

Juan Carlos García Codron
Domingo Fernando Rasilla Álvarez

GIMENA
(Grupo de Estudio y Gestión del Medio Natural)
Departamento de Geografía,
Urbanismo y Ordenación del Territorio
Universidad de Cantabria

**EL CLIMA DE CAMPOO:
EL PAPEL DE LOS FACTORES LOCALES**

1. La atmósfera de Campoo, una compleja transición entre dos dominios climáticos

Es un hecho asumido que la Cordillera Cantábrica marca el límite entre dos macrorregiones naturales perfectamente diferenciadas por sus características climáticas, biogeográficas y, consecuentemente, paisajísticas. Hacia el Norte de la misma se encuentran los dominios del clima oceánico, que coinciden con la Región Eurosiberiana o con lo que, desde antiguo, ha recibido la denominación popular de “España Verde” mientras que, hacia el Sur, se extienden los climas y ambientes mediterráneos correspondientes a la “España Parda”.

La definición de las distintas demarcaciones biogeográficas se apoya básicamente en criterios botánicos tales como la presencia o ausencia de determinadas especies, asociaciones o hábitats característicos por lo que, una vez establecidos éstos, la frontera entre las diferentes áreas, que tiene su reflejo paisajístico, puede situarse con bastante precisión en el terreno, resulta relativamente fácil de establecer en términos generales y no genera mayores problemas que los derivados de la existencia de zonas ecotónicas más o menos amplias o de posibles enclaves particulares asociados al relieve.

En cambio, el trazado de límites precisos es mucho más problemático en el caso del clima ya que, en general, las transiciones son más graduales y los criterios utilizados para la definición de los grandes tipos de clima, que tienen un carácter muy general, difícilmente permiten trabajar a pequeña escala. Sin embargo, las cadenas montañosas constituyen una relativa excepción ya que, frecuentemente, imponen límites climáticos muy netos asociados al relieve.

La montaña siempre distorsiona las características del clima regional produciendo un incremento

de la nubosidad y de las precipitaciones a la vez que una disminución de las temperaturas en función de la altitud. Además, determina que un buen número de situaciones sinópticas genere tipos de tiempo diferentes a barlovento y a sotavento del relieve. Por eso, no es extraño que la Cordillera Cantábrica, dispuesta paralelamente a la costa, frente a la que presenta un brusco desnivel, rectilínea y sin verdaderas soluciones de continuidad en una longitud de varios cientos de kilómetros, favorezca la aparición de una disimetría climática que, por sus caracteres y reflejos biogeográfico y paisajístico, es, sin duda, una de las más acentuadas de Europa justificando el carácter de frontera natural que suele asignarse a la alineación.

En este contexto, el valle de Campoo ocupa una posición peculiar. Encajado entre las estructuras cantábricas, que con su disposición zonal lo limitan por el Norte, y las ibéricas, de orientación NO-SE y que lo hacen por el Sur y el Oeste, se abre ampliamente hacia Levante adoptando una dirección paralela a la de la Divisoria Cantábrica a cuyo pie se adosa a lo largo de más de 40 km. No obstante, es preciso tener en cuenta la circunstancia de que las sierras que definen el valle cambian radicalmente de morfología a medida que las resistentes cuarcitas y conglomerados del Macizo de Peña Labra-Tres Mares van dando paso a otros tipos de roca más endebles y, por tanto, a formas más suaves. Como consecuencia, tanto las altitudes absolutas como el vigor del relieve y su propia definición topográfica disminuyen muy rápidamente de Oeste a Este y mientras que la cabecera del valle aparece enmarcada por netos cordales que evocan la alta montaña pese a no superar los 2000 metros más que en un puñado de cimas, sus prolongaciones hacia el Este pierden inmediatamente fuerza y, en el extremo

opuesto del valle, aparecen desde su fondo como simples alineaciones de relieves alomados o amesetados que, en ocasiones, no destacan más de un centenar de metros respecto a las zonas bajas.

Desde el punto de vista climático, ello implica una gradual pérdida de protagonismo del relieve a medida que aumenta la distancia al vértice de Tres Mares. Las sierras de Peña Labra, Híjar y Cordel constituyen obstáculos que dificultan el paso de los flujos dominantes de viento y que influyen significativamente en su dirección y consecuencias meteorológicas definiendo los rasgos más representativos del clima de la Hermandad de Campoo de Suso. Sin embargo, a partir del umbral definido por la cabecera del Besaya, el relieve es más discontinuo, mucho más fácil de atravesar por el viento y los factores geográficos locales reducen su influjo en el clima. Y si bien en Valderredible el paredón de la Lora vuelve a constituir un elemento de cierta importancia climática, su efecto es local y mucho más mitigado que el de las sierras anteriormente citadas.

Fig. 1
El umbral del Besaya facilita el paso de las masas de aire procedentes del Norte y permite que el sector central de Campoo mantenga características de tipo oceánico.

Foto:
Juan C. García Codron



El resultado es que sobre la superficie de Campoo se observan tres clases de gradientes: uno vertical, en función de la altitud y que permite hablar de clima de montaña en las zonas más altas; otro Oeste-Este, en gran medida asociado al anterior y relacionado con la progresiva permeabilidad del relieve en esa dirección, y el tercero, Norte-Sur, que, en función de la distancia al mar y a la Divisoria Cantábrica, permite pasar en una treintena de kilómetros de los ambientes húmedos de montaña oceánica a los relativamente secos y continentalizados propios del interior peninsular.

Ello nos impide hablar de un único tipo de clima en la comarca y obliga a considerar más bien la existencia de un mosaico compuesto, si no de verdaderos microclimas bien diferenciados, al menos de un gran número de matices y variantes locales de límites difusos pero fuerte personalidad individual.

Como ya se ha dicho, Campoo se localiza en una posición de bisagra entre los ambientes típicamente oceánicos, que se extienden en la vertiente Norte de la divisoria Cantábrica, ya fuera de su territorio, y los que de forma más inequívoca presentan rasgos mediterráneos, al Sur de las estructuras ibéricas (y que, en Cantabria, abarcan la mayor parte de Valdeolea, Valdeprado y Valderredible). La transición entre los dos grandes tipos de climas, que en una y otra dirección aparecen claramente definidos, se verifica precisamente en Campoo que comparte rasgos de ambas regiones. De este modo, el análisis de los datos permite observar cómo de Norte a Sur, se producen, entre otros, los siguientes hechos:

- Reducción del volumen anual de precipitaciones (pasándose de los 1040 mm en Pesquera, 620 en Cubillo de Ebro o Castrillo de Valdelomar¹).

¹ Pesquera: 1985-2002.
Cubillo de Ebro: 1974-2004.
Castrillo de Valdelomar: 1972-2004.

Datos de la Agencia Estatal de Meteorología y proporcionados por ICANE (<http://www.ican.es/general.jsp>).

² Mapa de Precipitación Media Anual de Cantabria. Cartoteca Digital Agraria del Gobierno de Cantabria. Disponible en <http://www.cartotecaa-graria.com/marc2.html>.

³ Datos procedentes de las estaciones automáticas de la Red de Control y Vigilancia de la Calidad del Aire de la Consejería de Medio Ambiente del Gobierno de Cantabria.

- Disminución del número anual de días de lluvia (124 días en Pesquera frente a 76 en Cubillo de Ebro).
- Aparición del fenómeno de la sequía estival: la precipitación media del mes de agosto, cercana a 60 mm en la costa, descendiendo a 46 mm en Pesquera y a 26 mm en Castrillo de Valdelomar).
- Aumento de la amplitud térmica, hasta alcanzar 15°C, denotando la progresiva desaparición del efecto atemperante del mar.

Por su situación, frente al umbral del Besaya y en una localización abierta a los vientos del Norte, Reinosa presenta aún rasgos netamente oceánicos. De este modo, aunque el total de precipitaciones descende ya por debajo de los 1000 mm anuales², el número de horas de lluvia que se produce al año es próximo a 450, cifra prácticamente idéntica a la que registra Torrelavega muy cerca de la costa³. No obstante, la altitud y la distancia al mar introducen diferencias que se traducen en temperaturas más bajas, especialmente apreciables en invierno, y en un cierto grado de continentalidad.

En el extremo opuesto, Polientes presenta condiciones que son típicas de los climas del interior con temperaturas más extremadas, veranos soleados y poco lluviosos y una mayor incidencia de las situaciones sinópticas y tipos de tiempo que podemos denominar “mediterráneos”.

2. El efecto del relieve en el clima y meteorología locales

2.1. Disminución altitudinal de las temperaturas

El relieve es el factor local de mayor importan-

cia en el clima de Campoo ya que influye simultáneamente en las temperaturas, distribución de las precipitaciones, insolación y viento afectando por ello directa o indirectamente a la totalidad de los parámetros meteorológicos.

El efecto más importante del relieve se produce en las temperaturas ya que, en condiciones normales, éstas disminuyen en la atmósfera libre a razón de $0,65^{\circ}\text{C}$ por cada 100 metros de ascenso en todo el espesor de la troposfera. Y aunque en la práctica diversos factores tienden a mitigarlo, este gradiente térmico vertical determina que el clima de Campoo y los Valles sea considerablemente más fresco que el de la mayor parte del resto de Cantabria presentando además importantes diferencias intracomarcales en función de la altura: así, mientras que las cumbres del Cuchillón o Tres Mares no superan 7°C de media anual, Reinosa se acerca a 11°C y los núcleos vallucos mejor situados superan probablemente 12°C ⁴.

Las temperaturas máximas y mínimas muestran variaciones similares lo que, en el caso de estas últimas, implica la posibilidad de que se den circunstancias adversas para un gran número de actividades o de especies: los procesos metabólicos de los que depende el crecimiento de los árboles caducifo-

⁴ Mapa de Temperatura Media Anual de Cantabria. Cartoteca Digital Agraria del Gobierno de Cantabria. Disponible en <http://www.cartotecaa-graria.com/marc2.html>.

⁵ El Grupo de Estudio y Gestión del Medio Natural (GIMENA) de la Universidad de Cantabria y la Estación de Esquí-Montaña Alto Campoo, en colaboración, están obteniendo series propias de datos mediante una red de estaciones instaladas en varios puntos de la zona. Esos datos serán utilizados en varios momentos a lo largo del presente trabajo.

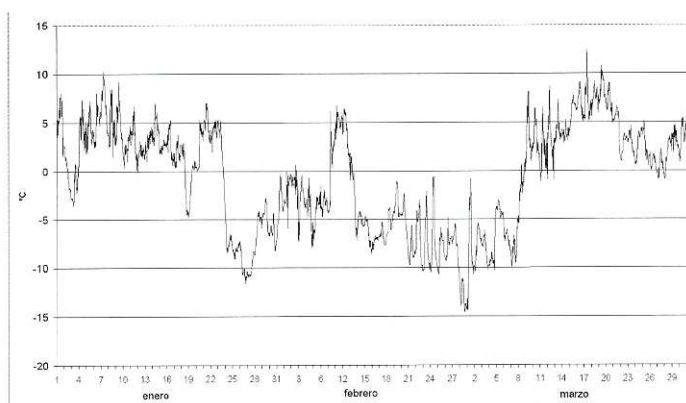


Fig. 2
Registro termométrico en la estación de El Chivo (1850 metros de altitud) entre enero y marzo de 2005. Con la excepción de cuatro días, las temperaturas fueron permanentemente negativas durante más de seis semanas seguidas demostrando lo crudos y limitantes que pueden llegar a ser los inviernos en las zonas de mayor altitud.

Fuente: *Elaboración propia con datos procedentes de las series de CANTUR-GIMENA*⁵.

⁶ ELÍAS CASTILLO, F.; RUIZ BELTRÁN, L. (1977). "Agroclimatología de España". Cuaderno INIA, 7, Ministerio de Agricultura, Madrid.

⁷ Datos propios obtenidos en el pico Tres Mares.

lios, por ejemplo, requieren temperaturas superiores a unos 6°C durante todo el periodo vegetativo y cuando los veranos son excesivamente cortos o fríos, los bosques desaparecen y son sustituidos por formaciones abiertas lo que, en Campoo, ocurre entre 1600 y 1750 metros sobre el nivel del mar dependiendo de los emplazamientos.

En consonancia con lo anterior, las heladas adquieren una gran importancia en Campoo imponiendo severas limitaciones a los seres vivos. Son posibles durante más de ocho meses al año en los fondos de los valles⁶ y en cualquier momento del mismo en las cumbres⁷ aunque es en invierno, lógicamente, cuando alcanzan mayor intensidad, frecuencia y duración. Valores inferiores a -10°C son relativamente frecuentes en toda la comarca habiéndose llegado a registrar una mínima absoluta de -24,6°C en Reinosa en enero de 1971.

2.2. Distribución de las precipitaciones en función de la dirección del viento

Al desplazarse sobre la región las masas de aire se encuentran con la montaña y se ven obligadas a ascender para poder superar los obstáculos topográficos. Ello supone un rápido enfriamiento que desencadena procesos de condensación y, en caso de que las circunstancias resulten favorables, la aparición de precipitaciones. Así, las montañas no sólo alteran la distribución de las temperaturas, tal como ya ha sido comentado, sino que multiplican los días nubosos y de niebla a media ladera incrementando además el total de precipitaciones de acuerdo con un gradiente que varía dependiendo de los lugares pero que puede llegar a ser muy importante en las vertientes más expuestas a los vientos de procedencia oceánica.

Sin embargo, una vez superada la línea de má-



ximas altitudes el aire, que ha perdido la mayor parte de su humedad a través de la lluvia, desciende comprimiendo y acelerándose por la ladera opuesta. Ello produce su calentamiento y desecación y reduce rápidamente la probabilidad de precipitación. Por eso, a sotavento de las alineaciones más importantes o en el fondo de algunos grandes valles existen “zonas de sombra relativa” donde las precipitaciones son inferiores a las de las cumbres circundantes generando contrastes bioclimáticos que pueden ser muy rápidos y llamativos. Liébana es el mejor ejemplo de este tipo en Cantabria pero en algunas zonas de Campoo se producen circunstancias parecidas.

Lo anterior permite imaginar la importancia meteorológica que adquieren en Campoo los distintos tipos de viento así como la desigual distribución estacional de los mismos:

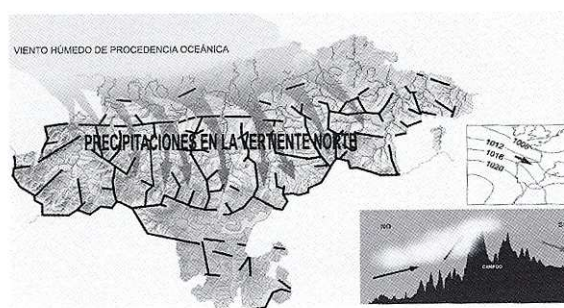
Fig. 3
A sotavento de un obstáculo topográfico, el aire desciende, lo que tiene por efecto su calentamiento y la disipación de las nubes tal como puede observarse en esta imagen correspondiente a un día con viento del Norte en Alto Campoo.

Foto:
Juan C. García Codron.

- Los del cuarto cuadrante, los más frecuentes, traen masas de procedencia cantábrica, son habitualmente húmedos e inestables y producen lluvias, que pueden ser persistentes, en la vertiente Norte, zonas cimeras y áreas más expuestas a la influencia oceánica de la comarca (“grosso modo” Campoo de Suso y Yuso, Enmedio, Reinosa y Las Rozas).

Fig. 4
Llegada del viento y precipitaciones durante las situaciones del Noroeste.

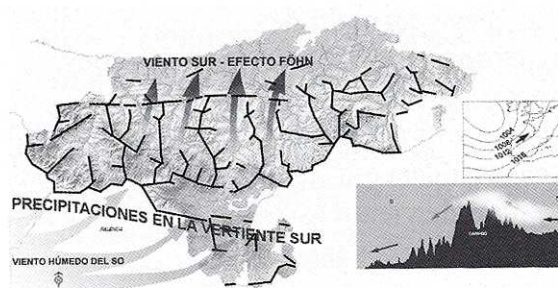
Fuente:
elaboración propia.



- Los vientos del Este, que no se encuentran con obstáculos importantes, son secos y remontan con facilidad el valle dando cielos despejados aunque frecuente mal tiempo en el vértice de Tres Mares.
- Por fin, los flujos del Sur o del Suroeste descargan las precipitaciones más importantes en la vertiente castellana y comarcas más meridionales (Valdeolea, Valdeprado y Valderredible), aunque éstas van perdiendo

Fig. 5
Llegada del viento y precipitaciones durante las situaciones del Sur.

Fuente:
elaboración propia



intensidad a medida que la masa atraviesa la comarca e inicia su descenso hacia la vertiente cantábrica.

Como puede colegirse de lo anterior, las zonas de cumbres son propensas a las precipitaciones cada vez que son atravesadas por masas de aire húmedo e inestable independientemente de cuál sea su dirección y procedencia. Son por ello las que registran lluvia o nevada durante un mayor número de días al año y las que recogen totales más elevados (que, en el caso del Macizo de Tres Mares, deben superar 1500 mm al año⁸ aunque la obtención de esta clase de datos resulta muy problemática y no se cuenta más que con estimaciones que adolecen de un gran margen de incertidumbre).

En cambio, los fondos de los valles constituyen posiciones resguardadas y relativamente secas, más cuanto más protegidos se encuentren por el relieve de los vientos portadores de humedad y cuanto mayor sea su profundidad y distancia respecto a las líneas de cumbres.

Por otra parte, el descenso de las temperaturas asociado a la altitud implica que una proporción cada vez más importante de las precipitaciones se produzca en forma de nieve. Insignificantes en la costa, las nevadas aparecen todos los años a partir de 500 metros y son habituales en invierno en la franja de altitudes que ocupa Campoo. Así, durante el periodo 1911-1975, Reinosa registró una media de 36 días de nieve al año (permaneciendo el suelo cubierto por ella durante un promedio de 34) mientras que en Castrillo de Valdelomar, en Valderredible, el promedio es de 21,7⁹. No obstante, estos valores fluctúan bastante y mientras que algunos años la nieve resulta casi anecdótica, en otros es capaz de producir problemas muy importantes a la población

⁸ Mapa de Precipitación Media Anual de Cantabria. Cartoteca Digital Agraria del Gobierno de Cantabria. Disponible en <http://www.cartotecaa-graria.com/marc2.html>.

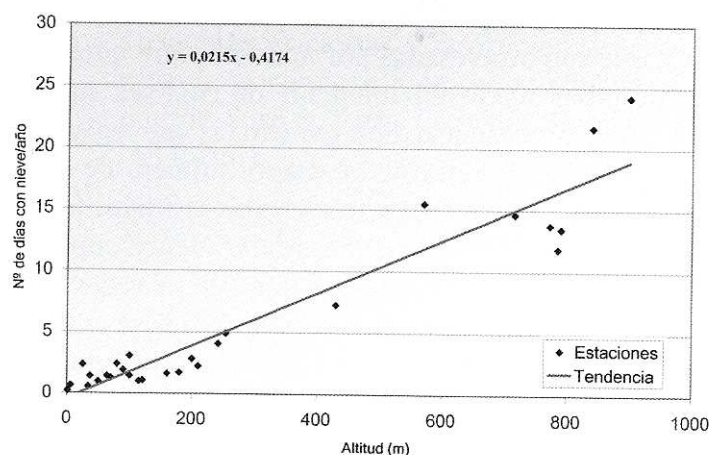
⁹ Datos de la Agencia Estatal de Meteorología correspondientes al periodo 1972-2004 proporcionados por ICANE (<http://www.ican.es/general.jsp>).

por su persistencia o volumen tal como ocurrió entre el 28 de diciembre de 1952 y el 17 de marzo de 1953 (80 días seguidos con nieve)¹⁰ o, más recientemente, entre diciembre de 2004 y marzo de 2005 por la intensidad de los temporales¹¹.

Fig. 6
Número medio de días de nevada al año en relación con la altitud en las estaciones de Cantabria.
Fuente: elaboración propia a partir de datos de la Agencia Estatal de Meteorología proporcionados por ICANE

¹⁰ ANDRÉS BRAVO, M.S.; CELIS DÍAZ, R.; FERNÁNDEZ CANADAS, J.A.; MORENO MORAL, G.; RODRÍGUEZ VELASCO, J.J. (2001). "Francisco Hernández y su serie climatológica de Reinosa (1911-1975)". *Cuadernos de Campoo*, 26. Puede encontrarse una exhaustiva información sobre las nevadas de Cantabria y sus consecuencias para la población en PUENTE FERNÁNDEZ, J.M. (2005 y 2006). "Olas de frío temporales de nieve en Cantabria en los últimos 100 años. ¿Un síntoma de cambio climático?" *RAM, revista del aficionado a la meteorología*, 31 a 38, <http://www.meteored.com/ram/archivo/>

¹¹ ANILLO MEDEL, C.; GUTIÉRREZ LÓPEZ, L. (2006). TEMPORALES DE NIEVE EN CANTABRIA (2004-2005): "estudio de la repercusión social a través de la prensa". En J.M. CUADRAT PRATS, M.A. SAZ SÁNCHEZ, S.M. VICENTE SERRANO, S. LANJERI, M. DE LUIS ARRI-LLAGA Y J.C. GONZÁLEZ-HIDALGO (Eds.): *Clima, sociedad y medio ambiente*. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC), 2006, Serie A, nº 5.

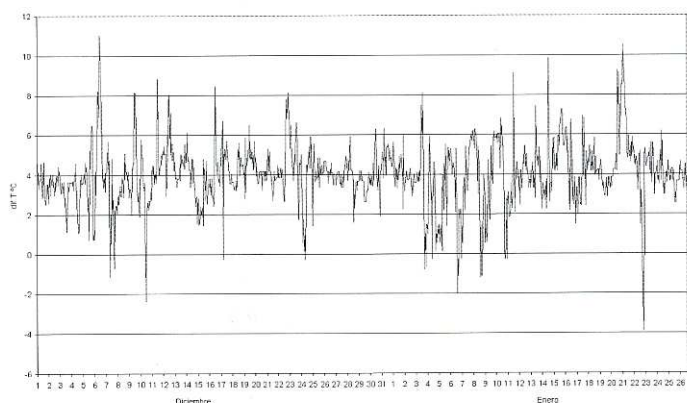


Lógicamente, las nevadas aumentan con la altitud y ése, junto a las temperaturas, es uno de los factores que más han influido tradicionalmente en la distribución de los usos del suelo. De ahí que los núcleos más elevados, y junto a ellos sus mieses y huertos, apenas superen la cota de los 1100 metros no quedando por encima, y hasta cerca de 1700 metros de altitud, más que los pastos de verano... o los usos recientes asociados, precisamente, a la explotación de la montaña y de la nieve representados por la estación invernal de Alto Campoo y cuyas instalaciones se sitúan entre 1650 y 2125 metros.

2.3. Acentuación del efecto de las inversiones térmicas.

El gradiente térmico descrito más arriba fluctúa constantemente dependiendo del estado de la atmósfera. Cuando se producen situaciones inestables el gradiente vertical tiende a aumentar con lo que

el contraste termométrico entre las zonas altas y los fondos de los valles se incrementa. A la inversa, cuando la atmósfera es estable, el gradiente disminuye haciéndolo también la diferencia entre el valle y la montaña. Muchas veces se producen incluso “inversiones térmicas”, en cuyo caso las temperaturas de las capas bajas de la atmósfera, en contacto con el suelo, son inferiores a las de las que se encuentran inmediatamente por encima y, como consecuencia, hace más frío en los fondos de los valles que en las cumbres.



Aunque pueden deberse a otras causas, las inversiones térmicas más frecuentes y pronunciadas están asociadas a la persistencia de situaciones anticiclónicas en invierno. Éstas dan lugar a un tiempo despejado, seco y sin viento que permite al suelo enfriarse muy deprisa de noche por efecto de la irradiación lo que, a su vez, acarrea la consiguiente pérdida de temperatura del aire que se encuentra en contacto con él. Al enfriarse, el aire adquiere mayor densidad y eso le impide ascender y mezclarse con el resto quedando literalmente aprisionado entre el suelo y las capas superiores de la atmósfera, menos densas y más cálidas.

En muchas ocasiones, el enfriamiento del aire que se encuentra en contacto con el suelo origina la

Fig. 7
Las temperaturas disminuyen de forma regular con la altitud aunque el gradiente varía dependiendo de las situaciones atmosféricas. Como puede verse en el gráfico, la diferencia “normal” entre la Calgosa (1650 metros de altitud) y Tres Mares (2125) es de casi 4°C pero durante el periodo diciembre 2004-enero 2005 fluctuó entre 11°C y -4°C (situación correspondiente a la existencia de una inversión entre las dos estaciones).

Elaboración propia con datos procedentes de las series de CANTUR-GIMENA



Fig. 8
Nieblas asociadas a una
inversión térmica en el
valle de Campoo.

Fotografía:
Juan C. García Codron.

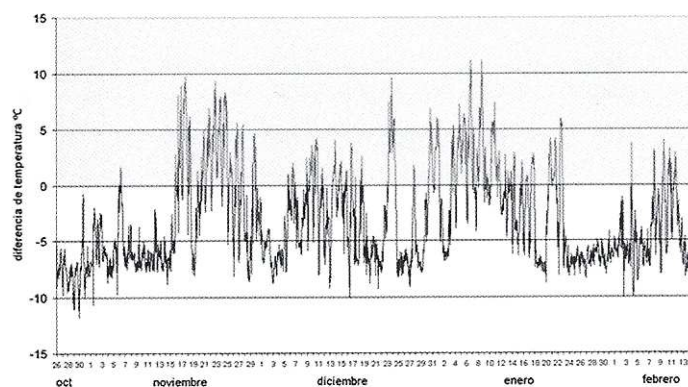
condensación de la humedad atmosférica y da lugar a la aparición de niebla. Ello, a su vez, retroalimenta el proceso al impedir el paso de la radiación solar y contribuir así al mantenimiento del ambiente frío.

Las inversiones térmicas son muy comunes durante las noches de la temporada invernal en el Alto Ebro y Cuenca del Duero. Sin embargo, adquieren una particular relevancia en Campoo y Valderredible donde la disposición del relieve favorece la acumulación del aire frío en las zonas bajas. Al tratarse de valles prácticamente cerrados, este aire, tanto más denso cuanto más baja sea su temperatura, no encuentra una salida por la que poder salir “escuriéndose” sobre el suelo por lo que permanece atrapado, en ocasiones durante muchos días consecutivos, hasta que se produzca un cambio en las condiciones meteorológicas (lo que normalmente sucede cuando aparecen situaciones que vienen acompañadas por viento o precipitaciones).

Tratándose de un área donde la atmósfera suele

ser húmeda, las inversiones rápidamente originan nieblas que pueden instalarse persistentemente en toda el área afectada por ellas. La niebla, de hecho, es meteoro particularmente recurrente en algunos sectores de la comarca ya que se registra una media de 136,7 días al año en Reinosa¹² y 120 en Polientes¹³, cifras mucho más altas de lo habitual en el resto de la región, pudiendo aparecer además en todas las épocas del año (en el caso de Polientes incluso el máximo corresponde al mes de agosto con 18 días de niebla, lo que resulta totalmente inhabitual en su contexto geográfico).

Las inversiones térmicas suelen producirse por la noche y alcanzar su máxima intensidad en las primeras horas de la mañana. Sin embargo, se reducen rápidamente a medida que el sol asciende sobre el horizonte de manera que, habitualmente, hacia las 13 o 14 horas han desaparecido. El ciclo puede repetirse tantos días como dure la situación aunque, en muchas ocasiones, la inversión no llega a desaparecer y las bajas temperaturas se mantienen durante periodos importantes.



Del mismo modo, la intensidad de las inversiones puede ser muy desigual y si normalmente la diferencia de temperatura que se registra entre el fondo del valle y las laderas o cumbres más favo-

¹² Datos del periodo 1946-1986 de la Agencia Estatal de Meteorología. Véase GARCÍA CODRÓN, J.C. (1996).: "Efectos climáticos de los embalses cantábricos". *Monografías del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos*, 21.

¹³ Datos del periodo 1971-1998 de la Agencia Estatal de Meteorología y proporcionados por ICANE (<http://www.ican.es/general.jsp>).

Fig. 9
Diferencia registrada entre las temperaturas de La Calgosa y Reinosa durante el invierno de 2004-5. Valores superiores a 0°C indican que las temperaturas fueron más altas en la montaña que en el fondo del valle y, por tanto, la presencia de una inversión térmica.

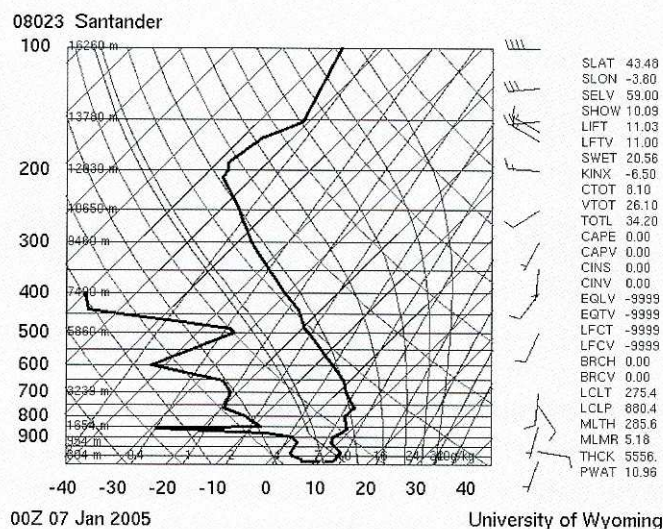
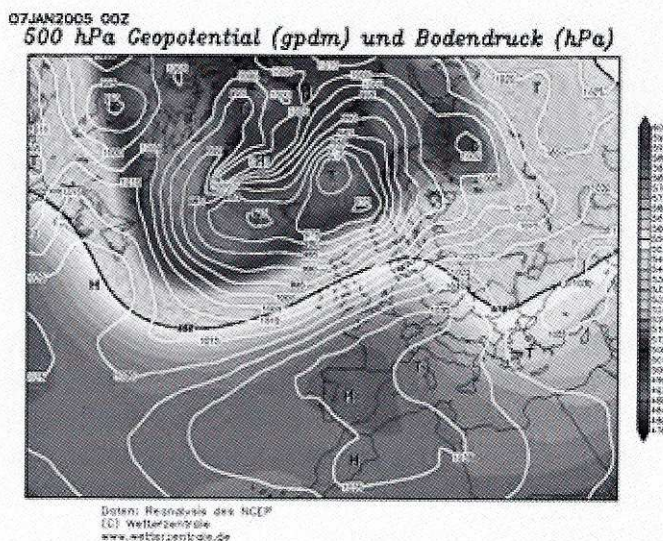
Elaboración propia con datos procedentes de las series de CANTUR-GIMENA.

recidas no suele superar cuatro o cinco grados, existen casos en que esta diferencia puede sobrepasar 10 o 12°C. En tales ocasiones, Reinosa, en medio de la niebla, se ve afectada por un frío intenso mientras que en Alto Campoo se puede disfrutar de una atmósfera tibia y soleada.

Fig. 10

Situación de la atmósfera (presión al nivel del suelo y geopotencial de 500 hPa) y sondeo vertical correspondientes al 7 de enero de 2005 coincidiendo con una situación de fuerte inversión térmica en Campoo (ver figura anterior). Como puede observarse, existía un potente anticiclón sobre la Península al tiempo que la estructura vertical de la atmósfera presentaba una estratificación irregular con fuertes cambios de humedad (línea izquierda) y varios niveles de inversión (línea derecha).

Fuente: Department of atmospheric science, University of Wyoming (<http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>)



2.4. Efectos de canalización e intensificación del viento

En la atmósfera libre a medida que aumenta la altitud disminuye la influencia de la superficie terrestre y los vientos se hacen cada vez más fuertes. Esta es una regla de carácter general que explica la fuerte incidencia del viento en las áreas de montaña y a la que la Cordillera Cantábrica no escapa. Así, durante el invierno 2004-2005 las velocidades medias del viento fueron de 6,8 km/h en Reinosa y 7,7 km/h en Los Tojos mientras que en El Chivo y Brañavieja alcanzaron 14,8 y 18,4 km/h respectivamente¹⁴. Las zonas altas de Campoo, por el hecho de serlo, están más expuestas al viento que las bajas.

Sin embargo, el viento de las capas bajas de la atmósfera tiene que acomodarse a la disposición del relieve y, en su avance, se ve continuamente desviado por las principales alineaciones montañosas o canalizado por los valles, cuya dirección tiende a reproducir. Cuando esto ocurre, es normal que el viento adopte localmente comportamientos peculiares en respuesta a la irregularidad del terreno y que en ciertos puntos se produzcan de manera más o menos habitual, y dependiendo de las circunstancias, aceleraciones, turbulencias, cambios bruscos de dirección u otros fenómenos.

Estos hechos son bien conocidos en la región donde los valles de la vertiente cantábrica tienen una orientación Sur- Norte y favorecen que, al nivel del suelo, los vientos adopten una dirección meridiana al atravesar la cordillera. Sin embargo, la orientación Oeste-Este de Campoo es perpendicular a la de esos valles, y, por tanto, a la de los flujos de aire más significativos de la zona, lo que contribuye a generar ciertas peculiaridades en el comportamiento de los vientos locales.

La anomalía más importante consiste en su des-

¹⁴ ALLENDE, A.; CARRACEDO, V.; G.CODRON, V.; PACHECO, S.; RASILLA, D. (2006). "Relieve y rachas excepcionales de viento en el Macizo de Tres Mares (Cantabria)". En CUADRAT y otros (eds.): *Clima, sociedad y medio ambiente*. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC), 2006, Serie A, nº 5.

¹⁵ Los datos disponibles para Campoo en el momento de la realización de este estudio se limitan a los suministrados por las estaciones meteorológicas instaladas en la estación invernal de Alto Campoo (Pico Tres Mares, El Chivo, La Calgosa y Brañavieja) y a los de la estación de Reinos de la Red de Control y Vigilancia de la Calidad del Aire de Cantabria del CIMA (Consejería de Medio Ambiente del Gobierno de Cantabria) localizada en un entorno urbano y, por tanto, poco adecuada para el estudio del viento. Por esta razón, el análisis se limita al sector más alto del valle).

vío y canalización por el relieve aunque deben destacarse también la presencia de zonas de calma y, al menos en las zonas más altas¹⁵, la aparición de súbitas turbulencias acompañadas de fortísimas rachas de viento.

En relación con el cambio de dirección y canalización topográfica, se ha observado que, sea cual sea la dirección de los flujos mesoescalares, los vientos dominantes al nivel del suelo en Brañavieja coinciden siempre con la orientación del valle. Esto nos indica que una parte del viento que cruza la cordillera se desvía bruscamente para, abandonando la corriente dominante, introducirse por él. Resulta ilustrativo al respecto que los registros obtenidos en el Pico Tres Mares, poco afectado por el relieve al situarse muy cerca de la cumbre, coincidan prácticamente con los del resto de la región (Los Tojos, Santander...) pero resulten totalmente distintos de los de Brañavieja o La Calgosa, emplazamientos muy próximos pero que por su localización están totalmente determinados por el relieve.

Esta divergencia y cambio brusco de dirección permite la existencia simultánea de vientos locales que remontan o descienden por el valle siguiendo un eje Oeste-Este junto a otros de carácter regional que atraviesan la cordillera "saltando" por encima de los anteriores y con direcciones Norte o Sur.

En los lugares en los que se produce la divergencia y el aire es desviado por el relieve o, por el contrario, donde los flujos que enfilan el valle convergen con los regionales, es habitual que aparezcan turbulencias y que el viento sufra bruscos cambios de dirección e intensidad. Esto es particularmente evidente en el área de Alto Campoo donde las direcciones registradas por las distintas estaciones rara vez coinciden a pesar de que la distancia que media entre ellas no supera, en el mejor

de los casos, 4 km. De este modo, mientras que en la estación situada en El Chivo dominan los vientos del Norte, en Brañavieja lo hacen los del Oeste. Además, el protagonismo de estas direcciones dominantes aumenta a medida que lo hace la velocidad del viento hasta convertirse en casi exclusivas en el caso de las rachas con velocidad superior a 60 km/h.

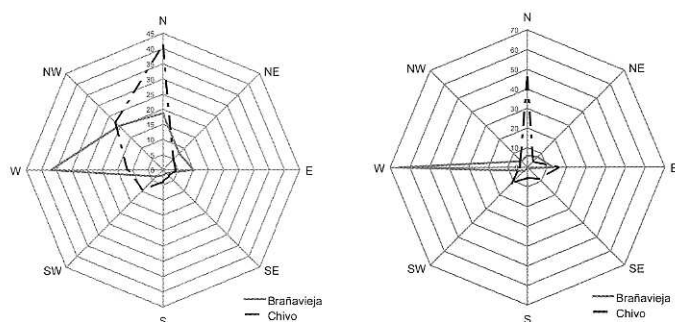


Fig. 11
Direcciones del viento medio registrado Brañavieja y El Chivo durante el invierno de 2004-05 (izquierda) y direcciones de las rachas >60 km/h durante el mismo periodo (derecha) (ambas en %).

Fuente:
ALLENDE A. y otros,
2006.

En relación con todo lo anterior, el área de Alto Campoo destaca por la intensidad y el carácter imprevisible de sus rachas de viento. Éstas son bien conocidas por los pastores y deportistas que frecuentan la zona, dan lugar a un buen número de incidentes cada año e incluso, en ocasiones, son responsables de accidentes mortales como el que se produjo el 7 de diciembre de 2000 cuando un vehículo todo terreno en el que se encontraban cinco operarios de la estación de montaña fue arrastrado por una racha de viento Sur y se precipitó por un desnivel de cerca de 300 metros produciendo la muerte de tres personas.

En el periodo comprendido entre el 1 de diciembre de 2004 y el 31 de marzo de 2005, que fue excepcionalmente duro por la continua sucesión de temporales, la serie de Brañavieja recoge nueve registros con rachas superiores a 120 km/h mientras que en El Chivo 22 registros superan esa velocidad máxima (si bien 14 de ellos se produjeron el mismo

día, el 21 de marzo de 2005). Sin embargo, a pesar de la proximidad de ambas estaciones, las fechas de estas rachas máximas son distintas en cada una de ellas y también lo son sus direcciones respectivas, hecho que no puede explicarse más que en relación con el efecto de la topografía. Así, mientras que en Brañavieja tuvieron siempre direcciones comprendidas entre el ONO y el E y se produjeron durante temporales dominados por situaciones del Norte, en El Chivo, con una única excepción, correspondieron a vientos comprendidos entre el NE y el SSE y fueron originadas por temporales del Oeste o de Sur.

Un último hecho que llama poderosamente la atención es la aparente desproporción observada, para los intervalos considerados (30 minutos), entre la fuerza de algunas de las rachas máximas y la velocidad media del viento, tanto en las estaciones situadas en Alto Campoo como en las del resto de la región. En este sentido destaca que aunque algunas de las rachas más importantes se produjeron en un contexto de fuertes vientos generalizados y prolongados en toda la comunidad (temporal del 21 al 26 de marzo de 2005), otras lo hicieron de manera más aislada y su intensidad parece responder a fenómenos estrictamente locales.

Las rachas de viento más fuertes registradas hasta ahora por los equipos instalados en Alto Campoo se produjeron en Brañavieja el día 26 de enero de 2005 coincidiendo con el peor temporal de aquel invierno. La información disponible es limitada ya que la zona quedó incomunicada durante varios días y dos de las estaciones meteorológicas quedaron inutilizadas por el propio temporal. Sin embargo, El Chivo y Brañavieja, los observatorios que se han utilizado para este estudio, funcionaron correctamente y nos han proporcionado series explotables.

El episodio considerado, que se inició el 25 de enero y se prolongó durante varios días, produjo vientos fuertes y continuos en toda la región. Al nivel del suelo éstos alcanzaron una velocidad media de 50,2 km/h en el observatorio de Santander, situado en la misma línea de costa y fueron disminuyendo hacia el interior como consecuencia de la rugosidad del terreno (Los Tojos: 15,6 km/h, Reinosa: 22,3 km/h). En Alto Campoo las velocidades medias fueron de 15,6 km/h en El Chivo y de 30,7 km/h en Brañavieja, valores comparables a los de las estaciones situadas en cotas más bajas y que resultan relativamente habituales en el área.

Sin embargo, el comportamiento de las rachas de viento fue diferente ya que pese a que no resultaron particularmente fuertes en la costa (ráfaga máxima en Santander-Parayas: 68,3 km/h), alcanzaron en Brañavieja valores verdaderamente excepcionales. En este lugar la fuerza de las rachas empezó a aumentar a partir del mediodía registrándose valores de

109,2 km/h a las 17.30 h.;
122,3 km/h a las 18.30 h.;
141,6 km/h a las 21.00 h.;
181,9 km/h a las 22.30 h. y, por fin,
218,9 km/h entre las 23 y las 23.30 horas.

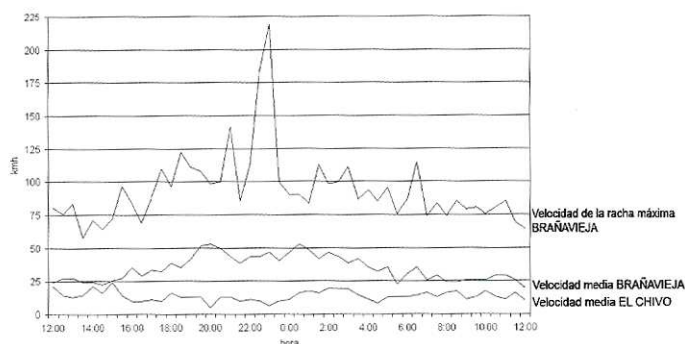
Con posterioridad, la intensidad disminuyó rápidamente hasta quedar los vientos más fuertes por debajo de los 90 km/h a partir de las 7 horas del día 27.

Tal como suele ocurrir durante los temporales del Norte, la estación de El Chivo, situada a menos de 2 km de Brañavieja, no registró vientos especialmente violentos, siendo la racha más fuerte de tan sólo 59,5 km/h. Se observa incluso que la velocidad

Fig. 12

Velocidad de las rachas máximas en Brañavieja y de la velocidad media del viento en Brañavieja y El Chivo en km/h entre las 12.00 del día 26 y las 12.00 del 27 de enero de 2005. Mientras que las velocidades fueron aumentando en Brañavieja a medida que se intensificaba el temporal, en El Chivo la tendencia fue la opuesta registrándose las velocidades medias más bajas en el momento culminante del mismo.

Fuente:
ALLENDE A. y otros,
2006.



media del viento en esta estación, durante el temporal, tendió a disminuir a medida que aumentaba en Brañavieja, mostrando ambas estaciones comportamientos relativamente contrapuestos.

Los datos registrados (así como las diferencias observadas entre ellos) se relacionan con el efecto de la topografía local: el emplazamiento de la estación de Brañavieja coincide con un resalte topográfico dispuesto a través del valle y que separa dos ambientes muy distintos: la zona de cabecera, un circo glaciar con fuertes desniveles pero amplio fondo suave hacia el Oeste, y el valle del Guares-Hijar, que se va ensanchando regularmente hacia el Este, totalmente abierto al paso del viento. El resalte topográfico en el que se localiza el poblado de Brañavieja reduce localmente la sección vertical del valle y acelera el flujo de los vientos que, desviados por la topografía, lo remontan procedentes del Este. Hay que destacar que las rachas más fuertes registradas en Brañavieja coinciden, en general, con situaciones sinópticas del Norte o del cuarto cuadrante con presencia de inversiones térmicas a alturas próximas a las de las cumbres. Ello probablemente dificulta el ascenso del viento a lo largo del tramo superior del valle y favorece su carácter racheado y turbulento.

Al mismo tiempo, la contrapendiente que existe aguas arriba de Brañavieja (cubeta de la Calgosa) y

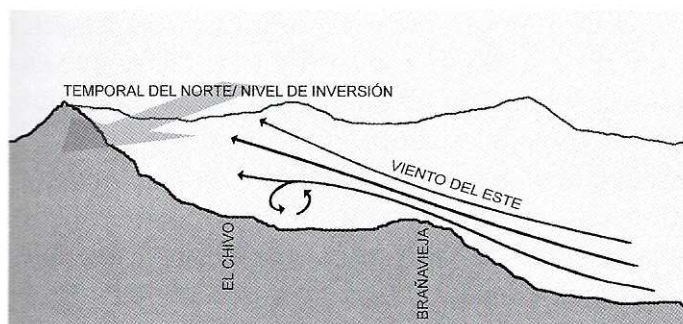


Fig. 13
Sección del área de Alto Campoo con la localización de las estaciones y las direcciones del viento registradas durante el temporal del 26 de enero de 2005.

Fuente:
ALLENDE A. y otros,
2006.

la topografía en circo de Alto Campoo permiten la presencia de un área de sombra relativamente resguardada donde los vientos que remontan los valles del Híjar y Guares pierden intensidad (lo que explica los valores más bajos de la estación de El Chivo) y, bajo determinadas condiciones de dirección y velocidad, provocan la aparición de turbulencias que se reflejan en bruscos cambios de dirección del viento.

2.5. Otros efectos del relieve

La influencia del relieve en el clima local puede producirse también de manera pasiva como consecuencia de la diferente insolación de las solanas y las umbrías. Las laderas orientadas al Sur se benefician de más horas de sol y de un mejor ángulo de incidencia de la radiación solar que las orientadas al Norte lo que les permite no sólo ser más cálidas sino, asociado a ello, permanecer menos días cubiertas por la nieve, sufrir un inferior número de heladas e, incluso, verse menos afectadas por la niebla.

Las diferencias que se producen dependen tanto de la orientación precisa de las laderas como de sus características (desnivel relativo, valor y longitud de la pendiente...) por lo que su importancia climática varía mucho en distancias reducidas. Por eso, sus efectos no son significativos más que en las

áreas de relieve acusado y siempre con carácter local. Pese a ello, la exposición es el factor que explica la existencia de diferencias en la vegetación, en los usos del suelo o en la localización de los asentamientos tanto en Campoo como en Valderredible. No es rara, por ejemplo, la existencia a la misma altura de hayedos en las umbrías y de robledales en las solanas donde, por otra parte, los pueblos y los prados “suben” habitualmente hasta cotas más elevadas.

3. Influencia de la vegetación en el clima

La cubierta vegetal determina el color de la superficie terrestre interviniendo por tanto en el balance energético local y, con él, en las temperaturas al nivel del suelo. Además, desempeña un importante papel en el ciclo hidrológico interceptando y absorbiendo una proporción importante del agua de precipitación, que es posteriormente devuelta a la atmósfera en forma de vapor, y contribuye a frenar el viento. Por eso, no es raro que el ambiente del interior del bosque sea muy diferente del exterior y que se pueda hablar con propiedad de un “microclima forestal”.

Con la información disponible no es posible cuantificar el efecto del bosque, o de los distintos tipos de vegetación, en el clima regional. Sabemos que el bosque contribuye a generar en su interior un ambiente húmedo, más bien cálido y con temperaturas extremas moderadas y es verosímil que la pérdida de superficie forestal a lo largo de la historia haya conllevado una alteración de estos rasgos produciendo una atmósfera más seca y sujeta a cambios más bruscos de temperaturas.

Por esta misma razón, y dado que el efecto climático del bosque se percibe a escala local, es probable que las áreas de Campoo ocupadas hoy por

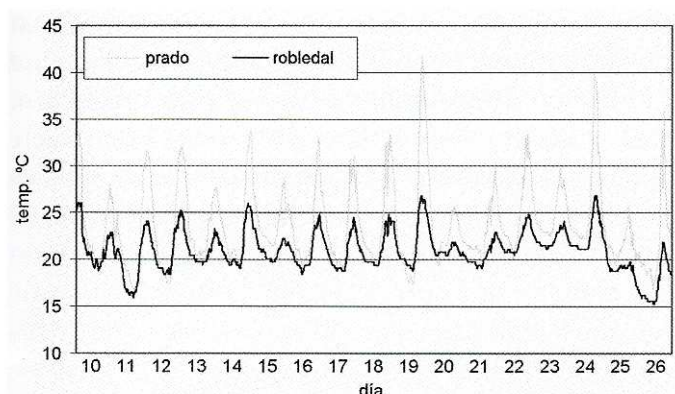


Fig. 14
Temperaturas registradas a la sombra en un encinar y en un prado contiguo situados en el litoral de Cantabria en agosto de 1997.

Fuente:
GARCÍA CODRON Y
PACHECO, 1999.

grandes extensiones de masas arboladas o arbustivas densas sean, al nivel del suelo y en términos comparativos, más atemperadas y húmedas y menos ventosas que las zonas dominadas por prados o formaciones abiertas aunque, de nuevo, es algo que no ha podido ser cuantificado.

4. El impacto climático del embalse del Ebro

Un último factor que debe tenerse en cuenta para la correcta comprensión del clima actual de Campoo es la influencia del embalse del Ebro. La creación de una masa de agua como la del “pantano”, de más de 6000 ha de superficie, no ha llegado a producir alteraciones en el clima regional. Sin embargo, a escala local se han podido documentar impactos muy importantes que pueden atribuirse al embalse sin ninguna duda¹⁶.

Los embalses, cuyas aguas remansadas y poco profundas pueden alcanzar en sus primeros centí-

¹⁶ GARCÍA CODRON, J.C. (1996): “Efectos climáticos de los embalses cantábricos”. *Monografías del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos*, 21.

Fig. 15
La gran superficie ocupada por el embalse del Ebro facilita los intercambios con la atmósfera y le permite desempeñar un importante papel en el clima comarcal.

Fotografía:
Juan C. García Codron.



metros temperaturas bastante elevadas, sufren una intensa evaporación que incrementa sensiblemente la humedad atmosférica de su entorno inmediato. Como consecuencia de ello, el “relente” que suele “caer” en la Montaña Cantábrica durante las noches de calma meteorológica va a multiplicar espectacularmente su aparición tal como ha sido detectado en el embalse de Porma (en cuyo entorno los días de rocío o escarcha, de acuerdo con los datos registrados, habrían aumentado un 45%).

No existen, desgraciadamente, registros que permitan cuantificar el volumen de estas “lluvias horizontales”. Aunque probablemente no superen el equivalente de algunas decenas de mm de precipitación al año, podrían desempeñar un importante papel biogeográfico y agrario, e influir sensiblemente en las temperaturas de la capa límite suelo-atmósfera.

Pero el aumento de la humedad atmosférica no sólo se refleja en las estadísticas de rocío y escarcha sino que, por encima de ello, se traduce en un dramático incremento del número de días de niebla.

La niebla, como ya se ha visto, es una contingencia asociada a la aparición de inversiones térmicas bastante frecuente en Campoo. El complemento de humedad aportado por los embalses sumado a las condiciones favorables preexistentes ha disparado sin embargo su incidencia en torno a todos los embalses analizados en la montaña cantábrica y, muy en particular, en el del Ebro.

De acuerdo con la serie de datos de la estación de Reinosa, la nebulosidad se ha incrementado en un 141% pasándose de un promedio de 56,8 días de niebla al año en el periodo 1924-45 a otro de 136,7 entre 1946 y 1986. El citado aumento alcanza sus máximos valores relativos al final del invierno a pesar de ser el verano la estación que más días de

niebla registra: julio registraba el meteoro 7,9 días antes de la construcción del embalse situándose el promedio desde aquel momento en 16,1 días¹⁷.

Este espectacular incremento del número anual de días de niebla no puede imputarse a un simple

¹⁷ GARCÍA CODRON (1996). Ibid.

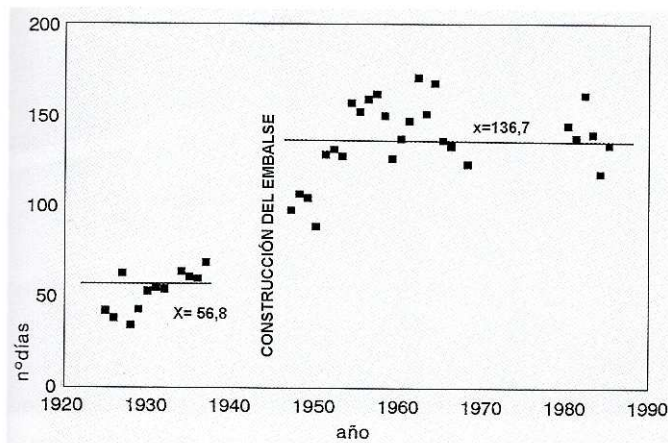


Fig. 16
Número de días anuales de niebla en Reinosa antes y después de la construcción del embalse.

Fuente:
GARCÍA CODRON, 1996.

accidente estadístico relacionado con la variabilidad interanual: hasta la puesta en funcionamiento del embalse nunca se habían sobrepasado los 69 días de niebla del año 1937. Sin embargo, una vez anegado el valle, el año en que menos veces se ha observado, 1950, registra 89 casos. La existencia de un “antes” y de un “después” del embalse parece evidente.

Las nieblas que se generan sobre la superficie del embalse presentan un espesor reducido, raramente superior a algunas decenas de metros, y no afectan más que a su entorno inmediato lo que explica la diferencia existente entre los valores de núcleos muy cercanos. De este modo, mientras Reinosa y Villasuso registran 137 y 76 días al año respectivamente, los de Arija, Corconte y Cabañas de Virtus quedan entre 40 y 50 y Cilleruelo de Bezana no supera 20 días al año¹⁸.

Las consecuencias del incremento de la nebulosidad son difíciles de determinar y mucho más de

¹⁸ La desigual extensión y calidad de las series así como la posibilidad de que existan diferencias de criterio entre los distintos observadores, que se ha ignorado por falta de información, obligan a utilizar estas cifras con prudencia. Pese a ello, creemos que las diferencias, por su importancia, ilustran la desigual distribución de las nieblas que se generan en torno al embalse.



Fig. 17
Las nieblas asociadas al embalse del Ebro suelen tener un carácter muy laminar y afectar a áreas con límites bien definidos.

Fotografía:
Juan C. García Codron.

¹⁹ GARCÍA CODRON, J.C.; BERMEJO ZUBELZU, O. (1988): "Consecuencias climáticas de la creación de un embalse: estadística y percepción". *ERIA, Revista de Geografía*, 16.

²⁰ DIAZ-FIERROS VIQUEIRA, F. (1978): "Perturbaciones mesoclimáticas por la puesta en servicio del embalse de Velle (Orense). Avances sobre la investigación en Bioclimatología, Salamanca.

valorar de forma objetiva. De forma inmediata, las más importantes son probablemente las relacionadas con las prácticas agrarias que, en varios lugares, se han podido ver afectadas por el cambio del microclima local: de acuerdo con testimonios recogidos en el entorno inmediato del embalse del Ebro, tanto el cereal como la hierba puesta a secar al modo tradicional "se pudren" por la humedad excesiva¹⁹. No es descartable incluso que la humedad favorezca un aumento de ciertas enfermedades criptogámicas en los cultivos²⁰ y puedan, a la larga, tener consecuencias en la distribución natural de diversas especies.

Pero las temperaturas también deben verse afectadas por los constantes cambios de estado del agua: la evaporación que se produce sobre el embalse detrae grandes cantidades de energía que es transportada en forma de calor latente hasta el momento de la condensación. Cuando ésta tiene lugar sobre el embalse mismo el balance es nulo pero si el aire húmedo se desplaza hacia otras zonas se

produce una pérdida de calor que se traducirá en un descenso de las temperaturas medias (agravado por el descenso de la insolación que producen las nieblas).

Pero además, el diferente comportamiento del agua y de la tierra va a alterar el régimen térmico tanto diurno como estacional produciendo una suavización de los acontecimientos extremos de corta duración a la vez que un desfase entre las temperaturas de la masa de agua, que muestran una gran “inercia”, y las de las áreas no anegadas, de “reacciones mucho más rápidas”. El factor de “inercia térmica” introducido con la creación del embalse contribuye a “retrasar las estaciones” enfriando las primaveras y caldeando los otoños (habiéndose estimado un retraso de 19 días en Porma durante el verano y de 4 días en invierno (lo que, promediando, permite estimar el retraso de las estaciones en 12-13 días).

El régimen diurno de temperaturas ha debido experimentar una evolución similar. Es probable, aunque no pueda demostrarse con los datos disponibles, que tras la construcción de los embalses las mañanas resulten más frías y las tardes y primeras horas de la noche más cálidas que antes aunque, en términos globales, las consecuencias de esta variación sean de menor importancia.

Menor amplitud térmica anual, primaveras más frías y otoños más cálidos nos hablan, en síntesis, de un clima que, en contacto con la gran masa de agua, ha adquirido rasgos más oceánicos.

Es posible, por último, que el calentamiento diferencial de la masa de agua pueda en ocasiones afectar a la estructura vertical de la atmósfera favoreciendo la persistencia de situaciones estables al final del invierno (lo que podría contribuir al reforzamiento de las nieblas y a la disminución de las

precipitaciones) y generando, al contrario, situaciones de inestabilidad o incluso bajas térmicas relativas al final del verano y otoño. Sin embargo, y por una simple cuestión de escala, no creemos que este hecho, caso de producirse, revista una gran significación meteorológica.

5. A modo de reflexión final

Todos estos, y otros de carácter menor, son los elementos que conforman el actual clima de Campoo. Un clima rico en matices que, a lo largo de milenios, ha condicionado tanto los ciclos y procesos naturales como el desarrollo de la propia cultura de los habitantes de la zona. Sin embargo, progresivamente, todos estos aspectos, tangibles e intangibles, naturales o sociales, condicionantes y condicionados, se han ido imbricando y amalgamando para generar la situación, mucho más compleja, que hoy conocemos. Tanto es así que muchos caracteres, a veces en principio adversos, han terminado convirtiéndose en importantes recursos económicos y, en sentido estricto, resulta difícil en la actualidad hablar de aspectos “favorables” o “desfavorables” o, incluso, de condicionantes puramente “naturales” o exclusivamente “humanos”: si bien a lo largo de la historia las nevadas o la abundancia de lluvias han producido permanentes inconvenientes a la población, hoy la nieve es uno de los principales motores económicos de la comarca y el agua se ha convertido en un importantísimo factor de riqueza. Por otra parte, si es habitual hablar de cómo el clima influye en la actividad humana, nadie puede ignorar la fuerte influencia que ésta, de manera recíproca, ejerce sobre él.

La naturaleza, la cultura y, como resultado de ambos, los paisajes de Campoo no pueden entenderse sin conocer el clima comarcal. Un clima que,

como atestiguan la geomorfología y la arqueología regionales, ha cambiado continuamente a lo largo del tiempo obligando a los grupos humanos a adaptarse a ambientes en permanente evolución. Pero un clima, también, que amenaza con sufrir alteraciones sin precedentes en las próximas décadas y que podría acarrear cambios muy significativos en el paisaje, en las actividades agrarias, en la disponibilidad de recursos clave como el agua o la nieve y en todo el complejo sistema de relaciones sociedad-medio que hoy conocemos.

La correcta adaptación a las más que probables nuevas circunstancias constituye uno de los grandes retos con los que se enfrenta nuestra sociedad en la actualidad y sitúa grandes interrogantes, no necesariamente negativos aunque también de este signo, sobre el futuro de Campoo.

Referencias:

- ALLENDE, A.; CARRACEDO, V.; G.CODRON, V.; PACHECO, S.; RASILLA, D. (2006).: "Relieve y rachas excepcionales de viento en el Macizo de Tres Mares (Cantabria)". En CUADRAT y otros (eds.): *Clima, sociedad y medio ambiente. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC)*, 2006, Serie A, nº 5.
- ANDRÉS BRAVO, M.S.; CELIS DÍAZ, R.; FERNÁNDEZ CAÑADAS, J.A.; MORENO MORAL, G.; RODRÍGUEZ VELASCO, J.J. (2001).: "Francisco Hernández y su serie climatológica de Reinosa (1911-1975)". Cuadernos de Campoo, 26.
- ANILLO MEDEL, C.; GUTIÉRREZ LÓPEZ, L. (2006). "Temporales de nieve en Cantabria (2004-2005): estudio de la repercusión social a través de la prensa". En J.M. CUADRAT y otros (eds.): *Clima, sociedad y medio ambiente. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC)*, 2006, Serie A, nº 5.
- ELÍAS CASTILLO, F.; RUIZ BELTRÁN, L. (1977).: "Agroclimatología de España". Cuaderno INIA, 7, Ministerio de Agricultura, Madrid.
- DÍAZ-FIERROS VIQUEIRA, F. (1978).: *Perturbaciones mesoclimáticas por la puesta en servicio del Embalse de Velle (Orense). Avances sobre la investigación en Bioclimatología*. Salamanca.

GARCÍA CODRON, J.C. (1996).: "Efectos climáticos de los embalses cantábricos". *Monografías del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos*, 21.

GARCÍA CODRON, J.C.;BERMEJO ZUBELZU, O.(1988).: "Consecuencias climáticas de la creación de un embalse: estadística y percepción". *ERIA, Revista de Geografía*, 16.

GARCÍA CODRON, J.C.; PACHECO IBARS, S. (1999).: "Rapports entre les transformations de la végétation et le climat en Espagne Cantabrique". *Publications de l'Association Internationale de Climatologie*, 12.

PUENTE FERNÁNDEZ, J.M. (2005 Y 2006).: "Olas de frío temporales de nieve en Cantabria en los últimos 100 años. ¿Un síntoma de cambio climático?" *RAM, Revista del aficionado a la meteorología*, 31 a 38.
<http://www.meteored.com/ram/archivo/>

Agradecimientos: A la dirección de la Estación de Esquí y Montaña Alto Campoo, por la colaboración prestada para la obtención de información meteorológica. Al personal de la estación, y en particular a Alfonso Allende, por la ayuda prestada en el mantenimiento de los aparatos y recogida periódica de datos. Al personal de GIMENA que colabora habitualmente en el mantenimiento de los aparatos instalados en la región.