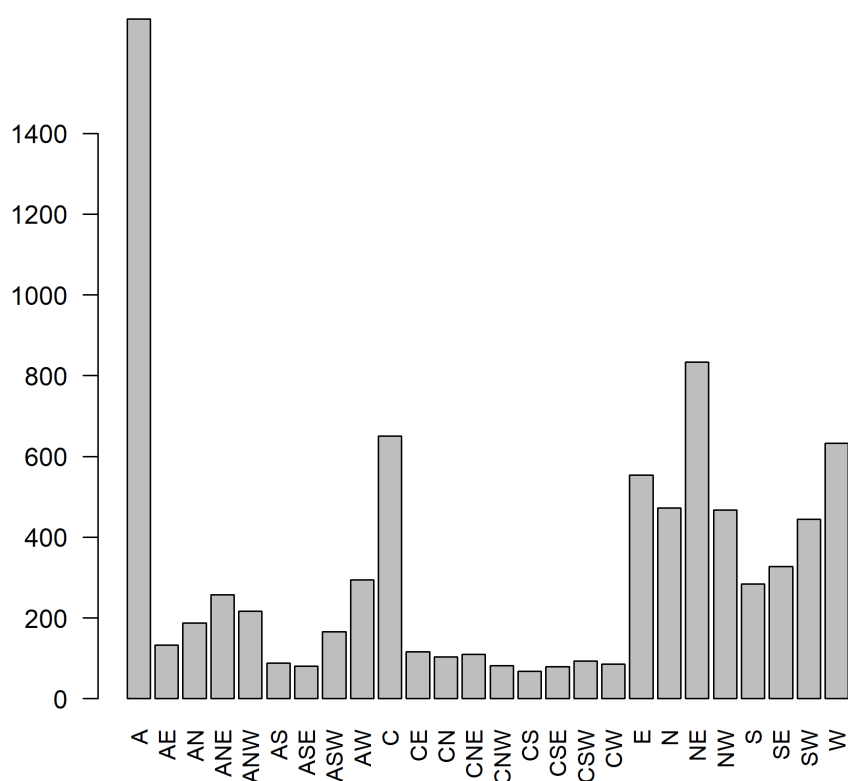


Figura 11. Frecuencias absolutas para cada patrón de circulación atmosférica.

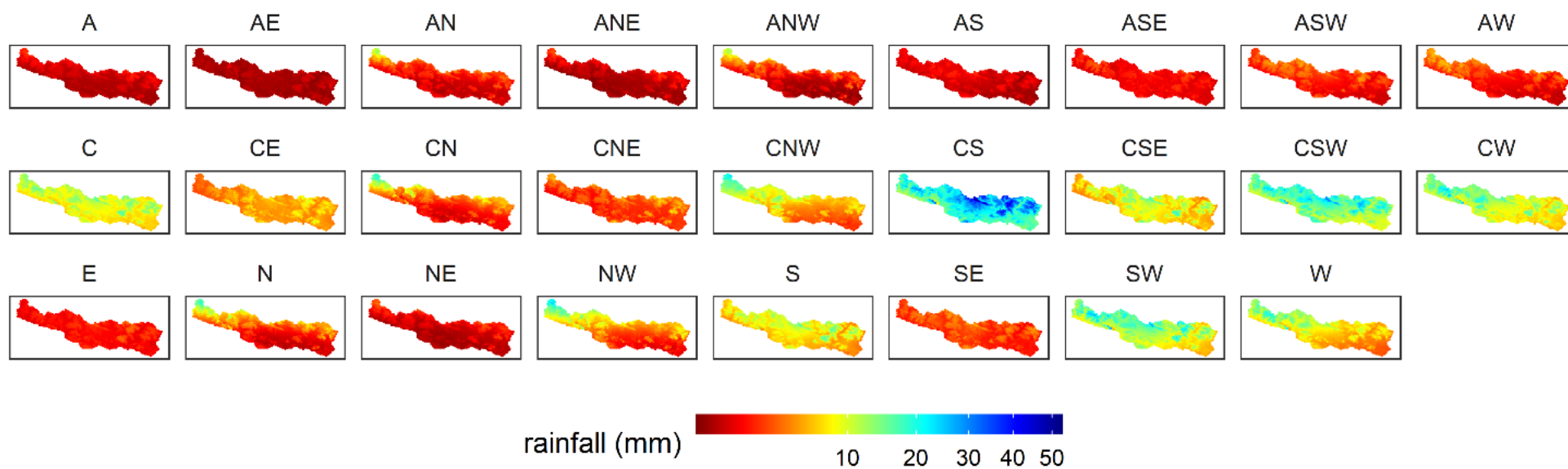


Figura 12. Cantidades medias de precipitación diaria por cada tipo de circulación atmosférica.

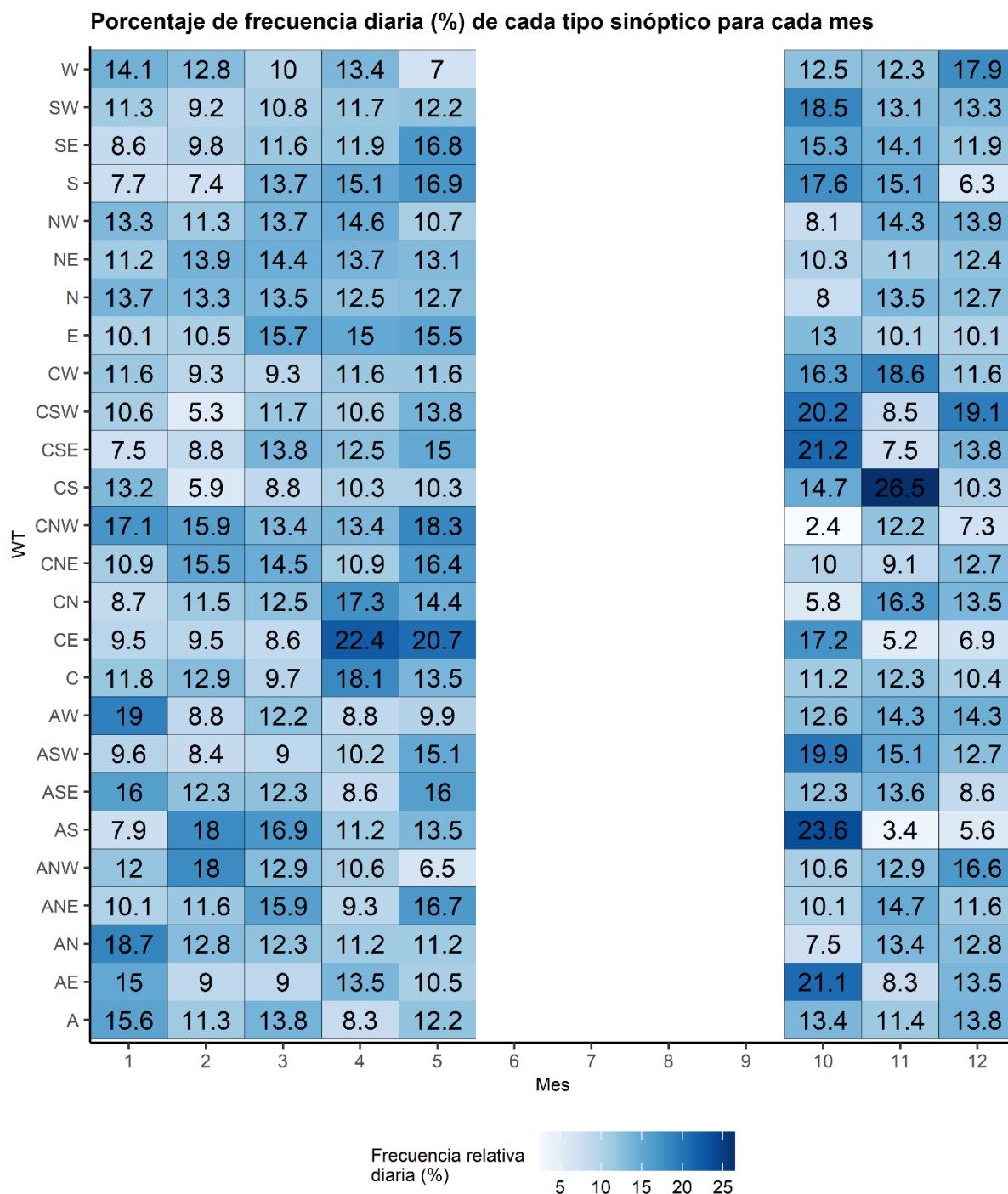


Figura 13. Frecuencias relativas mensuales asociadas a los patrones de circulación atmosférica. Este tipo de diagrama permite estudiar la estacionalidad de cada uno de los tipos de circulación atmosférica.

Con los mapas anteriores se realiza un proceso iterativo de *clustering* para tener una primera representación de las posibles regiones del área de estudio (Fig. 14). Los resultados muestran 5 mapas, de 4 a 8 regiones, respectivamente. En todos los mapas se muestra como región bien definida la que está situada en el extremo noroeste del área de estudio, que sobre todo se ve muy afectada por las advecciones del norte. Por otro lado, también se entrevé una división entre la mitad este y oeste, sobre todo cuando dividimos el área de estudio en 7 y 8 regiones. Por lo tanto, de dicha regionalización se desprende que el comportamiento del área

septentrional este es ligeramente distinta del área septentrional oeste. La primera se ve más afectada por las situaciones de sur y sureste, mientras que la segunda cuantifica los registros más elevados cuando se suceden situaciones de noroeste y oeste, y suroeste. Del mismo modo que hay una subdivisión norte entre oeste y este, incluso, oeste, centro y este, esta también existe en el sur del área de estudio, que es el área más seca, especialmente en su parte más oriental.

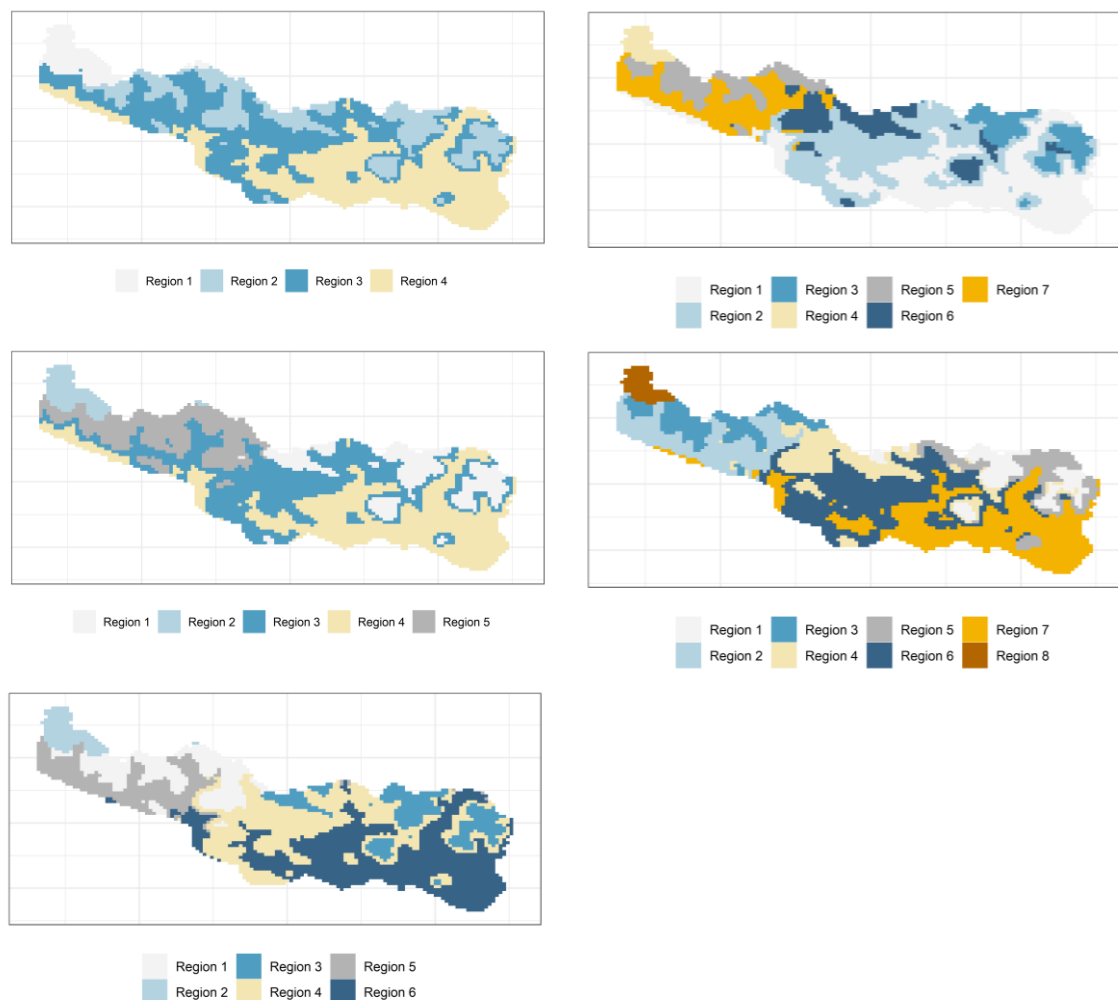


Figura 14. Resultados del clustering objetivo mediante los mapas de precipitación diaria. Se muestra la iteración de 4 a 8 regiones

4. Resultados

4.1. Regionalización climática

El estudio de los climas nivológicos del Pirineo aragonés a través de la modelización y de las entrevistas ha dado como resultado las 14 regiones que se muestran en la figura 34. Estas tienen un tamaño entre los 79 y los 231 km², promediando 141 km².

Como se ha comentado en la introducción, el uso que se puede dar a estos mapas es doble:

- Por un lado pueden servir para mejorar la red de observación nivometeorológica existente. Comparando estos mapas con el catálogo de fuentes de información nivometeorológica pueden detectarse regiones con nivoclimas singulares de las que se dispone de información insuficiente, ya sea de datos de campo o de estaciones automáticas.

Pueden ser usados también para proveer de información sobre el peligro de aludes al usuario, en caso de adoptar un sistema tipo el de Suiza o Tirol y referir la información a unas regiones flexibles. Los boletines de aludes entonces tienen un formato mapa, en el que diversas regiones con condiciones similares para el día del boletín son seleccionadas conjuntamente.

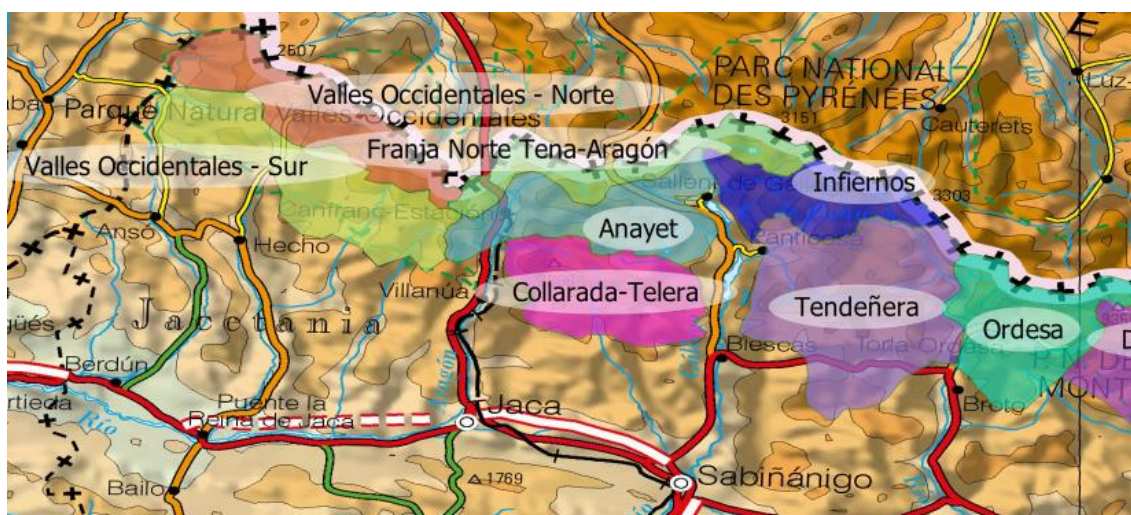


Figura 15: Resultados de la regionalización nivoclimática del Pirineo Aragonés

Las características diferenciales de estas 14 regiones se resumen a continuación:

- **Valles occidentales – Norte:** Área de gran influencia atlántica, con un clima marcadamente oceánico. Las situaciones de W y NW dejan abundantes precipitaciones en los meses invernales. Las nevadas de este cuadrante no suelen ir acompañadas por vientos fuertes.
- **Valles occidentales – Sur:** Se diferencia de la anterior tanto en situaciones de norte, en que los vientos se aceleran, como de sur, cuando recibe mayor precipitación.
- **Franja Norte Tena-Aragón:** Franja de gran influencia atlántica, aunque al estar más alejada del océano que el norte de los valles occidentales no recibe tanta precipitación del oeste y la cota de nieve acostumbra a estar más baja.
- **Anayet:** Área transicional entre la Franja Norte, muy oceánica, y los macizos de Collarada y Telera, más influenciados por los frentes de sur. Recibe precipitaciones en situaciones tanto de norte como de sur, pero en menor cuantía que sus vecinas. Los vientos también se encuentran entre una y otra.
- **Collarada-Telera:** Sector sur de la cordillera en esta zona. Los frentes de norte acostumbran a dejar poca nieve y esta es erosionada fuertemente por los vientos que las siguen. En cambio las entradas de sur y suroeste dejan aquí abundantes nevadas con vientos menores que en los sectores más al norte.
- **Infiernos:** Incluye la cabecera del Ara hasta el Vignemal. Más ventosa y de menor precipitación que el área de Respomuso, pero todavía con abundantes nevadas de noroeste.
- **Tendeñera:** Similar a su vecina al oeste “Collarada-Telera”. Los frentes de componente norte dejan poca precipitación y habitualmente seguida de fuerte viento, mientras que los del sur acostumbran a acumular más nieve. Marca también, en el collado de Cotefablo, un límite habitual E-W en la penetración de las borrascas atlánticas.
- **Ordessa:** La sombra pluviométrica de los macizos franceses hace que en este sector ya no se distinga tan claramente una franja norte de mayor precipitación. La estrechez de la parte española de la cordillera se traduce en que no se distingan franjas de mayor o menor componente oceánico/continental.
- **Derecha Cinca:** Derecha hidrográfica del río Cinca. La situación de sombra pluviométrica producida por los macizos franceses se repite, haciendo que los frentes atlánticos lleguen con poca precipitación y vientos acelerados. Son las borrascas del suroeste las que producen precipitaciones abundantes.
- **Punta Suelza:** Similar a la derecha del Cinca, con algo mejor innivación en entradas de norte y algo de sombra pluviométrica del macizo del Cotiella.
- **Posets:** las mejores nevadas se producen en esta área con entradas de sur y suroeste. Nuevamente el norte deja poca nieve y vientos destructivos. Empieza a sentirse la influencia del Mediterráneo, frentes muy activos del SE (gotas frías) alcanzan a veces este sector.
- **Franja Norte Benasque-Chistau:** La ausencia de macizos importantes del lado francés hacen que esta zona reciba abundantes precipitaciones en situaciones de noroeste y especialmente de norte. Las borrascas de sur, en cambio, acumulan poca nieve y producen Foën.

- **Vallibierna-Llauset:** Zona transicional en que los frentes de norte dejan nieve, pero con mayor viento que en la franja norte y del mismo modo los de sur acumulan precipitación, pero menos que en el sector de Cerler-Castanesa.
- **Cerler-Castanesa:** Zona meridional de la Ribagorza, muy azotado por el viento en situaciones de norte y que recibe precipitaciones del cuadrante sur. Su peculiaridad es que su mayor cercanía al Mediterráneo lo hace susceptible de recibir nevadas copiosas en situaciones del SE (gota fría).

Nombre	Area (km2)
Cerler-Castanesa	163
Cotiella-Turbón	231
Posets	167
Franja Norte Benasque-Chistau	98
Vallibierna- Llauset	93
Derecha Cinca	228
Valles Occidentales - Sur	155
Collarada-Telera	119
Valles Occidentales - Norte	116
Punta Suelza	120
Infiernos	86
Ordesa	119
Tendeñera	227
Franja Norte Tena-Aragón	79
Anayet	118

Figura 16: Tamaño de las regiones, en km2

4.2. Regionalización climática para la producción de boletines en regiones estáticas

En caso que se decida no adoptar el enfoque microregional para la producción de BPAs, o hasta que este no se produzca, este trabajo puede usarse como se ha comentado para el diseño de la red de observación. Además, es posible usarlo para revisar las regiones para las que se producen los BPA.

Se ha reducido la cartografía a 5 y 7 regiones, de modo que el tamaño de las regiones y su número se aproxime más al enfoque que actualmente se usa. Esta simplificación resulta bastante satisfactoria en el caso de las 7 regiones, en la que el Pirineo queda dividido en 3 bandas longitudinales, según su influencia más atlántica o mediterránea, y en sus extremos en tres bandas latitudinales según su clima más oceánico o continental. El Pirineo central, el Sobrarbe sobretodo, recibe poca influencia oceánica debido a la sombra pluviométrica de las grandes montañas del Pirineo francés y no se divide en estas franjas latitudinales

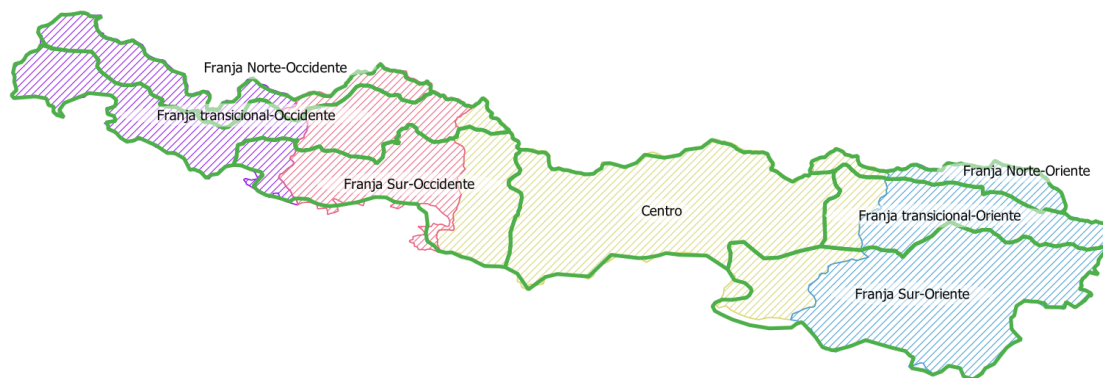


Figura 17: Simplificación de la regionalización en 7 regiones (en verde). Los colores rallados se corresponden con las actuales regiones del BPA de AEMET (morado: Jacetania, rojo: Gállego, amarillo: Sobrarbe, azul: Ribagorza).

En caso de buscar una simplificación mayor, a 5 regiones, los resultados ya responden menos a lo hallado en este estudio. La diferencia existente todavía con las regiones actualmente usadas, que se definen por criterios administrativos, es la necesidad de una regionalización más latitudinal, que responda a las diferencias nivoclimáticas debidas a la influencia oceánica y a la localización de las divisiones longitudinales en fondos de valle, de modo que los macizos no quedan partidos entredós regiones.

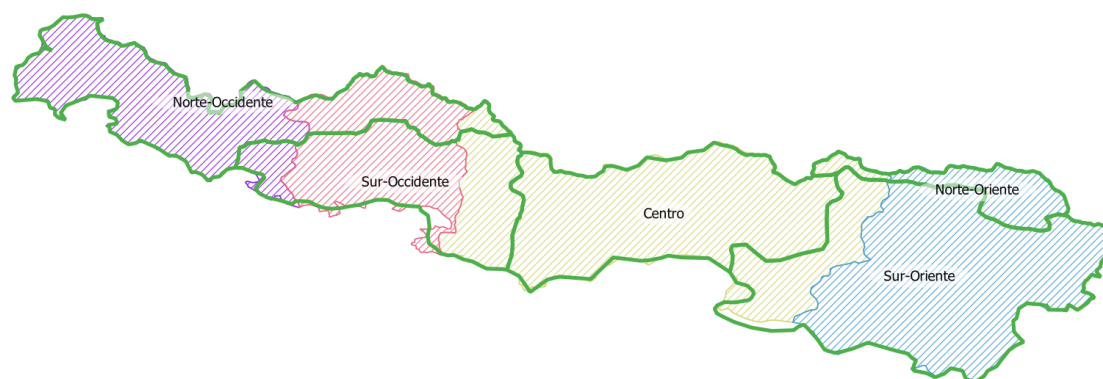


Figura 18: Simplificación de la regionalización en 5 regiones (en verde). Los colores rallados se corresponden con las actuales regiones del BPA de AEMET (morado: Jacetania, rojo: Gállego, amarillo: Sobrarbe, azul: Ribagorza)

5. Bibliografía

Norbert Lanzanasto, Alex Boninsegna, Paolo Cestari, Karel Kriz, Daniel Nell, Alexander Pucher, Christoph Mitterer (2018): Project ALBINA: The technical framework for a consistent, cross-border and multilingual regional avalanche forecasting system. International Snow Science Workshop, Oct 2018 Innsbruck, Tirol. <http://arc.lib.montana.edu/snow-science/item/2705>

Marc Lemus-Canovas, Miquel Ninyerola, Joan A. Lopez-Bustins, Santiago Manguan, Carles Garcia-Sellés (2019): A mixed application of an objective synoptic classification and spatial regression models for deriving winter precipitation regimes in the Eastern Pyrenees. Int J Climatol. 2019;39:2244–2259.

Marc Lemus-Canovas, Joan A. Lopez-Bustins, Laura Trapero, Javier Martin-Vide (2019): Combining circulation weather types and daily precipitation modelling to derive climatic precipitation regions in the Pyrenees. Atmospheric Research 220 (2019) 181–193 <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2019.01.018>

Christoph Mitterer, Norbert Lanzanasto, Patrick Nairz, Alex Boninsegna, Michela Munari, Günther Geier, Lukas Rastner, Fabio Gheser, Alberto Trenti, Sergio Beghini, Gian-Luca Tognoni, Alexander Pucher, Daniel Nell, Karel Kriz, Rudi Mair (2018): Project ALBINA: A conceptual framework for a consistent, cross-border and multilingual regional avalanche forecasting system. International Snow Science Workshop, Oct 2018 Innsbruck, Tirol. <https://arc.lib.montana.edu/snow-science/item/2812>

Matthias Walcher, Christoph Mitterer, Norbert Lanzanasto (2018): A concept of harmonizing regional avalanche forecasting. International Snow Science Workshop, Oct 2018 Innsbruck, Tirol <http://arc.lib.montana.edu/snow-science/item/2728>

Winkler, Kurt & Kuhn, Tobias. (2015): Fully automatic multi-language translation with a catalogue of phrases: successful employment for the Swiss avalanche bulletin. Language Resources and Evaluation. 51. 10.1007/s10579-015-9316-5.

Winkler, Kurt; Bächtold, M; Gallorini, S; Niederer, U; Stucki, Thomas; Pielmeier, Cris; Darms, Gian; Dürr, Lena; Techel, Frank; Zweifel, Benjamin. (2013): Swiss avalanche bulletin: Automated translation with a catalogue of phrases. https://www.researchgate.net/publication/261612274_Swiss_avalanche_bulletin_Automated_translation_with_a_catalogue_of_phrases

ANEXO 1: Regionalización basada en la modelización climática

En este apartado se detalla por sectores las decisiones tomadas en función de la modelización climática, con ejemplos de los mapas que se han usado. Como se explica en el apartado anterior los tipos de mapas usados, por proporcionar los resultados más significativos, son los de acumulación diaria de precipitación en función del patrón sinóptico y los análisis clúster.



Figura 19: leyenda de los mapas de precipitación diaria acumulada (mm/día)

Ribagorzana y Benasque oriental

La tendencia general de los modelos en esta zona es de marcar un fuerte gradiente de precipitación norte-sur con los patrones sinópticos de norte y una gradación también clara este-oeste con los patrones de este.

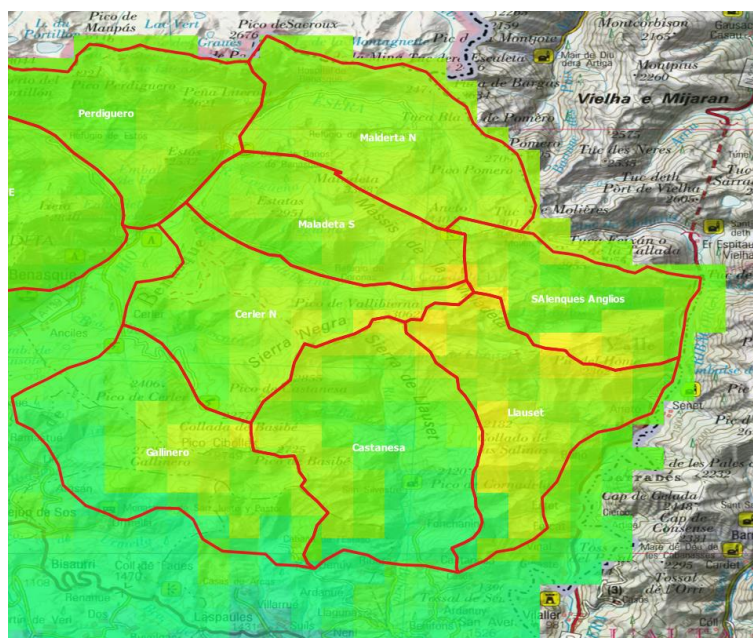


Figura 20: Precipitación en patrón sinóptico CNW (ciclónico con componente NW) en el que se define muy bien la zona "Llauset".

En los análisis estadísticos, en cambio, no se observa ningún clúster claro, más allá de los producidos por las diferencias altitudinales.

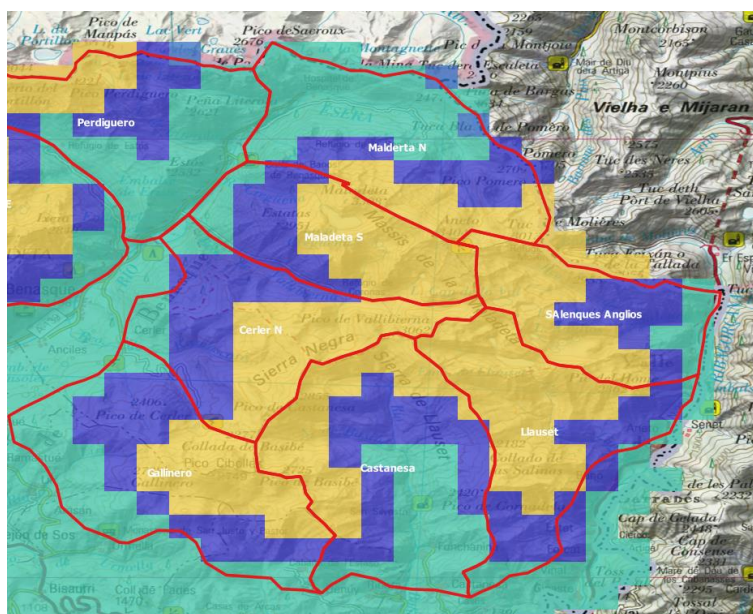


Figura 21: Análisis clúster de la zona agrupada en 6 rangos. La zonificación parece corresponderse más con las diferencias altitudinales que con distribuciones climáticas de las variables.

A partir del análisis conjunto de los mapas la propuesta para este sector es dividirlo en 3 franjas longitudinales en función especialmente de la influencia de los frentes atlánticos:

- Límite Norte-Oriental: Cara Norte de la Maladeta (banda de influencia atlántica)
- Cara Sur de la Maladeta y Salenques (transicional)
- Cerler-Castanesa: Zona Sur (Mediterránea-continental)



Figura 22: Resultado de la modelización climática en el sector de Ribagorzana-Benasque Oriental

Posets

Las salidas de los modelos de precipitación por patrón sinóptico sugieren que:

- La zona de Perdiguero, al norte del refugio de Estós, se comporta igual que la que se había definido al norte de la Maladeta
- Todo el macizo de Posets, desde el collado de Estós al Collado de Sahún) se comporta de forma similar, sin diferencias significativas norte-sur o este-oeste.
- El macizo de Cotiella y la sierra de Chia se comportan de forma similar.
- El límite entre la zona de Punta Suelza y de Bachimala está más al sur que lo sugerido previamente en la micro-regionalización.

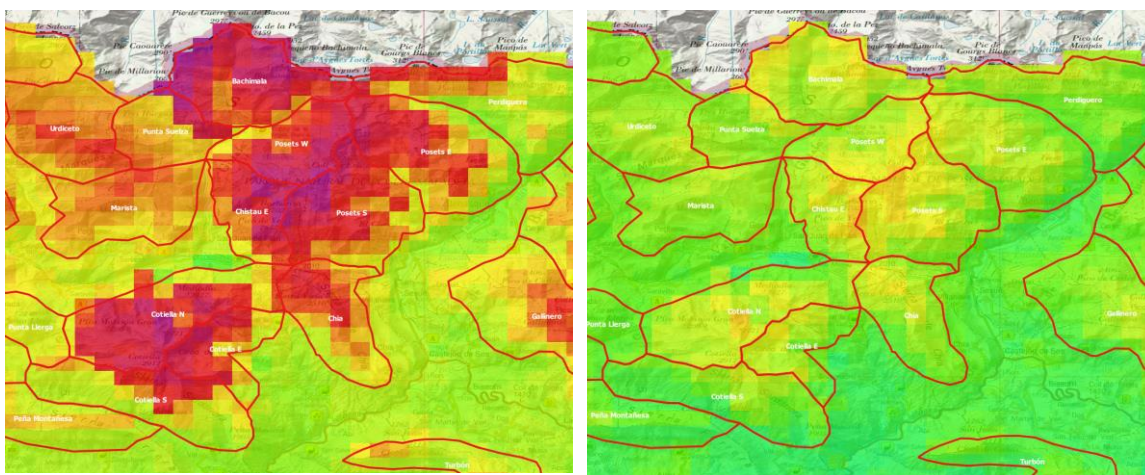


Figura 23: Patrones de precipitación con situaciones de SW (izquierda) y de W (derecha). Las líneas se corresponden con el análisis geográfico de micro-regiones. Se observa el comportamiento homogéneo del macizo del Cotiella y del de Posets.

A partir del análisis conjunto de los mapas de precipitación y de clústeres, la propuesta es dividir la zona en:

- **Zona de influencia atlántica** limitada a una estrecha franja al norte del collado de Estós y del propio refugio, que se ensancha ligeramente en la zona de Bachimala. Esta zona es la continuación al W de la definida al norte de la Maladeta.
- **Macizo de Posets**, con poca afectación de las perturbaciones de N y grandes acumulaciones en S, SW y CSW y CS. (Figura 24)
- **Macizo de Cotiella**: Afectado también por los SW y W, pero a diferencia de Posets, también fuertemente por los frentes del E-SE como se puede ver en la figura 24. Integra también Turbón por escala y carácter.

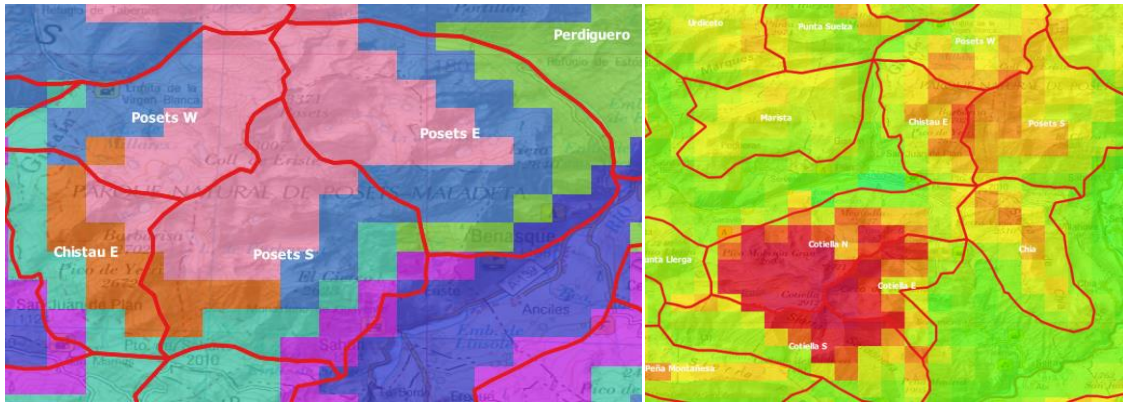


Figura 24: clúster climático en 12 regiones (izquierda) y precipitación diaria en situaciones ciclónicas del SE (derecha).

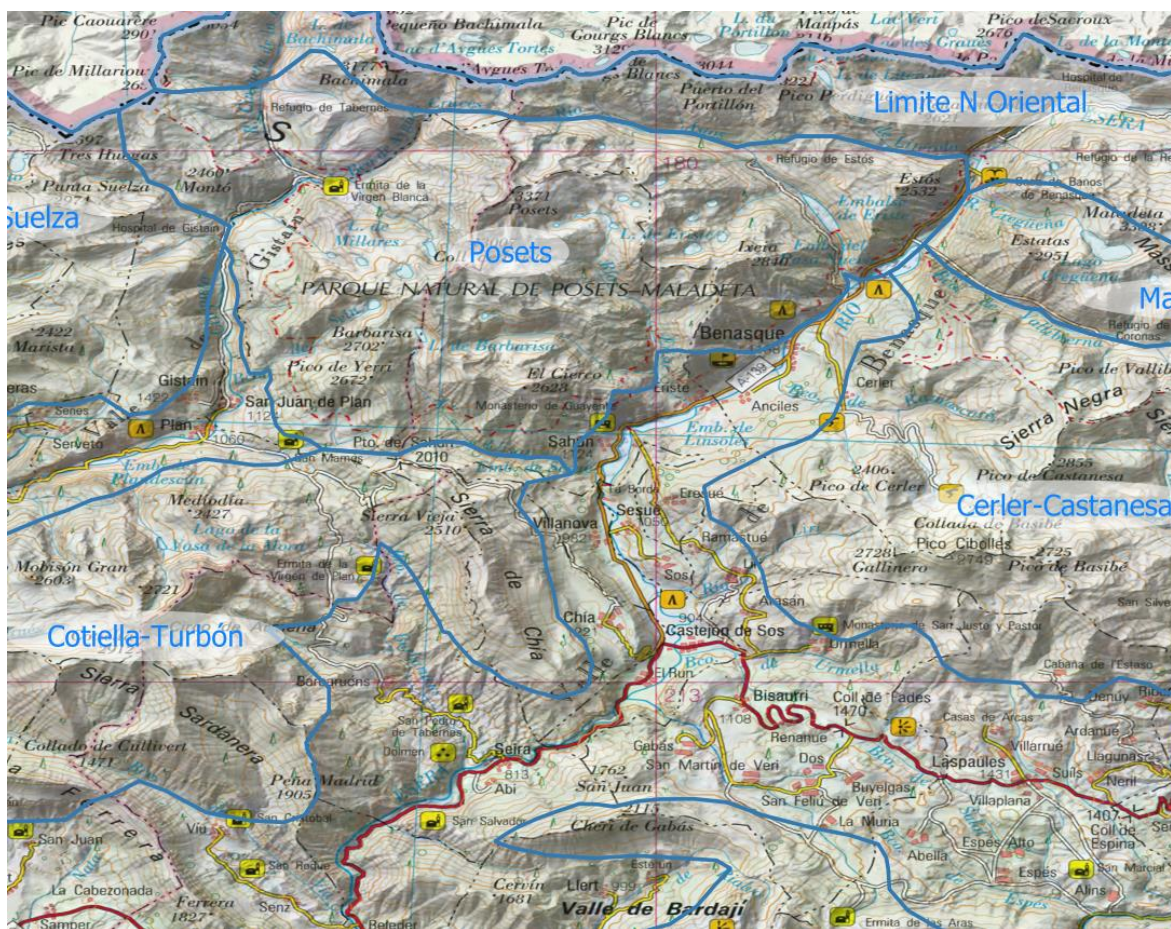


Figura 25: Zonificación en el Macizo de Cotiella y Posets

Valle del Cinca y Ordesa

La marcada distribución este-oeste de los valles afluentes del Cinca en la zona de cabecera condicionan la climatología de este sector, de forma que los gradientes de precipitación no son tan marcadamente norte-sur en entradas atlánticas. La sobra de precipitación que hacen las grandes montañas situadas al norte de la frontera con Francia también parecen condicionar fuertemente las cantidades de precipitación que se reciben de estas advecciones, siendo estas mucho más moderadas que en otros sectores fronterizos.

A partir de las modelizaciones se ha decidido:

- Agrupar Las zonas alrededor de la Punta Suelza y la mitad oriental del túnel de Bielsa (figura 26)
- Zona de sombra de precipitación comparado con lo que la rodea. No hay franja norte de influencia más atlántica.
- Agrupar Perdido y Taillón (figura 27)
- Agrupar toda la zona S, de menor altura y no afectada tanto por los N y NW (figura 27)

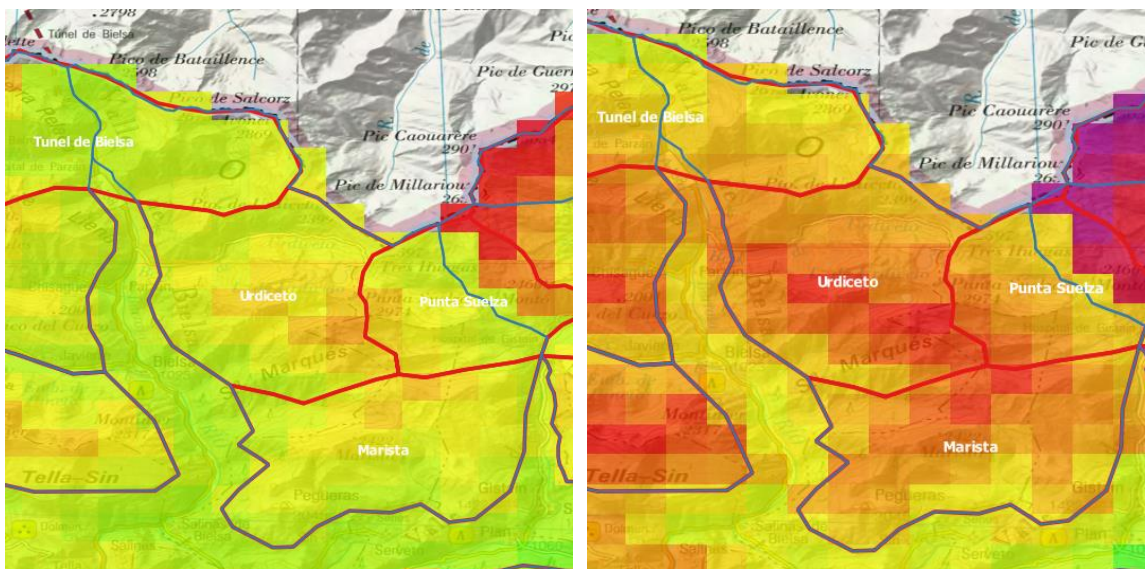


Figura 26: Precipitación diaria acumulada para los patrones sinópticos ciclónico y de suroeste

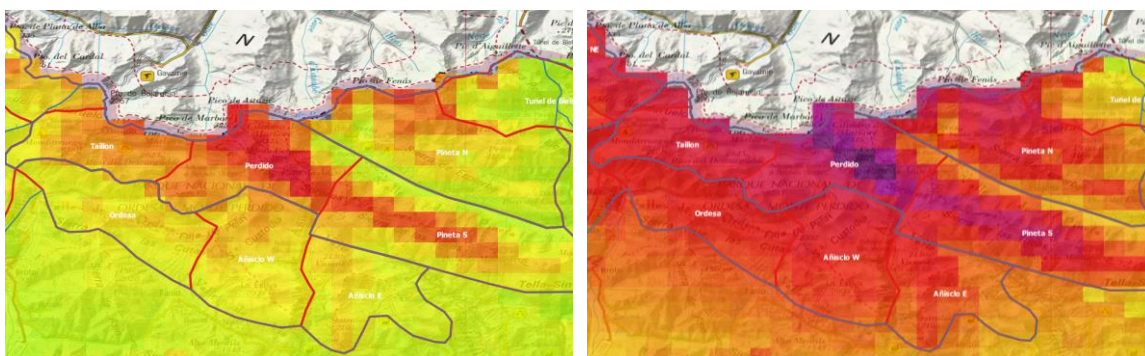


Figura 27: Precipitación diaria acumulada para los patrones sinópticos ciclónico y de suroeste



Figura 28: Clasificación en cuatro regiones de la zona del valle del Cinca y Ordesa

Vignemale-Infiernos

En esta región algunas de las zonas climáticas quedan muy bien definidas por la modelización, mientras que otras resultan más dudosas y requerirán de mayor ajuste con la encuesta. A partir de los modelos se decide:

- Agrupar las 4 regiones de Tendeñera
- Agrupar el valle del Ara
- Agrupar Infiernos
- Crear una pequeña franja N Balaitus

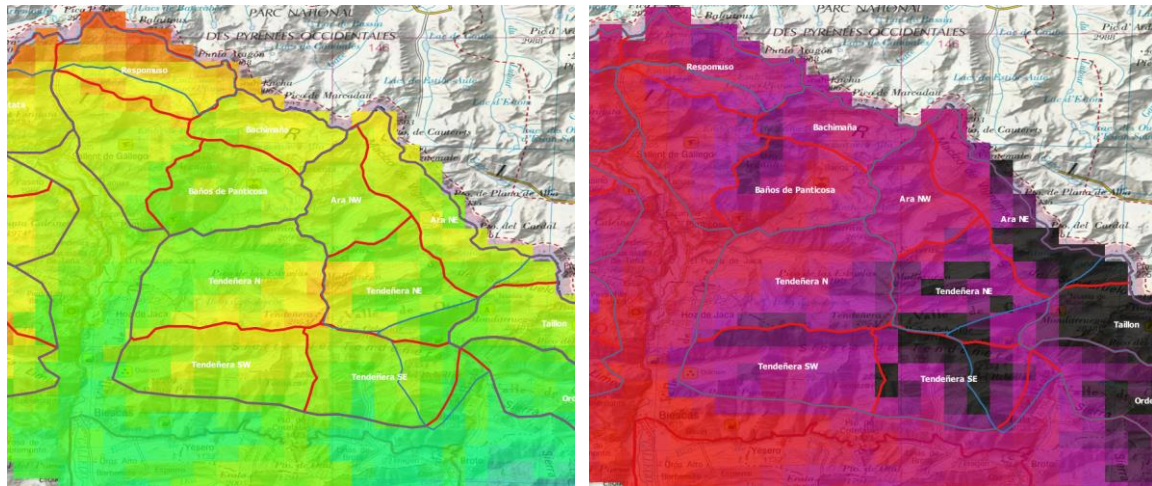


Figura 29: Modelización de los patrones sinópticos de NW (izquierda) y ciclónico de S (derecha)



Figura 30: distribución de las zonas climáticas en función de la modelización en el sector Infiernos-Vignemale

Anayet y Somport

En este sector la modelización no ofrece resultados muy satisfactorios. Temporalmente, y hasta la integración de las aportaciones de los expertos encuestados:

- Agrupamos Collarada y Telera, incluyendo Ip
- Agrupamos la zona Portalet
- Agrupamos la zona Somport

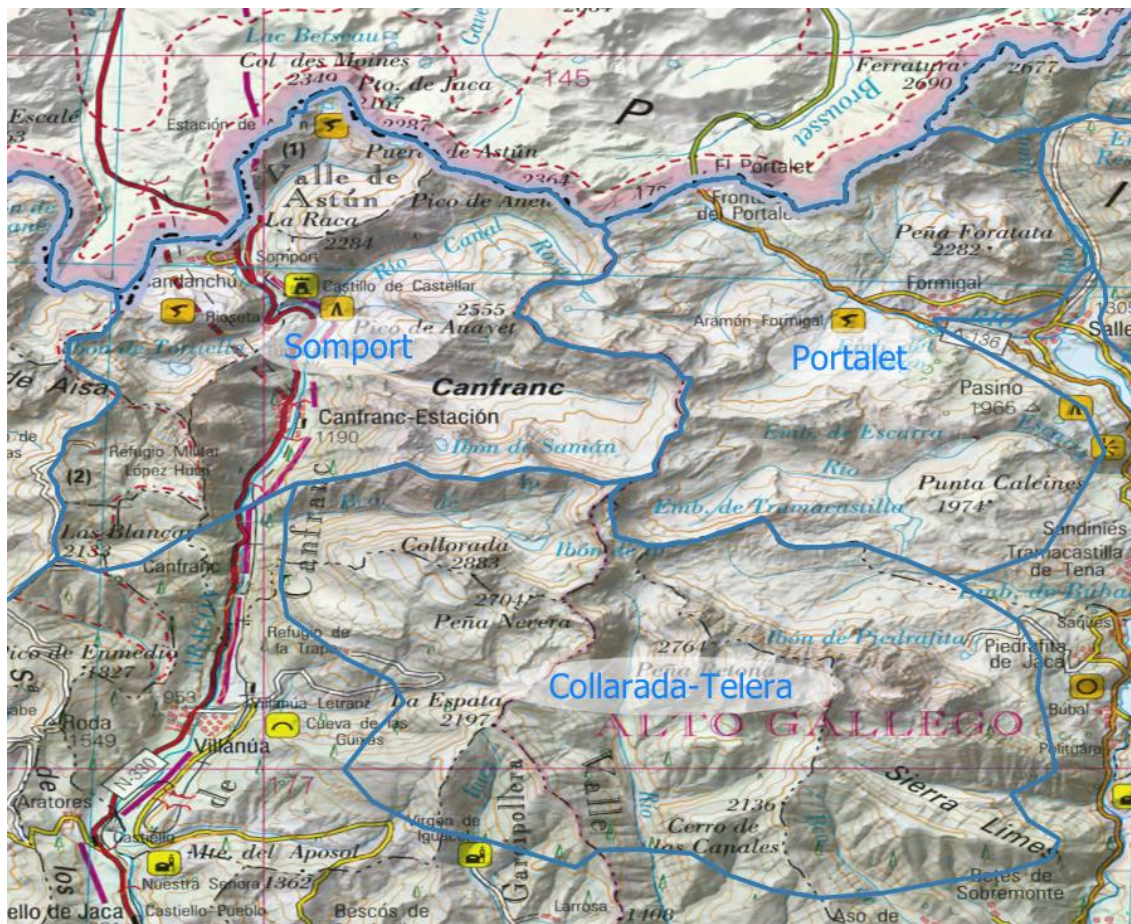


Figura 31: Regiones definidas en el sector de Somport-Portalet

Valles Occidentales

Los resultados de la modelización indican un gradiente oeste-este de precipitación en entradas atlánticas: la zona limítrofe con Navarra es la que recibe mayor precipitación en estos episodios de todo el Pirineo aragonés. También se observan diferencias est-oeste para entradas de sur. Todo ello conduce a crear dos regiones, una correspondiente a Bereneray otra a Linza.

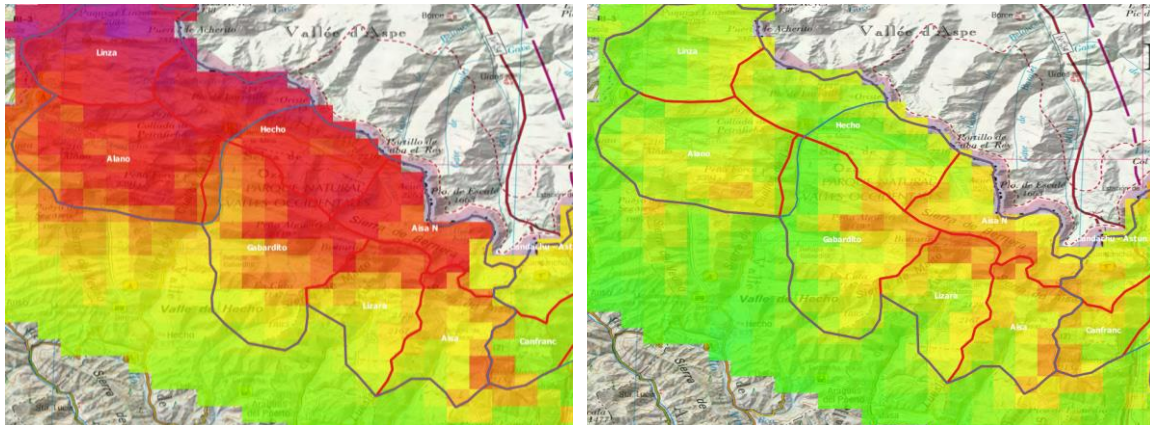


Figura 32: Regiones definidas para los valles occidentales, sobre los mapas de precipitación modelizados para patrones sinópticos de NW (izquierda) y S (derecha).

ANEXO 2: Regionalización basada en la encuesta

En este apartado se describen las principales aportaciones de los encuestados para la delimitación final de las regiones nivoclimáticas.

Ribagorzana y valle de Benasque

Además del importante conocimiento local del propio técnico a cargo de este estudio, las personas entrevistadas en esta zona y sus principales aportaciones han sido:

Marcos Martín Güerri. Responsable técnico de la estación de esquí de Cerler

- Las nevadas que más acumulación dejan en la zona de Cerler son las de S y SW
- Los frentes de norte dejan nieve, pero esta es fuertemente erosionada a continuación por el viento
- La zona de Ampriu recibe más nieve de N
- En Chia y Turbón los N ya no dejan nieve normalmente

José Antonio Canela. Técnico de aludes

- Opina que la zona de Cregüeña debería incluirse en la franja N
- La zona de transición (Maladeta S) se extiende más al sur, hasta Sierra Negra

Martín Grudzein. Guarda de Llauset

- Llauset, Anglios y Salenques tienen el mismo nivoclima
- Hay importantes gradientes E-W con el valle de Benasque

Juaquiné Sánchez. Guarda de Estós

- Le parece correcta la partición de Estós por el fondo de valle. La norte de Posets tiene menos nieve que la norte de la Maladeta

Jordi Corominas. Guía de montaña

- La partición del valle de Estós le parece correcta
- La partición por el collado de Sahún con la zona de Chia/Cotiella le parece correcta
- La parece correcto agrupar Chia con Cotiella y Turbón

Chema Grau. Guarda de Posets (Orús)

- Opina que el sector de Posets tiene un nivoclima distinto del de Cerler
- Los frentes del SE que a veces afecta Cerler no llegan a Posets
- La zona de Cotiella y Chia le parecen correctas

Chemary Carrera. Guía de montaña

- Confirma las aportaciones de los anteriores
- Opina que el valle de Salenques es el límite máximo de afectación de los frentes de E

Jorge García-Dihinx. Autor de guías de esquí de montaña

- No distinguiría una zona de transición N-S (Llauset-Vallibierna), si no que extendería la franja N hasta el fondo de valle de Vallibierna

El buen conocimiento local del técnico a cargo de este estudio ha hecho que la encuesta revelara pocos datos imprevistos. Después de la encuesta se ha decidido mover al sur el límite de la zona Vallibierna-Llauset, hasta el cordal de Sierra Negra.



Figura 33: Límites de los sectores nivoclimáticos en la Ribagorza y Benasque (en verde). En azul se observan los límites previos a la encuesta. El cambio introducido ha sido el ensanchar hacia el sur la zona transicional de Vallibierna-Llauset.

Chistau, Valle del Cinca y Ordesa (Sobrarbe)

Los informantes entrevistados y sus principales aportaciones han sido:

Jaime Arbex. Guarda de Pineta

- Al valle de Pineta no llega casi precipitación en los frentes de N
- Del mismo modo en el resto del valle del Cinca la precipitación de Norte es muy escasa
- Opina que el balcón de Pineta se puede agrupar con el resto del valle, y hacer una sola zona nivoclimática que abarque toda la cabecera del Cinca

Andrés Bellera. Guarda de Viadós

- Poca información disponible del valle de Viadós in invierno
- Punta Suelza recibe la precipitación de SW, no de NW y N

Iban Urbietta. Guarda de Góriz

- Una sola zona para todo Góriz
- Límite W de esta zona el puerto de Bujaruelo
- Límite E Añisclo
- Balcón de Pineta fuera de esta zona, mejor en la de cabecera del Cinca

Joan María Vendrell. Guarda de Góriz

- Le parece que la división en zonas N y S de Góriz y Ordesa no tiene sentido
- Ve mejor una partición E/W que pasaría por el refugio, la punta del Fraile y el Marboré

Albert Piqué. Técnico de aludes de carreteras

- Partición de Ordesa E/W por la línea Refugio-Cilindro de Marboré
- Balcón de Pineta con la zona W (Taillón)
- Duda de la existencia de una franja norte en el valle del Cinca con mayor influencia atlántica.

Jordi Gavaldà. Nivólogo

- El sí opina que existe una estrecha franja norte en el Cinca de influencia atlántica
- La zona de la Pradera de Ordesa y Góriz en una sola zona
- Confirma observaciones anteriores

Iban González. Nivólogo

- En el valle del Cinca los frentes de N no entran
- El Monte Perdido es el límite entre dos áreas diferenciadas de precipitación E/W (Ordesa-Cinca)
- El límite S de la franja norte del Taillón ponerlo en Tobacor

Jorge García-Dihinx. Autor de guías de esquí de montaña

- Opina también de la no existencia de una franja N en la zona del Cinca
- No dividiría en 2 la zona de Bielsa (Suelza y derecha Cinca)
- Uniría todo Ordesa con la zona de Bujaruelo (parte baja del Ara)
- Uniría la cabecera del Ara con los baños de Panticosa (Infiernos)

Alberto Bosque, Ángel Moraga, Quique Escuaín. Guías de montaña y miembros del CAS

- Cabecera del Cinqueta (Montó) con Suelza, no con Posets

- Posibilidad (no clara) de unir los dos sectores del Cinca
- Franja N en la zona de la Munia, con sierra de Liena y collado las Puertas, llegando hasta el balcón de Pineta (pequeña)
- Cabecera del Ara con Panticosa (límite barranco de Batanes)
- Zona Cotefablo esquiable, hasta más al sur del puerto

Resumen de las modificaciones adoptadas

Las aportaciones en esta zona han sido cruciales para mejorar los resultados obtenidos por la modelización climática. Se han modificado ligeramente los límites de la zona de Chistau, y de forma mucho más intensa la distribución de los sectores en el valle del Cinca y en Ordesa.

Un punto debatido ha sido la existencia o no de una franja norte de más influencia Atlántica en la cabecera del Cinca. Los favorables a esta idea dibujaban un pequeño sector en la zona de la Munia y la Sierra de Liena, desconectada de la zona de Bachimala. La pequeña extensión de la zona y la falta de consenso han hecho desestimar esta opción.

Otro punto a debate ha sido la partición de Ordesa por la línea Góriz-Punta del Fraile-Cilindro de Marboré. La posición favorable a esta partición de los guardas del refugio nos ha hecho decantar por esta opción.

El valle del Ara se ha redistribuido, uniendo su cabecera con la zona de Infiernos-Balneario y la parte baja con Tendeñera.

La zona de Tendeñera se ha extendido también más al sur para así abarcar el collado de Cotefablo y sus inmediaciones.



Figura 35: En verde regionalización nivoclimática tras incorporar las aportaciones de los encuestados. En azul se observan los límites anteriores, bastante dispares.

Panticosa-Infiernos-Anayet

Las personas entrevistadas y sus principales aportaciones en esta zona han sido:

José Ángel Sánchez. Guarda de Bachimaña y Casa de Piedra

- De las viseras de Gabarda para el balneario cambia el clima
- Las nevadas de S traen menos peligro a la zona del balneario

Segis Martínez. Guarda de Bachimaña y Casa de Piedra

- Confirma la mayor innivación de Respomuso en situaciones de norte

Martín Grudzein. Guarda de Bachimaña y Casa de Piedra

- Confirma la mayor innivación de Respomuso en situaciones de norte
- Pondría el límite de la zona de Tendeñera en la cresta

Javier Abajo. Guarda de Respomuso

- Confirma la mayor innivación de Respomuso en situaciones de norte
- El límite sur de esta zona va por la línea Tebarray-Piedrafita
- La zona no se extiende al oeste hasta el Portalet
- Del Arriel hacia el Portalet zona más ventosa en N

Jordi Gavaldà. Nivólogo de carreteras

- Confirma los anteriores

Jorge García-Dihinx. Autor de guías de montaña

- Una vez incorporadas las aportaciones del resto de informantes coincide mucho con lo descrito
- Le parece correcta la existencia de la zona transicional de Anayet

Iban González. Nivólogo

- Redefine la distribución de la zona del Portalet y del Anayet tal como se muestra en la figura. Define la zona del Portalet que recibe importante precipitación de norte.

Resumen de las modificaciones adoptadas

La zonificación establecida por la modelización climática en este sector se ha correspondido bien con lo aportado por los encuestados. Solo se han realizado modificaciones menores a los límites de Respomuso, que abarca un poco más al sur, y Tendeñera, que se extiende al norte para abarcar la entrada al valle del balneario.

Pese a que numerosos encuestados insisten en las diferencias existentes entre la zona más norte del Portalet y el circo de Respomuso, resulta necesario agrupar estas dos zonas para mantener una cierta homogeneidad en el tamaño de las regiones.



Figura 36: En verde regionalización nivoclimática tras la encuesta. En azul se muestran los límites anteriores a esta.

Somport y Valles Occidentales

Las personas entrevistadas y sus principales aportaciones en esta zona han sido:

Jordi Gavaldà. Nivólogo de carreteras

- Candanchú y Astún tienen nivoclimas distintos
- No existe una franja norte tan marcada en esta zona, sobretodo del Portalet al oeste.

Iban González. Nivólogo

- Candanchú y Astún tienen nivoclimas distintos
- Cara sur de Ip con Collarada, cara norte con Izas
- Del Portalet al W más homogéneo
- Franja norte de los valles Occidentales muy Atlántica
- Ezkaure-Alano-Forca: mixta norte/sur
- Los Valles Occidentales se podrían partir este/oeste por Hecho, pero es más importante la diferenciación norte/sur

Albert Piqué. Responsable explotación Candanchú

- Formigal y Astún clima similar
- Existe una importante divisoria E/W en el Somport

Jorge García-Dihinx. Autor de guías de montaña

- Coincide con la distribución de los valles occidentales en dos franjas norte/sur

Xaro Cantarero. Guarda del refugio de Lizara

- Opina que al sur de la línea Bisaurín-Peña Algueri-Petrafiga el viento del N se acelera mucho
- Al norte de esta línea en situaciones de norte nieva más y con menos viento (Linza, Acherito, Estanés)

Resumen de las modificaciones adoptadas

A partir de las encuestas y la modelización se decide:

- Agrupar toda la franja norte del valle de Tena y del Aragón, para obtener una región de un tamaño similar al resto. Las observaciones de diversos encuestados señalan diferencias dentro de esta zona, pero subdividirla da lugar a regiones demasiado pequeñas. Se trata de un sector con un muy fuerte componente atlántico.
- Del mismo modo, agrupar toda la región alrededor del Anayet, incluyendo los valles que bajan a Tena y Canfranc. Sería la región transicional del clima más atlántico al más continental mediterráneo.
- Agrupar Collarada y Peña Telera.
- Dividir los valles occidentales en dos franjas norte/sur, una más atlántica y la otra un poco más transicional.

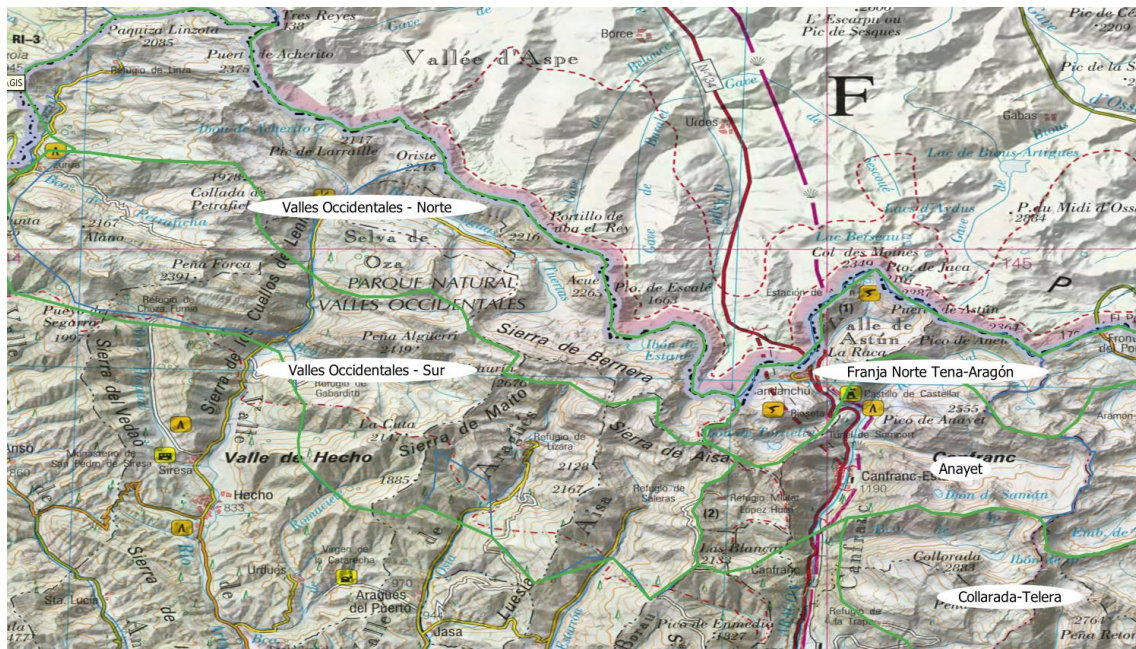


Figura 37: Distribución de los sectores nivoclimáticos (verde) en el valle del Aragón y los valles occidentales.