

EL VIENTO EN LA CORNISA CANTABRICA: AVANCE DE UN ESTUDIO SOBRE LOS TEMPORALES DEL S.

Felipe Fernández García
Domingo Rasilla

Artikulu honetan Kantauriko Kornisako Hegoko eguraldiaren alderdinagusiakaztertzen dira, hala nola egoera horiekin loturiko «anomalia» termiko eta higrometrikokoak eta asturiar, kantabriar eta euskal sektoreen arteko aldeak, zeintzu eguraldi mota horretako sorreran eskuhartzen duten eragin dinamikoaren eta topografikoaren baitan izan daitezke.

En este artículo, se analizan algunos aspectos fundamentales del tiempo del Sur en la Cornisa Cantábrica, como son: las «anomalías» térmicas e higrométricas asociadas a estas situaciones y las diferencias existentes entre el sector asturiano, cántabro y vasco, que pueden ser debidas a la doble influencia dinámica y topográfica en la génesis de este tipo de tiempo.

Dans cet article on analyse certains aspects fondamentaux de la météorologie du Sud de la Corniche Canfabrique, tels que: les «anomalies» thermiques et higrométriques associées à ces situations et les différences qui existent entre les zones de l'Asturie, de Santander et du Pays Basque et qui peuvent être le résultat de la double influence dynamique et topographique dans la genèse de ce genre de météorologie.

1.- INTRODUCCION

Uno de los aspectos más característicos del clima peninsular es la existencia de una gran variedad de matices regionales y locales relacionados con las modificaciones que experimentan los grandes flujos zonales como consecuencia del relieve y que pueden afectar, tanto a la fuerza y dirección de los vientos, como a la estructura térmica e higrométrica de las masas de aire. Las disimetrías pluviométricas entre vertientes expuestas a los vientos y las situadas a sotavento, o la existencia de periodos anormalmente cálidos y secos son algunas de las manifestaciones más significativas de este hecho que puede condicionar los rasgos climáticos generales de extensas zonas de nuestra Península o provocar episodios “anómalos” respecto a los rasgos normales, en otras. Especial relevancia adquiere el denominado efecto de foehn, generalizado a partir de los estudios realizados en los Alpes, por el que una masa de aire fría y húmeda en su origen se convierte en cálida y seca al atravesar una cadena montañosa perpendicular al flujo de vientos.

Estos mismos mecanismos deben actuar, como señalan algunos autores (FONT, 1983, pp. 49-50), en los distintos sistemas montañosos peninsulares, pero adquieren gran protagonismo en el litoral cantábrico, donde la llegada de vientos del S y SW, determina importantes y repentinas subidas de temperatura, acompañadas de vientos racheados y muy secos consecuencia del efecto de foehn creado por la cordillera Cantábrica. A pesar de ello, son muy escasos los estudios realizados al respecto, si exceptuamos las referencias recogidas en los estudios de clima regional (MOUNIER, 1979; URIARTE, 1983; URRESTARAZU, 1982; MUÑOZ, 1982), o las observaciones concernientes al viento en el valle del Ebro que se realizaron desde el 23 de abril al 2 de mayo de 1982, en el marco del proyecto ALPEX (RIOSALIDO y otros, 1982; BLUMEN y HARTSOUTH, 1982). Desde hace unos años se está realizando en la Universidad Autónoma de Madrid una Tesis Doctoral sobre las diversas situaciones del Sur en el Cantábrico; en ella se pretende sistematizar los mecanismos dinámicos y geográficos que intervienen en su formación, las similitudes y diferencias con situaciones análogas observadas en otras regiones montañosas de Europa y América del Norte y la incidencia sobre el clima de Asturias, Cantabria y País Vasco. Un primer avance de los resultados obtenidos ya han sido publicados (RASILLA, 1990); en las notas que siguen analizaremos la importancia de los flujos de componente sur en el marco del régimen general de vientos en diversos observatorios de la zona (fig. 1) y algunos de los aspectos más significativos de este tipo de situaciones sobre los principales elementos climáticos. Dos son los hechos que nos interesa destacar: por un lado, la distinción que es necesario establecer entre las situaciones con viento del sur relacionados con brisas costeras y aquellas otras asociadas a situaciones sinópticas de diverso tipo, ya que son en estas últimas donde se producen muchos de los mecanismos que caracterizan al föehn y que inciden de manera notable en el tiempo del litoral; por otro la existencia de matices diferenciales entre el sector occidental (asturiano) y el oriental (Cantabria y País Vasco), relacionados con la situación de cada uno de estos sectores en

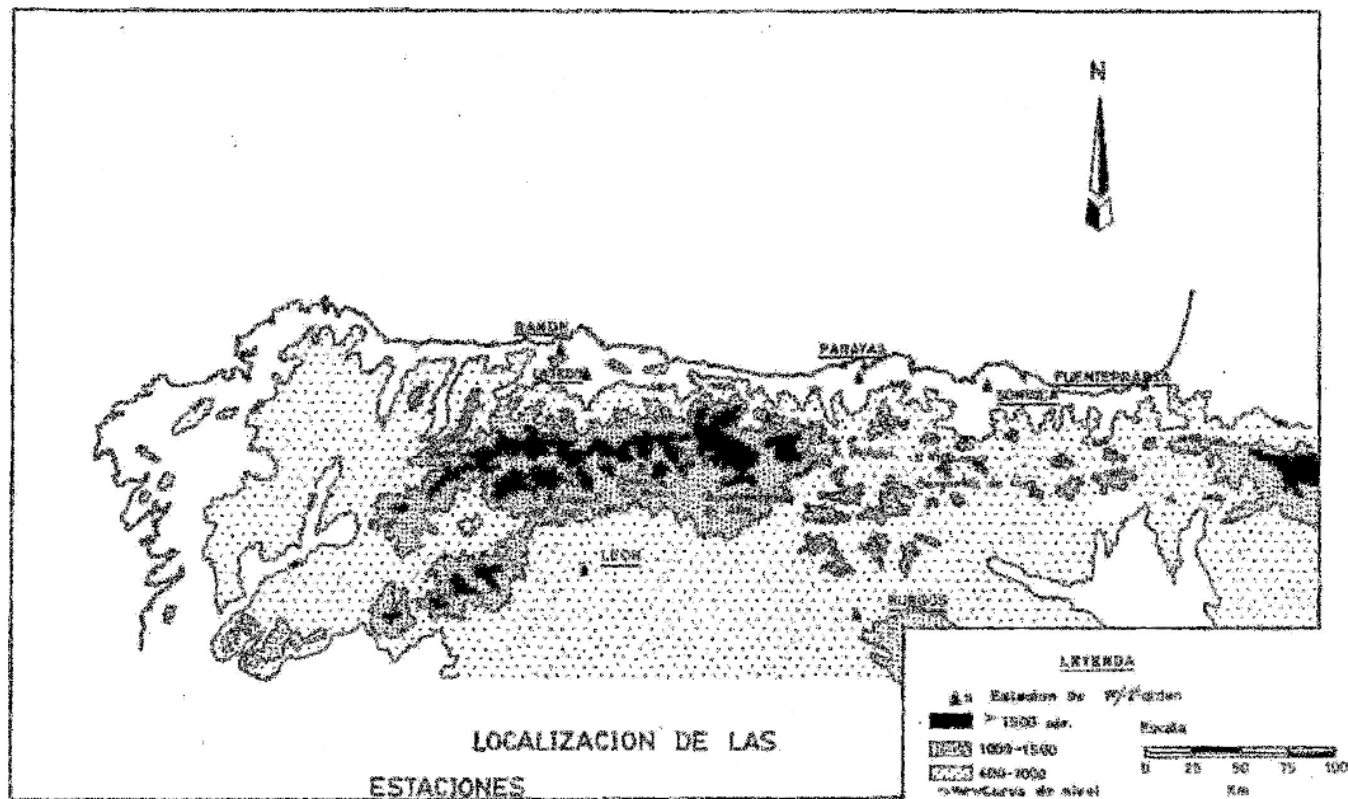


Figura 1

relación a las dorsales o vaguadas que generan el flujo y a las diferencias altitudinales entre el Macizo Asturiano y el umbral Vasco.

2.- RASGOS GENERALES DEL VIENTO EN EL LITORAL CANTABRICO

La configuración topográfica del litoral cantábrico, entre la cordillera y el mar, y su posición latitudinal determinan los rasgos climáticos de este sector peninsular: la elevada pluviosidad, la suavidad de sus temperaturas con escasas amplitudes anuales y la elevada humedad relativa, son todos ellos rasgos comunes al conjunto de climas templados oceánicos del que forma parte. Sin embargo presenta algunos matices diferenciadores derivados de la acción de factores regionales, entre los que el relieve adquiere un rango preeminente. En efecto, las mayores precipitaciones se producen con flujos procedentes del 1º y 4º cuadrantes, a diferencia de lo que es habitual en la vertiente occidental de nuestro país y en la fachada atlántica europea, en las que son los flujos del W y WSW los más lluviosos. En nuestra zona, por el contrario, éstos determinan un tiempo poco lluvioso, cuya característica más llamativa es la aparición de un viento fuerte y racheado, muy seco, acompañado de espectaculares ascensos térmicos. Con toda seguridad, en ninguna otra región de la Península Ibérica, este elemento atmosférico aparece tan estrechamente ligado a estados del tiempo tan opuestos y variables, hasta el punto que algún autor señala que habría que hablar más de vientos que de estaciones (VIERS, G. 1950, p. 32).

El análisis de las direcciones dominantes en los cuatro meses centrales de las estaciones del año (fig. 2) pone de manifiesto dos hechos significativos: en primer lugar, la escasa entidad de los vientos de componente sur en Asturias, frente a Cantabria y el País Vasco y, en segundo lugar, la estacionalidad de estos vientos que alcanzan su mayor frecuencia en otoño e invierno.

Lo mismo ocurre con la rosa anual de las rachas máximas (fig. 3): en Asturias las velocidades más acusadas se producen con vientos de componente W, especialmente en Ranón, mientras que en Oviedo destaca el NE y adquiere mayor significado los de componente SE; en Santander, Bilbao y Fuenterrabía el hecho más destacado es la mayor frecuencia de rachas máximas de procedencia meridional que alcanzan su máximo en el observatorio de Parayas.

Las causas de esta variedad espacial y temporal están relacionadas con factores de índole geográfico, especialmente la dirección de los valles en cada uno de los sectores analizados; la dinámica atmosférica regional que determina el desplazamiento de las masas de aire en el seno de la circulación regional y a la existencia de importantes vientos locales, especialmente las brisas costeras, caracterizadas por una marcada oscilación diaria en la que se suceden vientos de direcciones opuestas.

En la estación invernal, los vientos dominantes se hallan asociados a la frecuencia de borrascas atlánticas y sistemas frontales sobre el norte peninsular (MOUNIER, 1979). A su paso se suceden una serie de situaciones características determinadas por el tipo y dirección de los flujos de viento: el Sur sopla durante el paso del sector cálido, creando un ambiente cálido y seco y retrasando la llegada de la lluvia hasta la implantación del NW, tras la advección postfrontal, con el que se recogen la mayoría de las precipitaciones mensuales. Estos vientos soplan con gran intensidad, especialmente en los observatorios menos abrigados por los relieves circundantes como ocurre en Parayas, donde son frecuentes velocidades superiores a los 10 m/s (INM, 1988, pp. 431-440).

Los temporales de Poniente y del Sur, tan temidos por los pescadores, alternan con días en los que la estabilidad atmosférica es muy acusada; estas jornadas anticiclónicas, frías pero luminosas, no favorecen la creación de importantes diferencias entre la superficie marina y

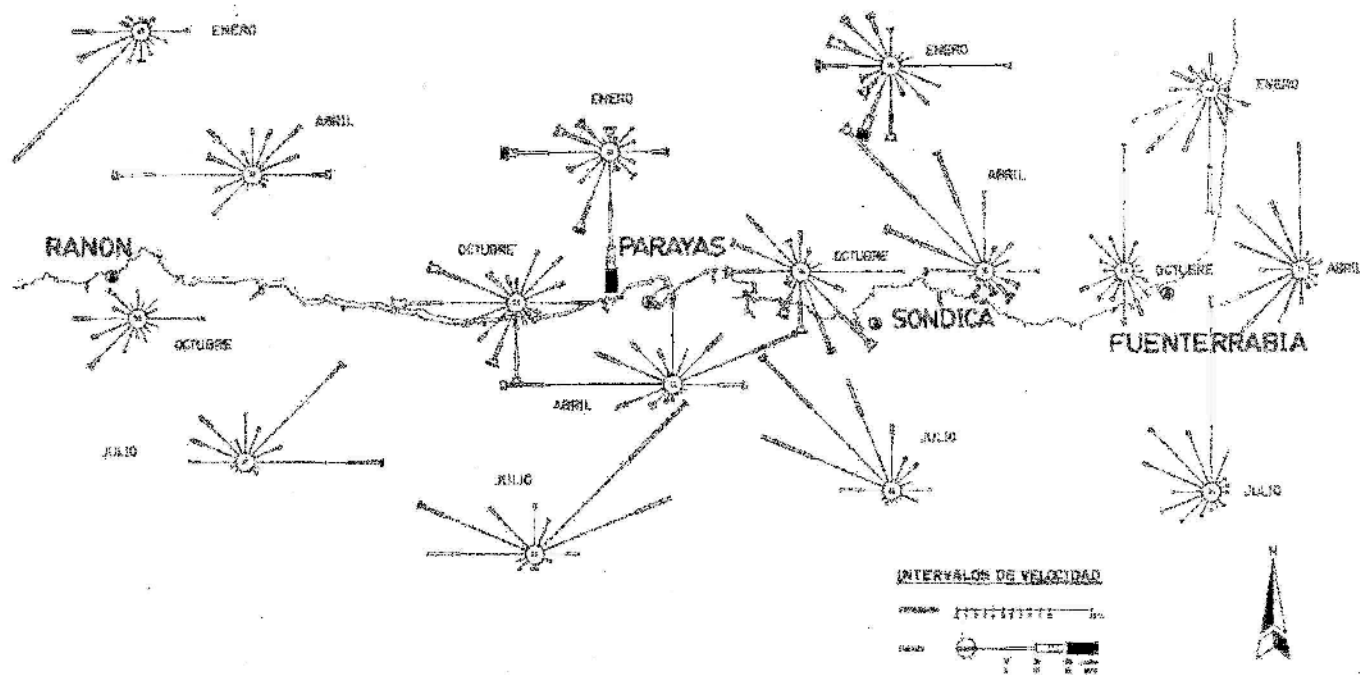
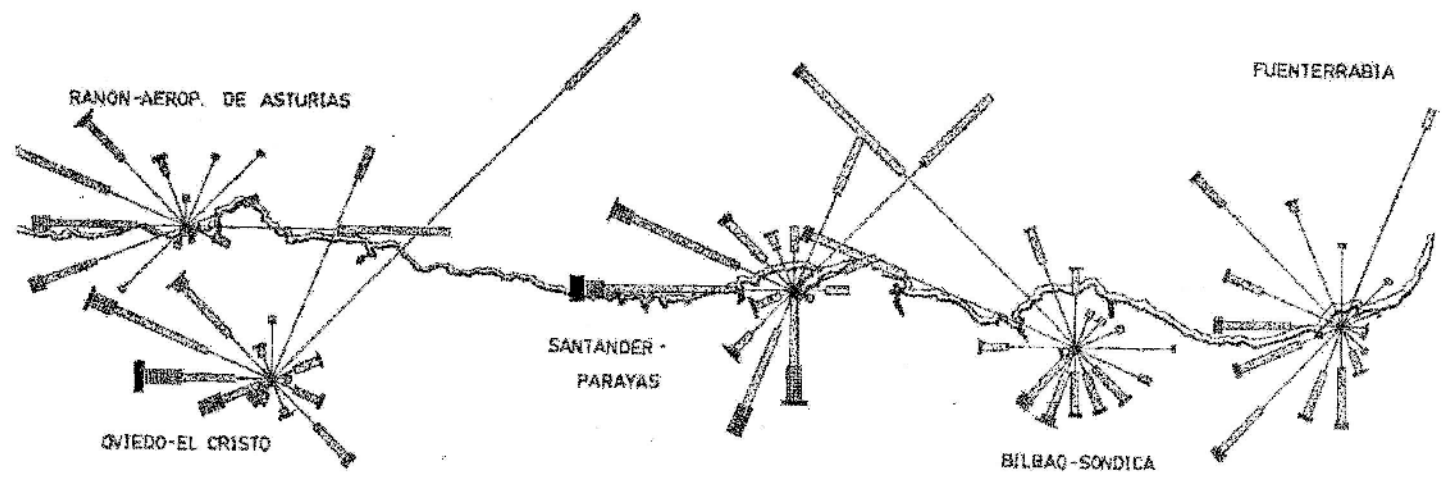


Figura 2



DISTRIBUCION DE LA FRECUENCIA ANUAL DE LAS RACHAS MAXIMAS DIARIAS DE VIENTO

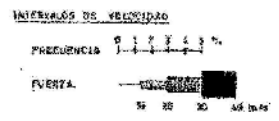


Figura 3

el continente, por lo que las brisas diurnas son poco frecuentes, o se enmascaran por flujos del E procedentes de las altas continentales. Durante las horas nocturnas, la falta de intercambios verticales facilita el enfriamiento sobre los relieves de la divisoria, creando un movimiento descendente de aire frío, suave pero constante, que tiene su mejor ejemplo en la elevada frecuencia de vientos del SW en Ranón (Valle del Narcea) y del S en Fuenterrabía (Bidassoa), procedentes de contrafuertes montañosos (Macizo Asturiano, Pirineo) cubiertos de nieve en esta época del año.

La llegada de la primavera, supone una modificación sensible de las condiciones de la circulación atmosférica, que se refleja en la práctica desaparición de los vientos del 3er cuadrante, sobre todo los de fuerte intensidad y el aumento de la frecuencia del 4º, especialmente de los vientos de componente N a partir de Cantabria. Este hecho podría relacionarse con la hipótesis de un encauzamiento de la circulación en las capas bajas hacia el "Umbral Vasco", perpendicular a las montañas en el Golfo de Vizcaya, mientras que se mantiene paralela al Macizo Asturiano, lo que explicaría el máximo pluviométrico secundario que se observa en la costa vasca (MOUNIER, 1979, P. 198 y URIARTE, 1986, P. 111). Así mismo, aumenta la frecuencia de las brisas de mar, ligadas a un incremento sustancial del gradiente térmico entre el interior de la Península y sus márgenes litorales, consecuencia del mayor calentamiento del continente al aumentar la insolación. Esta tendencia alcanza su mayor vigor en verano (rosa de vientos de Julio, fig. 2), momento en el que las diferencias térmicas tierra-mar adquieren gran intensidad. En general, la circulación atmosférica se debilita y los factores locales predominan sobre los advectivos. Las condiciones topográficas enmascaran en el País Vasco el significado de los vientos dominantes: tanto las brisas de mar como los flujos relacionados con las borrascas atlánticas presentan la misma dirección: N en Fuenterrabía y NO en Sondica. En Ranón y Parayas, menos condicionadas por los relieves circundantes, se observa un régimen más contrastado: brisas diurnas, del E, ENE ó NE, y vientos del W y NW procedentes de flujos sinópticos. Esta variada circulación superficial tiene notables influencias en el estado de la atmósfera en el sector costero, pues incluso, bajo régimen de estabilidad atmosférica, las brisas en el fondo del Golfo de Vizcaya dirigen hacia la costa una masa húmeda, que desencadenan la clásica nubosidad de estancamiento y el incremento de la pluviosidad estival en estas comarcas, al chocar contra las estribaciones de los Montes Vascos. Por el contrario, los vientos dominantes en Ranón son del E y ENE, procedentes del flanco oriental del anticiclón atlántico y de las brisas marinas, que en esta zona adquieren especial importancia. En efecto, los vientos paralelos a la costa favorecen el ascenso superficial de aguas frías profundas ("upwelling") lo que acentúa los contrastes térmicos entre la superficie marina y el interior costero (URIARTE, 1983, PP. 148-150 y MOUNIER, 1979).

Finalmente, el otoño indica un anticipo de las condiciones invernales como lo demuestra el hecho de que todas las rosas de octubre sean muy similares a las de enero, con un acusado descenso de la frecuencia de las brisas diurnas y aumento de la velocidad de los vientos del W. Pero el hecho más importante es el peso significativo de los vientos de componente S, no sólo por la aparición de las primeras brisas terrales, sino por ser el otoño uno de los periodos del año más afectados por los temporales de esta procedencia.

3.- CARACTERISITICAS CLIMATICAS DEL TIEMPO DEL SUR

Los flujos de componente sur son, como acabamos de analizar, más frecuente en invierno y otoño y el sector oriental está más afectado por ellos que el occidental. Sin embargo, el tipo de tiempo que podemos denominar del Sur, únicamente se produce cuando estos flujos meridionales se encuentran asociados a situaciones sinópticas concretas, de las que dos son las más frecuentes (RASILLA, 1990):

1º.- La que podemos denominar *Sur perturbado o ciclónico* en la que se manifiesta claramente el efecto de Foehn, producto de la subsidencia de naturaleza orográfica de una masa de aire templada y húmeda de origen atlántico, que ocasiona habitualmente precipitaciones en la vertiente meridional de la Cordillera Cantábrica.

2º.- El *Sur anticiclónico*, relacionado con la advección de masas cálidas de procedencia continental, en las que el aumento térmico y la sequedad que se produce en el litoral cantábrico procede de la combinación de una subsidencia dinámica en el seno del flanco occidental de un anticiclón sumado a un efecto de recalentamiento orográfico al descender hacia el litoral cantábrico en un proceso similar al denominado, por algunos autores "Foëhn Anticiclónico" o algunas variantes del Chinook (COOK, A.W. y TOPIL, A.G. 1952, pp. 42-47; LOCKWOOD, J.G. 1962, pp. 57-65).

Ambas situaciones dan lugar a un tipo de tiempo similar al Foehn alpino, cuyas características fundamentales son, por un lado, la violencia y el carácter discontinuo muy marcado en forma de ráfagas y, por otro, las variaciones bruscas y significativas en los valores habituales de presión, temperatura, humedad y evaporación (BRINKMANN, 1971; PICARD, 1964).

Así en el aeropuerto de Parayas (Santander) la velocidad del viento, medida en el intervalo de 10 minutos que precede a cada una de las observaciones durante las situaciones de Sur, fue de 31,6 km/h, mientras que las brisas raramente alcanzan 19,8 km/h y el "gallego", viento del W/WNW, característico de los grandes temporales de Poniente, apenas supera los 24 km/h.

Las temperaturas experimentan, así mismo, un aumento significativo, aunque varía a lo largo de todo el año y afecta de forma más acusada a las mínimas, que alcanzan diferencias superiores a 6°C; en las máximas las diferencias son bastante más moderadas (CUADRO I).

CUADRO I

TEMPERATURAS MAXIMAS Y MINIMAS CON TIEMPO SUR Y DIFERENCIA RESPECTO A LOS VALORES NORMALES DEL PERIODO 1986-90, EN PARAYAS (SANTANDER)

	ENE	FEB	MAR	ABR	OCT	NOV	DIC
Máximas	16,2	18,0	21,4	20,7	23,7	19,6	18,5
Dif.	+2,6	+3,6	+5,8	+4,9	+3,0	+3,3	+3,9
Mínimas	11,5	15,0	14,0	13,6	17,7	15,3	15,3
Dif	+6,4	+8,7	+7,3	+5,3	+5,6	+6,9	+8,3

(Elaboración propia a partir de los datos diarios del C.M.Z.C.)

El hecho más significativo, sin embargo, es la rapidez con que se alcanzan estos valores, como se puede observar en el Cuadro II: en el 75 % de los casos de Sur observados se superó el índice de 1°C/hora, variación similar a la encontrada por BUCHOT (1978, p. 17) en los Alpes Franceses y en un porcentaje nada despreciable se superaron los 3°C/hora. La variación diaria habitual de las temperaturas en Santander se mantiene siempre por debajo de 1°C/hora, lo que hace resaltar la singularidad del Sur como fenómeno atmosférico particular en esta región peninsular.

CUADRO II

FRECUENCIA RELATIVA DEL INCREMENTO TERMICO PROVOCADO POR EL SUR (1986-90).

°C/ hora	% del total de casos
=< 1.0 °	25.9 %
1,1 - 2,0	33,9 %
2,1 - 3,0	18,3 %
3,1 - 4,0	13,0 %
> 4,1	8.9 %

(Elaboración propia)

La humedad desciende, también, de manera muy acusada llegando a situarse por debajo del 20% en algunos casos, especialmente en la situación de Sur anticiclónico (Cuadro III); con situaciones perturbadas es ligeramente más elevada, pero nunca supera el 46%, valores todos ellos que se sitúan por debajo del 2º quintil de las series termométricas observadas en Parayas.

Este hecho distingue claramente el Sur con las brisas terrales, en las que la humedad se mantiene entre el 70% y 95 %.

CUADRO III

HUMEDAD MEDIA DURANTE LOS DIAS CON SUR PERTURBADO Y SUR ANTICICLONICO ESTABLE (1986-90).

	ENE	FEB	MAR	ABR	OCT	NOV	DIC
Perturbado	41	46	43	45	40	43	46
Antici.	40	34	39	25	41	35	37

(Elaboración propia con datos del C.M.Z.C)

3.1.- DIFERENCIAS INTRARREGIONALES

El tiempo del Sur crea un ambiente climático en toda la vertiente cantábrica radicalmente diferente al que corresponde a esta zona. Normalmente estas anomalías quedan enmascaradas en los datos medios, salvo cuando a lo largo de un mismo mes se suceden varias situaciones de este tipo. Esto fue lo sucedido durante los meses de diciembre de 1987 y 89 en los que los días con tiempo Sur fueron de 18 y 20 respectivamente, consecuencia de una potente circulación subzonal que regó abundantemente la vertiente castellano-leonesa, mientras que en la septentrional las precipitaciones se redujeron drásticamente (CUADRO IV) y las temperaturas medias fueron anormalmente altas.

CUADRO IV

COMPARACION DE LOS VALORES DE DICIEMBRE DE 1987 Y 89

Observatorio	Máxima		mínima		media M. media min.	
	87	89	87	89	(según Font, 1983)	
Ranón	15.2	16.5	7.8	9.1	10.0	6.8
Oviedo	14.4	15.9	7.6	9.6	12.1	4.5
Parayas	16.0	18.1	8.4	9.5	12.4	7.5
Sondica	16.7	18.4	8.1	9.7	13.2	5.8

Precipitaciones			
	1987	1989	media
Ranón	60	75	129
Oviedo	27	44	109
Parayas	29	17	155
Sondica	32	14	170

Desde Asturias al País Vasco se deja sentir la influencias del tiempo Sur, sin embargo existen diferencias significativas entre el sector occidental o asturiano y el oriental como consecuencia de las características geográficas de ambos sectores, esencialmente la configuración y altitud de los relieves circundantes, así como la situación de cada uno de ellos respecto a las dorsales y vaguadas que determinan el tiempo del Sur, que modifican los mecanismos de Foehn y, consiguientemente, los rasgos climáticos asociados al mismo.

El análisis de dos situaciones características de este tipo de tiempo, una ciclónica y otra anticiclónica, nos permitirá precisar estas consideraciones:

3.1.1. Sur perturbado

En este caso, el "efecto foëhn" afecta a masas de aire templada y húmeda de origen Atlántico (Polar Marítimo de retorno, o Tropical marítimo). Al chocar con la ladera meridional de las montañas del NW de la Península los movimientos ascendentes intensifican las condiciones de inestabilidad dinámica y se producen intensas precipitaciones en la vertiente meridional de la cordillera. A sotavento, la masa de aire desciende mucho más seca y el calor devuelto a la atmósfera a partir de la condensación se transforma en calentamiento al pie de la montaña. La subsidencia orográfica clarifica la atmósfera, que se carga de iones positivos, haciendo visible desde Santander las cumbres de la Cordillera y únicamente cuando se acerca el frente frío, al que se asocian las rachas máximas, el cielo se cubre totalmente. Las temperaturas experimentan un abrupto incremento y un descenso higrométrico acusado; en algunos casos nocturnos, la amplitud térmica se reduce, impidiendo fenómenos de irradiación o poniendo fin a acumulaciones locales de aire frío en el fondo de los valles, que dulcifican los rigores invernales, haciendo del Cantábrico la región más cálida de toda la Península Ibérica.

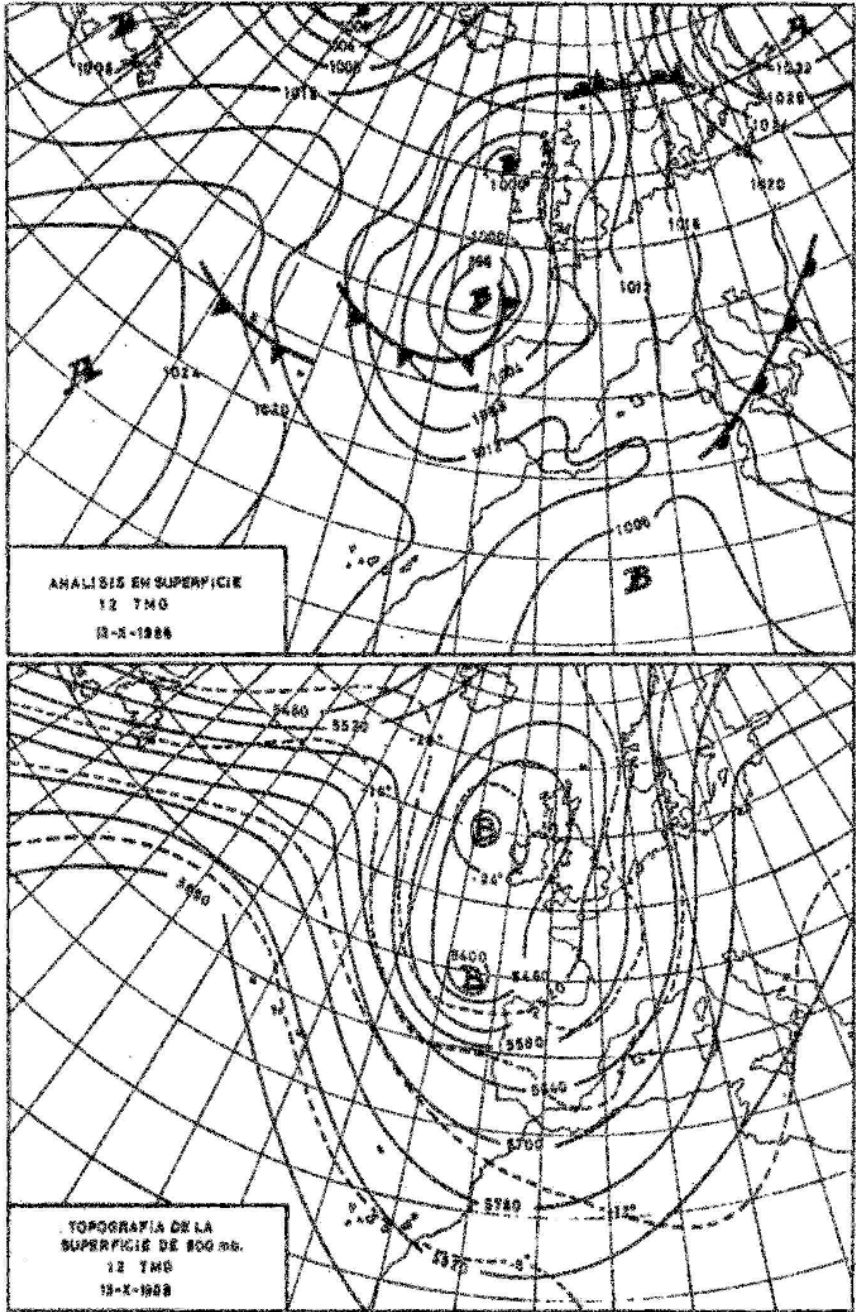


Figura 4

SITUACION DEL 13-X-1988: Depresión estacionaria frente a Galicia. Fuertes precipitaciones en la vertiente meridional.

La configuración sinóptica es muy típica del otoño (fig. 4): un flujo de componente S en todo el espesor de la atmósfera, dirigido por una depresión atlántica, cuyo desplazamiento hacia el continente fue bloqueado por una célula anticiclónica continental. El tiempo presenta ese día todas las características propias del Föhn (CUADROS V Y VI): disimetría pluviométrica, brusca y irrupción a sotavento con un descenso de la humedad relativa del 32% en Parayas, acompañada de un importante incremento de las temperaturas (+4°C) durante la madrugada, entre las 4.30 y 6 TMG, del 13, en una atmósfera en calma y prácticamente saturada (96%). Las máximas se obtuvieron al mediodía, momento en el que la humedad descendió al 44%. El predominio de una nubosidad de tipo medio y alto impidió que la insolación superase 5 horas (45 %); los valores de evaporación fueron igualmente importantes. Los vientos de componente sur fueron moderados en todo el Cantábrico y las velocidades máximas tuvieron lugar entre las 13 y 18 TMG. La media más alta correspondió a Sondica, pero la racha más fuerte la registró Parayas, a causa de la cizalladura de los vientos al acercarse un frente frío. El Sur fue sustituido por vientos del W de velocidad moderada (22 km/h de media), acompañado de un descenso de la temperatura de 3,° °C y un aumento de la humedad del 44% a partir de las 4 horas del 14.

Estas características generales enmascararon una significativa variación de las diversas variables climáticas a lo largo del litoral cantábrico.

En Asturias el "efecto föhn" tuvo una escasa duración e intensidad: la débil insolación y las intensas precipitaciones caídas a partir de las 18 TMG autorizan a situarlo únicamente en las horas centrales del día. En consecuencia, temperatura y humedad no sufrieron valores tan extremos como en el fondo del Golfo de Vizcaya. La velocidad media del viento en la masa anterior al frente frío también fue más débil (observación de las 13 TMG) y el elevado valor de la humedad relativa al mediodía registrada en Ranón, hace suponer que en este sector asturiano no tuvo las características de un föhn.

CUADRO V

CARACTERISTICAS DEL TIEMPO EN LA VERTIENTE SEPTENTRIONAL

	Temp °C		% Hum 00 13 00	Evap mm	P P m m	Insol	Racha máx FF/hora	Fuerza del viento a Recor 00H .13H. 18 H. Km
	Mín	Máx						
Ranón	9,4	19,0	87 75 98	2,0	*18,0	1,0	33/1810	07 06 19
Oviedo	8,4	18,0	80 49 95	2,3	*22,2	1,0	47/1235	cal 31 11 232
Parayas	10,0	22,0	55 44 40	7,5	@ip	5,0	70/1920	30 52 37 200
Sondica	10,2	23,8	88 28 39	9,4	@ip	5,7	52/1040	11 22 07 441
Fuenterrabía	108	23,2	88 33 22	5,0	0,0	7,2	49/1015	04 25 07

* entre 13 y 24 TMG del 23.

@ entre 07 y 13 TMG del 24.

SONDEO TERMODINAMICO 13-X-1988 (12 h. TMG)

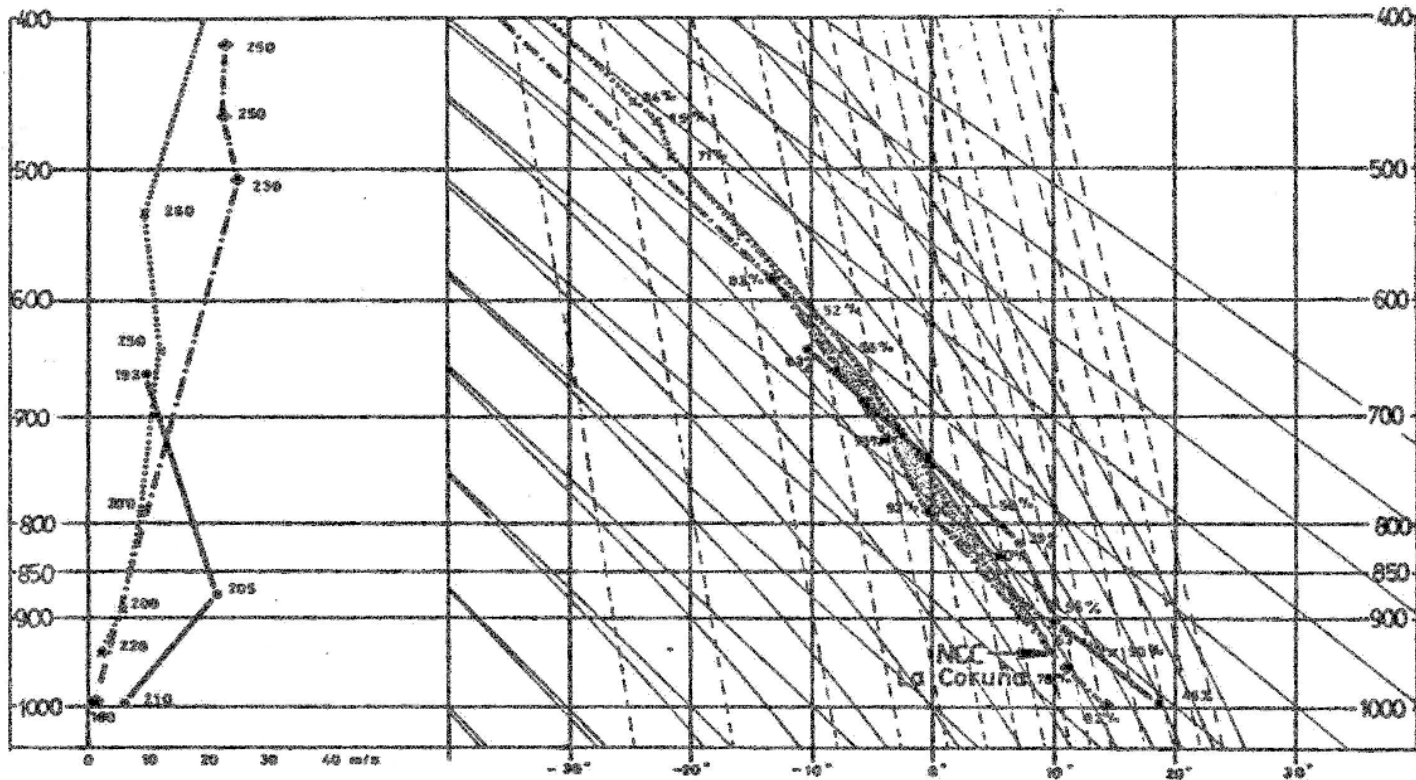


Figura 5

Las diferencias entre ambos sectores se debió, probablemente, a la mayor actividad del frente frío en Asturias por la mayor proximidad al eje de la vaguada a partir de Cantabria, sin embargo, la disminución de los movimientos ascendentes por la procedencia zonal de la advección posterior retrasaron la desaparición del Sur y redujeron sensiblemente las precipitaciones postfrontales. Este descenso de la actividad del frente a partir de Cantabria tuvo su correspondencia al otro lado de la Cordillera (CUADRO VI), pues mientras León, con cielos totalmente cubiertos, recogió 32 mm entre las 07 del 13 y las 07 del 14, en Burgos, nubosos, tan sólo fueron 4,4 mm. Por tanto, comparando las horas en las que sopló el Sur con el intervalo lluvioso sobre la vertiente meridional y la zona más afectada por éstas, se comprende que no hay una clara relación entre cantidad de precipitaciones y las características del Sur en Cantabria, dejando la puerta abierta a la posible influencia de factores como la subsidencia dinámica en el margen occidental de una célula anticiclónica como parece deducirse de la topografía de la superficie de 500 mb donde se observa una progresiva separación de las isohipsas, que acentúa la divergencia en los niveles medios.

En el ángulo noroccidental de la Península la fuerte intensidad de las precipitaciones responde a la actividad de un sistema frontal que elevó una masa muy húmeda, sometida a condiciones de inestabilidad potencial en un gran espesor de la atmósfera, como lo muestra el sondeo de La Coruña a las 12 TMG (fig. 5). Sobre Santander el sondeo (fig. 5) muestra los efectos de la orografía: la subsidencia a sotavento desecó los niveles inferiores, especialmente entre la superficie y 900 mb, donde la turbulencia engendró un gradiente vertical casi adiabático; a este nivel aparece un máximo de vientos (más 20 m/s a 870 mb -1100 mts-) provocado por una aceleración del flujo de naturaleza topográfica, ya que la mayor cercanía al Chorro en altura incrementó regularmente la velocidad del viento sobre La Coruña y Madrid. En ésta última localidad, un estrato seco y cálido originó una inversión dinámica en el nivel de 800 mb; una capa estable o inversión térmica a barlovento, por encima de la cumbre de la montaña, es una característica que se repite frecuentemente en los distintos ejemplos de vientos a sotavento.

El desplazamiento de la depresión se acompañó de formaciones nubosas muy compactas que ocasionaron abundantes precipitaciones y moderaron las temperaturas sobre la vertiente meridional. El debilitamiento del mecanismo ciclónico (y la reducción de los movimientos ascensionales por el menor vigor de los relieves de la cuenca alta del Ebro) disminuyó el total de precipitaciones en las estaciones situadas al E del Pisuerga; al mismo tiempo, la mayor insolación templó el ambiente térmico en estas comarcas. Este descenso es igualmente evidente a medida que se rebasa la divisoria de aguas (Reinosa y Brañavieja), excepto en la cabecera de valles abiertos a la penetración de la nubosidad por algunos puertos de montaña (Uznayo, en el Nansa; Valdeprado, en el Bullón).

La importante incidencia del mecanismo del "foëhn" en los valores de temperatura en el litoral amplió los gradientes térmicos en esta jornada, sobre todo en la madrugada del 14, cuando la masa fría causó un descenso significativo de las temperaturas en las estaciones de montaña, mientras el Sur todavía mantenía en Parayas un ambiente cálido (20 °C a las 00 TMG, 18,2 a las 03 TMG).

CUADRO VI

CARACTERISTICAS DEL TIEMPO EN LA VERTIENTE MERIDIONAL

	Temp °C		% Hum			Evap	PP	Insol	Racha máx.	Fuerza del viento a		
	Mín	Máx	00	13	00	mm	mm		FF/hora	00H	13H	18H
León	4,6	9,2	92	90	90	0,4	32,0	0,1	58/1855	07	22	32
Burgos	5,2	16,2	77	62	70	5,2	4,4	4,4	57/1045	06	34	31

	Temp	°C	PP	Ins	Temp °C	96 Hum
	Mín	Máx	mm		07 13 18	07 13 18
Emb. Camporeondo	4,0	6,6	115,0			
Enb. Aguilar			32,4			
Bratiavieja	3,0	5,0	66,9	0,0	3,0 5,0 4,0	90 85 90
Reinosa	4,0	13,0	20,7	0,2		
Sargentos de Lora			6,9			
Villarcayo			5,0			

3.1.2. Sur anticiclónico

A diferencia del anterior, el establecimiento de un régimen de Sur en el margen de una célula anticiclónica situada sobre el Mediterráneo o Europa Centro-Occidental determina tiempo cálido, soleado y seco, en ambas vertientes y la transformación de las características fisonómicas de la masa de aire, al rebasar la Cordillera Cantábrica, no es tan radical como con tiempo ciclónico. En efecto, el aumento térmico y la sequedad que se registra en la vertiente septentrional, se debe a la superposición de dos mecanismos: la subsidencia dinámica en el seno de la masa estable y el relacionado con el descenso orográfico, menor que en el caso de un föehn ciclónico al no producirse precipitaciones en la ladera de barlovento.

Así mismo, en superficie, partículas en suspensión, encajadas entre dos capas herméticas, impiden que la visibilidad alcance valores excepcionales. Pero ello entorpece la formación de una cubierta nubosa importante, incluso cuando las masas de aire están animadas por un movimiento ascendente lo largo de la ladera de una montaña, lo que facilita el calentamiento de la superficie terrestre por irradiación y la transmisión de ese calor a las capas bajas por conducción y convección. El ascenso por la vertiente meridional cantábrica no entraña una disminución acusada de la temperatura, pues el enfriamiento adiabático es contrarrestado por el calentamiento procedente de energía irradiada de la montaña. Este proceso, denominado Efecto de fuente elevada de calor (JANSA, 1990, p. 31), determina que la temperatura sobre la divisoria, al comienzo de la subsidencia, sea similar a la existente al pie de la ladera de barlovento y que, gracias al calor ganado en su descenso sotavento, estas masas de aire alcanzan la costa cantábrica más secas y cálidas.

SITUACION DEL 22/24-II-1990:

Dorsal al E de la Península Ibérica con advección de una masa de aire cálida

Este significativo episodio de Sur tuvo su origen en un centro primario de altas presiones sobre el Mediterráneo, acompañado de otro secundario sobre el Golfo de Cádiz (fig. 6), que

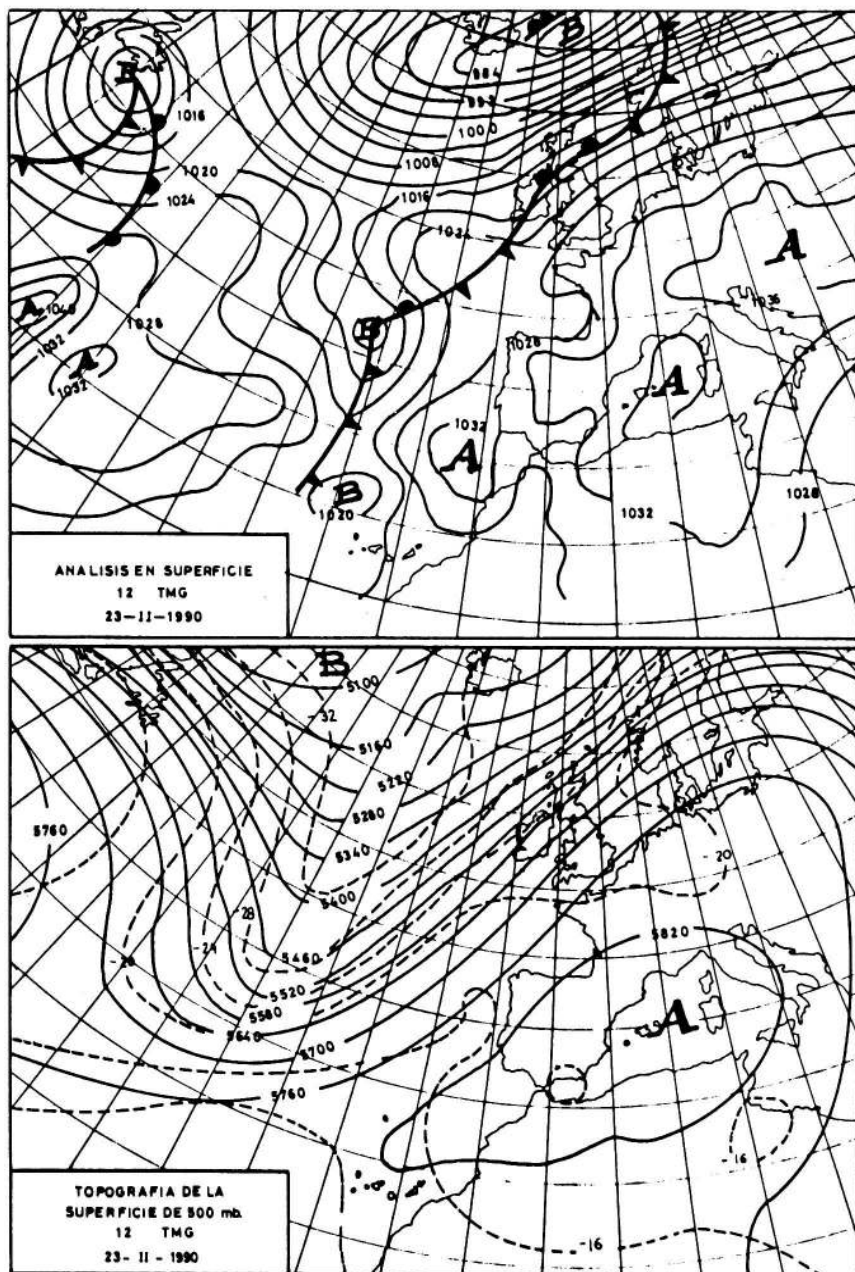


Figura 6

canalizó sobre la Península un flujo cálido con máximas anormalmente altas para la época, incluso en puntos situados a gran altitud (Navacerrada, 11°C y Montseny, 15 °C el 23). En Cantabria, el observatorio del Centro Zonal de Santander registró el día 23 la temperatura más alta del mes de febrero desde 1924 (26,6°C) y en algunos valles de la mitad oriental de la región rebasaron 30°C La insolación fue del 80 % de la posible, ya que los cielos estuvieron totalmente despejados o, a lo sumo, con nubosidad cirriforme que no impidió un intenso caldeoamiento superficial.

El examen de los distintos elementos climáticos (CUADRO VII) pone de manifiesto las diferencias regionales que se observan, también, en esta situación. En Asturias no se produjeron los mecanismos de descenso y el régimen de vientos fue típicamente costero, con suaves brisas de mar durante las horas diurnas, que afectaron más a Oviedo y brisas de tierra, especialmente en Ranón, en las horas nocturnas, cuando no calmas, acompañadas de una recuperación de los valores higrométricos; la capacidad refrigerante de las brisas evitó un ascenso tan considerable de las máximas.

En el País Vasco y Cantabria, los vientos fueron más rápidos y las transformaciones de temperatura y humedad más acusados, debido posiblemente a la orientación de los valles y al descenso altitudinal de la cordillera en este sector. Así parece deducirse al comparar los datos de Parayas con los de Burgos: los vientos en la ciudad castellana fueron bastante más flojos; incluso el día 22, la observación de las 13 TMG pone de manifiesto la presencia de un flujo opuesto en ambas estaciones (Sur en Parayas, NE en Burgos), acompañado en esta última por un valor muy elevado de humedad, fenómeno que ocasionalmente también caracteriza a algunos vientos descendentes y consecuencia directa del establecimiento de un área de divergencia sobre el N de la Península Ibérica.

El origen mixto (orográfico y dinámico) de estas advecciones puede comprobarse a partir del sondeo termodinámico del 23 de febrero a las 12 TMG (fig. 7) En altura, una masa de aire muy cálida (-19 °C a 500 mb) y seca, afectada por intensos movimientos subsidentes, como lo prueba un acusado gradiente térmico entre los 800 y los 600 mb, que causaron sendas inversiones dinámicas sobre La Coruña y Madrid por debajo de los 850 mb. En el flanco del anticiclón la subsidencia es más acusada y, por tanto, mayor el incremento térmico, como se aprecia en la separación de las temperaturas de La Coruña y Madrid. Así mismo la superioridad térmica de Santander sobre la ciudad gallega muestra que el calentamiento prosiguió al descender por la ladera septentrional de la Cordillera Cantábrica.

SONDEO TERMODINAMICO 23-II-1990 (12 h. TMG)

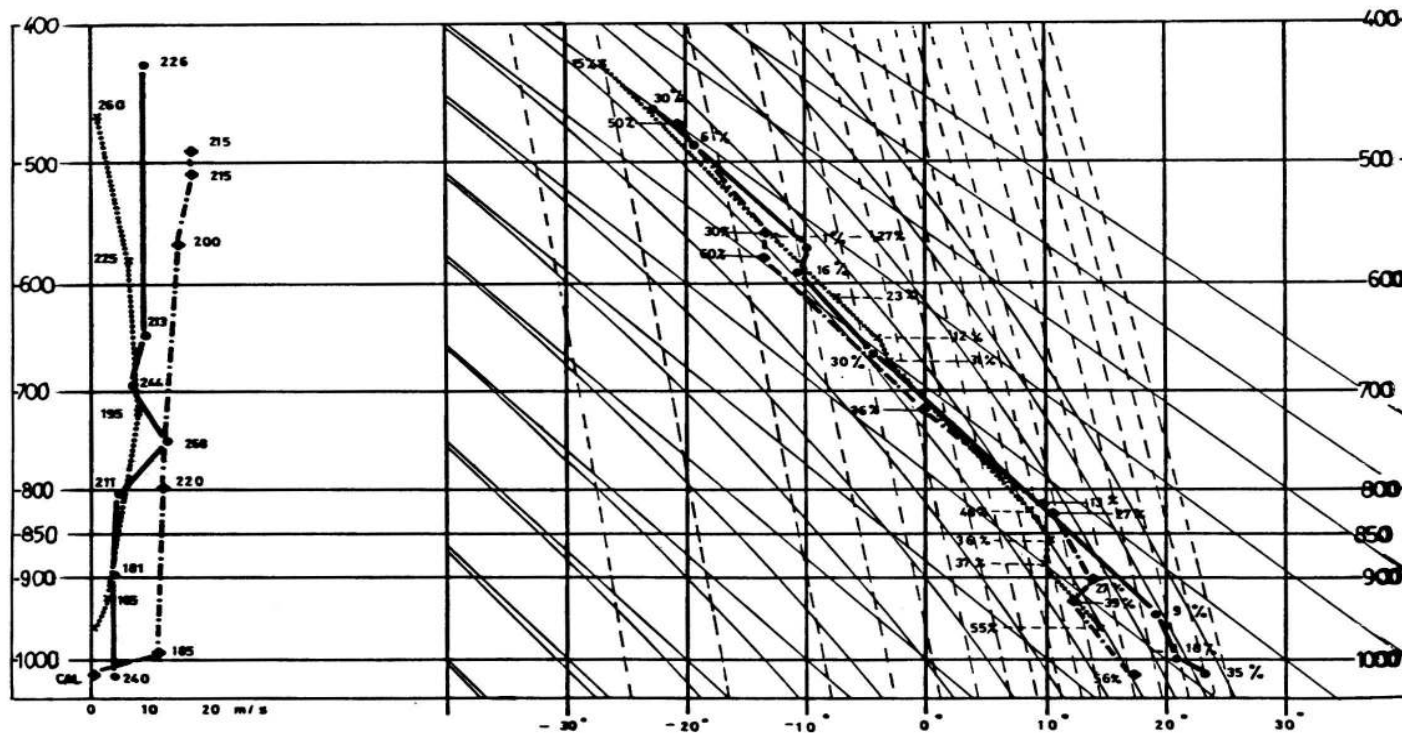


Figura 7

EL VIENTO EN LA CORMISA CANTABRICA: AVANCE DE UN ESTUDIO SOBRE LOS TEMPORALES DEL S.

CUADRO VII

CARACTERISTICAS DEL TIEMPO EN LA VERTIENTE SEPTENTRIONAL
(22 AL 24 DE FEBRERO DE 1990)

	Temp °C		%Hum		Evap mm	Insol	Racha máx. FF/hora	Fuerza del viento a		Recor Km
	Mín	Máx	00	13				00H	13H.	
Ranón	8,0	20,2	95	69	2,3	8,7	28/0455	04	19	
	9,0	21,5	74	48	4,3	3,4	22/2030	11	07	
	9,8	20,4	67	69	1,8	0,0	28/2335	11	13	
Oviedo	7,7	21,6	98	58	3,9	9,0	22/1520	cal	09	136
	11,4	22,6	63	49	6,0	8,9	23/2050	11	07	121
	10,5	19,5	45	46	2,6	3,1	31/1505	cal	08	171
Parayas	7,2	24,0	88	49	8,0	8,2	37/=2340	19	22	249
	15,4	26,6	59	38	16,0	8,9	57/1130	11	33	291
	12,6	26,0	48	73	5,6	5,5	41/0535	32	26	173
Sondica	7,8	22,6	98	47	1,4	9,0	32/1120	04	14	245
	12,4	26,8	69	34	2,6	9,9	42/0352	14	22	207
	5,8	26,3	47	32	1,1	6,3	36/1342	07	14	207
Fuenterrabía	8,0	24,6	95	35	4,4	8,8	29/1330	05	11	
	10,0	26,6	80	22	7,5	3,7	41/1030	11	29	
	12,4	27,2	83	22	5,2	8,1	29/1120	13	16	

CUADRO VIII

CARACTERISTICAS DEL TIEMPO EN LA VERTIENTE MERIDIONAL

	Temp °C		%Hum		Evap mm	Insol	Racha máx FF/hora	Fuerza del viento a		
	Mín	Máx	00	13				00	13H.	18H.
Burgos	1,8	11,6	92	83	0,3	6,9	32/1510	14	22	253
	-0,4	19,8	97	37	3,3	9,2	29/1110	04	18	186
	2,2	18,8	88	44	3,5	7,7	32/1320	calma	16	253

	Temp °C		Ins	Temp °C			%Hu		
	Mín	Máx		07	13	18	07	13	18
Enb.Camporredondo	-0,5	16,5							
	-0,5	17,5							
	-0,5	14,5							
Brañavieja	3,0	12,0	9,8	7,5	11,0	10,0	50	38	35
	7,0	13,5	9,2	7,0	10,	11,0	38	25	31
	7,5	11,5	2,0	7,5	10,0	10,0	39	60	70
Reinosa	3,0	13,6	10,1	3,0	11,0	11,0	65	40	52
	2,0	15,5	10,2	5,0	12,0	11,0	52	37	52
	7,0	16,0	3,1	8,0	16,0	12,0	46	36	48

Los valles de la vertiente meridional (CUADRO VIII) también experimentaron un tiempo muy cálido, seco e igualmente soleado, con tasas de humedad bajas y una gran amplitud térmica. La advección afectó, así mismo, a las mínimas, que mostraron una gran suavidad, puesto que sólo heló ligeramente en valles profundos y zonas muy continentalizadas, en las que era muy difícil la evacuación de las masas enfriadas por irradiación, traduciéndose en ligeras escarchadas y alguna bruma matinal.

4.- CONSIDERACIONES FINALES E HIPOTESIS EXPLICATIVAS

El tiempo del Sur es uno de los aspectos más característicos del clima de la Cornisa Cantábrica, que bajo estas situaciones presenta unos valores térmicos e higrométricos radicalmente opuestos a los que le corresponden por su condición de clima oceánico.

La configuración geográfica de la zona y la dinámica atmosférica regional son los dos factores que explican la existencia de este tipo de tiempo que presenta rasgos muy similares a los del foehn, estudiado en otras áreas montañosas.

Como en aquellas es posible distinguir un tiempo del Sur ciclónico y otro anticiclónico. En el primero el calentamiento y el descenso de la humedad en la vertiente de sotavento, va acompañado por una disimetría pluviométrica significativa entre ambas vertientes; en el segundo las precipitaciones son muy escasas o casi nulas en todo el sector montañoso y las modificaciones de la masa de aire afecta solo a las temperatura y la humedad consecuencia de la subsidencia dinámica y el descenso orográfico en la vertiente septentrional de la cordillera Cantábrica.

Toda la zona se ve afectada por este tipo de tiempo, sin embargo, existen diferencias intrarregionales significativas que se manifiestan en la duración y frecuencia del tiempo del Sur, mayor en Cantabria y País Vasco que en Asturias, donde, además, los vientos alcanzan velocidades bastante más moderadas.

La situación más oriental de Cantabria y País Vasco, así como el descenso altitudinal de la cordillera hacia el E. son los dos factores que podrían explicar tales diferencias; a ellas habría que unir la dirección de los valles en ambos sectores.

En efecto, como han observado algunos autores (PICARD, 1964), los mecanismos de foehn alcanzan su mayor intensidad en el margen de las vaguadas, donde se desarrolla una subsidencia dinámica, que sumada a la orográfica incrementa las tasas de calentamiento de la masa de aire a sotavento, al mismo tiempo que disminuye la nubosidad y aumenta la insolación. Es bastante frecuente que Cantabria y el País Vasco se encuentren situadas en el margen de las vaguadas a las que se asocia el tiempo del Sur ciclónico, mientras que en Asturias, en posición más occidental, la inestabilidad es más acusada y los efectos orográficos se manifiestan esencialmente en la disimetría pluviométrica entre vertientes, no así en las transformaciones térmicas e higrométricas, que quedan muy amortiguadas.

Con tiempo anticiclónico, la necesidad de una velocidad crítica para rebasar la cordillera (BUCHOT, 1978), convierte al macizo asturiano en un obstáculo a la advección cálida, mientras que el descenso de altitud hacia el E la favorece. La consecuencia de todo ello es que las estaciones vascas y cántabra registran temperaturas más elevadas que Asturias, con diferencias que pueden superar los 8°C en régimen de Sur Anticiclónico.

La comparación de las rosas de las rachas máximas de los aeropuertos del Cantábrico pone de manifiesto la mayor intensidad y fuerza de las del Sur en el extremo oriental y el debilitamiento sobre Asturias, especialmente en Ranón y lo mismo sucede en las situaciones concretas que hemos analizado. El descenso altitudinal de la cordillera hacia el E y el traza-

do de los valles perpendiculares a la divisoria en este sector canalizan los flujos submeridianos que, en numerosas ocasiones, adoptan la forma de un "Chorro" a baja altura. En Asturias los valles del Nalón y Narcea imponen un recorrido oblicuo a la cordillera, WSW o SE, debilitando estos flujos.

Estos y otros mecanismos, sobre los que estamos profundizando, como el denominado "efecto de esquina", estudiado en los Alpes (CRUETTE, 1976) o la modificación del campo de presión relativo entre vertientes por el estancamiento del aire ante el obstáculo montañoso¹, dan cuenta del protagonismo de los factores geográficos en la configuración de este tipo de tiempo y la complejidad del mismo en el norte peninsular.

BIBLIOGRAFIA

- BERAN, D. W. (1967): "Large amplitude lee waves and chinookswinds", *Journal of Applied Meteorology*, 6, pp. 865-867.
- BLUMEN, W. y HARTSOUGH, C. S. (1982): "An analysis of downslope winds in the lee of the Pyrenees on 23 march 1982", *Scientific Results of the Alpine experiment*, vol. II, pp. 541-548.
- BRINKMANN, W.A.R. (1971): "What is a a föehn?", *Weather*, 26, pp. 230-239.
- BRINKMANN, W.A.R. (1974): "Strong downslope winds at Boulder", *Monthly Weather Review*, 102, pp. 592-602.
- BUCHOT, C. (1978): "Le fohn en Haut Tarentaise", *Revue de Géographie Alpine*, pp. 257-274.
- COOK, A.W. y TOPIL, A.G. (1952): "Some examples of chinooks east of the mountains in Colorado". *Bulletin of the American Meteorological Society*, 33, pp. 42-47.
- CRUETTE, D. (1976): "Experimental study of mountain lee-waves by means of satellite photographs and aircraft measurements", *Tellus*, n. 28, pp. 499-523.
- FONT, I. (1983): *Climatología de España y Portugal*. Madrid, INM, 296 pp.
- HOINKA, K.P. (1985): "Observation of the airflow over Alps during a föehn event". *Quarterly Journal of the Royal Met. Soc.* 111, pp. 199-204.
- INM (1988): *Mapa eólico Nacional*, Madrid, INM, 490 pp.
- INM (1988): *Climatología Aeronáutica de España*, Madrid, INM, 536 pp.
- JANSA, A. (1990): *Notas sobre análisis mesoescalar en niveles atmosféricos bajos*. Madrid, INM.
- LOCKWOOD, J.G. (1962): "Occurrence of föhn winds in the British Isles". *Meteorological Magazines*, 91, pp. 57-65.
- MEDINA, M. (1976): *Meteorología básica sinóptica*. Madrid, Paraninfo.
- MOUNIER, J. (1979): *Les climats oceaniques des regions atlantiques de L'Espagne et du Portugal*. Universidad de Lille III, 3 vols. 1221 pp.
- MUNOZ, J. (1982): "El Clima" en *Geografía de Asturias*, T. I, Salinas, Ayalga ed. pp. 94-189.
- PICARD, A. (1964): *Contribution à l'étude du Südföhn d'Innsbruck*. Paris, Mémoires et documents, T. X, fasc. 1, C.N.R.S. 116 pp.
- PICARD, A., JESTIN, M y LE BERRE, G. (1968): "Le föehn à Altdorf et à Innsbruck en 1963-64-65". *La Météorologie*, 10-11, pp. 199-218.
- RASILLA, D.F. (1990): "Viento sur y efecto de Foehn en la vertiente septentrional de la Cordillera Cantábrica", XIV encuentro de Jóvenes Geógrafos, Zaragoza, pp. 129-140.
- RIOSALIDO y otros. (1982): "Cierzo: Northwesterly wind along the Ebro valley as a meso-scale effect induced on the lee of the Pyrenees mountain range; a case study during ALPEX special observation period". *Scientifics Results of the ALPEX Experiment*. Vol. II. pp. 565-575.

¹Agradecemos la comunicación acerca de estos mecanismos de P. Sanz, E. Arasti y J. Ortiz del grupo de predicción y vigilancia del Centro Meteorológico Zonal de Cantabria.

- RUIZ URRESTARAZU, E. (1982): *La transición climática del Cantábrico Oriental al Valle Medio del Ebro*. Vitoria, Diputación Foral de Alava, 651 pp.
- URIARTE, A. (1983): *Régimen de precipitaciones en la costa N y NW de la Península Ibérica*. San Sebastián, Caja de Ahorros Provincial de Guipúzcoa, 547 pp.
- URIARTE, A. (1983): "Frecuencias del viento en Igueldo (San Sebastián) según su dirección y fuerza", *Lurralde*, 6, pp. 81-92.
- SMITH, R.B. (1986): "Mesoscale mountain meteorology in the Alps". *Scientific Results of the Alpine Experiment*, vol. II, GARP, n. 108, pp.407-423.
- SUZUKI, S. YABUKI, K. (1956): "The air flow crossing over the mountain range". *Geophysical Magazine*, 23, pp. 273-291.
- VIERS, G. (1964): "Progés dans la connaissance du foehn". *Revue de Géographie des Pyrénées et du Sud Oest*, 42, p. 414.
- VIERS, G. (1950): "Les climats et les types de temps dans la vallée de Baïgorry". Tolouse, D.E.S. 49 pp.
- YABUKI, K. y SUZUKI, S. (1967): "A study of airflow over mountain", *Bulletin of University of Osaka Prefecture*, 19, pp. 51-193.